PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

SYNDROM ÚNAVY ZRAKU Z DIGITÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ

Bakalářská práce

VYPRACOVAL:
Tomáš Uherka
obor 5345R008 OPTOMETRIE
studijní rok 2017/2018

VEDOUCÍ PRÁCE:
Mgr. Eliška Najmanová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Elišky Najmanové za použití literatury a dalších odborných zdrojů uvedených v závěru práce.

V Olomouci dne 10.5. 2018

……

Tomáš Uherka

Děkuji Mgr. Elišce Najmanové, jako vedoucí mé bakalářské práce. Tato práce vznikla za podpory projektu IGA PřF UP s názvem Optometrie a její aplikace, č. IGA_PrF_2018_007.

Název práce: Syndrom únavy zraku z digitálních zařízení

Autor: Tomáš Uherka

Pracoviště: Katedra optiky

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Eliška Najmanová

Abstrakt: Bakalářská práce shrnuje problematiku „syndromu únavy zraku z digitálních zařízení“. Téma je zpracováno z hlediska jeho příčin a různých rizikových faktorů, upozorňuje na chyby, věnuje se kritickým bodům v optometristické praxi a zároveň nabízí přehled dosavadních možností řešení syndromu.

Klíčová slova:

Digitalizace, syndrom únavy zraku z digitálních zařízení, řešení

Obsah

0 ÚVOD 1
1 DIGITALIZACE A JEJÍ VLIV NA OČI A VIDĚNÍ 2
1.1 Význam digitálních zařízení v současnosti 2
1.2 Syndrom počítačového vidění a jeho příčiny 2
1.2.1 Vliv displejů a obrazovek digitálních zařízení 2
1.2.2 Ergonomie pracovního místa 4
1.2.3 Mikroklima 5
1.3 Modré světlo a jeho vlastnosti 6
1.3.1 Účinky modrého světla na spánek 7
1.3.2 Účinky modreho světla na děti 8
2 PROBLÉMY SPOJENÉ S UŽIVÁNÍM DIGITÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ 10
2.1 Nedostatečné mrkání 11
2.1.2 Syndrom suchého oka 11
2.2 Problémy s akomodací a konvergencí 13
2.3 Astenopické potíže 14
2.4. Problémy pohybového aparátu 15
3 SYNDROM POČÍTAČOVÉ ÚNAVY ZRAKU V OPTOMERII 16
3.1 Oční testy zaměřené na synrom suchého oka 16
3.1.1 BUT (Break-up time) 16
3.1.2 NIBUT (Non-invasive break-up time) 16
3.1.3 Schimerův test 17
3.2 Oční testy zaměřené na vergenci 17
3.2.1 Blízký bod konvergence (NPC) 17
3.2.2 Zakrývací test 18
3.2.3 Fúzní rezervy 18
3.2.4 Vergenční snadnost 19
3.3 Oční testy zaměřené na akomodaci 20
3.3.1 Amplituda akomodace 20
3.3.2 Relativní akomodace 21
3.3.3 Akomodační schopnost 21

3.3.4 Akomodační odezva 21
4 OCHRANA A ŘEŠENÍ DIGITÁLNÍ ÚNAVY OČÍ 23
4.1 Brýlové čočky 23
4.2 Brýle vytvářející mikroklima 24
4.3 Kontaktní čočky 24
4.3 Oční kapky 25
4.4 Osvětlení 25
4.5 Pravidelné přestávky 26
5 ZÁVĚR 27
Seznam užitých pramenů 28
Seznam obrázků 33
Seznam tabulek 33

0 ÚVOD

Tato práce, jak napovídá název, se zaměřuje na únavu, zrakové i jiné nesnáze při časté práci na počítači. V posledních několika letech, kdy na počítači a celkově s digitálními zařízeními pracuje čím dál více lidí, vyvstávají jejich zrakové potíže, jako neustálé zatěžování akomodačního a vergenčního systému, snížená frekvence mrkání a s tím spojené obtíže se slzným filmem nebo problémi s pohybovým aparátem. Dalším aspektem, který může činit nepohodlí je ergonomie pracovního místa či časté vystavování modrému světlu. Následně se v práci zaměřuji na řešení výše zmíněných problémů a to několika způsoby. I z hlediska optometrie jsou zrakové testy, které mohou pomoci nasměrovat, v jaké stránce zrakových funkcí, může být zádrhel. Hlavní pozornost, zde věnuji testům na vergeneci, akomodaci a vyšetření kvality a kvantity slzného filmu.

Všechny tyto věci se mohou zahrnout do oblasti: Syndrom únavy zraku z digitálních zařízení.

1 DIGITALIZACE A JEJÍ VLIV NA OČI A VIDĚNÍ

V této kapitole se zaměřím na příčiny vzniku problémů při práci s počítačem a jak nás ovlivňují digitální zařízení a jeho složky, nejenom v pracovních podmínkách, ale také v běžném životě a volnočasových aktivitách.

1.1 Význam digitálních zařízení v současnosti

V dnešní době, kdy stále narůstá počet digitálních zařízení (mobily, tablety, notebooky atd.), se zvyšují i nároky na zrak. Při standardní práci na počítači je hned několik míst, které musí zrakový aparát sledovat. Kromě monitoru je často potřeba sledovat i dokumenty na pracovním stole, případně klávesnici a myš, což pro oko představuje nutnost neustálého přeostřování na různé vzdálenosti.

V roce 2014 byl proveden firmou The Nielsen Company výzkum a bylo zjištěno, že průměrný američan disponuje 4 digitálními zařízeními. Sledováním těchto přístrojů tak za týden stráví 60 hodin. Při této době sledování, se již mohou projevit problémy označované jako digitální únava zraku. [14]

1.2 Syndrom počítačového vidění a jeho příčiny

V této kapitole se zaměřím na příčiny, které mohou vést k syndromu počítačového vidění. Zahrnut je zde vliv displejů a obrazovek, ergonomie pracovního místa a jiné faktory, jenž mají na daný problém vliv.

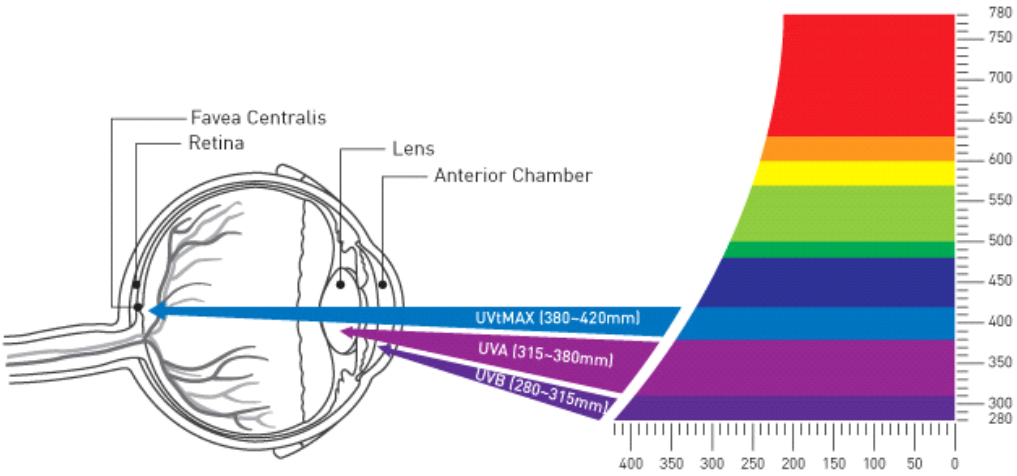
1.2.1 Vliv displejů a obrazovek digitálních zařízení

V současnosti nejrozšířenějším typem obrazovky digitálních zařízení jsou LCD displeje, a to jak u počítačů a notebooků, tak i u tabletů či smartphonů. Tyto displeje disponují světlo emitujícími, tzv. LED diodami. LED osvětlení, které se má přibližovat dennímu světlu, vyzařuje mimo jiné i specifickou složku světelného spektra v rozmezí vlnové délky 380-500 nm. Ta se označuje jako vysoce energetické viditelné světlo (anglicky high energy visible light, HEV) nebo také modré světlo, které se právě

považuje za významnou příčinu zrakových problémů při užívání digitálních zařízení. [20]

Sluneční světlo obsahuje jak viditelné světelné paprsky, tak i paprsky neviditelné. Viditelné světlo je poměrně úzké pásmo elektromagnetického záření s vlnovými délkami v rozmezí 380-760 nanometrů (nm), které jsou lidé schopní vnímat zrakem, to znamená, že jeho světelné paprsky vyvolávají v lidském oku světelný vjem. V závislosti na konkrétní vlnové délce světelného paprsku, pak lidé vnímají dané světlo jako určitou barvu – viditelné světlo tak obsahuje červené, oranžové, žluté, zelené a modré světelné paprsky a mnoho odstínů každé z těchto barev, v závislosti na vlnové délce jednotlivých paprsků. V rámci neviditelného světla se pak za červeným koncem viditelného spektra nachází infračervené záření, které nelze vnímat zrakem, ale lze ho vnímat v podobě tepla. Za druhým koncem spektra viditelného světla s nejkratší vlnovou délkou se pak neviditelné elektromagnetické záření označuje jako ultrafialové (UV). [22; 23]

Elektromagnetické záření o různých vlnových délkách rovněž obsahuje odlišné množství energie – světelné paprsky o vyšší vlnové délce obsahují méně energie, a naopak krátkovlnné složky mají energie více. Je to důsledek nepřímo úměrného poměru mezi vlnovou délkou a frekvencí, následně je tato frekvence přímo úměrná energii. Proto má světlo s kratší vlnovou délkou schopnost vyvolat fyziologické změny v organismech, které jsou déle vystaveny tomuto světlu. Právě z toho důvodu se modré světlo označuje také jako vysoce energetické viditelné světlo (HEV). Jedná se o elektromagnetické záření o vlnové délce v rozmezí 380 až 500 nm. [1; 5]



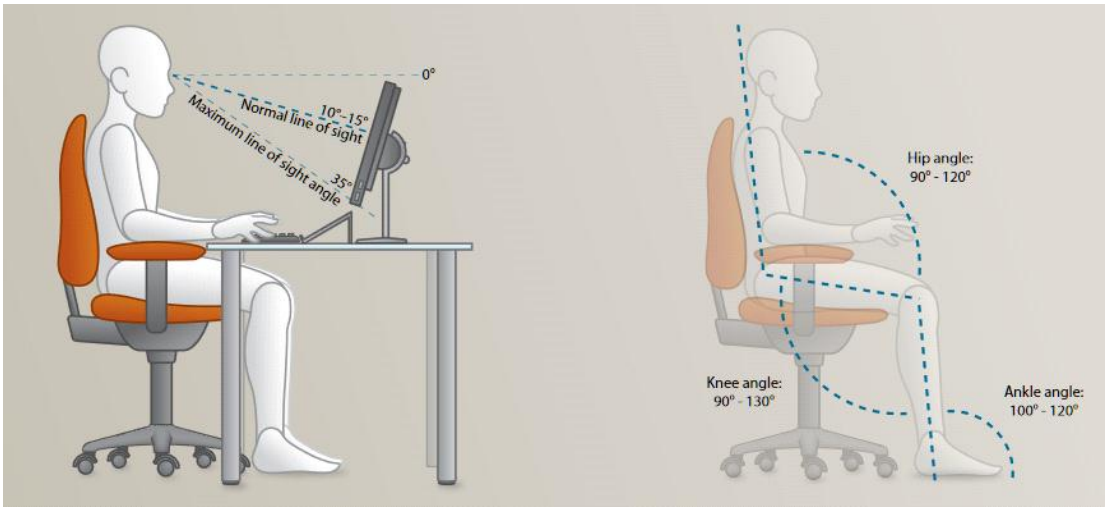
Obrázek 1. Propustnost vysokoenergetických složek světla optickými prvky oka [21]

1.2.2 Ergonomie pracovního místa

Pracovní stůl s počítačem je místo, kde značná část dnešní populace stráví zhruba třetinu svého produktivního života. Mnoho pracovišť však není správně uzpůsobených a tyto nedostatky mohou následně působit značné potíže, a to včetně těch, které se týkají zraku. Vliv na zdraví má poměrně velká řada faktorů, mezi ty nejvýznamnější lze zařadit samotnou kvalitu vybavení kanceláře, způsob posedu u počítače, ale také celkové osvětlení pracovního místa či doba nepřetržitého sezení za stolem. [24]

Velmi důležitou roli v ergonomii pracoviště hraje nastavitelnost pracovního nábytku. Každý člověk má totiž jiné tělesné proporce, a proto je potřeba přizpůsobit si pracovní prostředí dle individuálních parametrů. Například stůl je ideální mít ve výšce loktů, předloktí by mělo s nadloktím svírat úhel 90°. Samozřejmostí je dostatečná velikost stolu, aby bylo možné libovolně měnit uspořádání veškerého vybavení na základě aktuálních potřeb. Stejně důležité je i správné nastavení židle – loketní opěrky by měly být ve stejné výšce jako stůl, aby se o ně dalo při psaní na klávesnici po celou dobu opírat. Samotné sedadlo židle by pak mělo být nastaveno tak, aby nohy svíraly v kolenou úhel 90° až 130° (viz obr. 2). Celá chodidla by se měla dotýkat země a pod stolem by měl být rovněž dostatek prostoru pro občasné protažení. Právě občasné protažení a přestávky od sezení jsou při práci velmi podstatné, protože lidské tělo není uzpůsobeno k celodennímu sezení bez pohybu. Z toho důvodu je vhodné si udělat alespoň jednou za hodinu krátkou přestávku a vykonat několik protahovacích cviků. Přínosná je také občasná změna polohy posedu, aby nebyly zatížené stále stejné svaly. [24; 25]

Co se týče očí a vidění, největší roli hraje správné umístění monitoru a osvětlení pracovního místa. Jak je znázorněno na ilustraci níže, monitor by měl být umístěn přímo před námi, ve vzdálenosti zhruba 60-90 cm, přičemž jeho horní hrana by měla být těsně pod úrovní očí. [25]



Obrázek 2. Správné držení těla a umístění monitoru při práci na PC [25]

Pracovní prostředí významně ovlivňuje také osvětlení. Nejvhodnějším typem pro práci na PC je světlo denní, proto je třeba rozmístit nábytek tak, aby bylo denního světla co nejvíce využito. Umělé osvětlení by mělo být využito pouze při nedostatku toho denního a jeho barva by se mu měla co nejvíce přibližovat. Ve většině pracovních prostředí je osvětlení vyšší, než je optimální hodnota pro práci s digitálními zařízeními. Pro zrakovou pohodu je doporučená hodnota osvětlení 300-500 lx, zatímco většina kanceláří má osvětlení kolem 1000 lx. Vliv rovněž hraje umístění zdroje světla – světlo by nám nemělo svítit přímo do obličeje a mělo by osvětlovat rovnoměrně celou pracovní plochu tak, aby nedocházelo ke stínění. Zároveň je třeba předcházet odleskům, a to jak od desky stolu (z toho důvodu je vhodnější stůl z matného materiálu), tak od samotného monitoru. Proto by měl být monitor v ideálním případě umístěný v pravém úhlu od okna. [2; 25; 26]

1.2.3 Mikroklima

Dalším významným faktorem CVS je mikroklima. Mikroklima je poměrně malá oblast, jejíž klima je různými vlivy jiné, než které bychom v dané oblasti očekávali. [18]

Faktory jako je proud vzduchu z klimatizace, vysoká teplota nebo nízká vlhkost vzduchu může vést k rychlejšímu odpařování slzného filmu a pocitu suchého oka. Další faktory, jenž mohou vést k očnímu diskomfortu, jsou alergie, prach či pyl. [17]

1.3 Modré světlo a jeho vlastnosti

Modré světlo je částí viditelného světla definovaného vlnovou délkou 400 až 495 nm. Tato krátká vlnová délka znamená, že modré světlo je typ viditelného světla s vysokou energií. Fialová, indigová a některé modrozelené světlo, jsou další typy viditelného světla s vysokou energií.

Modré zdroje světla se v dnešním prostředí stávají stále častějšími. Vystavení modrému světlu pochází z různých technologií, včetně počítačů, smartphonů, televizorů a světel. Většina modrého světla vzniká ze světelných diod (LED). Dnes se mnoho bílých LED vytváří aplikacím fosforu na LED čip, čímž vznikne SSL. Tato technologie má vyhodu v méně spotřebované energie, menším množstvím vyzářeného tepla a delší životností, což je příznivější i pro životní prostředí.

Lidé jsou stále více vystaveni modrému světlu prostřednictvím každodenních technologií. Studie Pew Research Center z roku 2015 zjistila, že 68 % dospělých z USA vlastní smartphone a 45 % vlastní tablet. Studie rovněž zjistila, že úroveň vlastnictví technologií se mění podle věku. 86 % Američanů ve věku 18-29 a 83 % ve věku 30-49 let vlastní smartphone. Mladší Američané také tyto technologie používají ve větší míře. Z průzkumu Common Sense Media v roce 2013 také vyplývá, že 72 % dětí ve věku 0-8 let používalo mobilní zařízení pro sledování videa, používání různých aplikací nebo hraní her.

Pří výzkumu na zvířatech bylo prokázáno, že modré světlo ze zdrojů LED indukuje poškození fotoreceptorových buněk. Bylo zjištěno, že vystavení intenzivnímu světlu způsobuje ztrátu fotoreceptorů makaků rhesus i jiných druhů. Zdá se, že nevratná funkční ztráta na sítnici potkana v důsledku expozice LED se projevuje dokonce i v domácích světelných hladinách. Je možné, že chronické denní vystavení modrým LED by mohla představovat podobné oční riziko pro lidi. Navíc se prokázalo, že závažnost poškození sítnice se mění v závislosti na čase. Vnímání hlodavců s poškozením sítnice vyvolaným světlem bylo v noci třikrát až čtyřikrát vyšší než v průběhu dne. To vede k významným obavám z možného negativního účinku modrého světla na lidskou sítnici v noci. Někteří výzkumníci se však domnívají, že pokusy na hlodavcích neposkytují dostatečné důkazy o tom, že světlo z LED na domácí úrovni je škodlivé pro lidskou sítnici.

Časté vystavení modrému světlu může představovat riziko pro vývoj věkem podmíněné makulární degenerace i jiných patologií. Výzkum na zvířatech ukázal, že

makulární degenerace související s věkem, může být navozena vystavením právě modrému světlu. Jedna epidemiologická studie také ukázala přímou úměrnost mezi vystavením slunečního záření, přírodním zdrojem modrého světla a zvýšeným rizikem makulárních změn u dětí. Nicméně toto konkrétní spojení účinků modrého světla z LED technologiemi a makulární degenerací je obtížné potvrdit u lidí, protože jde o relativně novou technologii.

Dále studie ukázaly, že světlo s vlnovou délkou mezi 400 a 450 nm může indukovat mitochondriální dysfunkci. Při velkém množství mitochondrií soustředěných v sítnicovém gangliovém systému představuje toto potenciální zranitelnost. Předpokládá se, že mitochondriální absorbance krátké vlnové délky, vysoká energie, zahrnující světla včetně modrého, by mohla zrychlit úmrtí gangliových buněk. Ačkoli bylo prokázáno, že zdravé mitochondrie absorbují světlo s krátkou vlnovou délkou bez obtíží, zdá se, že zvýšené vystavení světlu s vysokou energií může zvýšit smrt sítnicových buněk, pokud jsou přítomny glaukom, různé patologie či staré buňky. To by mohlo vést ke zvýšeným problémům způsobeným vystavením modrému světlu stárnoucí populaci nebo osobám se špatným zdravím očí. [3]

1.3.1 Účinky modrého světla na spánek

Průměrná doba spánku se během posledních dvou desetiletí výrazně snížila. Nedostatek spánku může způsobit, že jste více náchylní k onemocněním nebo obezitě. Lidé, kteří každou noc nemají dostatek spánku, mají tendenci více jíst, protože je více stimulován hormon zodpovědný za chuť k jídlu. Když se lidé dívají na obrazovku před spaním, zvyšuje se ostražitost, a to může bránit okamžitému usnutí. Standardní vystavení modrému světlu během dne zvyšuje energii, bdělost a náladu. Ovšem dlouhodobé vystavení vlnám přenášených monitory během večera může narušit cirkadiánní rytmus a způsobit různé zdravotní problémy, včetně narušení normálních spánkových rytmů. Vědci se domnívají, že je to způsobeno právě fotosenzitlivými gangliovými buňkami sítnice citlivými na modré světlo, které potlačují produkci melatoninu, anebo stimulací suprachiasmatického jádra hypotalamu. Jen jedna noc nepravidelného spánku může drasticky způsobit nerovnováhu v našem těle. Protože modré světlo je barvou oblohy, může to být důvodem, proč jsou naše oči na tento typ světla extrémně citlivé. Bylo zjištěno, že modré světlo zpomaluje ospalost.

Teenageři obvykle potřebují v noci 8 až 9 hodin spánku. Nedostatek spánku s sebou může nést následky. Studie zjistila, že více než 70 % teenagerů věnuje spánku každou noc méně než osm hodin a doporučených devíti hodin spánku dosáhne jen méně než 10 % jedinců. Dále bylo zjištěno, že u teenagerů, kteří v noci tráví čas na zařízeních vyzařujících modré světlo, se s větší četností projevují problémy s chováním a udržením pozornosti během dne. Je proto velmi důležité načasování, kdy lidé přijímají daný typ světla, protože modré světlo může bránit spánku i v případě, že je vstřebáváno v noci z obrazovek digitálních zařízení. [20]

Byl proveden pokus, kde se účinky světla testovala pomocí tří proměnných - modrého světla, žlutého světla a tmy. Každá testovací skupina byla před spaním vystavena světlu nebo, v případě kontrolní skupiny, tmě. Pokus dospěl k závěru, že modré světlo zabraňuje známkám ospalosti, zatímco kontrolní skupina vykazovala očekávané známky únavy a žluté světlo neprokázalo významný vliv na spánek. Celkově lze říci, že absorbování světla různých vlnových délek během dne je rozdílné než v noci. A může mít vliv na kvalitu spánku. Použití žlutě tónovaných brýlí pro eliminaci modrých vlnových délek v noci zajistí, že se oči stanou přirozeně unavenými, a to může přispět k snazšímu usnutí. [3]

1.3.2 Účinky modreho světla na děti

Jeden z problémů, pokud jde o vystavení modrému světlu, je založen na skutečnosti, že děti mohou být citlivější na jeho účinky. Dnešní děti jsou nejvíce vystaveny účinkům modrého světla, ale také častěji využívají zařízení, která vydávají modré světlo a budou pravděpodobně vystavena více těmto světelným zdrojům, v průběhu jejich života.

Světlo se přenáší na sítnici přes čočku. U lidí je množství světla přenášeného čočkou závislé na věku. U malých dětí se přenáší na sítnici více než 65 % modrého světla. Toto přenesené množství se časem snižuje. Ve věku 25 let je na sítnici přenášeno pouze 20 % modrého světla. Snížení přenosu modrého světla nastává, jelikož naše oční čočka přirozeně zbarví a absorbuje více modrého světla v průběhu let, čímž zabraňuje tomu, aby modré světlo dosáhlo sítnice. V důsledku tohoto přirozeného procesu jsou mladší lidé náchylnější k účinkům modrého světla.

Technologie, které pracují s modrým světlem jsou relativně nové a měly by být zkoumány další příčiny a důsledky vztahu vůči vystavením modrému světlu a negativním účinkům na zdraví. Nicméně v důsledku předchozích tvrzení, by pro prevenci možných obtíží, měla být omezena doba, kterou stráví děti u obrazovek a digitálních zařízení. [3]

2 PROBLÉMY SPOJENÉ S UŽIVÁNÍM DIGITÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ

Problémy, které se objevují vlivem užívání digitálních zařízení, zjišťovalo už poměrně velké množství výzkumů. Na základě jejich výsledků se digitálním přístrojům přiřazují hlavně astenopické symptomy (únava očí, bolest hlavy i očí), ale také řada dalších problémů jako pocit pálení očí, syndrom suchého oka, problémy s nošením kontaktních čoček, rozmazané vidění či problémy s přeostřováním. Z výsledků jednotlivých výzkumů pak vyplývá, že dané symptomy jsou způsobeny jednak faktory popsanými v předcházející kapitole, tedy nevhodným rozložením místnosti a osvětlení, špatným umístěním elektronického displeje, kvalitou displeje a podobně (viz kap. 1), ale navíc také například sníženou frekvencí mrkání při čtení z elektronických displejů a poruchami akomodačního a vergenčního systému oka. [10; 19]

Tabulka 1. Klasifikace problémů spojených s užíváním digitálních zařízení [10]

KATEGORIE	SYMPTOMY	DIAGNÓZA
astenopické potíže	únava očí	binokulární vidění akomodace
	bolest očí	
	bolest hlavy	
problémy spojené s povrchem oka	suché oko	nedostatečné mrkání ergonomie místa nevhodný displej
	zvýšená slzivost	
	pocit pálení očí problémy s kontakt. čočkami	
problémy se zrakovými funkcemi	rozmazané vidění	akomodace a vergence chyba v refrakci
	dvojité vidění	
	pomalé přeostřování	

V následujících podkapitolách se tedy zaměřením na stručnou charakteristiku nejvýznamnějších problémů, které jsou s užíváním digitálních zařízeních spojené a jejichž přítomnost výzkumy u uživatelů daných zařízení prokázaly. [10; 19]

2.1 Nedostatečné mrkání

Jedním z hlavních problémů spojených s užíváním digitálních zařízení je výrazně snížená frekvence mrkání, a to až o 70 % oproti mrkání v jiných podmínkách, například při konverzaci s druhými osobami. Již v jednom z prvních výzkumů na dané téma, který proběhl v roce 1993 v Japonsku, autoři zjistili, že zatímco v podmínkách, kdy jsou oči relaxované, zkoumaní jedinci mrkali v průměru 22krát za minutu, při čtení textu z elektronické obrazovky to bylo pouhých 7 mrknutí za minutu. [10; 19]

V rámci studie provedené na Pacific University v Oregonu bylo navíc zjištěno, že frekvence mrkání dále klesá, čím nižší je kontrast, menší velikost písma a čím výše je umístěná obrazovka, a jedinec tak musí text číst s pohledem více vzhůru. [28] Četnost mrkání se snižuje také v souvislosti s náročností úkonu, který se na digitálním zařízení provádí. To prokazuje například skotský výzkum, v jehož rámci měli zkoumaní studenti za úkol hrát počítačovou hru vyžadující rychlé reakce a vysokou koncentraci. Zatímco při předchozí konverzaci s výzkumníky studenti mrkali v průměru 18,4krát za minutu, při hraní PC hry to bylo pouhých 3,6 mrknutí za minutu. [29] Autoři Chu, Rosenfield a Portello pak k daným zjištěním přidávají výsledky svého výzkumu, v němž porovnávali frekvenci mrkání při čtení textu z tištěné kopie a z počítače a zjistili, že ačkoliv počet mrknutí za minutu výrazně klesá v obou případech, při čtení z monitoru se však navíc objevuje vyšší procento neúplných mrknutí. [12]

Pravidelné mrkání je mimo jiné zásadní pro roztírání slzného filmu po povrchu oka a pro jeho dostatečnou obměnu. A právě se sníženou frekvencí mrkání obměna slzného filmu vázne, což může mít za následek různá drobná poranění povrchu oka. Z toho důvodu je nedostatečné, případně neúplné mrkání při práci na digitálních zařízeních považování za jeden z významných rizikových faktorů syndromu suchého oka. [10; 19; 32]

2.1.2 Syndrom suchého oka

Syndrom suchého oka (SSO) je onemocnění, které je *„charakterizováno očními symptomy a změnou očního povrchu, které jsou vyvolány nestabilitou slzného filmu nebo jeho hyperosmolaritou.“*. [30] Právě hyperosmolarita slzného filmu způsobuje

zánětlivou reakci, která následně vede k poškození povrchu oka, konkrétně apoptózu epitelových buněk rohovky a pohárkových buněk spojivky (viz obr. 3). [30; 31]

Obrázek 3. Mechanismus vzniku syndromu suchého oka [30]

SSO má velmi složitou multifaktoriální etiologi – u sledovaných pacientů bylo dosud nalezeno přes sto nejrůznějších příčin. Na jeho vzniku se tedy může podílet celá řada rizikových faktorů, a to jak vnějších, tak vnitřních. Mezi vnitřní rizikové faktory patří například genetická predispozice, věk, pohlaví (SSO se více vyskytuje u žen, především v menopauze či v období kojení), hormonální vlivy, některá systémová onemocnění (diabetes mellitus, revmatické choroby atd.) nebo užívání léků, které ovlivňují kvalitu slzného filmu. Vnější rizikové faktory jsou pak dány hlavně okolním prostředím (nízká vlhkost vzduchu, vítr, znečištěné ovzduší, klimatizace atd.), nošení kontaktních čoček a samozřejmě také častá dlouhodobá práce s počítačem či jinými digitálními zařízeními. [30; 31; 33]

Jedince se syndromem suchého oka postihují různé subjektivní obtíže, v závislosti na typu a závažnosti onemocnění. Mezi nejčastější příznaky lze zařadit pocit cizího tělíska v očích, pálení, řezání, zarudnutí, fotofobie, nadměrné slzení a bolestivost vázaná na mrkání. Objektivně lze pak pozorovat především snížení nebo nepravidelnost slzného menisku při okraji dolního víčka, povrchové mikrodefekty v epitelu spojivky a rohovky, u těžších forem pak i filamentózní keratitidu či velké defekty rohovky. [30; 33]

Co se týče vyšetření, syndrom suchého oka bývá diagnostikován hlavně prostřednictvím různých testů pro stanovení kvantity a kvality slzného filmu. Pro určení kvantity slzného filmu se v praxi nejčastěji užívá Schirmerův test a kvalita slzného filmu se zpravidla vyšetřuje pomocí „break-up-time“ testu (BUT), u něhož se na štěrbinové lampě pod kobaltovým filtrem a s okem obarveným fluoresceinem hodnotí čas, kdy dojde k přerušení slzného filmu na povrchu rohovky. K dalším vyšetřením pak patří sledování výšky slzného menisku, stavu Meibomských žlázek a očních víček nebo frekvence mrkání. [30; 31]

Terapie léčby nejčastěji spočívá v substituci přirozených slz umělými ve formě kapek, mastí nebo gelů. Samozřejmostí je také snaha odhalit základní příčinu vzniku SSO, a tu se snažit odstranit, například léčit primární celkové onemocnění, redukce nošení kontaktních čoček, vysazení určitých léků a také změna životního stylu. Vzhledem k tomu, že jedním z možných příčin SSO je právě dlouhodobá práce s digitálními zařízeními, je jedním z hlavních doporučení pro změnu životního stylu právě omezení jejich užívání nebo alespoň provádění přestávek, případně užívání určité ochrany při práci s nimi (viz kap. 4). [16; 34]

2.2 Problémy s akomodací a konvergencí

Častému užívání digitálních zařízení se dále připisuje vznik různých problémů s akomodací a vergenčním systémem oka. Dlouhodobá práce na počítači se diskutuje jako jeden z významných faktorů vzniku různých poruch akomodace, forie do blízka či oddálení blízkého bodu konvergence, což také prokazuje řada výzkumů. [10; 19]

Například autoři Yeow a Taylor v rámci svého několik let trvajícího výzkumu zjistili, že zkoumaní jedinci (ve věku pod 40 let), kteří pravidelně používali digitální zařízení, měli výrazně nižší amplitudu akomodace než jejich vrstevníci, kteří digitální zařízení neužívali. [35] S podobnými výsledky skončil také například izraelský experiment, který prokázal snížení amplitudy akomodace po čtyřdenní dlouhodobé práci na počítači a zároveň také výrazné oddálení blízkého bodu konvergence. [36] Italský experiment navíc u zkoumaných mladých žen prokázal po šestihodinové nepřetržité práci na PC výrazné snížení pozitivních i negativních fúzních rezerv, stejně

jako nadměrnou akomodaci. [37] Přímo spasmus akomodace z důvodu užívání digitálních zařízení pak definovali například na oční klinice v Indii, kteří provedli studii pacientů, u nichž byl spasmus akomodace diagnostikován a dle podrobné anamnézy došli k závěru, že u většiny z nich bylo hlavní příčinou právě užívání digitálních zařízení více než 6 hodin denně. [38]

Zvýšenou námahou očí do blízka dojde k posunu blízkého bodu konvergence. Blízký bod by se měl nacházet přibližně 8 až 10 cm před okem. Jestli je ve větší vzdálenosti, může to značit problém. [15]

2.3 Astenopické potíže

Asthenopie je velmi široká a špatně definovaná koncepce týkající se omezeného vidění. Zahrnuje všechny poruchy a problémy, které vznikají v souvislosti s viděním. To zahrnuje rozmazané vidění, dvojité vidění, předčasnou únavu a neschopnost udržovat stále čistý obraz, což vede k bolestem hlavy a dalším bolestem očí.

Výraz oční napětí je často používán a obecně znamená, že oči jsou unavené z intenzivního používání. Toto není příznak choroby, spíše může dojít k únavě očí při dlouhodobém pohledu na knihu, obrazovku počítače, nebo dokonce na silnici během jízdy. Vizuální úkoly, které vyžadují vyšší koncentraci, jako je čtení jemného textu nebo pozorování za zhoršených světelných podmínek, vedou svaly oka k tomu, aby akomodovaly a konvergovaly. Tyto úkony zahrnují také svaly očních víček, tváře, spánků a čelistí. Zvýšená námaha může vést k rozvoji bolesti a nepohodlí těchto svalů. Stálé napětí ciliárního svalstva může také způsobit křeč (spasmus) akomodace. Dalším častým iniciátorem astenopických potíží je zvýšené oslnění v důsledku reflexe světla od různých ploch pracovního prostředí, případně blikání monitoru.

Vzhledem k tomu, že mnoho lidí při provádění počítačových úkolů méně mrká, je problém očního napětí často spojován se syndromem suchého oka. Astenopické problémy se mohou projevit o to rychleji, když se ke zmíněným faktorům přidá nekorigovaná refrakční vada, zvláště u hypermetropů nebo presbyopů. Astenopické potíže spojené s refrakční vadou lze částečně odstranit správnou korekční pomůckou, nejčastěji brýlovou čočkou. Celková astenopie může být nevyhnutelná, neboť pro práci může být potřeba několikahodinové pozorování a přeostřování. [4]

2.4. Problémy pohybového aparátu

Do muskuloskeletáních problémů již nezahrnujeme svalstvo očí, ale komplikace svalů a kloubů v oblasti mimo oční aparát, což nejčasteji zahrnuje bolest páteře hlavně v oblasti bederní a krční, případně bolest rukou a ramen.

Za mnoho problémů může zvýšený mechanický tlak na hlavní nervy v postiženém místě. Vlivem nevhodné polohy končetiny, svalového napětí či zánětu, může dojít ke zbytnění tkání. K nejčastěji zmiňovaným obtížím, spjaté s prací na počítači, patří syndrom karpálního tunelu, který je způsoben poškozením středního nervu karpálního tunelu probíhajícího zápěstím. Nepříjemné na tomto onemocnění je, že má pozvolný nástup. Předejít tomuto problému lze pravidelnými přestávkami a procvičováním rukou. [5]

3 SYNDROM POČÍTAČOVÉ ÚNAVY ZRAKU V OPTOMERII

V této kapitole se zaměřím na oční testy spojené se syndromem suchého oka a potížemi s akomodací a vergencí. Tyto testy nám mohou pomoci zjistit, v jaké oblasti zrakového aparátu může být problém, který činí pacientovi potíže při práci na počítači. Předcházet těmto očním zkouškám by měla důkladná anamnéza pacienta a správná refrakce do dálky i do blízka, případně na požadovanou pracovní vzdálenost.

3.1 Oční testy zaměřené na synrom suchého oka

Do skupiny testů zaměřených na syndrom suchého oka lze zařadit především Break-up time test (BUT), NIBUT (Non-invasive break-up time) a Schimerův test.

3.1.1 BUT (Break-up time)

Tento invazivní test se zaměřuje na kvalitu slzného filmu. Za pomocí barviva vyhodnocujeme čas, za který se rozpadne slzný film.

Po aplikaci fluoresceinu poprosíme pacienta, aby několikrát promrkal a následně nechal oko otevřené. Promrkáním se barvivo rozprostře po celém povrchu oka. Po posledním mrknutí měříme čas, za který se začnou objevovat černé skvrnky (prasklinky), což značí rozpad slzného filmu. K pozorování používáme štěrbinovou lapmu s modrým (kobaltovým) filtrem. Standardní hodnoty se pohybují mezi 10-15 vteřinami, hodnoty pod 10 vteřin mohou poukazovat na nekvalitní slzný film. Kromě floresceinu je možné použít bengálskou červeň nebo lisaminovou zeleň. [6; 7]

3.1.2 NIBUT (Non-invasive break-up time)

I zde se vyhodnocuje kvantita slzného filmu. Výhoda tohoto testu, jak napovídá název, je neinvazivní forma vyšetření.

Na oko je promítnuta mřížka a měříme čas do deformace obrazce, která poukazuje na rozpad slzného filmu. U jiného typu přístroje může být měřena interference lipidové vrstvy. Hodnoty pod 15 vteřin mohou značit nestabilitu slzného filmu. [6; 7] Jednoduchou variantu tohoto testu si může každy provést sám, kdy po

otevření oka počítá čas do nepříjemného pálení. Norma je okolo 5 vteřin. Jelikož se tato metoda posuzuje subjektivně, může zkreslovat a slouží pouze jako orientační. [8]

3.1.3 Schimerův test

Tento test měří kvantitu produkce slz. Měření se provádí za pomocí filtračního papírku (5x35 mm), který se přehne asi 5 mm od konce. Přehnutá část se vloží do spodního spojivkového vaku. Po 5 minutách, kdy má pacient oči otevřené a spontáně mrká, se papírek vyjme a měří se naslzená část. Délka zvlhčené části filtračního papírku se u běžných hodnot pohybuje nad 10 mm.

Tímto způsobem měříme slzení reflexní a bazální. Pro změření pouze bazálního slzení je třeba použití anestetika, jenž vyruší slzení reflexní. Pak jsou standartní hodnoty mezi 5-10 mm, dle věku pacienta. Použitím jiného typu anestetik, můžeme naopak vyrušit slzení bazální a drážděním nosní sliznice vyvolat pouze slzení reflexní. [6; 7]

3.2 Oční testy zaměřené na vergenci

Do této skupiny vyšetření lze zařadit test ke zjištění blízkého bodu konvergence (NPC), zakrývací testy, vyšetření fúzních rezerv či vergenční snadnosti.

3.2.1 Blízký bod konvergence (NPC)

Takto měříme nejbližší bod, na který jsou oči schopny konvergovat. K tomuto testu využíváme akomodační pravítko, případně je možno použít obyčejnou tužku, bodové světlo nebo či fixační terčík.

Pacient sleduje hrot tužky, případně jiné pomůcky. Objekt přibližujeme k ze vzdálenosti asi 50cm až k nosu pacienta. Při subjektivní variantě tohoto testu nám pacient hlásí, kdy se mu obraz rozdvojí (bod rozdvojení), následně fixační pomůcku oddalujeme než se obraz opět spojí (bod spojení). U objektivní varianty pozoruje vyšetřující, kdy alespoň jedno oko přestalo fixovat pozorovaný předmět (bod rozdvojení) a následně, kdy obě oči začaly objekt fixovat (bod spojení). Běžné subjektivní hodnoty rozdvojení/spojení jsou 7,5 cm/10 cm. Objektivní 5cm/8cm. Vyšší hodnoty značí insuficienci konvergence. [9]

3.2.2 Zakrývací test

Základní test pro vyšetření okohybných odchylek, a to heterotropie a heteroforie. Můžeme vyšetřovat do dálky i do blízka.

Intermitentní zakrývací test

Pro zjištění heterotropie se používá intermitentní zakrývací test. Pacient kouká na písmeno nebo znak, které pohodlně přečte horším okem. Zakryjeme pacientovi jedno oko na přibližně 3 vteřiny a poté odkryjeme, při zakrytí pozorujeme pohyb nezakrytého oka. Když se oko stáčí k nosu (nazálně), tak se jedná o exotropii, když se oko stáčí temporálně jedná se esotropii. V případě vertikálních odchylek se oko může stočit nahorů, tak se jedná o hypotropii nebo se stáčí dolů, zde se jedná o hypertropii. Stejný postup opakujeme pro druhé oko a následně vyšetřujeme do blízka (přibližně 40 cm). [9]

Alternující zakrývací test

Alternující zakrývací test používáme pro zjištění heteroforie. Pacient, stejně jako při intermitentním zakrývacím testu fixuje libovolné písmeno, které pohodlně přečte. Střídavě, po 2-3 vteřinách, zakrýváme pravé a levé oko a pozorujeme pohyb odkrytého oka. Při stočení oka nazálně je přítomna exoforie, když temporálně esoforie. Pohyb oka dolů značí hyperforii, nahorů hypoforii. Poté zopakujeme do blízka.

Jestliže pohyb oka pozoruje vyšetřující, jedná se o objektivní vyšetření. Když si pohybem oka nejsme jistí, můžeme poprosit vyšetřovaného, aby nám prstem ukazoval případné uskočení obrazu, pak se jde o subjektivní vyšetření. Velikost odchylky můžeme zjistit s pomocí prizmatické lišty, a to předkládáním stále vyšších prizmatických hodnot, do doby, než zmizí pohyb oka nebo jestliže pacient již nevidí uskočení obrazu. Normální hodnoty do dálky: 2 pD eso – 4 pD exo, do blízka: 0 pD eso – 6 pD exo, vertikální odchylky do 0,5 pD. [9]

3.2.3 Fúzní rezervy

Tento zátěžový test zkoumá rezervy okohybných svalů, při změně vergence oproti normálnímu stavu. Zjišťuje do jaké míry je zrakový systém schopný udržet ostré, jednoduché a binokulární vidění. Změnu vergence navozujeme prizmatickými čočkami

(lze použít i prizmatickou lištu nebo foropter). Zkoumání fúzních rezerv nám může pomoci při zhodnocení případné kompenzace heteroforie a stability binokulárního vidění.

V rámci horizontálního směru zjišťujeme pozitivní a negativní fúzní rezervy. U pozitivní fúzní rezervy se báze prizmatické čočky umisťuje ven (BO - base out), u negativní dovnitř (BI – base in). Vyšetření provádíme, jak do dálky, tak do blízka a s potřebnou korekcí. [9]

Tabulka 2: Normální hodnoty fúzních rezerv [9]

Pozitivní fúzní rezervy	Negativní fúzní rezervy	Infra/Supravergence
Dálka / Blízko	Dálka / Blízko	Dálka / Blízko
Dálka rozmazání: 12-16 pD Blízko rozmazání: 20-28 pD	Dálka rozmazání: nenastává Blízko rozmazání: 6-10 pD	Rozmazání: nenastává
Dálka rozdvojení: 18-22 pD Blízko rozdvojení: 26-34 pD	Dálka rozdvojení: 6-12 pD Blízko rozdvojení: 12-18 pD	Rozdvojení: 2-4 pD
Dálka spojení: 14-18 pD Blízko spojení: 22-30 pD	Dálka spojení: 4-8 pD Blízko spojení: 8-14 pD	Spojení: 1-2 pD

3.2.4 Vergenční snadnost

Toto měření nám ukáže schopnost očí rychle a pružně reagovat na změny vergenčního požadavku. Pomůcky, jež jsou k tomuto testu potřeba, jsou vergenční prizmatický flipr (3 pD BI/ 12 pD BO), případně je možné použít volné prizmatické čočky.

Pacient se dívá na čtecí tabulku, a to na řádek, který pohodlně čte oběma očima. Následně ho požádáme, aby reagoval až když uvidí znak jednoduše a ostře. Před jedním okem měníme hodnoty vergenčního flipru, vždy po nahlášení jednoduchého a ostrého vidění daného řádku. Výměna obou prizmat představuje jeden cyklus, přičemž počítáme kolik cyklů za minutu proběhlo. Hodnoty pod 9 cyklů za minutu, ukazují na poruchu vergenční pružnosti. [9]

3.3 Oční testy zaměřené akomodaci

Pro vyšetření akomodace slouží především testy zjišťující amplitudu akomodace, relativní akomodaci, akomodační schopnost a akomodační odezvu.

3.3.1 Amplituda akomodace

Amplituda akomodace ukazuje v dioptriích, jaký je nějvětší možný nárůst optické mohutnosti oka vyvolaný akomodací. Velikost akomodační amplitudy je dána vzdáleností dalekého (bod na opt. ose, který se zobrazí na sítnici při minimální akomodaci) a blízkého bodu (bod na opt. ose, ktarý se zobrazí na sítnici při maximální akomodaci). Amplituda akomodace se nejčastěji měří dvěma metodami. Metodou push up/down a metodou rozptylky.

Metoda push up / down

Test se uskutečňuje s korekcí. U presbiopů s adicí +1,0 D, pro pohodlné pozorování textu. Naopak u dětí se silnou akomodací s addicí -3,0 D. Čtecí tabulku (lze použít i akomodační pravítko) posunujeme ze vzdálenosti 40 cm k nosu a zapíšeme hodnotu, kdy se text rozmazal. Poté odsunujeme tabulku od nosu, dokud se text zase nezaostří, vzdálenost opět zapíšeme. Amplitudu akomodace získáme z dioptrického průměru techto dvou hodnot. Tento test děláme pro pravé a levé oko monokulárně a poté i binokulárně.

Metoda rozptylky

U této metody se vyšetřovaný, s případnou korekcí, dívá na tabulku vzdálenou 40 cm. Následně přidáváme rozptylky, tak dlouho dokud se nevyčerpá akomodace, kdy už vyšetřovaný nemůže zaostřit. Hodnotu rozptylky dosedíme do vzorce amplitudy akomodace AA = 2,5 – sph (hodnota předřařené rozptylky). [9]

3.3.2 Relativní akomodace

Relativní akomodace nám udává, o kolik můžeme snížit či zvýšit akomodaci, při konvergenci na danou vzdálenost, aniž se naruší jednoduché a ostré vidění. U tohoto testu rozlišujeme pozitivní a negativní relativní akomodaci. Vyšetřujeme s korekcí a provádíme na vzdálenost 40 cm, a to binokulárně s textem, jehož vízus odpovída hodnotě 1,0 nebo nejmenší, který vyšetřovaný přečte.

U pozitivní relativní akomodace navozujeme akomodaci předřazováním mínusových dioptrií (rozptylkou), do doby, kdy se text nerozmaže. Rozsah normálních hodnot je (-1,75 až -3,0 D), přičemž hodnoty se s věkem mění. U negativní ralativní akomodace uvolňujeme akomodaci předřazováním plusových dioptrií (spojkou), také do doby, kdy se text nerozmaže. Normální hodnoty jsou v rozmezí (+1,75 až +2,25 D). Do dálky by měla být hodnota rovna nule. [9]

3.3.3 Akomodační schopnost

Akomodační snadnost je test, který se zaměřuje na schopnost zrakového systému rychle a pružně reagovat na změny akomodačního požadavku. Můžeme vyšetřovat jedno oko monokulárně (MAF) nebo binokulárně (BAF). Pomůcky, jenž potřebujeme je akomodační flipr o hodnotách (+/- 2D). Test provádíme s korekcí do dálky na vzdálenost 40cm, u presbyopů se nedělá.

Pacient se dívá na tabulku (vízus = 1,0). Poté střídáme před okem flipr o hodnotách +/- 2 D a to vždy, kdy u vyšetřovaného dojde k jednoduchému ostrému vidění na řádku s vízem 1,0. Tento test provádíme jednu minutu a počítáme počet cyklů (1 cyklus = výměna obou hodnot flipru), ktarý pacient na minutu zvládne. Normální hodnoty jsou monokulárně MAF $\geq$ 12cpm (cyklů za minutu), binokulárně BAF $\geq$ 8 cpm. [9]

3.3.4 Akomodační odezva

Akomodační odezva představuje reakci oka na stimul. Tato metoda nám pomůže určit zda je akomodace větší či menší než je požadavek na ni. Objektivní metodou pro měření akomodační odezvy je metoda monokulárního odhadu MEM (monocular estimation metod), je to metoda dynamické skiaskopie, tedy se zapojenou akomodací. Na suběktivní měření se používá metoda skřížených cylindrů. [9]

Metoda monokulárního odhadu MEM

U tohoto testu připojíme ke skiakopu tabulku s centrálním otvorem, pacient sleduje znaky kolem centrálního otvoru, skrze který provádíme skiaskopii. V místnosti by mělo být světlo stlumené nebo úplně zhasnuté, osvětlena by měla být pouze tabulka s textem. Měření provádíme s korekcí do dálky, prípadně s adicí u presbiopů. Skiakopovaní se začína na pravém oku obvykle na vzdálenost 40 cm. Skiaskopii děláme běžných způsobem, ale doba předložení čočky by měla být minimální možná (0,5 sekundy a méně), pro zachování binokulárního vidění a akomodace. Zaznamenáme hodnotu, kdy dojde k neutralizaci reflexu v oku. Běžné hodnoty jsou (+0,25 D až +0,75 D). Hodnoty 0 a menší značí akomodační nadbytek, hodnoty +1,0 a větší zase akomodační nedostatek. [9]

Metoda zkřížených cylindrů

U této metody vyšetřujeme monokulárně i binokulárně, vyšetřovaný sleduje křížový optotyp ze vzdálenosti 40 cm s předloženým zamlžením +1,0 D. Postupně odmlžujeme do srovnání (případně prvního obrácení) ostrosti vjemu při otáčení JZC v osách 0° a 90°. Jestliže dojde ke svýšení sférické hodnoty předkládaných čoček, jedná se o nedostatečnou akomodaci. [9]

4 OCHRANA A ŘEŠENÍ DIGITÁLNÍ ÚNAVY OČÍ

V této kapitole se zaměřím na faktory digitální únavy očí, které lze ovlivnit a tím pádem maximálně omezit problémy, jenž s prací na počítači souvysejí.

4.1 Brýlové čočky

Běžný uživatel, který pracuje s počítačem okolo 1 hodiny denně, si vystačí bez brýlí, případně se svojí běžnou brýlovou korekcí. Naproti tomu někteří lidé stráví prací s digitálními zařízeními většinu své pracovní doby. Pro eliminaci zrakových problémů je dobré využít počítačové brýle, které mohou práci zpříjemnit.

Presbyop by měl důkladně zvážit, jaký typ brýlí zvolit. Dříve využívaná bifokální čočka, se využívá hlavně na dálku (5-6 m) a ve spodní části čočky, která dioptricky odpovídá hodnotě na čtení (30-40 cm). Jelikož se monitor nachází nejčastěji mezi 50-60 cm, je bifokální čočka většinou nedostačující.

Také standardní multifokální brýlové čočky většinou neposkytují potřebný komfort, jelikož je u tohoto typu brýlové korekce nejužší koridor právě na střední vzdálenost (monitor). Tím pádem je uživatel nucen neustále hledat optimální dioptrii náklonem hlavy, důsledkem pak může být bolest krku a hlavy, případně svalové napětí.

Pracovní progresivní čočky, nebo také office (každý výrobce brýlových skel používá jiné označení), jsou brýlové čočky navržené přímo do kanceláře. Tyto kancelářské čočky, mají vybroušený koridor s různými dioptrickými hodnotami, optimalizovanými tak, aby uživatel pouhým pohybem očí viděl na vzdálenosti spojené s počítačem správnou dioptrií.

Zvýšit komfort při použití brýlí na počítač lze využitím povrchové úpravy brýlové čočky, jež je zaměřená na filtraci vysokoenergetické modré složky světla. Barva této úpravy je obvykle modrá nebo fialová a bývá na brýlích více viditelná než standardní antireflexní vrstva. [10]

4.2 Brýle vytvářející mikroklima

Výzkum, zabívající se abnormalitami očního povrchu u CVS, zkoumal skupinu lidí, kteří popisovali symptomy CVS, a kontrolní skupinu (bez symptomů CVS). Celkem 88,2 % symptomatických pacientů mělo dysfunkci meibonských žláz.

Technologie mikroprostředí vytvoří řízené mikroprostředí kolem povrchu oka, aby zablokovalo škodlivé prvky ze životního prostředí. Brýle, vytvářející kontrolované mikroprostředí, jsou vyrobeny z tónované silikonové gumy pro lékařské účely. Na rozdíl od konvenčních skel tyto brýle obklopují oko těsně pod obočí a nad lícní kostí. Tato poloha nabízí lepší ergonomické umístění a rozložení hmotnosti brýlí na obličeji, než konvenční umístění standardních obrub, kde je většina váhy naložena na nosní můstek.

Tyto brýle jsou speciálně navrženy pro zvýšení vlhkosti v okolí očí. Kryty také působí jako clona, která snižuje oslnění z nepřímých světelných zdrojů, jako jsou stropní světla nebo sluneční světlo. Tyto tónované silikonové formy jsou strategicky umístěny na brýlích, jenž jsou navrženy a konfigurovány speciálně pro pacienty trpící CVS. Prostory kolem rámečků speciálních skel, umožňují dostatek vzduchu kolem očí, pro lepší cirkulaci, dále redukuje alergeny v dosahu a chrání povrch oka.

Koncepce a technologie používané při navrhování a tvorbě mikroklimatických brýlí se zaměřují na uživatele počítače. Několik různých typů brýlových čoček, které řeší jiné problémy CVS, lze zabrousit do těchto obrub podle potřeb uživatele (tonovaná sklíčka, office čočky atd.). [10]

4.3 Kontaktní čočky

Kontaktní čočky obecně nejsou úplně vhodné pro lidi, kteří pracují s počítačem, ať už kvůli menší frekvenci mrkání nebo kvůli klimatizaci, jenž se v kancelářských prostorech často využívá. Výrobci kontaktních čoček se snáží přizbůsobit novým trendům a i oni přícházejí s produkty, které by měli být pro uživatele, jenž nechce brýle, konfrormější než běžné kontaktní čočky.

Například společnost CooperVision přichází s čočkou Biofinity Energys. Tato kontaktní čočka má vícečetné asférické křivky v přední ploše, které jsou rozvržené přes celou optickou zónu čočky. Tyto křivky rozdělují dioptrický účinek, tak že v centrální

části čočky mají vyšší plusovou hodnotu, čímž odlehčují akomodaci a zároveň nezhoršují vidění do dálky. Dále tato čočka disponuje technologií Aquaform, která váže vodu napříč celým materiálem čočky, čímž udržuje hydrataci při snížené frekvenci mrkání. [11]

4.3 Oční kapky

Jedna z nejjednodušších léčebných metod jsou oční kapky určené k odlehčení symptomů suchých očí v důsledku snížené frekvence mrkání. Mimořádná náhrada slz může pravidelně obnovovat slzný film, přispět k většímu objemu slz a udržování správné rovnováhy solí a kyselosti při práci na počítači. Je však důležité najít správný typ kapek.

Studie v Japonsku odhalila u většiny uživatelů nespokojenost s většinou medicínských očních kapek. Další studie naznačuje, že větší viskozita kapek může být přínosnější než solné roztoky. Přestože vyšší viskozita kapek nemá vliv na frekvenci mrkání, normalizují jeho interval a efektivněji změnšují nepohodlí oproti vyváženým solným roztokům. Nevýhoda těchto viskozních kapek je, že snišují celkovou ostrost zraku. [10]

4.4 Osvětlení

Správné osvětlení v prcovním prostředí umožní uživateli zlepšení vizuálního pohodlí a výkonu a umožní lepší odstranění zrakové únavy. Ideání je prostředí je takové, které má rovnoměrný jas v celém rozsahu vizuálního pole uživatele. Jestli je světlo zářivky v daném prostředí moc intenzivní a není možné světlo regulovat, je-li možnost, tak úpravou jasu přímo na daném zařízení nebo můžeme intenzitu světla snížit vyjmutím několika osvětlovacích trubek. Podobně by denní světlo, mělo být možné redukovat žaluziemi nebo případně tónováním oken. Pokud není možné intenzitu osvětlení regulovat zmíněnými postupy, je třeba přizpůsobit pracovní prostředí, tak aby osvětlení v místnosti bylo, co nejméně rušivé.

Daný typ osvětlení je důležítý. Podle studie zaměřené na vizuální kapacitu, která porovnávala různé druhy světelných zdrojů, jako je denní osvětlení, žárovky, luminiscenční lampy, sodíkové lampy a rtuťové oblouky, bylo zjištěno, že nejvhodnější,

kromě denního osvětlení, pro funkční kapacitu vizuálního analyzátoru jsou sodíkové lapmy. Bodová světla používající žárovky, které jsou teplejší (obsahují více červené složky světla). Jsou méně náročné na oči a také způsobují menší oslnění a svědění očí.

Filtry pro snížení oslnění nemusí odstranit astenopické potíže, ale mohou snížit oslnění a zlepšit kontrast obrazovky monitoru, to poskytuje efektivní prostředky k odstranění rušivých odlesků a zlepšení vizuálního pohodlí.

Jak již bylo řečeno, nejlepší je denní světlo, i když v specifičtějších typech pracoviště, je možno tento požadavek vypustit. Příkladem mohou být firmy, jenž pracují s fotosenzitivními materiály. Podle fygienické směrnice, by vzdálenost budov měla být polovina součtu obrysových výšek proti sobě stojících staveb, nejméně však 12 metrů. V praxi pak záleží na různých kritériích v závislosti na typu pracoviště, zároveň, by se měly brát v potaz i možné pozdější úpravy ve využití prostoru. [10]

4.5 Pravidelné přestávky

Výzkum ukázal, že při pravidelných přestávkách se efektivita práce obvykle zvyšuje a kompenzuje ztrátu času, zaviněnou právě přestávkou. Dále bylo zjištěno, že krátké a časté přestávky znižují pracovní diskomfort a zvyšují efektivitu ve srovnání s dříve zažitými přestávkami, které činily 15 minut ráno a 15 minut večer. Rychlé procházky po kanceláři zajišťují protažení napjatých svalů a jejich relaxaci.

Je dobré své oči pravidelně uvolňovat a o to jde při aplikování pravidla 20-20-20. Přibližně jednou za 20 minut si udělat přestávku, podívat se na 20 stop (tedy přibližně 6 metrů) vzdálený objekt a ten pozorovat 20 vteřin. Tím, že budeme střídat pohled do dálky a do blízka, oči procvičíme a díky častějšímu mrkání bude povrch oka lépe smáčen. [10]

5 ZÁVĚR

Úkolem této bakalářské práce bylo schromáždit informace o synromu únavy očí z digitálních zařízení a zdůraznit nejčastější potíže, chyby, kterých se lidé v tomto prostředí dopouštějí a návrh na různé varianty řešení této problematiky, nejen z prostředí optometrie.

Při hledání zdrojů, jsem zjistil, že v této oblasti, již bylo zpracováno několik studií a to hlavně v zemích, jako je USA, Japonsko, Velka Británie a jiné, kde se s digitálními přístroji pracuje, již delší dobu a je zde více lidí, kteří touto moderní nemocí trpí. Při rozvoji IT technologie, je zřejmé, že lidí, se syndromem únavy zraku z digitálních zařízení, bude stále přibývat. Proto by měli dbát na správnou ergonomii pracovního místa, neopomenout volbu optimální optické pomůcky pro korekci případné oční vady a řešit i ostatní faktory, které mohou ovlivnit pohodlí, při této činnosti. I tyto věci jsem do této bakalářské práce zarhnul.

Bylo by dobré, kdyby o této problematice bylo větší povědomí a dalo se tak předejít mnoha potížím, ještě dříve, než se objeví u uživatele. Naštěstí se tato informovanost, v prostředí České republiky, za poslední dobu, stále zlepšuje a již dnes je mnoho pracovišť, jenž s konkrétním problémem mohou pomoci.

Seznam užitých pramenů

[1] VRBÍK Petr. *Hygiena optického záření a osvětlování*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998. ISBN:80-7013-265-5

[2] GILBERTOVÁ, Sylva a MATOUŠEK, Oldřich. *Ergonomie Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN: 8024702266

[3] OSBORNE, Neville N.; NÚÑEZ-ÁLVAREZ, Claudia; DEL OLMO-AGUADO, Susana. The effect of visual blue light on mitochondrial function associated with retinal ganglions cells. *Experimental Eye Research*. 2014, 128, s. 8–14. doi 10.1016/j.exer.2014.08.012. ISSN 1096-0007.

[4] Eye cos Corporation. *Eye Strain – Asthenopia*. 2016. [online]. Dostupné z: http://www.eyecos.eu/en/eye-strain-asthenopia/

[5] RYTÍŘOVÁ, Jana. *Oči a počítač*. [Bakalářská práce]. Brno: Masarykova Univerzita v Brně, 2008. vedoucí práce: MUDr. Tomáš Jurečka.

[6] KORB, D. a kol. *The tear film, structure, function and clinical examination*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. ISBN 07-506-4196-7.

[7] Vyšetření slzného filmu [online]. Dostupné z: http://www. thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/Vysetreni_slzneho_filmu.pdf

[8] Break-up time test. 2018. [online]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Break-up_time_test

[9] PLUHÁČEK, František. Nestrabické a akomodační poruchy binokulárního vidění. [Studijní materiály]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

[10] BLEHM, Clayton, KHATTAK, Ashbala, SHRABANEE, Mitra a YEE, Richard W. Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of Ophtalmology*. 2005, 50(3), s. 253-262. doi:10.1016/j.survophthal.2005.02.008.

[11] CooperVision, Biofinity Energys. 2018. [online]. Dostupné z: https://coopervision.cz/kontaktni-cocky/biofinity-energys

[12] CHU, Christina, ROSENFIELD, Mark, PORTELLO, Joan K., BENZONI, Jaclyn A. a COLLIER, Juanita D. *A comparison of symptoms after viewing text on a computer screen and hardcopy*. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1475-1313.2010.00802.x

[13] YANG, N., TAI, C., SHEEDY, J. E., KINOSHITA, B., LAMPA M a KERN J. R. Comparative effect of lens care solutions on blink rate, ocular discomfort and visual performance. Ophthalmic Physiology Opt, 2012. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-1313.2012.00922.x

[14] LEEFLANF, Peter, VERHOEF. Peter C., DAHLSTRÖM, Peter a FREUNDT, Tjark. *Challenges and solutions for marketing in a digital era*. 2014. [online]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237313001576

[15] YEOW, P. T.; TAYLOR, S. P. Effects of short-term VDT usage on visual functions. *Optometry & Vision Science.* 1989. [online]. Dostupné z: http://europepmc.org/abstract/med/2771333

[16] BŘÍZOVÁ, Aneta. *Syndrom suchého oka*. [Bakalářská práce], Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. vedoucí práce: Mgr. Lenka Musilová DiS

[17] HAVELKOVÁ, Anna. Syndrom počítačového vidění příčiny, důsledky, možnosti řešení problémů. [Bakalářská práce]. Praha: České Vysoké Učení Technické v Praze, 2017. vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Novák Ph.D

[18] Mikroklima. 2017. [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Mikroklima

[19] PARIHAR, Jitendra K. S., a další. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). *Medical Journal Armed Forces India.* 2016, 72(3).

[20] O'HAGAN, J. B., KHAZOVA, M. a PRICE, L. L. A. Low-energy light bulbs, computers, tablets and the blue light hazard. *Eye.* 2016, 30, s. 230-233.

[21] LU, Andrew. Anti-Blue Light Screen Protector is made to Protect your eyes. *Shopper+*. [Online] 2014. https://blog.123ink.ca/2014/07/anti-blue-light-screen-protector-is-made-to-protect-your-eyes/.

[22] BENEŠ, Jiří, KYMPLOVÁ, Jaroslava a VÍTEK, František. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi.* Praha : Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.

[23] DANNHOFEROVÁ, Jana. *Velká kniha barev: Kompletní průvodce pro grafiky, fotografy a designéry.* Brno : Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3785-7.

[24] HLÁVKOVÁ, Jana. Zdraví a počítače. *Státní zdravotní ústav.* [Online] 2006. http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/zdravi-a-pocitace.

[25] NB, WorkSafe. *Office Ergonomics. Guidelines for preventing Musculoskeletal Injuries.* 2010.

[26] Prevention, Centers for Disease Control and. Computer Workstation Ergonomics. *CDC.* [Online] 2010. Dostupné z: http://ehs.uky.edu/docs/pdf/ohs_computer_workstation_ergonomics_cdc_0001.pdf.

[27] TSUBOTA, Kazuo a NAKAMORI, Katsu. Dry Eyes and Video Display Terminals. *The New England Journal of Medicine.* 1993, s. 584-585.

[28] GOWRISANKARAN, Sowjanya, SHEEDY, James a HAYES, John. Eyelid Squint Response to Asthenopia-Inducing Conditions. *Optometry and Vision Science.* 2007, 84(7), s. 611-619.

[29] PATEL, Sudi, HENDERSON, Ross M. a spol. Effect of visual display unit use on blink rate and tear stability. *Optometry and Vision Science.* 19911 68(11), stránky 888-892.

[30] VOKROJOVÁ, Magdaléna. Syndrom suchého oka aneb když běžná lubrikancia nestačí. *Solen.* [Online] 2016. http://www.ursapharm.sk/wp-content/uploads-sk/Vokrojov%C3%A1.pdf.

[31] ODEHNAL, Milan, FERROVÁ, Květoslava a MALEC, Jiří. Léčba suchého oka. Poruchy slzných žláz, slzného filmu a využití umělých slz v praxi. *Praktické lékárenství.* 2010, 6(3), s. 149-151.

[32] KUCHYŇKA, Pavel a kol. *Oční lékařství.* Praha : Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.

[33] MESSMER, Elisabeth M. The Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment of Dry Eye Disease. *Deutsches Ärzteblatt International.* 2015, 112(5), s. 71-82.

[34] EVANS, Katharine. Recommending dry eye treatments in community pharmacy. *The Pharmaceutical Journal.* [Online] 2016. https://www.pharmaceutical-journal.com/pharmacy-learning-centre/recommending-dry-eye-treatments-in-community-pharmacy/20201430.article. doi: 10.1211/PJ.2016.20201430.

[35] YEOW, P. T. a TAYLOR, S. P. The effects of long-term VDT usage on the nature and incidence of asthenopic symptoms. *Applied Ergonomics.* 1990, 21(4), s. 285-293.

[36] GUR, Serkan, RON, S. a HEICKLEN-KLEIN, Alice J. Objective evaluation of visual fatigue in VDU workers. *Occupational Medicine.* 1994, stránky 201-204.

[37] GRATTON, I., a další. Change in visual function and viewing distance during work with VDT's. *Ergonomics.* 1990, 33(12), stránky 1433-1441.

[38] BEHERA, Sharmistha, a další. Spasm of Accommodation: A Grave Concern in the Present Era of Electronic Gadgets. *International Journal of Scientific Research.* 2017, 6(7), stránky 49-50.

Seznam obrázků

Obrázek 1. Propustnost vysokoenergetických složek světla optickými prvky oka 3
Obrázek 2. Správné držení těla a umístění monitoru při práci na PC 5
Obrázek 3. Mechanismus vzniku syndromu suchého oka 12

Seznam tabulek

Tabulka 1. Klasifikace problémů spojených s užíváním digitálních zařízení 10
Tabulka 2. Normální hodnoty Fúzních rezerv 19