

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

**SYNDROM POČÍTAČOVÉHO VIDĚNÍ V SOUVISLOSTI S PANDEMIÍ
COVID-19**

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Adéla Horáčková

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2021/2022

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Lucie Machýčková

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením
Mgr. Lucie Machýčkové za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 2. května 2022

Adéla Horáčková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Mgr. Lucii Machýčkové za vedení mé bakalářské práce a odborný a vstřícný přístup při konzultacích.

Tato práce byla podpořena projekty IGA PřF UP v Olomouci č. IGA_PrF_2021_012 a IGA_PrF_2022_010

Seznam použitých zkratk

AF – Akomodační Snadnost (Accommodation Facility)

CVS – Syndrom Počítačového Vidění (Computer Vision Syndrome)

EXO – Exoforie

MEM – Metoda Monokulárního Odhadu (Monocular Estimation Method)

NFR – Negativní Fúzní Rezervy

NPC – Blízký Bod Konvergence (Near Point of Convergence)

NRA – Negativní Relativní Akomodace

PFR – Pozitivní Fúzní Rezervy

PRA – Pozitivní Relativní Akomodace

SSO – Syndrom Suchého Oka

VF – Vergenční Snadnost (Vergence Facility)

Obsah

Úvod	6
1 Charakteristika syndromu počítačového vidění (CVS).....	7
1.1 Příčiny CVS.....	8
1.2 Symptomy CVS.....	9
1.3 Diagnostika CVS	9
2 Syndrom suchého oka (SSO) při práci na monitoru.....	11
2.1 Symptomy syndromu suchého oka.....	11
2.2 Vrstvy slzného filmu	11
2.3 Příčiny syndromu suchého oka z digitálních zřízení	12
2.4 Suché oko a nošení kontaktních čoček	12
2.5 Vliv respirátorů na syndrom suchého oka	12
3 Vliv digitálního zařízení na zrak během pandemie COVID-19	14
3.1 Progrese myopie u dětí a dospělých během pandemie COVID-19	14
3.2 Změny akomodace.....	15
3.2.1 Metoda monokulárního odhadu (MEM).....	15
3.2.2 Akomodační snadnosti (AF).....	16
3.2.3 Pozitivní a negativní relativní akomodace (PRA, NRA).....	16
3.2.4 Amplituda akomodace	17
3.3 Změnyvergence	18
3.3.1 Blízký bod konvergence (NPC).....	18
3.3.2 Negativní a pozitivní fúzní rezervy (NFR, PFR).....	18
3.3.3 Exoforie do blízka (EXO).....	19
3.3.4 Vergenční snadnost (VF).....	20
3.4 Vliv modrého světla na oko.....	20
3.4.1 Účinky modrého světla na čočku.....	21
3.4.2 Účinky modrého světla na sítnici.....	22
3.4.3 Účinky modrého světla na syndrom suchého oka	22
3.5 Prodloužení doby u digitálního zařízení během pandemie COVID-19	22
3.6 Výskyt symptomů CVS během pandemie COVID-19.....	25
4 Prevence a léčba CVS	29
4.1 Korekce zraku.....	29
4.2 Osvětlení.....	29
4.3 Ergonomie pracovního prostředí	31
4.4 Blokace modrého světla.....	31
4.5 Prevence a léčba suchých očí	33
Závěr	35
Zdroje.....	36

Úvod

V dnešním světě využívání digitálních zařízení neodmyslitelně patří k našim životům. Používáme je na práci, vzdělání, ale i zábavu a jako formu odpočinku. Věkové rozpětí pro digitální zařízení dnes již téměř nemá hranice. Můžeme vidět malé děti sledující pohádku na tabletu, nebo starší lidé využívající digitální zařízení ke komunikaci.

Nařízení zůstat doma a minimalizovat kontakt, aby se předešlo šíření COVID-19 mělo za následek stoupající užívání digitálních zařízení. To způsobilo vyšší nárůst jak duševní, tak zrakové únavy.

Cílem této práce je potvrdit nebo vyvrátit, zda sledování monitoru na krátkou vzdálenost má vliv na kvalitu zraku a zda může digitální zařízení ovlivnit refrakci, zejména u dětí. A v neposlední řadě posoudit jaký vliv měla pandemie a celosvětový lockdown na dobu strávenou u obrazovky a s tím spojenou prevalenci syndromu počítačového vidění (CVS).

První kapitola je věnována obecně syndromu počítačového vidění (CVS) jeho příčinám, symptomům a možné diagnostice. Dále je zde představena problematika syndromu suchého oka spojená s užíváním digitálních zařízení. V práci je též uvedena spojitost s nošením respirátorů jako ochrany proti nemoci COVID-19 a jeho vlivu na suché oko.

Stěžejní část bakalářské práce patří vlivu digitálních zařízení na náš zrak a ergonomii při práci s obrazovkou. Je zde shrnuta rešerše několika odborných výzkumů na téma změny akomodačně-vergenčních funkcí při práci na digitálním zařízení naměřeny v porovnání s hodnotami před a během pandemie COVID-19. Dále je uveden vliv pozorování do blízka na refrakci a progresi myopie během lockdownu. Důležitou součástí této práce je přehled studií o prodloužení doby u obrazovky během pandemie COVID-19 a jejich souvislost s prevalencí symptomů CVS. Neméně důležitou kapitolou je vliv modrého světla vyzařovaného digitálním zařízením na oko.

V závěru se práce věnuje prevenci a léčbě symptomů CVS.

1 Charakteristika syndromu počítačového vidění (CVS)

Syndrom počítačového vidění (Computer Vision Syndrome, CVS) je skupina problémů spojených se zrakem, které jsou důsledkem dlouhodobého používání digitálních zařízení jako jsou např. počítače, telefony a tablety. Mezi symptomy patří únava očí, podráždění, zarudnutí, rozmazané vidění, bolesti hlavy doprovázené bolestí krční páteře a ramen. Symptomy CVS mohou být projevem abnormalit na povrchu oka, akomodačně-vergenčních problémů a/nebo ergonomických etiologií. (Blehm a kol. 2015, Rosenfield 2011)

Velký převrat nastal v 90. letech minulého století, kdy nástup počítačů způsobil revoluci na pracovišti. Do té doby měli lidé různé pracovní návyky jako psaní na stroji, čtení z papíru a práci s papírovými podklady. To zajišťovalo různé držení těla a měnící se pracovní vzdálenost. Dnešní doba je uzpůsobená k vyšší efektivitě na pracovišti a je tedy možné většinu úkonů provést na digitálním zařízení, bez nutnosti měnit pracovní vzdálenost. (Blehm a kol. 2015)

V moderní západní společnosti je používání počítačů a dalších digitálních zařízení k práci nebo zábavě téměř nezbytností. Dle statistiky na webu Internet world stats je k 31. 3. 2021 na celém světě 5,168,780,607 uživatelů internetu viz Tabulka 1 ve srovnání s 31. 12. 2020 kdy jich bylo 4,536,248,808. V České republice bylo k 31.12.2020 9,323,428 uživatelů internetu a z toho 6,520,000 uživatelů aplikace Facebook. (Internet world stats.com)

Tabulka 1 Přehled světové populace ve srovnání s počtem uživatelů internetu. (Internet world stats.com)

Světové regiony	Populace (2021)	Počet uživatelů internetu (k 31.3.2021)
Asie	4.327.333.821	2.762.187.516
Evropa	835.817.920	736.995.638
Afrika	1.373.468.514	594.008.009
Latinská Amerika	659.743.522	498.437.116
Severní Amerika	370.322.393	347.916.627
Střední Východ	265,587,661	198,850,130
Austrálie a Oceánie	43,473,756	30,385,571
Celosvětový součet	7,875,765,587	5,168,780,607

Používání digitálních obrazovek dnes již není omezeno na sledování stolního počítače na pracovišti. Dnešní doba přináší možnost používat digitální zařízení v jakékoli situaci, to má za příčinu vyšších nároků na náš zrak. Jako příklad náročnějších situací na zrak lze uvést sledování filmů na tabletu během cestování, surfování na internetu díky mobilnímu telefonu nebo psaní zpráv přes chytré hodinky. (Blehm a kol. 2015, Rosenfield 2011)

Podle Americké optometristické asociace už pouhé dvě hodiny nepřetržitého používání digitálního zařízení může vést k řadě potíží se zrakem označovaných jako digitální únava očí (Digital Eye Strain, DES). Dlouhodobé užívání těchto zařízení zatěžuje nejen náš zrak, ale také způsobuje muskuloskeletální potíže a poruchy cirkadiálního rytmu. (American Optometric Association)

Je potřeba zmínit také vnější aspekty ovlivňující syndromy CVS. Patří mezi ně osvětlení, kvalita zobrazení, frekvence, záření, ergonomie, správná korekce a výběr vhodných brýlových skel při práci na počítači. Při léčbě je poté třeba zkombinovat oční terapii s úpravou pracovního prostředí, které mohou zlepšit zrakový komfort a potlačit nebo předejít symptomům CVS. (Blehm a kol. 2015, Rosenfield 2011)

1.1 Příčiny CVS

Ve studii Rosenfield a kol. (2015) rozdělili příčiny CVS do tří kategorií.

1) Okulomotorické reakce

Pozorování na krátkou vzdálenost vyžaduje správné akomodačně-vergenční reakce, aby bylo zajištěno ostré pozorování předmětu.

2) Suché oči

Několik výzkumů ukázalo, že během sledování obrazovky klesá frekvence mrkání a tím se urychluje vypařování slz.

3) Mimooční příčiny

Špatná ergonomie na pracovišti, oslnění nebo naopak nedostatečné osvětlení jsou neméně důležité příčiny vzniku CVS, které vedou k muskuloskeletálním a astenopickým potížím.

Ve studii Sheedy a kol. (2003) zjistili, že existují rozdíly v pozorování obrazovky a tištěného materiálu. Subjekty dělali méně chyb a pracovali rychleji při čtení prezentace

v papírové podobě. Toto tvrzení potvrdila studie Chu a kol. (2011), která sledovala oční symptomy ihned po čtení z digitálního zařízení a porovnávala je s výsledky čtení tištěného dokumentu. Výsledky ukázaly větší skóre rozmazaného vidění po čtení z obrazovky. Tyto výsledky ukazují, že symptomy CVS nejsou pouhým důsledkem sledování na krátkou vzdálenost. (Sheedy a kol. 2003, Chu a kol. 2011)

1.2 Symptomy CVS

Podle autorů Blehm a kol. (2015) existují tři kategorie symptomů CVS.

1) Mechanismy očního povrchu

- Suché oči
- Bolest očí
- Podráždění očí
- Zarudnutí
- Pocit cizího tělesa v oku

2) Akomodační mechanismy

- Bolest hlavy
- Únava očí
- Rozmazané vidění
- Diplopie

3) Extraokulární mechanismy

- Bolest zad
- Bolest ramen
- Bolest krku

Podobné rozdělení symptomů popsal ve své práci také Sheedy a kol. (2003). Podle autorů je důležité rozpoznat, které symptomy jsou specifické pro práci s počítačem a které jsou projevem trvalého pozorování na krátkou vzdálenost nebo špatné ergonomie, aby mohla být doporučena správná léčba. (Blehm a kol. 2015, Sheedy a kol. 2003)

1.3 Diagnostika CVS

Diagnostika CVS závisí na diagnostice jednotlivých příznaků. Na základě anamnézy a jednotlivých měření zraku je potřeba zjistit, zda se jedná o potíže binokulárního vidění, akomodace, nesprávné korekce nebo jde o potíže spojené

s nesprávnou ergonomií na pracovišti. V Tabulce 2 jsou uvedené příznaky související s CVS a jejich možná diagnóza. (Blehm a kol. 2015, Rosenfield 2005)

Tabulka 2 Příznaky CVS a jejich diagnóza (upraveno). (Rosenfield 2005)

Kategorie příznaků	Příznaky	Diagnóza
Astenopické potíže	Unavené oči	Akomodačně-vergenční dysfunkce, Nesprávná korekce
	Bolest očí	
	Bolest hlavy	
Potíže s očním povrchem	Slzení	Suché oči
	Pálení	
	Podrážděné oči	
	Nesnášenlivost kontaktních čoček	
	Pocit cizího tělesa	
Vizuální	Rozmazané vidění	Nesprávná korekce
	Pomalé ostření na různé vzdálenosti	Akomodační dysfunkce
	Diplopie	Binokulární vidění
Extraokuární	Bolest krční páteře	Nesprávná ergonomie
	Bolest zad	
	Bolest ramen	
	Bolest kloubů na ruce	

2 Syndrom suchého oka (SSO) při práci na monitoru

Syndrom suchého oka je multifaktoriální stav očního povrchu vyplývající z poruchy homeostázy slzného filmu, která má negativní dopad na kvalitu zraku. (Heissigerová 2018) Tato kapitola pojednává o příčinách a symptomech syndromu suchého spojených s prací na digitálním zařízení.

2.1 Symptomy syndromu suchého oka

Podle autorky Heissigerové (2018) jsou symptomy syndromu suchého oka následovné:

- suchost
- řezání
- pocit cizího tělesa v oku
- světlolachost
- kolísání vízu
- bolest očí
- pocit tlaku za okem
- zvýšené reflexní slzení

2.2 Vrstvy slzného filmu

Slzný film je rozložen v tenké vrstvě na povrchu rohovky a spojivky a skládá se ze tří vrstev:

1) Mucinová vrstva

Je to vnitřní vrstva ležící na rohovce. Je tvořena mukoglykoproteiny. Mucin se tvoří v pohárkových buňkách epitelu spojivky. Mukózní vrstva mění hydrofobní vlastnosti na hydrofilní pro lepší uchycení vodné vrstvy. Její hlavní funkcí je lubrikace pro snadný pohyb víček po bulbu. Chrání epiteální povrch rohovky pomocí hlenu.

2) Vodná vrstva

Tvoří 90 % objemu slzného filmu. Vzniká bazální sekrecí slznou žlázou spolu s Krauseho a Wolfringovými žlázkami. Obsahuje vodu s rozpuštěnými solemi a zajišťuje přísun kyslíku. V ní obsažené imunoglobuliny (IgA, IgE, IgM, IgG) se tvoří ve spojivkovém vaku a účastní se protizánětlivých reakcí. Má antibakteriální

vlastnosti díky laktoferinu a lysozimu. Zajišťuje osmolaritu slz a vyrovnává nerovnosti na rohovce pro správnou tvorbu obrazu na sítnici a zároveň odplavuje nečistoty z povrchu oka.

3) Lipidová vrstva

Je to nejsvrchnější vrstva slzného filmu. Obsahuje mastné kyseliny, cholesterol a sterolové estery. Má hydrofobní a hydrofilní část díky které drží kontakt s vodnou vrstvou a zároveň tím zabraňuje evaporaci slz z povrchu rohovky.

(Kuchynka 2016)

2.3 Příčiny syndromu suchého oka z digitálních zřízení

Hlavními příčinami SSO při používání digitálního zařízení jsou nedostatečná frekvence mrkání a neúplné sevření víček. To vede k evaporaci slz z důvodu expozice záření z obrazovky a k nerovnoměrnému roztírání slzného filmu. Slzný film se stává tenkým a nestabilním. Pacienti, kteří tráví více hodin u obrazovek, pociťují potíže se zrakem, přestože nemají žádné refrakční vady. Ve studii Tsubota a kol. (1993) porovnávali míru mrkání u pracovníků v kanceláři. Střední frekvence mrkání byla 22 mrknutí za minutu při relaxaci. Během sledování papírového materiálu se frekvence snížila na 10 mrknutí za minutu. Při sledování obrazovky frekvence klesla na pouhých 7 mrknutí za minutu. (Lee & Chantal 2018, Tsubota a kol. 1993)

2.4 Suché oko a nošení kontaktních čoček

Obtíže se zrakem spojené se syndromem suchého oka se mohou ještě zhoršit, pokud během práce na digitálním zařízení používáme kontaktní čočky. Během sledování obrazovky se sníží frekvence mrkání a slzný film tedy není rovnoměrně rozprostřen po povrchu oka. Kontaktní čočka, pokud ztrácí vlhkost delším nošením, nasává vodu ze slzného filmu, to může oko dráždit a způsobit nepříjemné potíže jako řezání a pálení. Podle nedávného online výzkumu až 85 % uživatelů kontaktních čoček má alespoň jeden příznak syndromu suchého oka. Nedojde-li k řešení těchto potíží, může to pro pacienta znamenat jednu z kontraindikací k užívání kontaktních čoček. (Lee & Chantal 2018)

2.5 Vliv respirátorů na syndrom suchého oka

Výzkumníci z Univerzity v Utahu zaznamenali zvýšený nárůst symptomů syndromu suchého oka u pravidelných uživatelů respirátorů. Mezi dotazovanými byli

lidé, kteří dříve žádné problémy se suchým okem neměli. Podle autorů to má za následek proudění vzduchu vydechaného pod respirátorem přímo do očí, to zapříčiní rychlejšímu vypařování slzného filmu a následné potíže se zrakem. Někteří lékaři zaznamenali potíže s umístěním respirátoru na obličeji. Respirátor může mírně stahovat dolní víčko, a to zabraňuje plynulému mrkání. Jelikož není známo, kdy opatření proti šíření nemoci COVID-19 skončí, je na místě, aby specializované oční pracoviště kontrolovali stav očního povrchu v souvislosti užíváním respirátorů a případně doporučili vhodnou léčbu. (Moshirfar a kol. 2020)

3 Vliv digitálního zařízení na zrak během pandemie COVID-19

Někteří z nás si dnes již nedokážou představit život bez digitálního zařízení. Používáme ho k práci, zábavě i vzdělání. Avšak někdy se jeví jako dobrý sluha, ale zlý pán. Dlouhodobé užívání těchto zařízení však může přinést jiné problémy. Tato kapitola se zabývá účinky digitálního zařízení na náš zrak a jeho změny během pandemie koronaviru.

3.1 Progrese myopie u dětí a dospělých během pandemie COVID-19

Mezi 6. a 20. rokem dítěte nastává období myopizace nazývané také „školní myopie“. Oko dorůstá do potřebné délky 24 mm, to vede k emetropizaci původně hypermetropického oka. Mozek sám pozná, kdy je potřeba ukončit proces emetropizace podle ostrého vidění. Pokud je tomu naopak, například z důvodu dlouhodobého pozorování do blízka a nadměrného zapojení akomodace, proces emetropizace dál pokračuje, a to může mít za následek nástup myopie. Jeden milimetr prodloužení délky oka se rovná nárůstu myopie o 2,7 D. Častý pohled do blízka na krátkou vzdálenost zapříčiní nárůst poptávky po akomodaci. (Menšíková 2022)

Studie, která by zkoumala progresi myopie u dětí vystavených delšímu působení digitálního zařízení, by byla podle Foreman a kol. (2021) náročná prakticky i eticky, z důvodu omezení nebo navýšení přístupu dětí k digitálním zařízením. Pandemie COVID-19 umožnila přirozený experiment, kdy byly děti vystaveny delší a častější expozici obrazovky, kvůli přechodu na online výuku. Nedávná studie z Číny uvedla posun myopie o 0,3 D a až 3násobný nárůst prevalence myopie u dětí ve věku 6-8 let. U dětí užívajících kapky atropinu ke snížení nárůstu myopie, byla po vypuknutí pandemie a uzavření škol progrese myopie o 43 % a prevalence prodloužení axiální délky oka se zvýšila o 25 % ve srovnání s hodnotami před pandemií. Zvýšené hodnoty byly významné u dětí ve věku 5-10 let. Expozice obrazovky u dětí se zvýšila dvojnásobně. Zatímco pobyt venku se snížil na polovinu. (Foreman a kol. 2021)

U vyšetřování dětí předškolního věku je důležité změřit zrakovou ostrost a určit refrakci. Pokud naměříme větší odchylku refrakce na základě věku dítěte, můžeme podpořit proces emetropizace správnou korekcí. Jestliže pozorujeme u dítěte poruchy akomodace (insuficience akomodace, exces konvergence) ve spojitosti s krátkozrakostí,

je důležité tento stav změřit pomocí testů (MEM, Zakrývací testy, Maddoxův test) s ohledem na věk a spolupráci dítěte. (Menšíková 2022)

Přechodnou myopii u uživatelů digitálních zařízení popisuje také Rosenfield a kol. (2011). Bylo zjištěno, že u pracovníků na monitoru byl posun myopie o $-0,12$ D po pracovní době, oproti písářům, u kterých se refrakční vada nezměnila. Tento posun nebyl tak velký, aby ovlivnil zrakovou ostrost do dálky, ale z těchto výsledků je ale patrné, že akomodační křeč během práce do blízka může mít vliv na dočasný nárůst myopie. (Rosenfield a kol. 2011)

3.2 Změny akomodace

Následující kapitola se zabývá změnami akomodace v důsledku sledování digitálního zařízení na krátkou vzdálenost. Jsou zde popsány studie, které měřily akomodační parametry (MEM, AF, PRA, NRA) pomocí binokulárních testů.

Ve vědecké práci autoři Padavettan a kol. (2021) měřili u emetropů parametry akomodace po 30 minutách sledování mobilního telefonu. Před testováním všechny subjekty prošly komplexním vyšetřením. Subjekty s diagnózou šilhání, tupozrakostí, systémovým onemocněním nebo předchozími očními operacemi byly vyloučeny. Probandi četli text o velikosti řádku N6 na optotypu ve vzdálenosti 40 cm. Účastníci seděli v místnosti s okolním osvětlením 480–500 luxů z LED lamp bez oslnění z oken. Text na mobilním telefonu byl černý na bílém pozadí. Hodnoty před a po čtení na telefonu byly zaznamenány do 5 minut po dokončení čtení. (Padavettan a kol. 2021)

3.2.1 Metoda monokulárního odhadu (MEM)

Metoda monokulárního odhadu se měří objektivně pomocí dynamické skiaskopie. Pacient aktivně akomoduje do blízka a vyšetřující měří akomodační odezvu. Měří se s korekcí do dálky, u presbyopa s adicí do blízka. K hlavici skiaskopu umístíme optotyp, vyšetřovaný čte znaky na optotypu a vyšetřující neutralizuje reflex na každém oku zvlášť pomocí plusových nebo minusových čoček. Normální rozsah je $+ 0,5$ D až $+ 0,75$ D. Hodnota nad $+ 0,75$ D by znamenala nedostatek akomodace a hodnota menší než $+ 0,5$ D značí akomodační nadbytek. (Padavettan a kol. 2021)

Tabulka 3 Naměřené hodnoty metodou monokulárního odhadu (MEM) (upraveno). (Padavettan a kol. 2021)

Druh testu	Před testováním	Po testování
MEM	+0,79 D ± 0,20 D	+1,47 D ± 0,28 D

Výsledky ukazují, že po 30 minutách čtení na telefonu byla akomodace nedostatečná, nejspíše vzhledem k jejímu vyčerpání během pohledu do blízka. (Padavettan a kol. 2021)

3.2.2 Akomodační snadnosti (AF)

Akomodační snadnost lze definovat jako „schopnost zrakového systému rychle, přesně a pružně reagovat na změny akomodačního požadavku“ (Pluháček a kol. 2020). Měří se pomocí předkládání flippru před oko s hodnotami +/- 1,5 D a počítá se počet cyklů za minutu, kdy vyšetřovaný zahlásí, že vidí obraz ostře. Fyziologické hodnoty jsou přibližně 12 cpm (cyklů za minutu). Můžeme ji měřit monokulárně (MAF, monocular accommodation facility) nebo binokulárně (BAF, binocular accommodation facility). Ve studii Padavettan a kol. (2021) měřili pouze binokulární akomodační snadnost (BAF). (Padavettan a kol. 2021, Pluháček a kol. 2020)

Tabulka 4 Naměřené hodnoty BAF. (upraveno) (Padavettan a kol. 2021)

Druh testu	Před testem	Po testu
BAF	11,70 ± 1,98 cpm	9,41 ± 1,98 cpm

Naměřené hodnoty poukazují na vyčerpání akomodačního aparátu. Schopnost pružně reagovat na akomodační požadavek se snížila již po 30 minutách sledování telefonu do blízka. (Padavettan a kol. 2021)

3.2.3 Pozitivní a negativní relativní akomodace (PRA, NRA)

Negativní relativní akomodace (NRA) je měřítko maximální schopnosti uvolnit akomodaci při zachování jednoduchého binokulárního vidění. Pozitivní relativní

akomodace (PRA) je měřítko maximální schopnosti stimulovat akomodaci při zachování jednoduchého binokulárního vidění.

Při vyšetřování PRA navozujeme akomodaci rozptylkami, tím se zvýší akomodační konvergence. NRA je vyšetřována pomocí spojných čoček předkládaných před oko. Ty naopak akomodaci uvolňují spolu s akomodační konvergencí. (Padavettan a kol. 2021)

Tabulka 5 Výsledné hodnoty NRA a PRA naměřené ve studii. (upraveno) (Padavettan a kol. 2021)

Druh testu	Hodnoty před testem	Hodnoty po testu
NRA	+2,71 D ± 0,27 D	+ 3,07 D ± 0,45 D
PRA	-3,0 D ± 0,67 D	- 3,89 D ± 0,94 D

Dle měření parametrů vergence se NRA a PRA významně snížila po 30 minutách čtení na telefonu. To ukazuje, že 30 minut sledování digitálního zařízení do blízka, může vyvolat změny ve vergenci a to může k oční únavě. (Padavettan a kol. 2021)

Tyto hodnoty potvrzuje také studie Mohan a kol. (2020), která porovnávala výsledky binokulárních testů naměřených u dvou skupin dětí. První skupina tráví méně než 4 hodiny denně u obrazovky, oproti tomu druhá skupina je na digitálním zařízení více než 4 hodiny denně. Studie Mohan a kol. (2020) naměřila vyšší hodnoty PRA i NRA u dětí trávících u obrazovky více než 4 hodiny denně. Podle výsledků můžeme usoudit, že krátkodobé i dlouhodobé užívání digitálního zařízení má vliv na správné fungování akomodačních funkcí. (Mohan a kol. 2020)

3.2.4 Amplituda akomodace

Amplitudu akomodace (AA) Mohan a kol. (2020) měřili pomocí akomodačního cíle přibližujícího se k očím, dokud se cíl nerozmazal. AA se zaznamenává v dioptriích jako převrácená hodnota naměřené vzdálenosti v metrech.

Ve Studii Mohan a kol. (2020) naměřili vyšší hodnoty amplitudy akomodace u dětí, sledující obrazovku více než 4 hodiny denně.

Tabulka 6 Naměřené hodnoty AA. (upraveno) (Mohan a kol. 2020)

Druh testu	<4 hodiny denně	>4 hodiny denně
AA	8,95 ± 0,96	9,78 ± 0,95

Výsledky ukazují, že dlouhodobé sledování obrazovky může ovlivnit schopnost akomodace na krátkou vzdálenost, to může mít za následek rozmazané vidění a astenopické potíže při práci do blízka. (Mohan a kol. 2020)

3.3 Změnyvergence

Během sledování mobilního telefonu se kromě akomodace zapojuje takévergence. V této kapitole jsou popsány změnyvergence při práci do blízka na digitálním zařízení.

3.3.1 Blízký bod konvergence (NPC)

Měříme nejbližší bod, na který jsou oči schopné konvergovat. Zaznamenáváme vzdálenost, kdy se pozorovací předmět např. hrot tužky rozdvojí. Byla provedena tři po sobě jdoucí měření a výsledky byly zprůměrovány. Měření bylo provedeno v centimetrech. (Padavettan a kol. 2021, Pluháček a kol. 2020)

Tabulka 7 Naměřené hodnoty NPC. (upraveno) (Padavettan a kol. 2021)

Druh testu	Před testem	Po testu
NPC	7,7 ± 1 cm	9,14 ± 1,5 cm

V této studii měřili pouze rozdvojení obrazu, nikoli i jeho opětovné spojení. I z těchto hodnot můžeme usuzovat, že po 30 minutách sledování mobilní telefonu se prodlužuje vzdálenost, na jakou jsou naše oči schopny maximálně konvergovat. To může mít za následek problémy při sledování do blízka jako jsou rozmazané vidění a astenopické potíže. (Padavettan a kol. 2021)

Tuto teorii potvrdila i studie Mohan a kol. (2020). Výsledek ukázal, že vzdálenost blízkého bodu konvergence (NPC) se prodloužila u dětí užívajících digitální zařízení více než 4 hodiny denně. (Mohan a kol. 2020)

3.3.2 Negativní a pozitivní fúzní rezervy (NFR, PFR)

Jedná se o test okohybných svalů. „Zjišťujeme, při jak velké změněvergence oproti normálnímu stavu je při daném akomodačním požadavku zrakový systém schopen udržet ostré, jednoduché binokulární vidění.“ (Pluháček a kol. 2020) Pomocí předložení prizmatických čoček navozujeme maximální možnou konvergenci, divergenci,

supravergenci a infravergenci. Měříme na dálku (6 m) a na blízko (33 cm). (Padavettan a kol. 2021, Pluháček a kol. 2020)

Tabulka 8 Naměřené hodnoty NFR a PFR: D-dálka, B-blízko. (upraveno) (Padavettan a kol. 2021)

Druh testu	Před testem	Po testu
NFR rozdvojení-B	12,80 ± 1,65 pD	12,38 ± 1,93 pD
NFR spojení-B	8,63 ± 1,82 pD	5,70 ± 2,04 pD
PFR rozdvojení-B	15,48 ± 1,53 pD	16,08 ± 1,61 pD
PFR spojení-B	10,93 ± 1,55 pD	10,21 ± 1,73 pD

Podle studie Padavettan a kol. (2021) negativní fúzní rezervy vykazovaly změny na blízko i na dálku v okamžiku rozdvojení a opětovného spojení obrazu. To poukazuje na pokles fúzní a akomodační vergence po čtení na mobilním telefonu.

Mohan a kol. (2020) ve své studii potvrdili změny fúzních rezerv u dětí, které užívají počítač déle než 4 hodiny denně. Podle této studie bylo naměřeno 74 % dětí s

PFR <25 pD ve skupině, která tráví kratší čas u obrazovky. Naproti tomu v druhé skupině testovaných, mělo až 91 % dětí PFR <25pD.

Tabulka 9 Naměřené hodnoty PFR a NFR. (upraveno) (Mohan a kol. 2021)

Druh testu	<4 hodiny denně	>4 hodiny denně
PFR	20,56 ± 6,13 pD	19,30 ± 6,08 pD

3.3.3 Exoforie do blízka (EXO)

Ve studii Mohan a kol. (2020) byly porovnány výsledky zakrývacích testů do blízka u dětí. Výsledky ukázaly, že u dětí, které jsou u obrazovky >4 hodiny denně, jsou hodnoty exoforie do blízka vyšší oproti dětem, které jsou u obrazovky kratší dobu.

Tabulka 10 Naměřené hodnoty EXO do blízka. (upraveno) (Mohan a kol. 2020)

Druh testu	<4 hodiny denně	>4 hodiny denně
EXO-B	2,13 ± 4,89 pD	5,21 ± 5,13 pD

3.3.4 Vergenční snadnost (VF)

Vergenční snadnost lze charakterizovat jako „schopnost zrakového systému rychle, přesně a pružně reagovat na změny vergenčního požadavku.“ (Pluháček a kol. 2020)

Tabulka 11 Naměřené hodnoty VF. (upraveno) (Padavettan a kol. 2021)

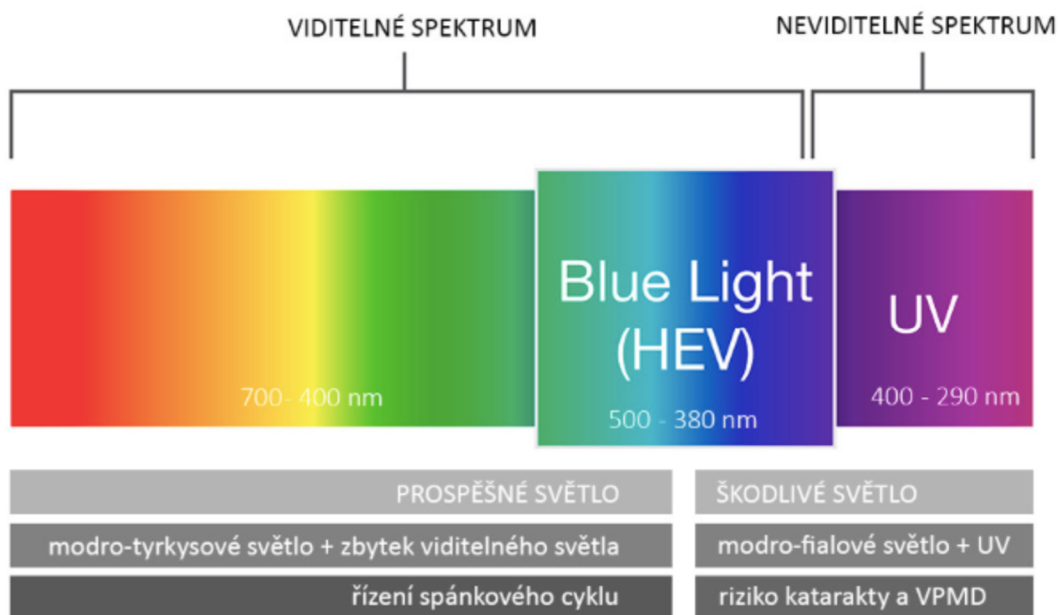
Druh testu	Před testem	Po testu
VF	13,51 ± 1,64 cpm	10,71 ± 1,91 cpm

Výsledky měření VF ukázala, že u subjektů nastal pokles reakce na změnyvergence po 30 minutách čtení na telefonu. To může po delší době způsobovat zhoršení binokulární vidění a astenopické potíže. (Padavettan a kol. 2021)

3.4 Vliv modrého světla na oko

Během pandemie COVID-19 a celosvětového lockdownu jsme byli odkázáni na digitální zařízení více než kdy dříve. Je potřeba si uvědomit, že práce na počítači nemá pouze akomodačně-vergenční vliv na náš zrak. Papírové zdroje bílé světlo pouze odráží, naopak digitální zdroje světlo vyzařují. Většina digitálních zařízení (počítač, telefon, tablet) využívá LED (Light-Emitting Diode) osvětlení, které přestože se zdá být bílé, obsahuje modrou spektrální složku. Modré světlo se pohybuje v rozmezí vlnové délky 380–500 nm. Je to nejkratší vlnová délka s nejvyšší energií. (Fontaine & Frenette 2016)

Největším producentem modrého světla je Slunce. Naše tělo modré světlo k životu potřebuje, udává mu cirkadiánní rytmus a zvyšuje kognitivní funkce. Naopak je tomu v noci, kdy našemu tělu škodí. Dlouhotrvající vystavení modrému světlu může způsobit řadu onemocnění. Zásadní dopad má také na náš zrak, kde může způsobit poškození sítnice, vznik katarakty a vede k projevu věkem podmíněné makulární degenerace (VPMD). (Fontaine & Frenette 2016)



Obrázek 1 Elektromagnetické spektrum. (modernioptika.cz)

Modré světlo není nebezpečné pouze pro dospělé. Děti v dnešní době jsou vystaveny modrému světlu z obrazovek až 7 hodin denně. U dětí do 10 let věku nejsou oči dostatečně vyvinuty, čočka a rohovka jsou průhledné a do oka tedy proniká velké množství světla z obrazovek. (Fontaine & Frenette 2016)

3.4.1 Účinky modrého světla na čočku

Katarakta neboli šedý zákal je celosvětově nejčastější příčina slepoty, v důsledku zakalení čočky. Už v 80. letech 20. století bylo známo, že čočka dokáže filtrovat světlo o krátkých vlnových délkách a chrání tak sítnici před poškozením. V čočce se nachází metabolity, proteiny a enzymy. S postupem času a působením metabolismu začnou v bílkovině čočky vznikat žluté pigmenty, to způsobuje postupné tmavnutí a žloutnutí čočky. Zakalením čočky se omezí pronikání modrého světla do oka. Jakmile čočka chrání oko před modrým zářením, sníží se průhlednost a vzniká tak šedý zákal. Sluneční záření, jako největší producent modrého světla, je považováno za rizikový faktor šedého zákalu. (Zhao a kol. 2018)

3.4.2 Účinky modrého světla na sítnici

Sítnice je hlavním místem tvorby obrazu. Modré světlo pronikající do oka může způsobit její fotochemické poškození. Některé studie hovoří, že modré světlo může urychlit výskyt a progresi věkem podmíněné makulární degenerace (VPMD). Podle experimentální studie o poškození oxidativním stresem vyvolaným modrým světlem na králičích sítnicích ukázala, že po 24 hodinách expozice modrým světlem se vyskytly změny ve vnitřních a vnějších segmentech fotoreceptorů, oproti kontrolní skupině. (Zhao a kol. 2018, Nakamura a kol. 2017)

3.4.3 Účinky modrého světla na syndrom suchého oka

Častá expozice modrému světlu způsobuje sníženou frekvenci mrkání, a tedy zvýšené vypařování slz, které může vést k příznakům suchého oka. Některé studie hovoří o tom, že nedostatek spánku může snížit hladinu androgenů v těle. To může vést k dysfunkci slzné žlázy a tím k nedostatečnému zvlhčení očního povrchu. To může být kontraindikací pro nositele kontaktních čoček. Při dlouhodobé práci na počítači je vhodné použít brýlovou korekci, jelikož kvůli snížené frekvenci mrkání a vypařování slzného filmu mohou kontaktní čočky v oku způsobit potíže jako jsou řezání, pálení a začervenání. Nestabilita slzného filmu může zároveň snížit zrakovou ostrost. (Zhao a kol. 2018)

3.5 Prodloužení doby u digitálního zařízení během pandemie COVID-19

Během pandemie COVID-19 byl omezen kontakt a pohyb osob na minimum. Dotklo se to i škol po celém světě, které musely přejít na online výuku. Žákům a studentům, kteří byli zvyklí ve škole pozorovat tabuli vzdálenou i několik metrů se najednou změnila pracovní vzdálenost na pár desítek centimetrů. Tento styl výuky vyžaduje prodloužení doby u počítače až na několik hodin denně. Podle výzkumu Mohan a kol. (2020) v Indii, se zvýšila doba u digitálního zařízení během pandemie o téměř 3 hodiny denně u dětí ve věku 11-15 let. (Mohan a kol. 2020)

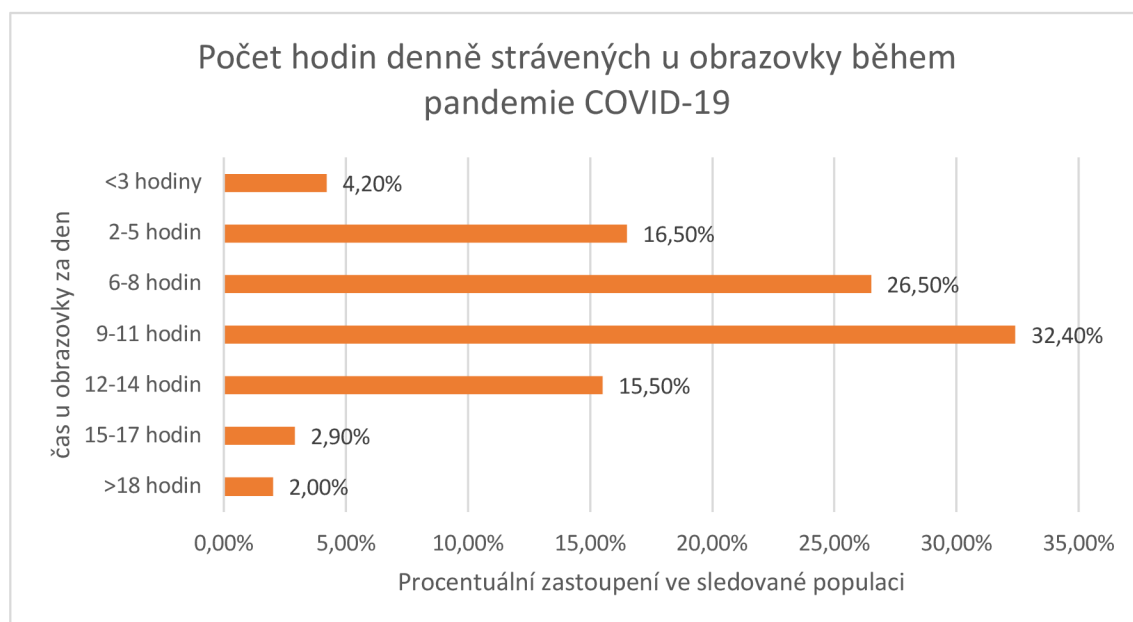
Podle společnosti Gallup se 83 % dětí školního věku v USA vzdělávalo pomocí online distanční výuky. Údaje ukazují že většina dětí ve věku 6-12 let jsou u obrazovky dvakrát častěji než před pandemií. Návštěvnost dětských aplikací vzrostla během

pandemie o 70 %, sledovanost dětských televizních programů o 58 %. Celosvětově vzrostla průměrná týdenní doba u herních nebo jiných aplikací o 20 %. Děti začínají častěji navštěvovat optometristické a oftalmologické ordinace s potížemi se zrakem. (American optometric association 2022)

Ve studii Saldanha a kol. (2021) bylo zjištěno, že 93,6 % respondentů zaznamenalo nárůst používání digitálních zařízení během pandemie. Průměrná denní doba u PC se zvýšila o 4,8 hodiny, takže celková doba strávená u obrazovky činila téměř 9 hodin denně. U 51,1 % respondentů z nichž 40,9 % tvořili studenti, se celková doba používání digitálních zařízení zvýšila o 5 nebo více hodin. (Saldanha a kol. 2021)

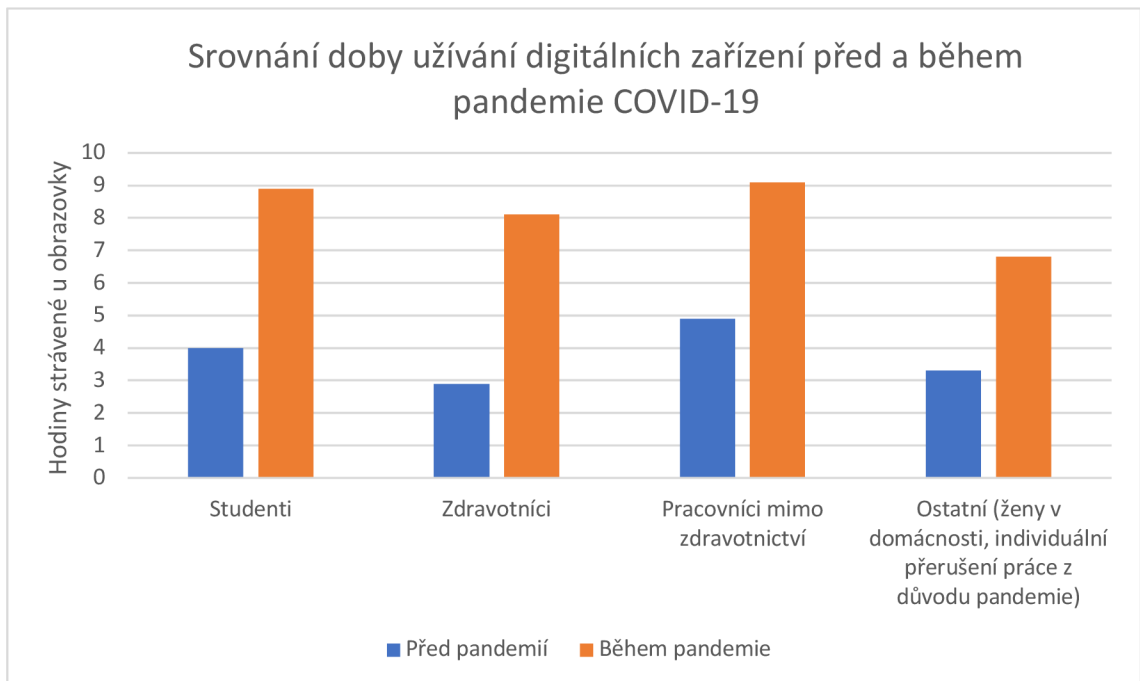
Ve studii Bahkir a Grandee (2020) sledovali nárůst času stráveného u obrazovky během pandemického lockdownu. Na grafu 1 vidíme procentuální zastoupení času stráveného u digitálního zařízení. V dalším grafu 2 si můžeme všimnout rozdělení vybrané populace a jednotlivý čas u obrazovek. (Bahkir & Grandee 2020)

Graf 1 Počet hodin strávených denně u obrazovky během pandemie COVID-19. (upraveno) (Bahkir & Grandee 2020)



Z grafu č. 1 vidíme, že více než 32% sledované populace tráví na digitálním zařízení více než 9 hodin denně. V následujících grafu č. 2 můžeme vidět porovnání s dobou před pandemií.

Graf 2 Vybraná populace a její čas u obrazovky před a během pandemie COVID-19. (upraveno)
(Bahkir & Grandee)



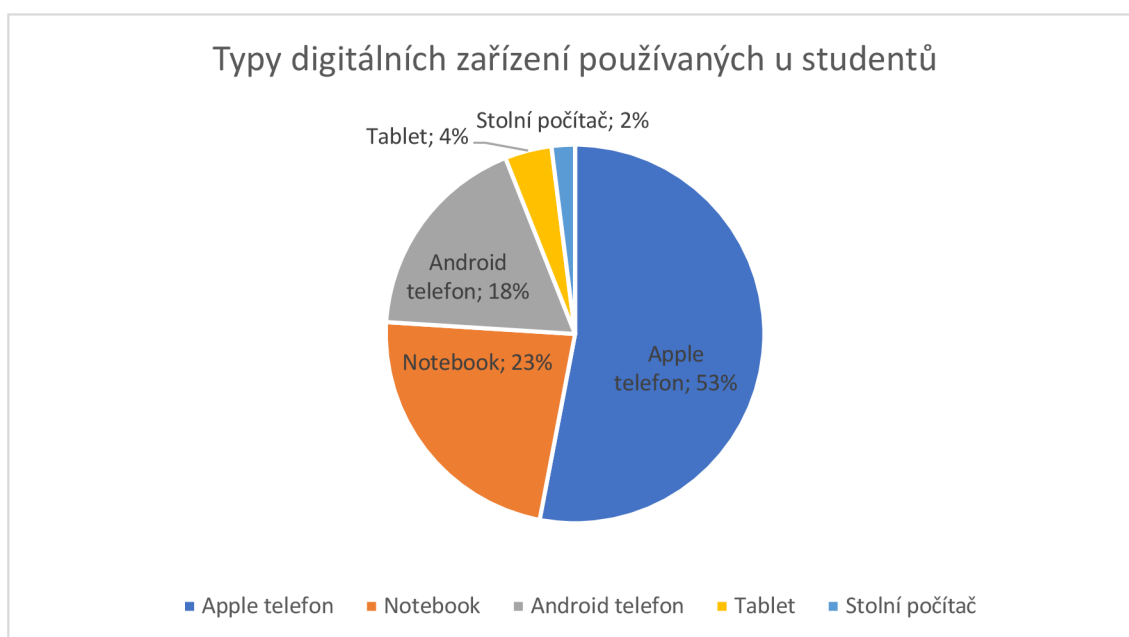
Tabulka 12 Porovnání doby u digitálních zařízení před a během pandemie (hodnoty jsou uvedené v hodinách). (upraveno) (Mohan 2020)

Aktivita	Před lockdownem	Během lockdownu
Online hodiny	0,58 ± 0,71	3,08 ± 1,68
Venkovní aktivita	1,84 ± 0,86	0,58 ± 0,88
Hraní videoher	0,30 ± 0,46	0,95 ± 0,81
Sledování televize	0,58 ± 0,68	0,91 ± 1,09
Jiné chytré zařízení	0,69 ± 0,75	1,10 ± 0,97

Nejen na děti měla pandemie dopad. V USA pracovalo z domova v březnu 31 % zaměstnanců, v květnu se číslo zvýšilo na 62 %. Někteří zaměstnanci jsou zvyklí na hodiny strávené u PC, ale domácí pracovní prostředí pro ně nemusí být ideální, např. špatnou ergonomií. (Bahkir & Grandee 2020)

Graf č. 3 ukazuje typy digitálních zařízení užívaných dotazovanými studenty v práci Gammoh (2021). Z 413 studentů používá stolní počítač 2 %. Naopak mobilní telefon ke své práci a zábavě používá 71 % respondentů. (Gammoh 2021)

Graf 3 Typy digitálních zařízení používaných u studentů. (upraveno) (Gammoh 2021)

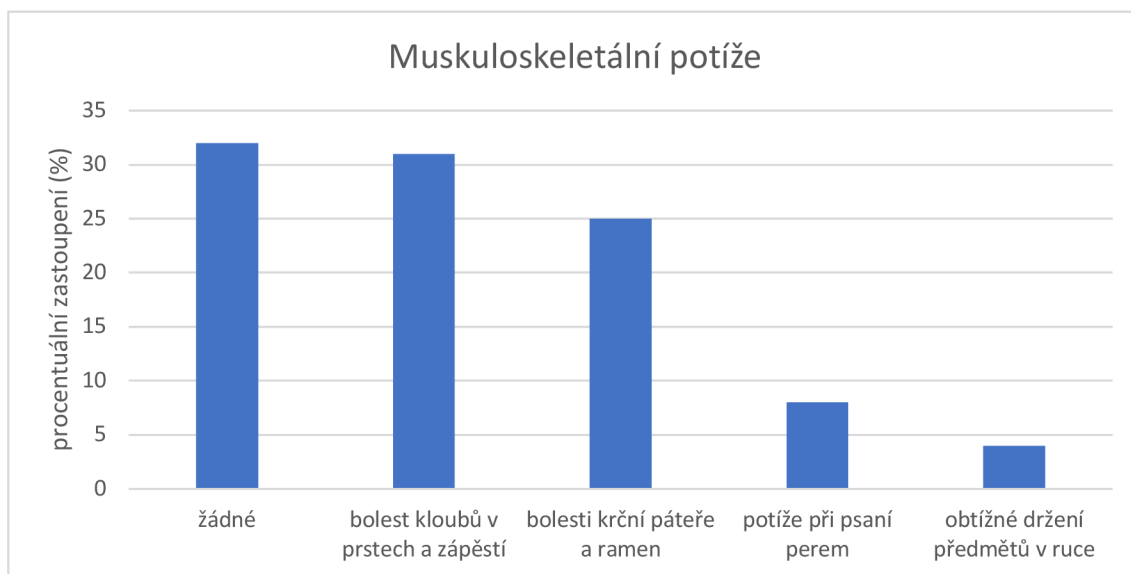


Faktory, jako je velikost obrazovky nebo písma, odlesky, rozlišení, svítivost, kontrast, pozorovací vzdálenost nebo úhel pozorování, ty všechny mohou zvýšit nepohodlí a zhoršit problémy se zrakem. Čím menší je digitální zařízení, tím kratší je pozorovací vzdálenost a tím se zvyšuje nárok na akomodaci. Je důležité dbát na správnou ergonomii a vzdálenost očí od obrazovky (viz kapitola 5.3 Ergonomie pracovního prostředí). (Bahkir & Grandee 2020)

3.6 Výskyt symptomů CVS během pandemie COVID-19

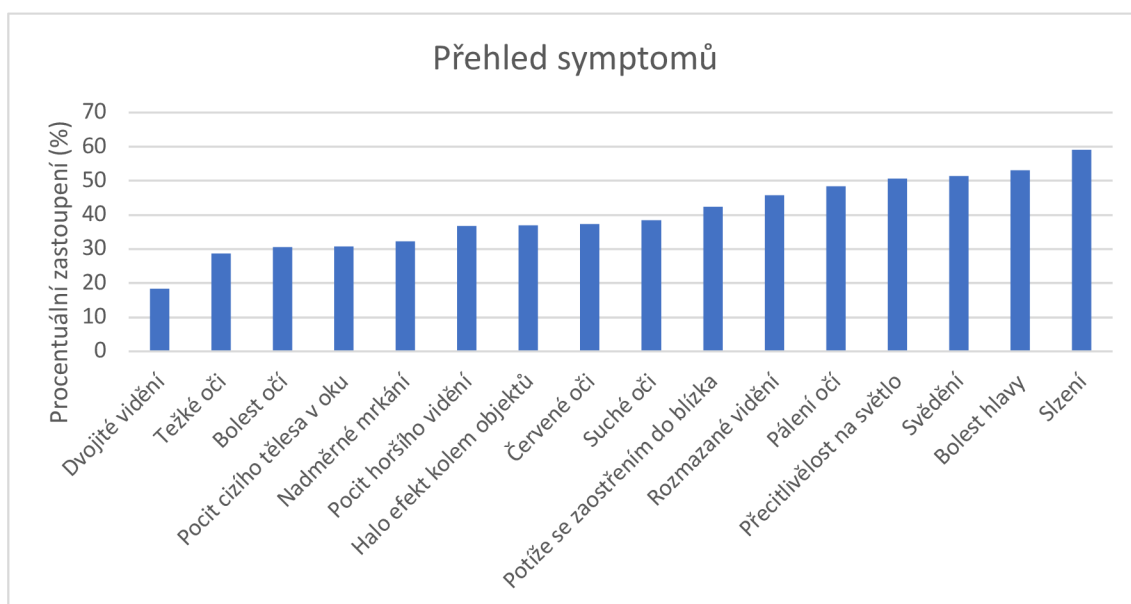
Během pandemie se spolu s dobou u digitálního zařízení zvýšily také potíže spojené s jeho užíváním. Z 382 Jordánských studentů uvádí 68,1% potíže spojené s užíváním mobilního telefonu. Jsou to bolesti v prstech, kloubech a zápěstích, následovaly bolesti ramen a krční páteře. (Gammoh 2021)

Graf 4 Muskuloskeletální potíže u studentů. (upraveno) (Gammoh 2021)



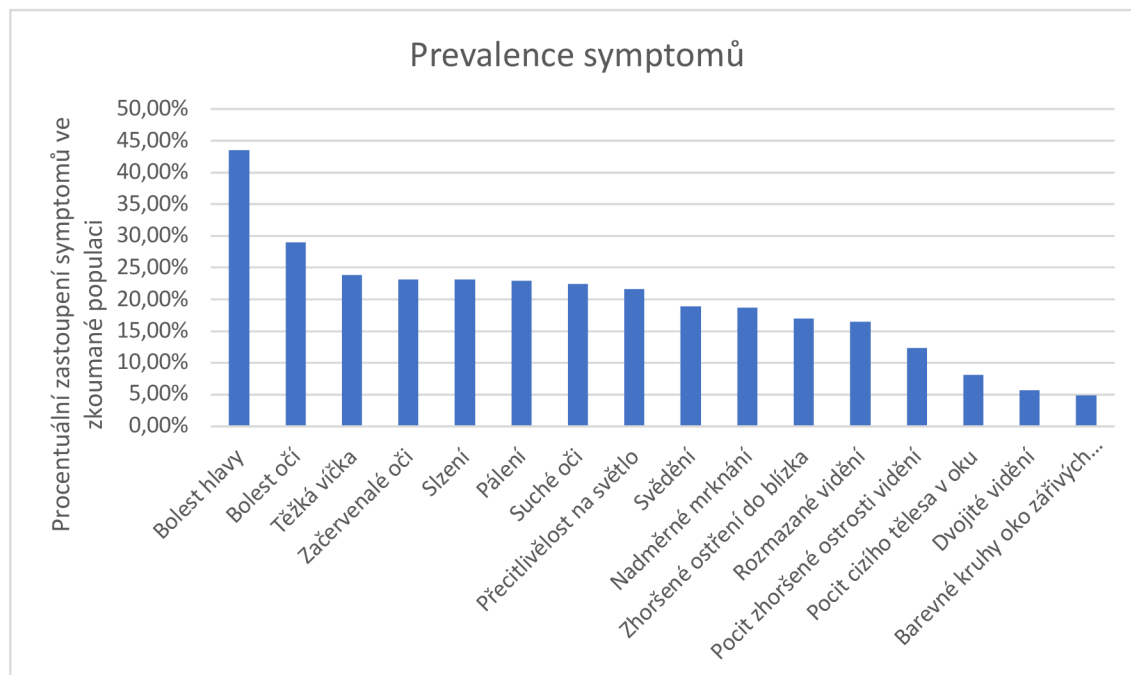
U 94,5 % studentů se objevilo více než 5 symptomů CVS. Prevalence symptomů je uvedena v grafu č. 5. Nejčastějšími symptomy jsou slzení, bolest hlavy a citlivost na světlo. (Gammoh 2021)

Graf 5 Procentuální výskyt symptomů CVS u studentů. (upraveno) (Gammoh 2021)



Podobné hodnoty naměřili i Bahkir a Grandee (2020) ve své studii, kde sledovali prevalenci symptomů CVS během pandemie COVID-19 u studentů i pracujících (viz graf č. 2). V grafu č. 5 je znázorněné procentuální zastoupení symptomů CVS.

Graf 6 Prevalence symptomů CVS během pandemie COVID-19. (upraveno) (Bahkir a Grandee 2020)



Ze studií bylo zjištěno, že existuje vztah mezi dobou strávenou u digitálního zařízení a prevalencí symptomů CVS. 93,9 % studentů kteří užívali digitální zařízení déle než 6 hodin denně, trpělo více než 5 příznaky CVS. (Bahkir a Grandee 2020, Gammoh 2021)

Nelze však jednoduše porovnat zprávy o prevalenci CVS nebo potvrdit, že studenti na Blízkém Východě trpí CVS více než studenti z jiných částí světa. Nejsou k dispozici osobní anamnézy dotazovaných a nemůžeme tedy přesně porovnat jejich zdravotní stav před a během pandemie COVID-19. Je nám však známo, že většina studentů v současné studii užívá digitální zařízení déle než 6 hodin denně, což se ukázalo jako jeden z rizikových faktorů rozvoje CVS. Mnoho studentů si stěžuje na bolesti hlavy, rozmazané vidění a bolesti očí. Tyto příznaky jsou spojeny s vysokými nároky na náš zrak. Ve studii však nebyly měřeny funkce binokulárního vidění, nemůžeme tedy s jistotou konstatovat jejich roli ve výsledcích studie.

Více než jedna třetina studentů uvedla, že mají pocit zhoršení zraku. Nejsou však známy výsledky měření zraku u studentů před začátkem pandemie. Nemůžeme tedy

zhodnotit, zda online výuka stála za zhoršením zraku, nebo se pouze projeví už dlouhodobé potíže a nesprávná nebo žádná korekce. Je tedy nezbytné, aby poskytovatelé oční péče hodnotili syndromy CVS a poskytli svým pacientům náležité doporučení, které může snížit prevalenci CVS.

4 Prevence a léčba CVS

Důležitým krokem proti projevům syndromu počítačového vidění je prevence. Každý z nás může předejít potížím se zrakem správnou ergonomií a osvětlením na pracovišti. Nesprávný kontrast a oslnění jsou častými důvody problémů se zrakem spojených s obrazovkou a špatné efektivitu práce. Syndrom počítačového vidění nemá jednoznačně danou léčbu. Je potřeba zjistit jednotlivé příčiny a nastavit vhodná řešení. V případě syndromu suchého oka lze pomoci i medikamenty, které zajistí správnou funkci zrakového systému a zamezí nepříjemným problémům nejen při práci s obrazovkou. V této kapitole si objasníme, jak můžeme přizpůsobit naši pracovní plochu a jaké doplňky (oční kapky, brýlová skla) nám pomohou předejít projevům CVS.

4.1 Korekce zraku

Vzhledem k vysokým nárokům na zrak při práci do blízka je kladen velký důraz na zrakovou ostrost. Správná korekce je předpoklad pro bezproblémové čtení a práci na digitálním zařízení. Zároveň tak můžeme předejít astenopickým potížím, dvojitému vidění a dalším potížím se zrakem. Nadměrné zatěžování zraku, které vede k dekompenzaci heteroforií, zapříčiní dvojité vidění. Špatné akomodačně-vergenční funkce vedou k dalším potížím se zrakem. Proto je důležité, aby lidé, kteří pracují dlouhodobě s obrazovkou, byli pravidelně vyšetřeni. Dále je dobré pacienta informovat o vhodném zrakovém tréninku a pauzách během práce u obrazovky. Střídání pohledových vzdáleností posiluje schopnost akomodace a konvergence. Je doporučeno řídit se pravidlem 20-20-20 a tedy každých 20 minut se alespoň na 20 vteřin podívat do vzdálenosti 20 stop. Tím uvolníme svaly, které byly v akomodační křeči během práce do blízka a můžeme tím prodloužit efektivitu práce. (Kvapilíková 1999)

4.2 Osvětlení

Denní světlo není využíváno jen pro vnímání světa kolem nás, ale má vliv i na naše tělo a jeho imunitní systém. Podle slunečního světla naše tělo rozpozná, kdy má pracovat a kdy naopak odpočívat. Proto nedostatek takového světla může mít negativní vliv na celkové fungování našeho těla.

Světlo může ale i negativně působit na náš zrak. Důležitou roli zde hraje jeho množství. Pokud je náš zrak vystaven dlouhodobě oslňování nebo naopak nedostatečnému osvětlení při práci, můžeme hovořit o zrakové zátěži. Projevy zrakové

zátěže může být nadměrná akomodace při dlouhodobé fixaci do blízka zejména menší než 30 cm a astenopické potíže způsobené střídáním pohledů do různých vzdáleností a na místa s rozdílným jasem.

V souvislosti s problematikou osvětlení a zrakové zátěže je třeba si představit následující pojmy.

- 1) Velikost kritického detailu (kritická podrobnost) je velikost geometrického útvaru, který je potřeba rozlišit z určité pozorovací vzdálenosti.
- 2) Náročnost diskriminace (rozlišení detailů) je dalším z ukazatelů zrakové zátěže. Například nízký kontrast mezi pozorovací plochou a okolím může negativně ovlivnit schopnost rozlišit dané informace a dochází tím ke zrakové námaze.
- 3) Zvláštní (ztížené) světelné podmínky jsou faktory ovlivňující pohodlné pozorování a zatěžují náš zrakový systém. Např. nevhodný typ osvětlení, oslnění od lesklých ploch apod.

Důležitým předpokladem pro snížení rizika zrakové zátěže je zajištění vhodně osvětlené pracovní plochy. Je potřeba eliminovat oslnění, správné nastavení jasu, kontrastu a barev. Je vždy nutné přizpůsobit prostředí dané práci. Správně osvětlené pracoviště má být alespoň z 50 % tvořeno denním světlem. V místnosti, kde se pracuje s obrazovkou by mělo být osvětlení v rozmezí 300 až 500 lx. Pokud na pracovišti pracují starší lidé, mělo by být osvětlení až 1000 lx.

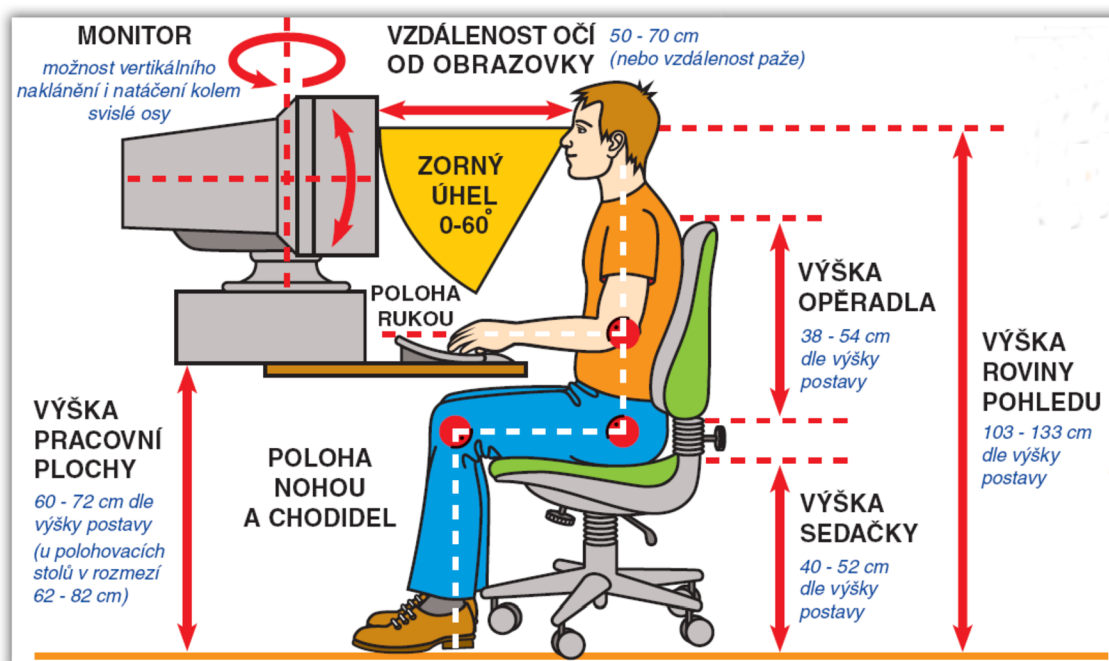
Oslnění je další negativní jev, který může omezit efektivitu práce. Jedná se o velký jas v zorném poli nebo vysoký kontrast jasů. Při užívání denního světla je potřeba zajistit, aby jas v zorném poli nebyl vyšší než 4000 cd/ m² (kandela na metr čtvereční). Oslnění lze eliminovat několika způsoby – správné rozmístění svítidel, matný pracovní povrch, omezení velkého jasu svítidel, světlé stěny a strop pracovního prostředí. Dále je možné použít žaluzie nebo závěsy před okno, které způsobí difúzní osvětlení.

Neméně důležitou roli hraje také barva světla. Lidské oko je nejcitlivější na žluto-zelenou barvu. Naopak modrá a červená barva je vnímána nejméně. Modré světlo dopadá v oku před sítnici a může způsobit relativní myopii. Naopak světlo červené barvy dopadá za sítnici, a to má za následek relativní hypermetropii. Tato problematika se označuje chromatická aberace (barevná vada). Proto by měly být barvy interiéru spíše ve žlutých teplých barvách, stejně tak zářivky by měly být žluté nebo bílé barvy.

(Marek & Skřehot 2009, Kvapilíková 1999)

4.3 Ergonomie pracovního prostředí

Důležitou roli v prevenci proti syndromu počítačového vidění hraje správná ergonomie na pracovišti viz Obrázek 2. Výše stolu je u žen 65 cm u mužů až 72 cm. Hlava s trupem svírá úhel 10-15 stupňů. Zorný úhel je 0-60 stupňů. Horní hrana obrazovky je v rovině očí a je vzdálená 50-70 cm nebo na dosah paže. Obrazovka a klávesnice jsou vzdálené 50-70 cm od uživatele. Lokty jsou v úrovni stolní desky. Loketní a pažní kost svírají úhel 90 stupňů. Lýtka a stehno jsou taktéž v pravém úhlu. Při práci s počítačem je lepší používat černé znaky na bílém podkladu. Doporučená velikost znaků je 2,6-3,6 mm. (Kvapilíková 1999, bezpečnostprace.cz, Homola 2008)



Obrázek 2 Správná ergonomie při práci na stolním počítači. (bezpečnostprace.cz)

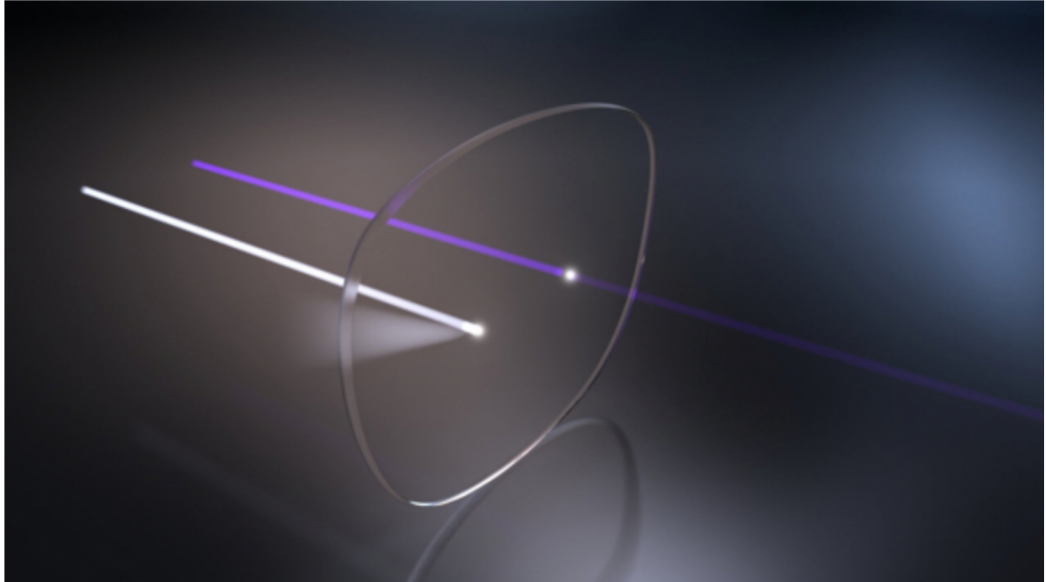
4.4 Blokace modrého světla

Neméně důležitý prvek v prevenci proti poškození oka z důvodu škodlivého záření z obrazovek je brýlová čočka s filtrem proti modro-fialovému světlu. Jde o speciální povrchovou úpravu, kterou firmy nanášejí, na již zhotovenou brýlovou čočku s danou korekcí. Brýlová čočka modro-fialové světlo buď částečně pohlcuje, nebo odráží. V této

kapitole si představíme vybrané typy a příklady brýlových čoček, které mají zvýšit ochranu oka před danými škodlivými účinky.

1) Blue Capture

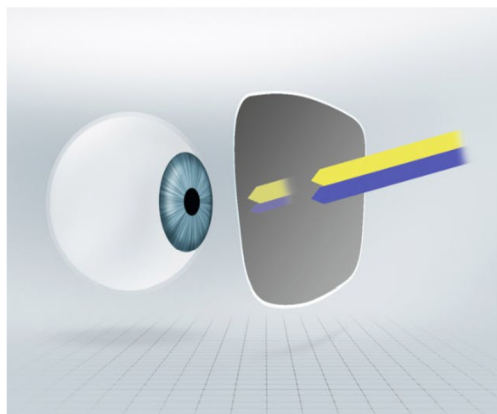
Tato brýlová čočka je od firmy Essilor. Povrchová úprava blokuje nejméně 20 % škodlivého modro-fialového záření (415-455 nm). (Essilor.cz)



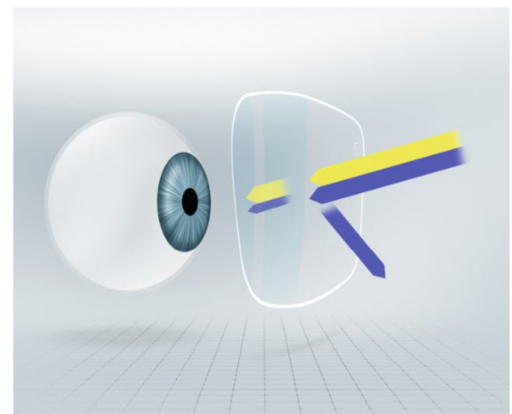
Obrázek 3 Průchod paprsků modrého světla přes čočku Essilor. (Essilor.cz)

2) Dura Vision Blue Protect

Jde o povrchovou úpravu od firmy Zeiss. Přední plocha čočky má antireflexní úpravu, která odráží vysokoenergetické světlo. Zabarvené či samozabarvovací brýlové čočky od této firmy modro-fialové světlo částečně pohlcují, a tím také chrání náš zrak. (Zeiss.cz)



Barevné či samozabarvovací brýlové čočky částečně absorbují modro-fialové světlo.

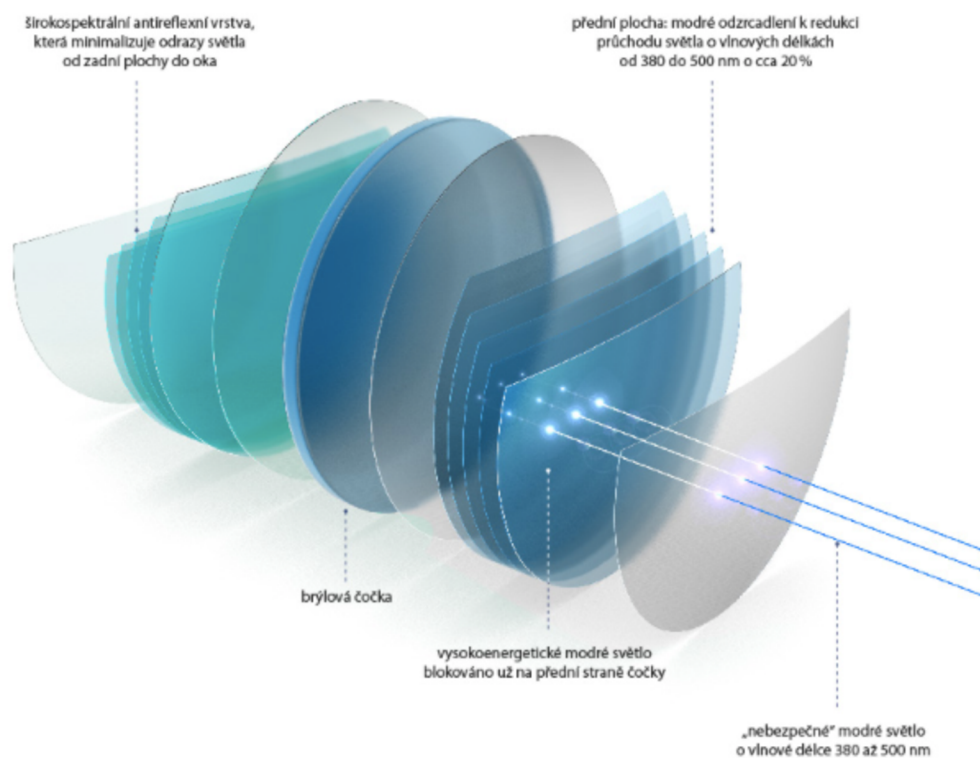


ZEISS DuraVision® BlueProtect částečně odráží modro-fialové světlo.

Obrázek 4 Brýlové čočky Zeiss s povrchovou úpravou proti modro-fialovému světlu (Zeiss.cz)

3) Blue Protect

Firma Čivice nabízí povrchovou úpravu, kde přední strana čočky obsahuje odzrcadlení, které odráží až 20 % modro-fialového světla. Zadní strana čočky má antireflexní vrstvu pro lepší průchod paprsků do oka a minimalizuje odlesky. (optikacivice.cz)



Obrázek 5 Vrstvy brýlové čočky Blue Protect Čivice (optikacivice.cz)

4.5 Prevence a léčba suchých očí

Při práci s digitálním zařízením se přirozeně sníží frekvence mrkání a naše oči tak nejsou dostatečně zvlhčovány slzným filmem, to může způsobovat potíže jako řezání a pálení očí (viz kapitola 3. Syndrom suchého oka). Důležitou součástí prevence suchého oka je úprava pracovního prostředí. Pracovník by se měl vyvarovat práci v průvanu nebo silně klimatizovaných prostředí. Ani prašné a zakouřené prostředí není vhodné pro suché oči. Je důležité dodržovat správnou životosprávu jako je pitný režim a dostatek spánku. Jako vhodný doplněk při řešení těchto potíží jsou oční kapky a masti, které si představíme v této kapitole.

Pokud je problém v kvantitě slzného filmu, je doporučeno používat umělé slzy, které doplní vodnou vrstvu. Vhodné je užívat kapky s obsahem kyseliny hyaluronové,

která váže vlhkost a tvoří rovnoměrný a přilnavý slzný film. Např. Hylo Fresh, Ocutein Sensitive Care, Systane Ultra.

Je-li problém v rychlém vypařování slzného filmu, nebo nedostatečném okysličení rohovky, je vhodné sáhnout po kapkách na podporu lipidové vrstvy slzného filmu, která chrání oko před evaporací slz. Např. Hylo Parin, Systane Balance, Artelac TripleAction.

Dalším možným doplňkem k léčbě suchých očí jsou oční masti, které je vhodné užívat v noci na podporu regenerace povrchu oka. Např. VitA POS, Ocutein Sensigel. (Kuchynka 2016, Heissigerová 2018)

Závěr

Dané téma jsem si vybrala, protože dnes již téměř každý má doma alespoň jedno digitální zařízení a tráví na něm několik hodin denně. Stále více využíváme chytrá zařízení k usnadnění každodenního života. Je ale potřeba si uvědomit, že tyto zařízení nám mohou i škodit.

Ve své práci jsem seznámila čtenáře se syndromem počítačového vidění (CVS), jeho projevy a možnou léčbou. Zároveň jsem provedla rešerši odborných studií o prodloužení doby u obrazovek v souvislosti v pandemií COVID-19 a porovnála ji s prevalencí symptomů CVS. Dle poznatků bylo zjištěno, že dlouhodobé sledování obrazovky na krátkou vzdálenost může způsobovat astenopické potíže a akomodačně-vergenční změny. Nesprávná ergonomie při práci vede k bolestem zad, ramen a krční páteře. U dětí je důležité sledovat vývoj emetropizace oka. Dlouhodobé sledování na krátkou vzdálenost může způsobit nadměrnou akomodaci, která vede k prodloužení emetropizačního období. To může vést k prodloužení oka nad fyziologickou hodnotu a způsobit nástup myopie.

Mnoho uživatelů ignoruje potíže spojené se sledováním obrazovky. Tím se snižuje jejich efektivita práce nebo mohou nastat nepříjemné problémy se zrakem. Je proto potřeba dbát na prevenci a v případě potíží včas vyhledat odbornou pomoc.

Zdroje

- Bahkir FA, Grandee SS. Impact of the COVID-19 lockdown on digital device-related ocular health. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2020;68(11). doi:10.4103/ijo.IJO_2306_20.
- Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee RW. Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of Ophthalmology*. 2005;50(3):253-262. doi:10.1016/j.survophthal.2005.02.008.
- Blue Protect. *Optikacivice.cz*. <http://www.optikacivice.cz> [online 11.4.2022].
- More time at home may open patients eyes to vision issues. American optometric association. <http://www.aoa.org> [online 22.4.2022].
- Crizal Prevencia. *Essilor.cz*. <http://www.essilor.cz> [online 11.4.2022].
- Dura Vision Blue Protect. *Zeiss*. <http://www.zeiss.cz> [online 11.4.2022].
- Ergonomie počítačového pracoviště a zásady bezpečnosti práce na pc aneb jak předejít RSI syndromu. <https://www.bezpecnostprace.info> [online 11.4.2022].
- Fontaine M, Frenette B. *Bluelightexposed.com*. <http://www.bluelightexposed.com/#bluelightexposed>. Online [28.2.2022].
- Foreman J, Salim AT, Praveen A, et al. Association between digital smart device use and myopia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health*. 2021;(3):806-818.
- Gammoh Y. Digital Eye Strain and Its Risk Factors Among a University Student Population in Jordan: A Cross-Sectional Study. *Cureus*. doi:10.7759/cureus.13575.
- Heissigerová J. *Oftalmologie: Pro Pregraduální I Postgraduální Přípravu*. 2. aktualizované a doplněné vydání. Praha, Česká republika: Maxdorf; 2021.
- Homola J, Ergonomie počítačového pracoviště. *Computer Design* <http://www.cdesign.cz> [online 20.4.2022].

- Chu C, Rosenfield M, Portello JK, Benzoni JA, Collier JD. A comparison of symptoms after viewing text on a computer screen and hardcopy. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2011;31(1):29-32. doi:10.1111/j.1475-1313.2010.00802.x.
- Kuchynka P. *Oční Lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha, Česká republika: Grada Publishing; 2016.
- Kvapilíková K. *Práce A Vidění*. Brno, Česká republika: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví; 1999.
- Lee H, Chantal CB. Digitální únava zraku. *Eye Health Advisor: Johnson and Johnson Vision*. 2018;1:4-6.
- Marek J, Skřehot P. *Základy Aplikované Ergonomie*. Prah, Česká republika: VÚBP; 2009.
- Menšíková V. Digitální média a krátkozrakost u dětí předškolního věku. *Česká oční optika*. (1):30-33.
- Modré světlo a jeho vliv na oči. *Modernioptika*. <http://www.modernioptika.cz> [online 20.4.2022].
- Mohan A, Sen P, Shah C, Jain E, Jain S. Prevalence and risk factor assessment of digital eye strain among children using online e-learning during the COVID-19 pandemic: Digital eye strain among kids (DESK study-1). *Indian Journal of Ophthalmology*. 2021;69(1). doi:10.4103/ijo.IJO_2535_20.
- More time at home may open patients' eyes to vision issues. *American optometric association*. <https://www.aoa.org> [online 22.4.2022].
- Moshirfar M, West WB, Marx DP. Face Mask-Associated Ocular Irritation and Dryness. *Ophthalmology and Therapy*. 2020;9(3):397-400. doi:10.1007/s40123-020-00282-6.
- Nakamura M, Kuse Y, Tsuruma K, Shimazawa M, Hara H. The involvement of the oxidative stress in murine blue LED light-induced retinal damage model. *Biol Pharm Bull* 2017;40:1219-1225.

- Padavettan C, Nishanth S, Vidhyalakshmi S, Madhivanan N, Madhivanan N. Changes in vergence and accommodation parameters after smartphone use in healthy adults. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2021;69(6). doi:10.4103/ijo.IJO_2956_20.
- Pluháček F, Tomanová D, Halbrštátová M, et al. Korekce zraku 2: Přípravné texty k praktickým cvičením. Univerzita Palackého v Olomouci. CZ.1.07/2.2.00/28.0157. Univerzita Palackého.
- Rosenfield M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2011;31(5):502-515. doi:10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x.
- Sheedy JE, Hayes J, Engle J. Is all asthenopia the same? *Optometry and Vision Science*. 2003;80:732-739. doi:10.1097/00006324-200311000-00008.
- Tsubota K, Nakamori K. Dry Eyes and Video Display Terminals. *New England Journal of Medicine*. 1993;328(8):584-584. doi:10.1056/NEJM199302253280817.
- World Stats. Internet world stats. <http://www.internetworldstats.com> [online 31.3.2021].
- Zhao ZC, Zhou Y, Tan G, Li J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *International Journal of Ophthalmology* 2018;11:1999-2003.