

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

ZRAKOVÁ HYGIENA

Bakalářská práce

VYPRACOVAL:

Lukáš Podola, DiS.

obor 5345R008 OPTOMETRIE

studijní rok 2019/2020

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Lenka Musilová, Ph.D., DiS.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Lenky Musilové, Ph.D., DiS., za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 27. 5. 2020

.....

Lukáš Podola, DiS.

Poděkování

Děkuji vedoucí své práce Mgr. Lence Musilové, Ph.D., DiS., za všechny odborné rady, které mi byly během psaní práce poskytnuty.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektů IGA PřF UP v Olomouci. č. IGA_PrF_2019_005 a IGA_PrF_2020_008.

OBSAH

ÚVOD	5
1 ZRAK A VLIV SVĚTLA NA ORGANIZMUS	6
1.1 Lidský zrak.....	6
1.2 Cirkadiální rytmus.....	7
1.2.1 Melatonin	8
1.2.2 Účinky melatoninu	9
1.3 Sezónní afektivní porucha.....	9
2 SVĚTELNÁ HYGIENA	10
2.1 Světelné zdroje	10
2.1.1 Sluneční světlo	11
2.1.2 Umělé světelné zdroje	11
2.1.3 Pro-kognitivní LED osvětlení	13
2.2 Displeje	14
2.2.1 Světelná hygiena sledování displejů	15
2.2.2 Displeje pro automobily	17
2.3 Nebezpečné záření	17
2.3.1 Ultrafialové záření.....	17
2.3.2 Viditelné záření	18
2.3.3 Infračervené záření.....	18
2.4 Světelná terapie	18
3 ERGONOMIE VIDĚNÍ	20
3.1 Pracovní doba a vzdálenost.....	20
3.2 Práce na elektronických zařízeních.....	22
3.3 Psychosenzorické působení barev.....	24
3.4 Zrak v dopravě	25
4 ZÁSADY ZRAKOVÉ HYGIENY	27
4.1 Brýle a kontaktní čočky	27
4.2 Oční jóga	28
4.3 Životospráva.....	31
4.4 Odborné profese pro zrakovou péči	33
ZÁVĚR	35
LITERATURA A ZDROJE	36
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	40

ÚVOD

Schopnost vnímání světla je pro náš život tak zásadní, že dnes už ani neuvažujeme, jak vznikla. Základy detekce světelného záření a následně jeho využití pochází od vzniku života na naší planetě. Život na Zemi se objevil před 3,7 miliardami let ve formě jednoduché buňky schopné replikace. Dnes existující cyanobakterie jsou přímými potomky těchto buněk. Sluneční světlo bylo a je hlavním zdrojem energie těchto buněk. Viditelné a téměř viditelné světlo z blízkosti ultrafialového záření, zasahující do ultračerveného záření, dodává potřebnou energii na podporu buněčného metabolismu a zároveň nepoškozuje buňku. Delší vlnové délky, jako jsou rádiové vlny, by neposkytly dostatek energie. Velmi krátké vlnové délky – rentgenové záření, paprsky gama vytváří volné radikály, které poškozují buňky. Cyanobakterie využily viditelné záření k výrobě buněčné energie. Tento proces následně zazelenal planetu, umožnil výrobu betakarotenu, který je nezbytný pro rodopsin a ten je důležitý pro sítnici oka. První známé oko bylo objeveno ve fosilních pozůstatcích u trilobita, tento starověký členovec žil před 600–550 milióny let, následovala Kambrická exploze, která nastartovala spoustu vývojových větví očí, které jsou dnes dominantním smyslovým mechanismem v počtu všech druhů živých tvorů, kteří na něj spoléhají.

Předchůdci člověka, primáti, pravděpodobně disponovali dichromatickým vnímáním. K trichromatickému došlo až před 40 milióny let z důvodu genetické chyby, která přinesla třetí pigment citlivý na dlouhé vlnové délky viditelného záření. Některé důkazy hovoří o tom, že trichromatické vnímání mělo za následek snížení schopnosti čichu, protože klade větší nároky na naše neurologické mechanismy, které signály vyhodnocují. To je další důkaz toho, že oko a další smyslové mechanismy dávají signál mozku a ne naopak. [1]

Vidění prošlo dlouhou evolucí. Nové vynálezy a technologie velmi rychle mění naše životy. Sluneční světlo nám nahrazují umělé zdroje a podsvícené plochy, jež můžeme využívat k nepřetržité práci bez ohledu na denní dobu a naše fyziologické potřeby. Zrak je jedním z nejdůležitějších pracovních nástrojů a jeho správné fungování je pro život zásadní. Bakalářská práce má za cíl popsat zrak v souvislostech se zdravím a jeho fungováním.

1 ZRAK A VLIV SVĚTLA NA ORGANIZMUS

Úvodní kapitola představuje lidský zrak a jeho fyziologickou, optickou stránku. Od popisu zraku je následně navázáno na vysvětlení vlivu světla na cirkadiální rytmus, význam melatoninu a vysvětlení sezonní deprese.

1.1 Lidský zrak

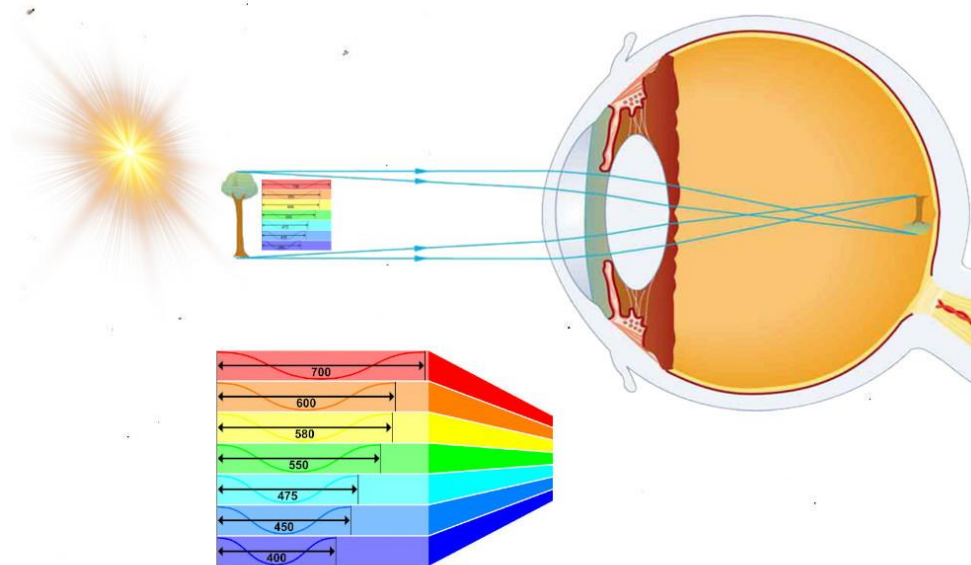
Z optické stránky je oko složeno z rohovky, přední komory, kterou vyplňuje komorová voda, čočky, sklivce a detektoru světla – sítnice. Každá tato oční struktura má svůj index lomu. Celková optická mohutnost oka je podle V. H. Helmholtze 66,6 dioptrií. Úlohu vstupní clony má zornice, která se nachází ve středu duhovky. Svůj průměr dokáže měnit podle množství dopadajícího světla od 2 mm v případě silného světla, do 8 mm v případě tmy. O zaostření na blízké předměty se stará čočka, která je upevněná na svalových vlákních a ty následně mění její tvar, proces se nazývá akomodace. Nejbližší bod, který je oko schopno ostře zobrazit na sítnici je označen jako blízký bod. Následně při pohledu do dálky dochází k uvolnění akomodace. Nejvzdálenější bod, který je oko schopno ostře zobrazit na sítnici, se nazývá vzdálený bod. Vlivem stárnutí dochází k úbytku schopnosti akomodovat, a to má za následek změny pracovních vzdáleností, popsáno v kapitole 3.1. [2]

V případech, kdy obrazové ohnisko předmětu oka bez akomodace leží na sítnici a daleký bod je v nekonečné vzdálenosti před okem, hovoříme o emetropii. V opačném případě, kdy bod neleží na sítnici, se jedná o ametropii. Dochází k tomu z důvodů nesprávné délky oka, nesprávným zakřivením optických ploch, nesprávným indexem lomu optických médií. V případě astigmatické ametropie se bod nezobrazí jako bod z důvodu odlišných vzdáleností ohnisek v různých mediánech. [3] Především výskyt myopie v populaci v současné době neustále narůstá. Předpokládá se, že v roce 2050 bude ve světové populaci 50 % krátkozrakých, v asijských zemích by měla míra dosáhnout 80–90 % u maturitních studentů. V souvislosti s nekorigovanou myopií byl odhad snížení globální produktivity o 244 miliard USD za rok 2015. Ve studii [4] zabývající se studiem myopie a pobytu venku u jedinců ve věkovém rozmezí 7–13 let se ukázalo výrazné zpomalení jejího nástupu, a to především u jedinců, kteří venku trávili v průměru 2 hodiny denně. Vědci se domnívají, že za to může vystavení slunečnímu záření, dochází ke snížené hladině dopaminu v sítnici, u které bylo

prokázáno, že může za axiální růst oka. Nebezpečí ohrožující naše zdraví dnes představuje nekorigovaná myopie v dopravě (viz kapitola 3.4). [4]

Po průchodu světla optickými médii se o jeho detekci starají fotocitlivé buňky na sítnici. Nízká intenzita světla (obloha hvězd) je zaznamenána tyčinkami. V případě vyšší intenzity (sluneční osvětlení) jsou aktivovány čípky. Tři druhy čípků nám poskytují barevné vidění za pomoci fotocitlivého barviva. Modré barvivo je aktivováno v intervalu spektra 400–500 nm, žluté v 450–630 nm, červené v 470–700 nm. Všechny signály jsou následně zpracovány mozkiem a vytvoří barevný obraz. [2]

Nedostatek světla má vliv na výskyt depresí, což je popsáno v kapitole 1.4. Podle světové zdravotnické organizace růst depresí napříč populací stále stoupá. V roce 2019 trpělo nějakou její formou 264 miliónů lidí na světě [5]. Deprese může být spojena také s porušením cirkadiálních rytmtů, viz kapitola 1.2.



Obr. 1 – Elektromagnetické vlny z vnějšího prostředí procházejí přes optická média a jsou zaznamenány na sítnici

1.2 Cirkadiální rytmus

V souladu s rotací Země a procesem střídání dne a noci se vyvinuly všechny formy života na Zemi. Střídání dne i noci je zároveň nejúčinnější časovač, který řídí biologické rytmy, ale nejedná se o jediný proces, kterým se řídí naše vnitřní hodiny. [6]

V 60. letech vědci Aschooffen a Wever [6] uzavřeli skupinu studentů do bunkrů bez kontaktu s venkovním okolím, bez informací o čase a bez přístupu slunečního světla. Studenti si zde mohli nastavit libovolně svůj denní režim. Na základě pozorování, kdy nejzřetelněji byla pozorována perioda spánku a bdění, bylo zjištěno, že i po několika týdnech studenti vykazovali svůj stejný časový rytmus, pouze délka spánku se po čase začala prodlužovat. Bylo zjištěno, že délka periody u lidské populace není přesně 24 hodin, ale vždy o několik minut delší nebo kratší. V průměru trvá 24 hodin a 8 minut, což se dnes nazývá *cirkadiální* rytmus (lat. *circa diem* = asi den). Časování našich vnitřních hodin (*circadian*) určuje náš chronotyp. Ranní typy mají rychlejší cirkadiální rytmus a jsou večer dříve unaveni. Večerní typy jsou večer aktivní, ale ráno mají tendenci spát déle. Většina populace je neutrální, kdy nemají výrazné ranní nebo večerní preference. Chronotyp je určen podle genetických faktorů. [6] V roce 2017 byla udělena Nobelova cena za popis genetických mechanismů fungování cirkadiálního rytmu. [7]

Umístění našich hlavních cirkadiálních hodin je v SCN (*suprachiasmatické jádro*), které se nachází v předním hypotalamu. Jedná se o centrum, které zodpovídá za většinu tělesných funkcí a udržuje je synchronizované v průběhu dne. Naše vnitřní hodiny jsou synchronizovány externími časovači, mezi ně patří: fyzická aktivita, příjem potravy, pracovní doba, čas, kdy se probouzíme a především pravidelné střídání dne a noci. [6]

1.2.1 Melatonin

Jedná se o důležitý hormon, v případě jeho nedostatku dochází k narušení cirkadiálního rytmu. Na přirozené nebo umělé světlo vstupující do očí reaguje *melanopsin*, který je v sítnicových gangliových buňkách, následně se přenáší signál do SCN. Světlem aktivované SCN zabrání produkci melatoninu. V opačném případě, a to v temnotě, se produkce melatoninu zvyšuje. [8]

V laboratorních podmínkách bylo prokázáno, že hladinu melatoninu sníží 1 lux monochromatického světla při vlnových délkách 440 nm až 460 nm (viz kapitola 2.3.2), působí jako hodnota 100 luxů celého viditelného světla (400–700 nm). Uvedené hodnoty zvyšují bdělost o 37–40 %. Z toho vyplývá, že vystavení světlu v nočních hodinách má za následek potlačení melatoninu a následně těžší usínání. [8]

1.2.2 Účinky melatoninu

Hormon tmy s nízkou toxidací a vysokou kompatibilitou je produkován epifýzou a moduluje lidské cirkadiální rytmy. Působí dále jako neuromodulátor, cytokin, modifikátor biologické odezvy a antioxidant. Bylo prokázáno, že muži, kteří pracovali nepravidelně v noci, měli vyšší riziko rakoviny plic z důvodu jeho nedostatku. Melatonin je experimentálně doloženým antikarcinogenem. Klinické studie prokázaly jeho pozitivní účinky při léčbě radioterapií a chemoterapií, kdy zvyšuje jejich účinnost a snižuje vedlejší účinky. [9]

1.3 Sezónní afektivní porucha

Jedná se o opakující se depresi, která je spojená s nedostatkem světla, obvykle začíná na podzim a končí na jaře. Sezónní afektivní porucha, známá pod označením SAD (*seasonal affective disorder*), postihuje 2–8 % celkové populace v Evropě. Depresivní období jedince má negativní dopad na jeho pracovní i sociální život. Vede ke zvýšené únavě, delší době spánku, chuti k jídlu často doprovázené zvýšením hmotnosti. V létě je jedinec bez depresivních příznaků. V prvním stádiu SAD je doporučena světelná terapie (viz kapitola 2.4). Další možnosti léčby jsou antidepressiva (agomelatin) melatonin, kognitivní behaviorální terapie nebo změna životního stylu, stravy. V současné době lékaři nemají mnoho pokynů pro prevenci. Německý pokyn pro klinickou praxi doporučuje v časech rizika zahájit právě terapii světlem, u které jedinci dle randomizované kontrolované studie psychoterapie mají 46 % recidivitu v následujících zimních měsících. [10]

2 SVĚTELNÁ HYGIENA

Kapitola popíše přírodní i umělé světelné zdroje. Zaměří se na vhodné zdroje pro naše pracovní prostředí, ale poukáže také na skryté nebezpečí záření na náš organismus. Dále se bude věnovat léčebným účinkům světla v případě sezónní deprese.

2.1 Světelné zdroje

K dobrým pracovním podmínkám nestačí pouze dobrý zrak. Vhodné světelné zdroje by měly pomáhat k menší zátěži zrakového aparátu a větší pohodě. Při stanovení optimálního osvětlení se vychází z normovaných vlastností zraku, protože každý jedinec má jinou citlivost k odlišným vlnovým délkám.

Světelný tok Φ popisuje množství světla vyzářeného zdrojem do okolí. Jednotkou je lumen (lm). **Intenzita osvětlení** a její jednotka *lux* (lx) udává světelný tok (1 lm) dopadající na plochu (1 m²). Lidský zrak vnímá rozsah od 0,00001 lx až po statisíce luxů. K zrakové pohodě nejvíce pomáhá rovnoměrné osvětlení, aby nedocházelo k námaze zraku při adaptaci vlivem různého osvětlení místa. **Teplota chromatičnosti** je stanovena absolutně černým tělesem, které je zahříváno na určitou teplotu a následně vydá záření v dané barvě. Teplota chromatičnosti je udávána v kelvinech (K). **Index podání barev R_a** se vyjadřuje na stupnici 0–100. Vyjadřuje hodnotu vnímání barev pod světelným zdrojem v porovnání s pevně stanoveným tepelným zářičem. U hodnoty 100 dochází k maximální shodě, v opačném případě u hodnoty 0 nemůžeme barvy rozlišit. [12]



Obr. 2 – Údaje uvedené na balení LED bodového zdroje

2.1.1 Sluneční světlo

Světlo ze slunce obsahuje plnohodnotné viditelné spektrum (Obr. 4). Jeho teplotní chromatičnost dosahuje během poledne 6 500 K. Denní světlo by se mělo využívat co nejvíce v interiérech, za použití čistých velkých oken s jemnými záclonami, aby nedocházelo ke stínění. Při pracovní činnosti by světlo mělo dopadat z levé strany, přes rameno shora u praváků, opačně je tomu u leváků. [11]



Obr. 3 – Využití denního světla při práci pro praváky

2.1.2 Umělé světelné zdroje

Jejich účelem je nahradit přirozené denní světlo v případech, kde je ho nedostatek. Výhodou moderních zdrojů je, že ho umí nahradit kvantitativně stejně. Velikost intenzity umělého světla stanovujeme podle požadavku na pracovní činnost

v souvislosti se zrakovým výkonem. Konkrétní hodnoty osvětlení (viz tabulka 1) určuje evropská norma CIE (Mezinárodní komise pro osvětlování). Podle tabulky lze soudit, že s rostoucími požadavky na výkon zraku narůstá i intenzita osvětlení. Ke zvýšení intenzity dochází i v prostředí s menším kontrastem. S přibývajícím věkem nad 40 let a s příchodem presbyopie dochází ke změně pracovních vzdáleností (viz kapitola 3.1) a také k větším nárokům na osvětlení. [12]

Tab. 1 – Doporučené rozsahy osvětlenosti podle CIE [13]

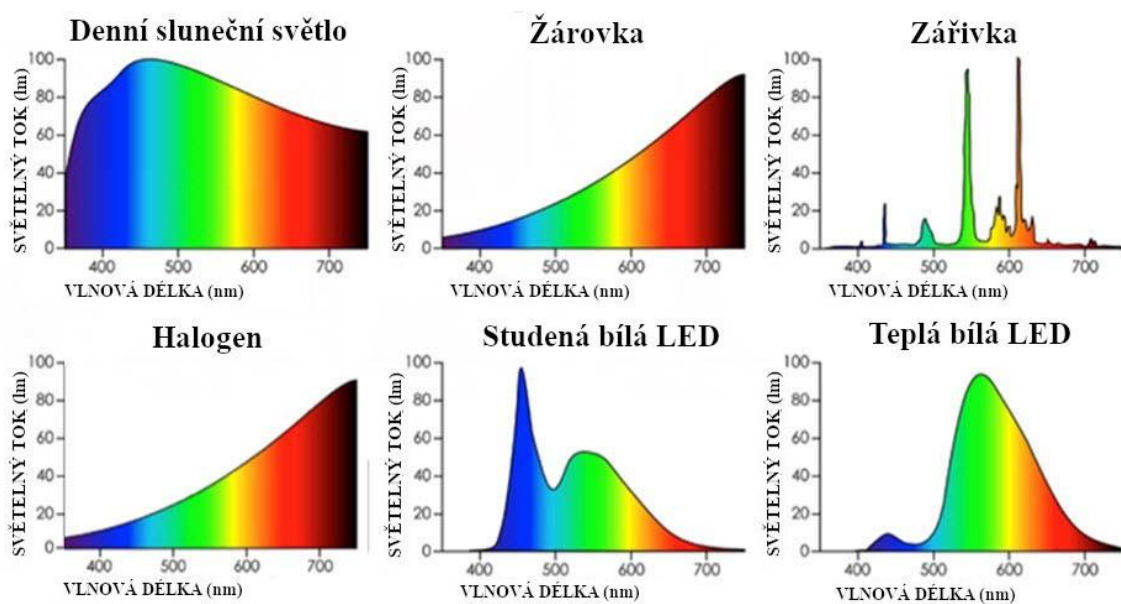
Intenzita osvětlení (lx)	Prostor, místo, druh činnosti
20–50	základní jednoduchá zraková orientace v prostředí
50–100	jednoduchá orientace, kratší doba jednoduché činnosti
100–200	prostory, které nejsou dlouhodobě užívány pro pracovní účely, prostory obytné a společenské
200–500	zraková místa pro jednodušší, běžné pracovní úkoly (kanceláře, školy)
500–1 000	zraková místa pro vizuálně náročnější déle trvající pracovní úkony
1 000–2 000	zvláště náročné zrakové úkoly
Více než 2 000	velmi náročné zrakové úkoly

Světelné zdroje můžeme rozdělit na teplotní, výbojové a polovodičové. Teplotní zdroje fungují na principu zahřívání kovu a ten je následně zdrojem záření. Jako příklad lze uvést **žárovku**, která má své výhody, především v jednoduché konstrukci, jednoduchosti napájení, okamžitém rozsvícení, stabilitě svícení během své životnosti a spojitosti vyzařovaného spektra (Obr. 4). Mezi její nevýhody patří malá životnost, především nízká úspora energie, protože většinu své energie promění na tepelné záření, pouze 5 % na světlo. [12]

Zářivky fungují na principu rtuťové výbojky, kdy dochází na stěnách zářivky k přeměně UV záření na viditelné světlo. Využívá se k tomu luminofor a jeho barva ovlivňuje vyzařované světelné spektrum, které je nespojitě (Obr. 4), využívá se toho u chovu zvířat, pěstování rostlin. Nevýhody zářivky jsou především v životnosti, která je ovlivněna počtem zapnutí, dlouhé době náběhu do plné svítivosti a teplotní závislosti na prostředí. Jako další příklad výbojek můžeme uvést **halogenidové** a **xenonové** výbojky. První jmenované se používají především v místech, kde je kladen velký důraz na kvalitní barevné zobrazení, například výstaviště, obchody. Xenonové výbojky najdeme především ve světlech automobilů a jejich vyzařované spektrum (Obr. 4) je

podobné tomu dennímu. V osvětlovací technice musí být chlazeny vzduchem, vodou a jejich životnost je v porovnání s ostatními zdroji krátká. [12]

LED světelné diody se v dnešní době ve velké míře používají v osvětlovací technice. Fungují na jiném principu než výše popsané zdroje. Při přechodu elektrického proudu polovodičem se vygeneruje světlo. Tato vlastnost má za následek vyzařování zdroje pouze v úzké části spektra, které lze popsat téměř jako monochromatické. Ke generování bílého světla (Obr. 4) využívá LED technologie dva způsoby. Při prvním dochází k mísení dvou, případně více monochromatických zdrojů s odlišnou vlnovou délkou, v souvislosti s vyšším počtem zdrojů dochází také k lepší kvalitě podání bílého světla. U druhého způsobu využívá konvektory, nejčastěji na fosforové bázi, které zachytí primární vyzařování v kratších vlnových délkách a následně jej znovu vyzaří v delších vlnových délkách ve žlutém světelném spektru. [12]

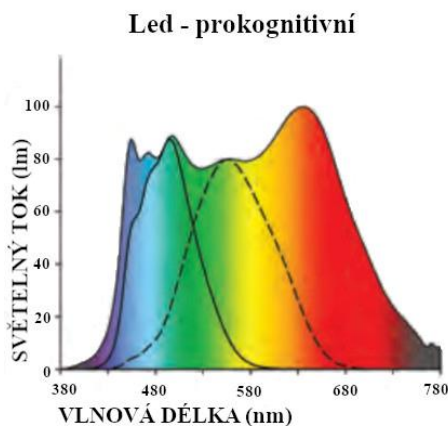


Obr. 4 – Srovnání světelného spektra různých světelných zdrojů [14]

2.1.3 Pro-kognitivní LED osvětlení

Jedná se o světelný zdroj, který je svou konstrukcí schopný vydávat plně viditelné (Obr. 5) spektrum s vysokými hodnotami osvětlení, které se co nejvíce přibližuje dennímu slunečnímu světlu. Ve vědeckém experimentu bylo v pražském Gymnáziu Na Pražačce do tříd nainstalováno uvedené *LED pro-kognitivní* osvětlení. Výsledky experimentu ukazují na zlepšení prospěchu u žáků vystavených vlivu tohoto

světla. Kognitivní testy také ukázaly na zlepšení krátkodobé paměti, v neposlední řadě byl snížen počet pozdních příchodů. [15]



Obr. 5 – Led pro-kognitivní osvětlení a jeho světelné spektrum [14]

2.2 Displeje

S rychlým rozvojem technologie zobrazení by se zařízení už neměla zaměřovat pouze na kvalitu obrazu, ale měla by především zajistit fotobiologickou bezpečnost, která zahrnuje především nebezpečí modrého světla a změny cirkadiálních rytmů (viz kapitola 1.2), které může vyvolat. [16]

Reprezentativní průzkum u 1 508 dospělých Američanů ukázal, že 90 % z nich používá podsvícené elektronické zařízení 1 hodinu před spankem. Tento fakt může mít negativní vliv na spánek, především u zařízení s největší intenzitou krátkých vlnových délek. V roce 2015 proběhla studie [17], kdy byla dvanácti mladým dospělým, v průměru 25 let, zapůjčena elektronická kniha (LE-eBook). Po dobu 14 dní byl zkoumán jejich spánek, únava a množství melatoninu. Jedinci, kteří se do studie zapojili, měli za úkol po dobu 5 po sobě jdoucích nocí číst LE-eBook při velmi tlumeném osvětlení v době 4 hodin před spaním. Následně měli to stejné provádět při stejných podmínkách s tištěnou knihou. Během studie byly odebírány vzorky krve ke stanovení koncentrace melatoninu v krevní plazmě. Dále byla monitorována doba nástupu spánku, účinnost spánku, čas v určité epizodě spánku. Účastníci hodnotili svou subjektivní ospalost pomocí počítačové stupnice. Výsledky při čtení LE-eBook ukazují na potlačení hladiny melatoninu, o 1,5 hodiny se prodloužil jeho nástup oproti tištěné knize, u které nedocházelo k žádnému potlačení. Došlo k prodloužení průměrné délky spánku o 10 minut vzhledem k tištěné knize. Za posun může pravděpodobně právě

oddálený nástup melatoninu a následné prodloužení cirkadiální fáze. Čtení z LE-eBook bylo spojeno s menší únavou ve večerních hodinách, ale následující ráno pocítovali respondenti mnohem větší únavu. Uživatelům trvalo mnohem déle dosáhnout stejného stavu bdělosti jako s tištěnou knihou.

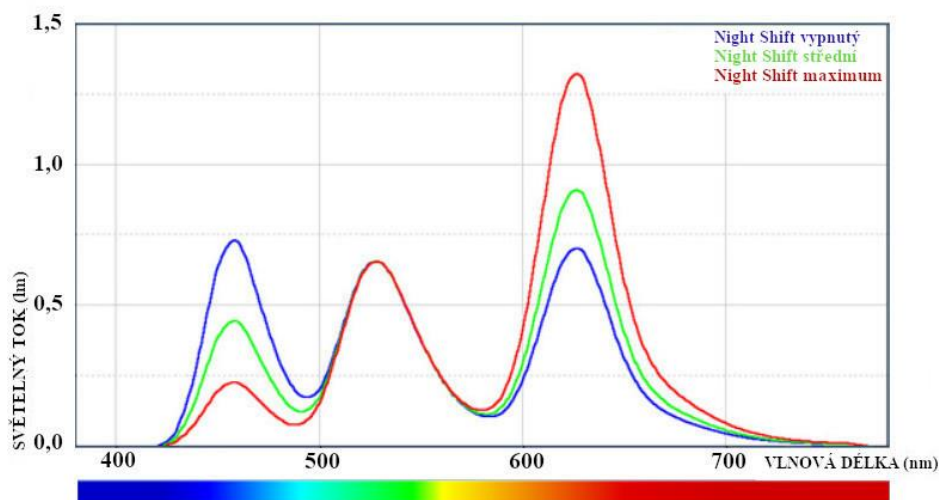
Mnoho podsvícených zařízení je obohaceno krátkou vlnovou délkou s maximem 452 nm v modré složce světla. U širokospektrálního světla dosahuje maxima v 612 nm. Další fakt, který je třeba zvážit, je použití zařízení ze vzdálenosti 30–45 cm, čím se sníží vystavení světla sítnici. Jedná se o delší vzdálenost, než může odpovídat skutečnosti. Především u použití menších zařízení má uživatel tendenci si je dávat blíže. Největší podíl používání technologií je u dětí a adolescentů (36 %), kdy průměrný dospívající tráví na zařízeních 7,5 hodin denně, a to v odpoledních, večerních hodinách. [17]

Další studie [16] prokázala, že LED podsvícení a její modrá složka světla v měřené vlnové délce 446–477 nm má větší vliv na porušení cirkadiálního rytmu mladých lidí, a to zejména u uživatelů mladších 40 let.

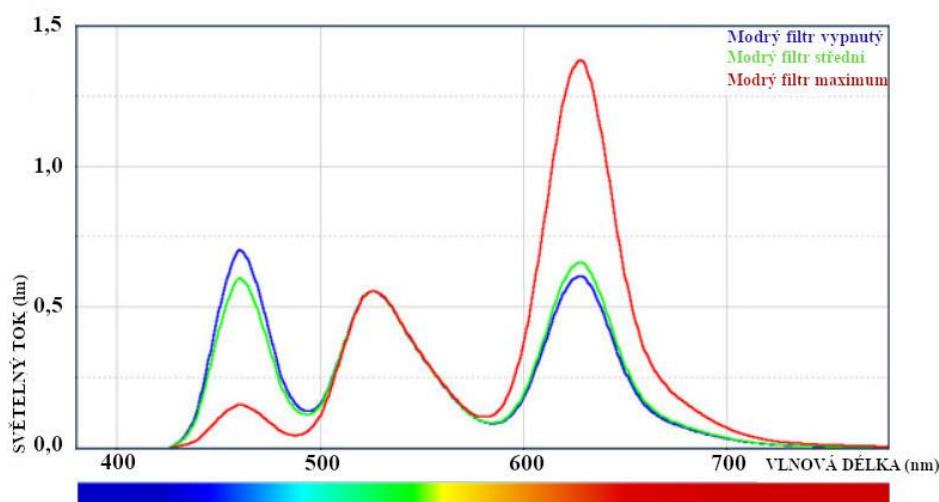
2.2.1 Světelná hygiena sledování displejů

Z výše uvedených studií vyplývá, že sledování displejů před spaním s největší intenzitou v modré složce viditelného záření může prodloužit dobu usínání o 1,5 hodiny. Proto se nabízí pro dobu před usínáním vynechat jejich použití. Vliv působení modrého světla mohou také omezit červené brýle s velkou optickou hloubkou, bohužel takové brýle mají za následek nekomfortní zrakové podmínky.

Jako elegantní způsob omezení výstupu modrého světla ze zařízení je úprava jeho softwaru, které změní spektrální rozložení barev. První společností, která takové řešení vyvinula, byla společnost f.lux v roce 2009. Aplikace je zdarma dostupná pro Windows, Linux, Android. Společnost Apple také poukazuje na problém sledování displejů v noci a nabízí své vlastní řešení pomocí předinstalované aplikace Apple's Night Shift (Obr. 6). Další doporučení, která lze aplikovat, jsou: sledování zařízení z co největší vzdálenosti, snížení jasu obrazovek, převedení textu na černé pozadí, omezení tak intenzity vyzařování. Současné nejnovější mobilní zařízení se snaží na problém reagovat zlepšením technologie displejů a jejich nočních režimů. [18]



Obr. 6 – Světelné spektrum v závislosti na nastavení displeje u mobilního telefonu Apple iPhone X [18]



Obr. 7 – Světelné spektrum v závislosti na nastavení displeje u mobilního telefonu Samsung S10 [18]

Na displejích bychom během dne měli dávat přednost negativnímu kontrastu (Obr. 8). Jedná se o použití černých znaků na světlém podkladě. Obrazovka by měla být vždy co nejplošší. Velikost znaků by měla být 2,6–3,6 mm. Pracovní plocha by měla být osvětlena vždy rovnoměrně. Rozhodující pro lepší čitelnost je především kontrast jasů. Doporučené jsou tedy barvy s velkými rozdíly jasů (černobílá – modrožlutá). V nočních hodinách můžeme naopak využít pozitivního kontrastu (bílé znaky na černém podkladě) ke snížení množství dopadajícího světla do očí. [18]



Obr. 8 – Rozdíl mezi negativním a pozitivním kontrastem

2.2.2 Displeje pro automobily

Účinků *modrých displejů* se dnes naplno využívá v automobilech a pilotních kabinách. Zařízení zlepšují bdělost, mají za úkol snížit pravděpodobnost únavy a zamezovat následnému usnutí za volantem. Většina automobilek instaluje dnes modré displeje do přístrojových desek, které se nachází přímo v zorném poli řidiče. Vzhledem k vyšší nehodovosti (viz kapitola 3.4) za snížené viditelnosti a v noci by měly poskytnout zvýšení bezpečnosti. [18]

2.3 Nebezpečné záření

Každá tkáň na povrchu našeho těla část optického záření odrazí, část pronikne nebo je absorbována. Náš zrak disponuje dvojitou ochranou proti nebezpečnému záření. První ochranná zóna je tvořena čočkou, která pohlcuje UV složky ze slunce. Druhou zónu tvoří sklivce, který pohlcuje infračervené záření, které se přemění na teplo a následně je odvedeno krevním systémem oka. Největší riziko pro nás tedy představují zdroje s množstvím energie, které mají potenciál poškodit naši tkáň. [12]

2.3.1 Ultrafialové záření

Se schopností pronikání jednotlivých vlnových délek do kůže se projevují nepříznivé účinky ultrafialového záření. Záření UV-C s vlnovou délkou 200–280 nm by se nemělo v umělých zdrojích používat. Při průniku do kůže vyvolá mutaci chromozomů, která vede k rychlému růstu buněk, a to vede k tvorbě nádorů. Záření s označením UV-B (280–320 nm) kromě tvorby vitamínu D vyvolává na naší kůži zánětlivé procesy, tělo zareaguje vytvořením ochranného pigmentu melaninu, který se projeví druhý den zhnědnutím kůže. Proces může vést také k vytváření zhoubných útvarů na kůži. Záření UV-A (320–400 nm) posiluje imunitu kůže a má pozitivní vliv

při léčení některých chorob. Abnormální imunitní reakce mohou spustit některé rakovinotvorné procesy.

Sněžná slepota, případně elektrická oftalmie jsou příkladem poškození zraku UV zářením, které způsobí poškození epitelu na rohovce. Nejprve je člověk několik hodin bez příznaků a až následně dochází k slzení, které je způsobeno značnými bolestmi, pocitem cizího tělesa v oku. K poškození dochází při pohledu na jasné sněžné plochy, případně vodní plochy, od kterých se paprsky slunce odráží do očí. Dále k tomu dochází u svářečů při svařování elektrickým obloukem bez ochrany zraku. Při léčbě jsou doporučené studené obklady, pobyt ve tmě, případně může lékař předepsat anestetika, krycí mast s antibiotiky na rohovku. [19; 12]

2.3.2 Viditelné záření

Z hlediska energie působí záření nejvíce na sítnici, která ho přijme nejvíce. Potenciálně nebezpečné zde tedy mohou být umělé zdroje v modrém pásmu 435–440 nm, jedná se o vlnovou délku, která je blízko UV-A záření. S tím souvisí déle trvající pohled do slunce, který nám může poškodit zrak, proto jsme před ním chráněni oslněním. Jednoznačně největší riziko představuje viditelné koherentní záření, které se používá u laserů. Působení velké energie, kterou zařízení přenáší, umocňuje zaostření čočky na malý bod, a to následně může vyvolat popálení sítnice. Koherentní paprsky v červeném pásmu mohou způsobit popálení i na kůži a některých vnitřních orgánech. [12]

2.3.3 Infračervené záření

Vzhledem ke své energii představuje největší riziko pro sítnici záření IR-A (780–1 700 nm). Při záření v pásmech IR-B (1 700–3 000 nm) a IR-C (3 000–10 000 nm) může dojít k popálení rohovky, která záření absorbuje. Nebezpečí je, že k poškození zraku dochází bez varování. Příkladem je žárovková katarakta, která vzniká při dlouhodobém vystavení záření 0,08 až 0,4 W*m⁻². [12]

2.4 Světelná terapie

Terapie jasným světlem – BLT (*Bright Light Therapy*), která zahrnuje celé viditelné spektrum, je zavedena jako léčba pro sezónní afektivní poruchu (viz kapitola

1.4). Už od roku 1980 značný počet studií [20] dokazuje význam BLT při léčbě sezónních poruch nálad. Jedná se o nefarmakologický přístup léčby a jeho pozitivní účinky jsou pozorovány také při poruchách spánku, bulimii, neurózách, poruchách pozornosti. Standardním požadavkem pro léčbu je fluorescenční světelný zdroj s jasným světlem celého viditelného spektra v intenzitě 5 000–10 000 lx, kterých dosahuje na úrovni očí při vzdálenosti 60–80 cm od zdroje. Oči nemusí být fixovány přímo do zdroje, ale světlo se s nimi setká v úhlu 30–60°.

Léčba se provádí nejčastěji po dobu 30 minut při intenzitě 10 000 luxů. Z důvodu malé účinnosti se může aplikovat dvojitá dávka v podobě aplikace ráno a večer. Vedlejší účinky terapie jsou vzácné, ale mohou se vyskytnout ve formě bolesti hlavy, očí, poruch spánku při pozdní večerní aplikaci. Přestože nebyly u lidí pozorovány důkazy o degeneraci sítnice z důvodu dlouhodobého vystavení světlu, doporučuje se pacientům s poškozením sítnice obrátit na svého očního lékaře před zahájením léčby. V každém případě je důležité se vyhnout UV záření, které by mohl nevhodný zdroj vyzařovat. [20]

3 ERGONOMIE VIDĚNÍ

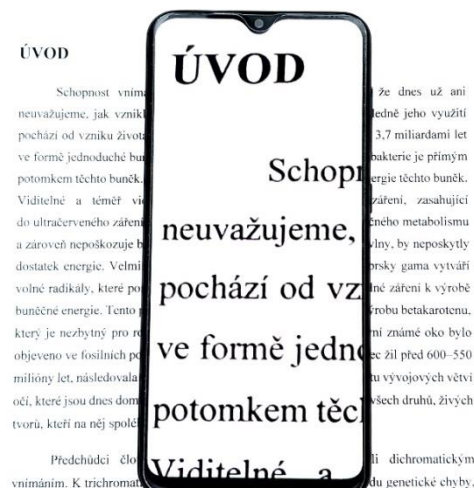
Ke komfortnímu vidění je nezbytná jeho ergonomie. Kapitola je zaměřena na pracovní místo, pracovní vzdálenosti, u kterých dochází s věkem ke změnám. Psychosenzorické vnímání barev popíše jejich působení na člověka. Poslední podkapitola bude zaměřena na zrak v dopravě.

3.1 Pracovní doba a vzdálenost

Pracovní doba je v české legislativě upravena zákonem č. 262/2006 Sb. Noční pracovní doba je zde stanovena mezi 22:00 až 6:00 hodinou. Pro práci v noci je také potřeba, aby byl zaměstnanec vyšetřen poskytovatelem pracovně lékařských služeb. Délka pracovní směny nesmí přesáhnout 12 hodin, u zaměstnanců mladších 18 let 8 hodin. Kromě některých výjimek musí doba odpočinku mezi směnami činit alespoň 11 hodin. Zaměstnavatel musí zaměstnanci poskytnout 30 minutovou pauzu po 6 hodinách práce, pauzu lze také rozdělit do několika částí, ale vždy jedna část musí být alespoň 15minutová. Přestávky se nesmí poskytovat na začátku a ani na konci pracovní doby a nejsou do ní ani počítány. Pouze v případě bezpečnostních přestávek je přestávka do pracovní doby započítána. Ačkoliv je zákon rozepsán velmi podrobně, neuvádí žádná pravidla v souvislosti s namáhavou prací pro oči. Pomoc předcházet očnímu stresu může pravidlo 20/20/20, kdy bychom se měli vždy po 20 minutách zadívat na objekt vzdálený 20 stop (6 metrů) po dobu 20 vteřin. Nejlépe k tomu poslouží pohled z okna na vzdálený objekt. Za zmínku stojí také využití oční jógy (kapitola 4.2) při přestávkách. [21]

Konvenční zraková vzdálenost pro emetropické oko je 25 cm. Ke zhoršené schopnosti zaostřovat na blízké vzdálenosti dochází s přibývajícím věkem vlivem stárnutí čočky. V čočce postupně dochází ke změnám indexu lomu a jejímu tuhnutí. Nejsilnější akomodační schopnost má oko kolem 8 let v rozsahu 14,0 dioptrií a jeho blízký bod leží ve vzdálenosti 7 cm, následně ztrácí svoji schopnost každé 4 roky o jednu dioptrii. Nejrychleji se začne akomodační schopnost ztrácet ve 40–48 letech, kdy se sníží z 6 dioptrií až na 3 dioptrie. V 50 letech poklesne naše akomodace na 2,5 dioptrie a blízký bod se přesune do vzdálenosti 40 cm. Po 60. roce života je naše zbytková akomodace mezi 0,5–1,5 dioptriemi. Na práci na blízkou vzdálenost 25 cm oko vynaloží akomodační úsilí +4 dioptrie, v případě poklesu pod tuto hranici dochází

ke stavu, který označujeme presbyopie. Z uvedených skutečností vyplývá, že s ubýváním akomodace oka dochází také k prodlužování vzdálenosti, na kterou je schopno oko zaostřit na blízko. [19] Ke zkrácení pracovní vzdálenosti, která je vlivem presbyopie prodloužena, můžeme využít kromě brýlí další kompenzační pomůcky: např. čtecí lupy, digitální lupy, případně zvětšení textu na samotném zařízení. Možnost zvětšení textu u dnešních mobilních telefonů může pomoci ke komfortnějšímu čtení a zkrácení vzdálenosti, která je prodlužována vlivem presbyopie (viz Obr. 9).



Obr. 9 – Možnost zvětšení textu u mobilních telefonů

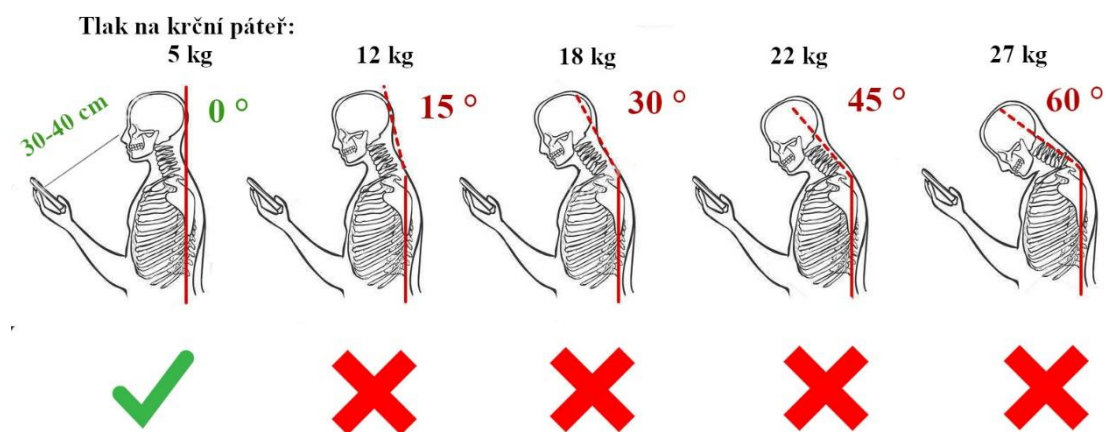
Při práci zblízka (např. při čtení) bychom měli dodržovat jisté zásady, které jsou z hlediska ergonomie držení těla stejné jako při práci na elektronických zařízeních (viz kapitola 3.2). Kniha by měla být umístěna ve vzdálenosti 30–40 cm a rovnoměrně osvětlena (viz kapitola 2). Důraz klademe na narovnání krční páteře, s tím nám může pomoci naklonění knihy za pomoci stojanu. Při použití čtecího stojanu dochází k 0° náklonu krční páteře, a to má za následek její správné prokrvení (Obr. 10).



Obr. 10 – Použití čtecího stojanu

3.2 Práce na elektronických zařízeních

V současné době je na světě 3,4 miliard **smartphonů**. Dospělí lidé na nich tráví v průměru 2–4 hodiny denně, a to představuje z pohledu ergonomie 700–1 400 hodin ročně [46] nadměrného stresu především pro krční páteř. Podle studie jsou nejčastěji hlášeny bolesti ramen a krční páteře. Telefon bychom tedy měli vždy držet 30–40 cm od očí v takovém úhlu, který umožní narovnat páteř. Demonstraci vidíme na Obr. 11, kde je na prvním obrázku zleva zobrazeno správné použití. Ostatní obrázky ukazují přetížení krční páteře při nevhodném náklonu. Dále se doporučuje také celkově omezit dobu jeho použití a například při psaní využívat hlasové funkce, které zkrátí zmíněnou dobu. [42]



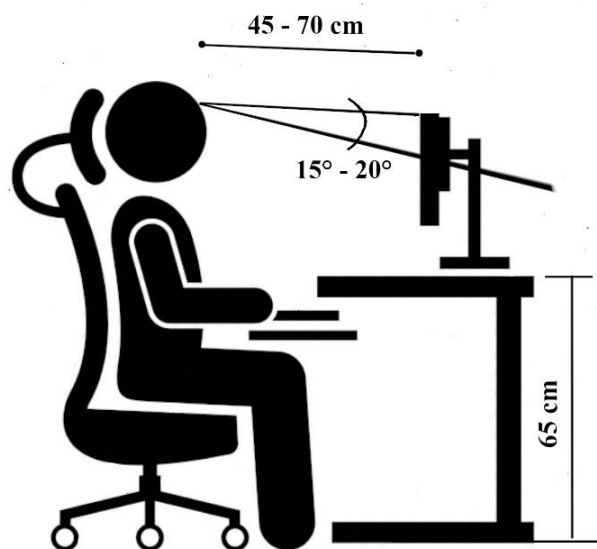
Obr. 11 – Ergonomie použití smart zařízení

V kancelářích se k práci nejvíce využívá **počítač**. Nepřetržité používání tohoto nástroje vede k problému se zrakem, který se nazývá syndrom počítačového vidění (*Computer vision syndrome* – CVS), ten dnes postihuje 70 % uživatelů. [22] Celosvětově se jedná o jeden z hlavních problémů veřejného zdraví, který snižuje produktivitu práce, zvyšuje množství chyb a snižuje spokojenost v práci. Celosvětově tento problém postihuje 60 miliónů uživatelů počítačů, ke kterým se každý rok přidá 1 milión nových případů. Americká optometrická asociace popsala CVS jako komplex zrakových problémů, vyskytujících se při práci na počítači v souvislosti s prací na krátkou vzdálenost a vlastnostmi digitální obrazovky. Mezi příznaky syndromu počítačového vidění patří: suché, podrážděné oči, oční únava, rozmazané vidění, červené oči, dvojité vidění, problémy se zaostřováním, astenopické potíže, případně

změny vnímání barev. Rizikovými faktory ovlivňující rozvoj CVS jsou označovány především dlouhá doba používání počítače, špatné osvětlení, oslnění, jas obrazovky (viz kapitola 2.2), nesprávné nastavení výšky a vzdálenosti pracovní plochy s počítačem (Obr. 9). [22]

Monitor bychom měli umístit do vzdálenosti 45–70 cm. Střední část monitoru by měla být v úhlu 15° – 20° pod horizontální osou očí. Postavení obrazovky počítače by mělo být vždy takové, aby umožnilo narovnat krční páteř. [19]

Při práci na počítači bychom měli dbát také na správné držení těla. Nohy by měly být položeny na podlaze, lýtko se stehnem by mělo svírat úhel 90° . Záda společně s krční páteří by měly být napříměné. Lokty by měly být umístěny v takové výšce, jakou disponuje stůl. Předloktí a nadloktí by mělo svírat úhel 90° . [40]



Obr. 12 – Správné nastavení vzdáleností při práci na počítači

Dlouhodobá práce může vést k přetížení krční páteře, proto je vhodné využít několik cviků k jejímu protažení. Několik konkrétních vidíme na obr. 13, cvik vlevo naznačuje úklony hlavou na strany, následují předklony a záklony, poslední cvik simuluje krouživý pohyb hlavou, tím dojde k uvolnění krčního svalstva a krčních obratlů. [41]



Obr. 13 – Protažení přetížených krčních obratlů

3.3 Psychosenzorické působení barev

Barvy můžeme vymežit ze tří hledisek: psychofyzikálního, fyzikálního a psychosenzorického. Psychosenzorické hledisko vyjadřuje schopnost podnětu vyvolat barevný vjem. Fyzikální hledisko udává objektivní popis barev, je charakterizováno spektrálním složením. Psychosenzorické vnímání odpovídá za subjektivní vnímání barev a na jeho základě se barvám přiřazují přídavná jména, jako je červená, zelená, modrá. Nejvíce informací přijímáme zrakem a jsou to právě subjektivní vjemy, které často rozhodují o našem vnímání prostředí, výběru potravin, nákupu.

Už oči našich předků pomáhaly rozeznávat odstíny barev, které využívaly k rozpoznání zralých plodů od nezralých. Z pohledu fyziologické funkce očí je třeba si uvědomit, že všichni jedinci nevidí barvy stejně, a především ženy mohou být k jejich odstínům vnímavější. O faktu, že lidé nevidí barvy stejně, hovoří i prokazatelné poruchy barvocitu, kdy lidé nejsou schopni rozeznat i některé základní odstíny. Mnoho dnešních studií se zabývá vnímáním barev a pocitů, které v nás vyvolají, a to především z marketingových důvodů.

Barva je tedy subjektivní záležitostí, často je spojená s našimi zkušenostmi a významem, který dané barvě přiřadíme. Dnes se až 85 % nakupujících [23] rozhoduje při koupi produktu na základě barvy. Společnost Apple využila asociace černé barvy s luxusem a exkluzivitou, a přestože je černá barva v Indii spojena především se smrtí, je zde také symbolem nadvlády. Vnímání barev se liší napříč kulturami. Fialová je v Evropě spojena s mocí, ale v Číně znamená přílišné výdaje. Bílá barva znamená čistotu v USA, ale v Japonsku a Číně je tato barva spojena se smrtí a smutkem. V USA je modrá barva spojena s důvěrou a autoritou, proto je nejčastěji používaná v reklamách. V Japonsku naopak modrá představuje nemorálnost nebo zradu, což nejsou vlastnosti,

keré by podniky chtěly sdělit zákazníkům. Barvy vylepšují také účinky placebo. Příkladem mohou být červené a oranžové tabletky, které se často používají jako stimulanty. Při výběru produktu bychom měli tedy zvážit, jestli nejsme příliš ovlivněni jeho barvou, případně obalem.

Pro interiéry bychom si měli vybírat příjemné barvy světlejších odstínů z důvodu prosvětlení, bez výrazných barevných kontrastů, které by snižovaly pozornost. Výrazné barevné kontrasty lze naopak použít v místech, v kterých chceme na něco upozornit, např. k oddělení místností, při upozornění na nášlapné hrany. [23; 24]

3.4 Zrak v dopravě

V roce 2016 [25] bylo v České republice registrováno přes 6 000 000 řidičů, kteří způsobili 98 864 dopravních nehod, při nichž zemřelo 545 osob. Za snížené viditelnosti došlo celkově k 114 smrtelným nehodám. Počet dopravních nehod způsobených nesprávnou zrakovou funkcí, jejímž důsledkem může být nepozornost, není evidován. Podle orientačního měření zraku u dospělé populace v letech 2011–2014 bylo zjištěno, že přibližně 20 % řidičů má oční vadu, o které neví, a nekompenzují ji správnou korekční pomůckou. Řidič se správnou zrakovou funkcí a při dobré viditelnosti dokáže chodce rozpoznat na 200 m. V případě snížení zrakové ostrosti o -0,75 dioptrií je vzdálenost poloviční (100 m), u -2 dioptrií je vzdálenost pouhých 20 m. Zrak se v průběhu života mění, a proto většina odborníků doporučuje kontrolu každé dva roky. [25]

O způsobilosti řízení motorového vozidla vydá potvrzení a rozhodne po posouzení zdravotního stavu praktický lékař, případně lékař pro děti a dorost. Dospělí neprofesionální řidiči nad 65 let jsou povinni žádat o potvrzení každé 2 roky. U řidičů profesionálů povinnost nastává vždy při žádání o nový pracovní poměr, následně každé 2 roky a po 50. roce života každý rok. V případě nejasností ohledně zdravotního stavu praktický lékař odkáže pacienta na odborné pracoviště, které vydá po zhodnocení zdravotního stavu zprávu. V nejasnostech ohledně správného fungování zrakových funkcí rozhoduje oftalmolog. Do 1. skupiny patří řidiči s řídičským oprávněním A, B, B + E, AM motorových vozidel. Zraková ostrost pro řidiče skupiny 1 nesmí být nižší než 0,5, a to i za použití korekčních pomůcek. Všechny ostatní požadavky pro zrakové funkce jsou popsány vyhláškou č. 275/2015 Sb. Samotné

vozidlo musí splňovat také některé požadavky, aby nedocházelo k omezení výhledu, případě rozptylu pozornosti při řízení. Podle vyhlášky č. 341/2002 Sb. se za závadu na vozidle považuje zjevná propustnost předního skla, která je nižší než 75 % a 70 % u bočního. Dále vozidlo nesmí mít větší poškození předního skla ve stírané ploše, tj. větší než 20 mm. Podle další vyhlášky č. 341/2014 Sb. v zorném poli řidiče nesmí být umístěny žádné předměty, které by zamezovaly jeho výhledu s výjimkou schválených označení s účelem umístění na přední sklo. Příkladem mohou být dálniční známky. [26]

4 ZÁSADY ZRAKOVÉ HYGIENY

Tato poslední kapitola popisuje některá doporučení, která lze aplikovat přímo na funkci a ochranu zraku, dále jsou popsána cvičení na uvolnění očního stresu. Podkapitola o životosprávě rozebírá toxické látky, ale také látky, které mají potenciál chránit oči před nemocemi a jejich poškozením. Poslední část je věnována specializovaným profesím pečujícím o zrak.

4.1 Brýle a kontaktní čočky

Brýle slouží především ke korekci zrakové vady, zlepšení jasu a kontrastu, jsou také důležité pro ochranu zraku před zářením a mechanickým poškozením. Zjednodušeně můžeme brýle sloužící ke korekci rozdělit na brýle do dálky, blízka, bifokální a multifokální. Účelem všech brýlí je promítnout ostrý obraz na sítnici z konkrétní vzdálenosti. Pracovní činnost a vzdálenost, na kterou je vykonávána, hraje důležitou roli při výběru. Vidění lze zlepšit (případně ochránit) za pomoci materiálu brýlových čoček, povrchových úprav a filtrů. V současné době mezi nejznámější patří filtr modrého světla. Jeho významem a účinností se zabývala studie. Do studie [27] bylo zařazeno 5 brýlových čoček od různých výrobců. Výsledky ukázaly, že modrý filtr dokáže účinně blokovat potenciálně škodlivé paprsky UV-A a UV-B (viz kapitola 2.3) a také paprsky blízké UV (380–400 nm) záření, kdy propustí pouze 0,12 % záření. Viditelnost světla v 400–780 nm byla stále vysoká 86,1–93,2 %. Fototoxicitu modré filtry snížily o 10,6–26,6 %, ale tomu také obětovaly 2,4–7,5 % citlivosti na světlo v tmavém prostředí, a tím snížily účinnost potlačení melatoniny o 5,8–15 %. Z toho důvodu byly následně dvě čočky vybrány ke klinické studii zkoumající vliv na spánek, jeho kvalita ale nebyla při použití čoček ovlivněna. Dnes je na trhu spousta filtrů, kterými lze dosáhnout změn jasu a kontrastu, a tím snížit zrakovou únavu, případně zlepšit své vnímání při sportu, za volantem a dalších činnostech. [27]

Kontaktní čočky jsou v přímém kontaktu s rohovkou a slzným filmem oka. Snahou všech výrobců je vyrábět čočky, které se co nejvíce přizpůsobí optickým a fyziologickým vlastnostem oka. Z optického hlediska index lomu čočky by měl být blízký indexu slzného filmu, aby došlo k nejmenšímu množství lomů a odrazů. Materiál kontaktní čočky musí také propustit minimálně 85 % světla. Z fyziologického hlediska je pro rohovku důležitá propustnost čočky pro kyslík, která se u měkkých kontaktních

čoček uvádí 38–80 %. Všechny uvedené hodnoty se u měkkých kontaktních čoček mění v závislosti na hydrataci, dehydrataci materiálu. Tvarově a opticky stále jsou tvrdé kontaktní čočky. Tvrdá čočka vyrobená z materiálu PMMA propustí až 92 % světla. K zásobení rohovky kyslíkem dohází při cirkulaci slz pod čočkou, která je způsobena tlakem při mrknutí. Jejich malá velikost, při které je 40 % rohovky čočkou nepokryto, také pomáhá k dobré absorpci kyslíku. Využití kontaktních čoček je optické, diagnostické, terapeutické, kosmetické, preventivní. Při manipulaci s kontaktními čočkami je důležitá hygiena, aby nedošlo k zavlečení infekce do očí, případně jejich mechanickému poškození. Za správný výběr a aplikaci kontaktní čočky odpovídá oftalmolog, optometrista (viz kapitola 4.4). Důležité jsou i následné kontroly u uvedených odborníků. [28]

4.2 Oční jóga

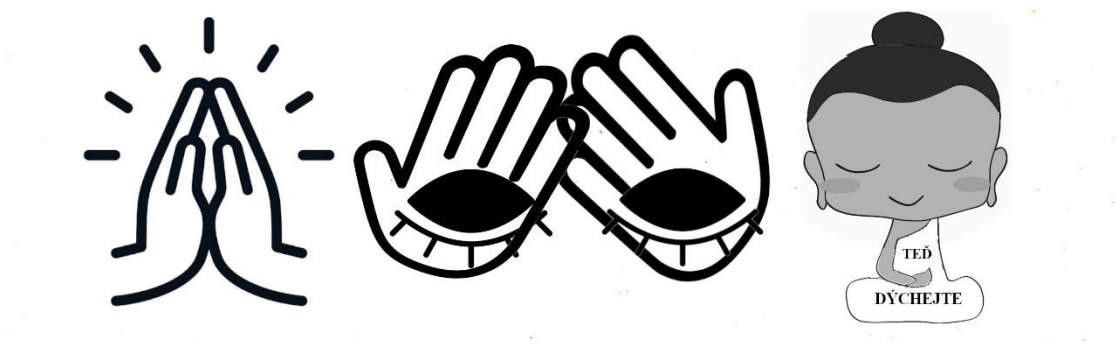
Jóga je starověká indická věda. Dělí se do několika odvětví, která mají své specifické postupy a metody. Jóga je ve své podstatě jedinečná. Zahrnuje fyzické i duševní cvičení, a to vede k uvolnění těla i klidnější mysli. V době zaměřené především na výkon může její účinky využít každý. Spousta vrcholových sportovců ji zařazuje do svého tréninku k uvolnění svalů, ale také jim pomáhá celkově snížit stres před důležitým sportovním výkonem. Díky tomu se mohou lépe soustředit a více energie věnovat svému výkonu. Praktikují například dechová cvičení, která mají své opodstatnění. V případě stresové situace tělo zareaguje zvýšením tepové frekvence, zvýšením krevního tlaku, uvolňováním potu a také zrychlením dechu. A je to právě dech, který dokážeme vědomými hlubokými nádechy a výdechy zpomalit, a to vede následně ke snížení tepu, krevního tlaku, pocení a pocitu menšího vnitřního napětí. Stejně postupy využívají například lékaři při operacích v případě nečekaných situací.

Oční jóga má pomoci snížit symptomy očního napětí, ke kterému dochází především při práci na počítači a do blízka. Oční svaly jsou při práci „na blízko“ přetěžovány. Při velkém soustředění zůstávají ve strnulé poloze, proto je dobré svaly po určitém čase uvolnit a tím zlepšit jejich prokrvení. Podle studie [29] jedinci cvičící oční jógu hodinu denně po dobu 60 dní uváděli ve svém hodnocení snížení zrakového napětí, vzhledem k jedincům, kteří cvičení nevyužívali. Cvičení zahrnovala regulované dýchání, pohyby očí do všech směrů, meditaci. Do studie nebyli zapojeni jedinci vykazující klinické potíže, např. *Sjögrenův syndrom*, *keratokonjunktivitu*. Byla také

provedena studie [30] na vysokoškolských studentech. Studenti navštěvovali dva dny v týdnu a po dobu 8 týdnů zrakového terapeuta. Cvičení byla prováděna po dobu jedné hodiny a obsahovala palming (viz Obr. 14), mrkání, pohledy do boků, na špičku nosu, do dálky, blízka, nahoru, dolů a rotační pohyby očí. Následně studenti vykazovali nižší skóre zrakové únavy ve srovnání s kontrolní skupinou bez cvičení. [29; 30]

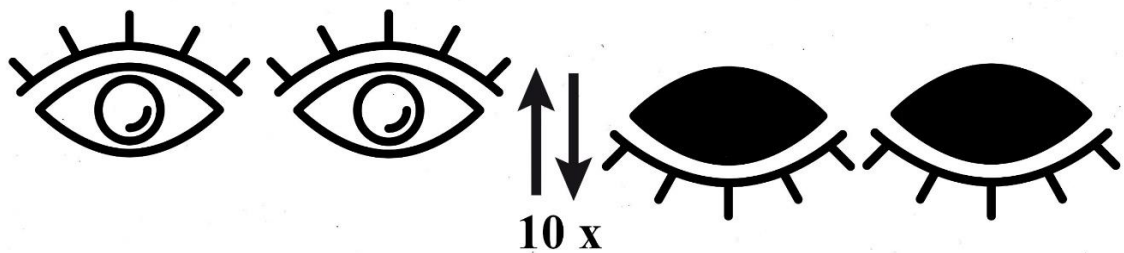
V následujících odstavcích jsou detailně popsány některá **oční cvičení**.

Palming (Obr. 14) se provádí takto: nejprve třete dlaněmi o sebe po dobu 20–30 s. Z dlaní vytvořenou miskou zakryjte zavřené oči tak, aby se dlaně nedotýkaly víček. Soustředte se na hluboké nádechy a výdechy do bránice, nikoliv do plic. Cvičení provádějte do doby, než uvidíte černou barvu bez rušivých faktorů. Pokud vidíte světelné záblesky, mžitky, hvězdičky, nejste uvolnění. Cvičení v takovém případě opakujte. Význam cvičení je především ve zlepšení prokrvení cév a přední oční komory za pomoci tepla z rozehrátých dlaní. Soustředění na dech pomáhá ke snížení celkového stresu a ke zlepšení soustředění na další cvičení oční jógy.



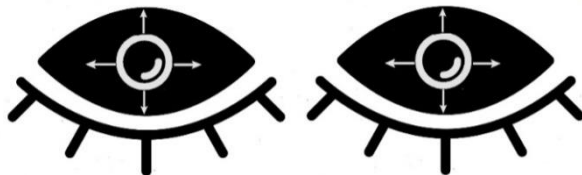
Obr. 14 – Palming

Mrkání (Obr. 15) se provádí následovně: pomalu 10x zavřete a otevřete oči. Cvičení opakujte vždy ve třech sériích po deseti zavření a otevření očí. Následnou sérii provádějte vždy o něco rychleji než předchozí. Celková doba cvičení je 1 minuta. Cvik je dobrý pro zvlhčení očí za pomoci obnovení slzného filmu, dále pro uvolnění, případné křeče svalů víček způsobené dlouhým soustředěním na objekt bez mrkání.



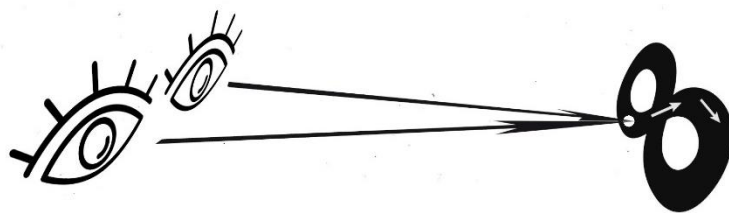
Obr. 15 – Mrkání

Postup pro protažení očních svalů (Obr. 16): zavřete oči a postupně se podívejte do čtyř pohledových směrů: nahoru, dolů, doprava, doleva. Do každého směru se podívejte 10x. Cvičení pomáhá uvolnit oční svaly za pomoci protažení ve vertikálních a horizontálních osách. Zároveň také dopravává očím odpočinek od světla.



Obr. 16 – Protažení očních svalů se zavřenými víčky

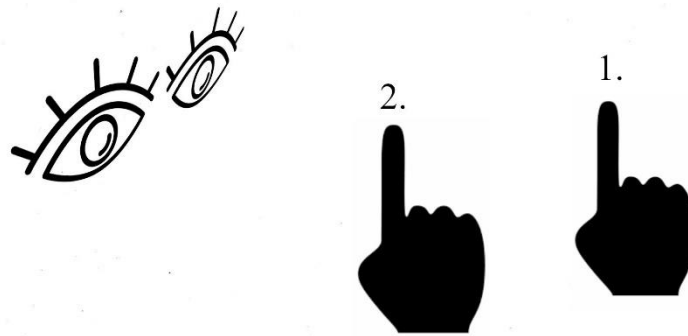
Pro uvolnění očních svalů (Obr. 17) se používá následující cvičení: dívejte se na nejvzdálenější zeď, v ideálním případě ve vzdálenosti 5 metrů, případně využijte pohled z okna. Představujte si zde virtuální osmičku a v ní bod. S myšleným bodem a za pomoci svého pohledu postupně pomalu opište 10x celou osmičku. Cvičení slouží k uvolnění okohybných svalů a ke zlepšení jejich prokrvení.



Obr. 17 – Uvolnění očních svalů

Procvičení akomodace (Obr. 18) – k tomuto cvičení využijte ruce, případně propisky. Zaostřujte vždy na konečky prstů, případně hroty propisek. První bod si umístěte do nejbližší vzdálenosti, na kterou jste schopni zaostřit, druhý naopak co nejdále. Dívejte se vždy na koneček prstů do doby, než se zaostří a po jeho zaostření

přeostríte na druhý. Cvik provádějte po dobu 1 minuty bez použití brýlové korekce. Jestli nejdou body zaostřit, cvičení neprovádějte. Slouží k tréninku akomodace. [41; 45]



Obr. 18 – Zaostřování

4.3 Životospráva

Důležitou roli v prevenci hraje také správná výživa a vyhnutí se některým toxickým, návykovým látkám. **Kouření** hraje roli v patogenezi mnoha onemocnění nejen předního segmentu oka vedoucí k poškození zraku u dospělých a dětí. U dospělých jedinců bývá spojováno s výskytem hypermetropie. Může za opožděné hojení epitelu rohovky. Je silným rizikovým faktorem pro tvorbu jaderné katarakty. V těhotenství kouření zvyšuje riziko konvergentního nebo divergentního strabismu. Vliv tabákových výrobků na symptom suchého oka, snížení tloušťky rohovky a tvorbu primárního glaukomu je sporný. [31]

Mezi prospěšné látky pro oči můžeme zařadit karotenoidy, látky vyskytující se především v ovoci a zelenině. **Lutein** je karotenoid především s protizánětlivými vlastnostmi. Velké množství důkazů ukazuje, že má několik příznivých účinků zejména na oči. Dosud hodně studií [32] prokázalo pozitivní účinky z hlediska zlepšení úrovně optické hustoty makulárního pigmentu, a to má za následek lepší vizuální ostrost, kontrastní citlivost. Snižuje riziko makulárních onemocnění, která jsou ve vyspělých zemích hlavní příčinou poškození zraku a následné slepoty (v USA činí 50% příčinu oslepnutí [32]). Chrání oči před fototoxickým světlem (viz kap. 2.3), pomáhá zlepšovat kognitivní funkce, snižuje riziko rakoviny, zlepšuje kardiovaskulární zdraví. Savci nejsou schopni syntetizovat samotné karotenoidy, proto je musí přijímat s jídlem, u kterého malé množství tuku zprostředkuje jeho absorpci. Lutein najdeme především v ovoci, zelenině, obilovinách a je také přítomen ve vaječném žloutku. Pro lidi ve věku

18–79 let je minimální doporučená denní dávka 0,67 mg. Ačkoliv kromě zežloutnutí kůže nebyly zatím pozorovány žádné vedlejší účinky s jeho nadměrnou konzumací, maximální hranice příjmu se uvádí 6,88 mg na den. Jako další karotenoid je třeba zmínit zeaxantin, který má podobné vlastnosti jako zmiňovaný lutein. Nachází se převážně i ve stejných potravinách. Společně je v očích najdeme nejvíce obsažené v macula lutea, kde mohou za její typické žluté zbarvení. [32; 33]

Neměli bychom také podceňovat dobu konzumace potravy. Naši předchůdci po tisíciletí vyhledávali a konzumovali potravu v závislosti se změnami denního světla. Delší dny a kratší noci předávají tělu informaci o letních měsících. Zmíněný systém dává tělu podnět k vyhledání potravy, zejména sacharidů, dříve obsažených především v ovoci. Tělo tedy dostává podnět k vybudování tukových zásob pro zimu, kdy bude potrava pravděpodobně méně dostupná. Opačně je tomu právě v zimních měsících, o kterých nás informují dlouhé noci a krátké dny. Pro naše předky nedávalo smysl lovit potravu v zimě, kdy byla méně dostupná, proto tělo čerpalo energii z tukových zásob.

Lidské tělo je tedy v zimě více uzpůsobeno ke spalování tukových zásob, hormon leptin vyvolává pocit sytosti a dává tělu signál o omezení příjmu potravy a začátku spalování tuků. Pod odborným názvem **metabolická flexibilita** najdeme střídání sezónních cyklů, u kterých se jako zdroj potravy používá glukóza nebo uložená tuková zásoba. Za střídání těchto cyklů odpovídá především modrá složka světla obsažená ve velké části umělých zdrojů s možností vystavovat oči jejímu působení prakticky nepřetržitě bez závislosti na ročním období a denní době. Porušení cirkadiálního rytmu (viz kapitola 1.2) při vystavení tomuto světlu a opožděná tvorba melatoninu vede ke spánkové deprivaci, která je spojována s obezitou. Modré světlo stimuluje také hormon hladu, tzv. ghrelin, což přispívá také k přibírání na váze.

Genetické predispozice našich předků v souvislosti s umělými zdroji dávají dnes celý rok signály našemu tělu o letních měsících, a to vede k většímu množství příjmu potravy spojené se stálým očekávaným příchodem zimních měsíců, které ale naše tělo díky umělým zdrojům, a především modré složce světla, nikdy nezaznamená. Proto bychom měli využívat především naši vůli k pravidelnému příjmu potravy v určitý čas, využívat světelnou hygienu a snažit se co nejméně porušovat cirkadiální rytmy. Obnovíme tak naše přirozené cykly, které formovaly náš vývoj po tisíciletí. [34]

4.4 Odborné profese pro zrakovou péči

V České republice je propracovaný legislativní systém odborných profesí, které pomáhají s řešením problémů spojených se zrakem. Pravidelná návštěva odborníka slouží zároveň také jako prevence.

Oftalmolog je lékařská profese, která se získává po absolvování studia všeobecné medicíny a následné atestaci v oboru oftalmologie. Zabývá se především očními onemocněními a oční chirurgií. Kromě očních anomálií dokáže rozpoznat i celková tělní onemocnění. Lékař může pacientovi podávat a předepisovat medikamenty. Vyšetření refrakce slouží především pacientům do 15 let, které nemohou provádět optometristé. Vyšetření dětí v předškolním věku může odhalit poruchy očních svalů a vzájemné spolupráce obou očí, které je vhodné odstranit před nástupem do školy, s tím souvisí zvýšení nároků na oční stres. Diagnostikované klienty může dále odkázat na další odborná pracoviště, např. ortoptiky, pleoptiky, zrakové terapeutky, neurologa. [35]

Optometrista je vysokoškolský zdravotnický specialista po vystudování tříletého bakalářského studia, případně pětiletého magisterského studia. Svou odborností je zaměřen na vyšetření zraku, aplikaci kontaktních čoček a zhotovení brýlové korekce. Své fyzikální znalosti využívá ke stanovení korekce, u které bere v úvahu zrakové možnosti, pracovní vzdálenosti, dobu a druh práce, na kterou klient oči používá. Všechny poznatky se následně projeví při zhotovení brýlí anebo výběru kontaktních čoček (viz kapitola 4.1). Legislativně je vyšetření optometristy orientováno především na přední segment, kdy dokáže rozeznat podezření na oční zánět, případně další onemocnění a následně klientovi doporučit návštěvu oftalmologa. [36]

Ortoptista je také zdravotnický pracovník. Na speciální ortoptické pracoviště se dostává pacient především po doporučení oftalmologa. Ortoptika se zabývá odstraněním tupozrakosti, šilhání a za pomoci rehabilitace zlepšuje celkové postavení očí. Po pravidelném tréninku dochází k viditelné kosmetické úpravě postavení očí, ale především k obnovení jejich vzájemné spolupráce a prostorového vidění. [37]

Zrakový terapeut absolvuje své vzdělání na pedagogické fakultě se specializací. Jeho profese mu umožňuje diagnostiku některých zrakových funkcí, ale především je zaměřen na jejich rozvoj pomocí technik a kompenzačních pomůcek

s cílem maximálně využít poškozený zrak. Na pracoviště zrakových terapeutů je klient odkázán po návštěvě oftalmologa, obvodního lékaře, neurologa. [38] Jedná se o klienty s již poškozeným zrakem.

ZÁVĚR

Nejvíce informací z celého světa kolem nás získáváme zrakem. Hygiena se stará především o uchování zdraví jedince, a to v širším slova smyslu. Zraková hygiena se zabývá působením různých vlivů na oči a na člověka samotného v souvislosti s působením na zdraví a za využití možných preventivních opatření.

V první části práce bylo popsáno působení světla na náš organizmus prostřednictvím zraku. Cirkadiální rytmy jsou předmětem mnoha studií. K jejich správné synchronizaci pomáhá hormon melatonin, přičemž jeho produkce je deaktivována při dopadu světla na sítnici, a to především u specifických vlnových délek 440–460 nm, dnes mnohdy vyzařovaných z umělých zdrojů. Nedostatek melatoninu může vést ke zdravotním problémům. Nedostatek světla může mít vliv na deprese, případně oslabení imunity. Správná světelná hygiena může pomoci k lepšímu zdraví, ale také zlepšit pracovní výkon. Proto byly popsány světelné zdroje, displeje a možnosti jejich nočního nastavení. Světelná terapie dokazuje pozitivní účinky světla v boji proti depresím.

Ve druhé části práce byly popsány některé zásady pro prevenci zrakové únavy i dalších problémů. Práce na počítači je pro náš zrak velmi namáhavá. Důležité je správné nastavení displeje a vzdálenosti, využití přestávek k uvolnění zrakového aparátu. Oční jóga nabízí vhodný způsob k jeho uvolnění, proto zde byla popsána některá cvičení. Svou roli v prevenci má také výživa, především vyvarování se toxickým látkám. Vzhledem k množství dopravních nehod bychom měli věnovat zvýšenou pozornost i zraku v dopravě, a především jeho kontrolám. Celou práci uzavírá popis profesí, které pomáhají se zrakovými potížemi, ale jejich návštěva slouží i jako určitá forma prevence.

LITERATURA A ZDROJE

- [1] SCHWAB, I. The evolution of eyes: major steps. The Keeler lecture 2017: centenary of Keeler Ltd. *Eye*, Vol. 32, 2018, pp. 302–313. ISSN 0950-222X. Dostupné také z: <https://www.nature.com/articles/eye2017226.pdf>
- [2] MALÝ, P. *Optika. 2.*, přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2246-0.
- [3] PLUHÁČEK, F. *Fyziologická optika – přednáška*. Univerzita Palackéh Olomouc, 2015.
- [4] WANG J., TIANYU Ch., ZHANG B. Puberty could regulate the effects of outdoor time on refractive development in Chinese children and adolescents. *The British Journal of Ophthalmology*, 2020, pp. 1–7. ISSN 1468-2079. Dostupné také z: <https://bjo.bmj.com/content/bjophthalmol/early/2020/04/15/bjophthalmol-2019-315636.full.pdf>
- [5] World Health Organization. Mental health in the workplace. *World Health Organization* [online]. 2019 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: https://www.who.int/mental_health/in_the_workplace/en/
- [6] HELD M., HÖLKER F., JESSEL B. *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*. Bonn: Bad Godesberg, 2013. ISBN 978-3-89624-071-2.
- [7] The Nobel Prize. Press release. *The Nobel Prize* [online]. Švédsko, 2017 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2017/press-release/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=twitter_tweet
- [8] MA, Z. et al. Melatonin as a potential anticarcinogen for non-small-cell lung cancer. *Oncoscience*, Vol. 7, 2016, No. 29, pp. 46768–46784. ISSN 2331-4737. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27102150>
- [9] STEVENS, R. G. et al. Breast Cancer and Circadian Disruption From Electric Lighting in the Modern World. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 2014, No. 64, pp. 207–218. ISSN 1542-4863. Dostupné také z: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3322/caac.21218>
- [10] NUSSBAUMER-STREIT B., PJREK E., KIEN C. Implementing prevention of seasonal affective disorder from patients and perspectives - a qualitative study. *BMC Psychiatry*, Vol. 18, 2018, No. 372. Dostupné také z: <https://bmcp psychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-018-1951-0>
- [11] KUCHYNKA, P. *Oční lékařství. 2.*, přeprac. a doplň. vyd. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.

- [12] SOKANSKÝ K., NOVÁK T., BÁLSKÝ M. et al. *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [13] *The International Commission on Illumination* [online]. Vídeň, 2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <http://cie.co.at>
- [14] *Světlo v praxi* [online]. Praha, 2017 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://svetlovpraxi.cz/>
- [15] MAIEROVÁ, L. Světlem pro zdraví a vitalitu. *Tecnicall*, 2019, č. 2, s. 24–25. ISSN 1805-1030. Dostupné také z: <https://media.cvut.cz/cs/publikace/20191210-tecnicall-2-2019>
- [16] CHAOPU Y., WENQING F., JIANCHENG T., YANG F., YANFENG L., CHUN L. Change of blue light hazard and circadian effect of LED backlight displayer with color temperature and age. *Optic Express*, Vol. 21, 2018, No. 26, pp. 27021–27032. ISSN 1094-4087. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30469778>
- [17] CHANG A. M., AESCHBACH D., DUFFY J. F., CZEISLER CH. A. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *PNAS*, Vol. 112, 2015, No. 4, pp. 1232–1237. ISSN 1091-6490. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25535358>
- [18] DisplayMate. Watching Displays at Night. *DisplayMate* [online]. USA, 2016 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: http://www.displaymate.com/Displays_At_Night_1.htm
- [19] KVAPILÍKOVÁ, K. *Práce a vidění*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999. ISBN 80-701-3275-2.
- [20] PAIL G., HUF W., PJREK E., WINKLER D., PRASCHAK N. KAPER S. Bright - Light Therapy in the Treatment of Mood Disorders. *Neuropsychobiology*, Vol. 64, 2011, No. 3, pp. 152–162. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21811085>
- [21] ČESKO. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce. *Zákony pro lidi* [online]. Praha [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262#cast44>
- [22] DESSIE A., ADANE F., NEGA A., WAMI S. D., CHERCOS D. H. Computer Vision Syndrome and Associated Factors among Computer Users in Debre Tabor Town, Northwest Ethiopia. *Hindawi*, 2018, pp. 1–8. ISSN 1687-9813. Dostupné také z: <http://downloads.hindawi.com/journals/jeph/2018/4107590.pdf>
- [23] KUMAR, J. S. The Psychology of Colour Influences Consumers' Buying Behaviour – A Diagnostic Study. *Ushus-Journal of Business Management*, Vol. 16, 2007, No. 4. ISSN 0975-3311. Dostupné také z: <http://journals.christuniversity.in/index.php/ushus/article/view/1761>

- [24] ELLIOT A. J., MAIER M. A. Color Psychology: Effects of Perceiving Color on Psychological Functioning in Humans. *Annual Review of Psychology*, 2014, No. 65, pp. 95–120. ISSN 0066-4308. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23808916>
- [25] Autoklub. Slepí vrazi. *Autoklub* [online]. 2017 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.autoklub.cz/120571-slepi-vrazi>
- [26] Sdružení privátních očních lékařů. Legislativa. *Sdružení privátních očních lékařů*. [online]. 2015 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: https://www.spolcr.cz/?page_id=89
- [27] LEUNG T. W., WING-HOG R., CHEA-SU K. Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. *PLoS ONE*, Vol. 12, 2017, No. 1, pp. 1–15. ISSN 1932-6203.
- [28] PETROV S., MAŠKOVÁ Z. JUREČKA T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.
- [29] TELLES S, NAVEEN K. V., DASH M. , DEGINAL R. MANJUNATH N. K. Effect of yoga on self-rated visual discomfort in computer users. *Head & Face Medicine*, 2006, No. 3, p. 46. ISSN 1746-160X. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1697802/>
- [30] SANG-DOL, K. Effects of yogic eye exercises on eye fatigue in undergraduate nursing students. *The Journal of Physical Therapy Science*. Vol. 28, 2016, No. 6, pp. 1813–1815. ISSN 0915-5287. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4932063/>
- [31] MALGORZATA N., GRZYBOWSKI A. Smoking and Eye Pathologies. A Systemic Review. Part I. Anterior Eye Segment Pathologies. *Current Pharmaceutical Design*. Vol. 23, 2017, No. 4, pp. 629–638. ISSN 1873-4286. Dostupné také z: <http://www.eurekaselect.com/node/147754/article/smoking-and-eye-pathologies-a-systemic-review-part-i-anterior-eye-segment-pathologies>
- [32] YU-PING J., SUN L., HE-SHUI Y., WEI L. et al. The Pharmacological Effects of Lutein and Zeaxanthin on Visual Disorders and Cognition Diseases. *Molecules*. Vol. 4, 2017, No. 22, pp. 1–22. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=439195237
- [33] BUSCEMI S., CORLEO D., DI PACE F. et al. The Effect of Lutein on Eye and Extra-Eye Health. *Nutrients*, Vol. 10, 2018, No. 9, pp. 1–24. ISSN 2072-6643. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3023153>
- [34] GUNDRY, S. *Skryté tajemství dlouhověkosti: zůstaňte mladí až do vysokého věku*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2498-5.
- [35] *Česká oftalmologická společnost* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.oftalmologie.com/content/homepage>

- [36] *Optometry* [online]. b.r. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.optometry.cz>
- [37] *Česká společnost ortoptistek* [online]. b.r. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.ortoptika.cz/>
- [38] *Asociace zrakových terapeutů o.s.* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.iazt.cz/>
- [39] Amazon. Book Stands: Adjustable Height and Angle Ergonomic Book Holder reading textbook stand for big heavy books studying in bed couch sitting standing at a desk tablet document laptop durable lightweight aluminum. *Amazon* [online]. 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Adjustable-Ergonomic-Document-Textbooks-Aluminum/dp/B00D7OIL84>
- [40] Ergonomic trends. Creating the Perfect Ergonomic Workspace - The ULTIMATE Guide. *Ergonomic trends* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://ergonomictrends.com/creating-perfect-ergonomic-workspace-ultimate-guide/>
- [41] Medical News Today. Safe exercises for a herniated disk. *Medical News Today* [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/324311#exercises-for-neck-pain>
- [42] Mana Physical Therapy. Cell Phone Ergonomics: How To Avoid The “Smart Phone Slump”. *Mana Physical Therapy* [online]. 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://manaphysicaltherapynj.com/cell-phone-ergonomics-how-to-avoid-smart-phone-slump/>
- [43] InSight Vision Center. Benefits of eye yoga. *InSight Vision Center* [online]. 2019 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.insightvisioncenter.com/benefits-of-eye-yoga/>
- [44] RAFAI, D. How Cell Phone Use Impacts Our Neck Over Time. *Advancing Your Health* [online]. 2015 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://advancingyourhealth.org/orthopedics/2015/07/21/how-cell-phone-use-impacts-our-neck-over-time/>
- [45] PÉNICHOT, A. *Oční jóga: snižte oční únavu a zlepšete svůj zrak!* Přeložila Věra ADÁMKOVÁ. Brno: CPress, 2019. ISBN 978-80-2642-714-8.
- [46] NAMWONGSA, Suwalee et al. Factors associated with neck disorders among university student smartphone users. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, Vol. 61, 2018, No. 3, pp. 367–378. ISSN 1051-9815. Dostupné také z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30373996/>

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obr. 1 – Elektromagnetické vlny z vnějšího prostředí procházejí přes optická média a jsou zaznamenány na sítnici.....	7
Obr. 2 – Údaje uvedené na balení LED bodového zdroje	11
Obr. 3 – Využití denního světla při práci pro praváky	11
Obr. 4 – Srovnání světelného spektra různých světelných zdrojů [14]	13
Obr. 5 – Led pro-kognitivní osvětlení a jeho světelné spektrum [14]	14
Obr. 6 – Světelné spektrum v závislosti na nastavení displeje u mobilního telefonu Apple iPhone X [18]	16
Obr. 7 – Světelné spektrum v závislosti na nastavení displeje u mobilního telefonu Samsung S10 [18]	16
Obr. 8 – Rozdíl mezi negativním a pozitivním kontrastem	17
Obr. 9 – Možnost zvětšení textu u mobilních telefonů	21
Obr. 10 – Použití čtecího stojanu [39]	21
Obr. 11 – Ergonomie použití smart zařízení	22
Obr. 12 – Správné nastavení vzdáleností při práci na počítači	23
Obr. 13 – Protažení přetížených krčních obratlů	24
Obr. 14 – Palming	29
Obr. 15 – Mrkání	30
Obr. 16 – Protažení očních svalů se zavřenými víčky	30
Obr. 17 – Uvolnění očních svalů	30
Obr. 18 – Zaostřování	31

Seznam tabulek

Tab. 1 – Doporučené rozsahy osvětlenosti podle CIE [13]	12
---	----