

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY



Přírodovědecká
fakulta

ZMĚNA KOMPENZACE HETEROFORIE
V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ
Bakalářská práce

Vypracovala:
Markéta Martínková
obor 5345R008 Optometrie

studijní rok 2019/2020
Vedoucí bakalářské práce:
RNDr. Mgr. František Pluháček, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Mgr. Františka Pluháčka, Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci
dne 30. 5. 2020

Markéta MARTÍNKOVÁ

Poděkování

Děkuji vedoucímu mojí bakalářské práce, RNDr. Mgr. Františku Pluháčkovi, Ph.D., za velmi užitečnou metodickou pomoc, odborné a cenné rady nejen při zpracování bakalářské práce. Jsem vděčná svojí rodině za lásku, pomoc a modlitby.

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 Heteroforie	6
1.1 Klasifikace heteroforií	6
1.1.1 Podle směru deviace	7
1.1.2 Podle fixační vzdálenosti (Duane-White klasifikace)	8
2 Kompenzace heteroforie	11
2.1 Kompenzovaná heteroforie	11
2.2 Dekompenzovaná heteroforie	12
2.2.1 Symptomy	13
2.2.2 Vyšetřování a řešení heteroforií	14
3 Pracovní prostředí a ergonomie práce	19
3.1 Tištěný text	22
3.2 PC	22
3.3 TV	24
3.4 Smartphone a chytrá zařízení	25
3.5 Dětská ergonomie	25
4 Změny heteroforie v pracovním prostředí	27
4.1 Práce do blízka	27
4.1.1 Pasivní a aktivní činnost	28
4.2 Práce do blízka s displejem	29
4.2.1 Kazuistiky	30
Závěr	32

Úvod

Pocit zrakového nepohodlí a potíže spojené s dlouhou prací do blízka zažívá stále více lidí. Mezi rizikovou skupinu patří zejména studenti, kteří často nárazově tráví více času náročnou prací do blízka (ve zkouškovém období) nebo pracující, jejichž práce vyžaduje soustředění do blízka. Zároveň stoupá počet malých dětí, které tráví nadměrné množství času používáním digitálních obrazovek již od velmi nízkého věku. Tyto činnosti na často nezvykle krátkou vzdálenost mohou vést k relativnímu přetěžování akomodačně-vergenčního systému, které se může projevit akomodačními či okohybnými poruchami. Ty pak mohou stát za výše zmiňovanými obtížemi. Právě na okohybné odchylky, konkrétně na jejich skrytou formu (tzv. *heteroforie*) se zaměřuje text této práce. Problém nastává, jestliže člověk není schopen udržet pozornost, čímž je narušen jeho pracovní či studijní výkon. V takovém případě je problém rozšířen nejen do roviny sociální, ale může ovlivnit i psychický stav pacienta a jeho sebevědomí. Pokud se v takové situaci nachází dítě, u kterého není situace adekvátně řešená, snadno se tak stane, že je dítě sociálně vyloučeno z kolektivu a ponese si dlouhodobé následky.

Za poslední století, od vynálezu žárovky, došlo k tak masivnímu a rychlému technologickému pokroku, se kterým se člověk a jeho tělo musí srovnávat ve velmi krátkém čase. Zrakový aparát v tomto období čelí náročnému úkolu - přizpůsobit se rychle pracovním podmínkám a vydržet v dobré kondici po dlouhou dobu námahy a nepřirozeného osvětlení.

První kapitola shrne poznatky z oblasti skrytých okohybných odchylek, zejména se zaměří na jejich popis a klasifikaci. Tento úvod je důležitý pro pochopení základních mechanismů heteroforií a návazně jejich kompenzace. Naprosto klíčovým prvkem heteroforie je kompenzace, podle níž se hodnotí, zda je heteroforie natolik závažná, že způsobuje potíže a je třeba ji jakýmkoliv způsobem řešit. Velmi stručně je popsáno, jak má probíhat vyšetření za účelem zjištění heteroforie a jaká jsou možná řešení.

V další části jsou popsány historie a charakteristika pracovního prostředí, následované ergonomií pro práci na blízké vzdálenosti. V souvislosti s digitálními médii je popsán syndrom počítačového vidění a problematika zobrazovacích displejů. Část o ergonomii se soustředí na nejčastěji používaná média, s nimiž člověk pracuje, jako je tištěný text, počítač, televizor a chytrá zařízení. Zvláště je popsána dětská ergonomie, která se řídí jinými pravidly než u dospělého jedince.

Hlavní motivací vzniku tohoto dokumentu je poslední část věnující se studiím, jejichž cílem bylo zjistit vliv digitálních zařízení na heteroforie a problémy pramenící z nadměrné práce do blízka. V práci jsou uvedeny i vybrané kazuistiky, na kterých je demonstrována problematika odchylek při zatěžování binokulárního systému a následná řešení vedoucí k úspěšné léčbě.

1. Heteroforie

Heteroforií rozumíme stav, kdy se přerušením fúze odchýlí fixační pohledové osy obou očí. Jestliže se binokulární fixace po disociaci nezmění, mluvíme o *ortoforii*. Obecně je důležité zdůraznit, že heteroforií rozumíme pouze odchylku očí způsobenou vyřazením fúzního podnětu, proto se také označuje jako *latentní odchylka (šilhání)*, k jejíž manifestaci dochází po oddělení vjemů obou očí. Taková odchylka, která je zjevná, i když k žádné disociaci nedochází, je označována jako *heterotropie* nebo je také známá jako *strabismus* a je naprosto klíčové ji rozlišit od heteroforie. [1]

Relativní polohy pohledových os očí jsou určeny rovnováhou sil, které antagonistickým působením udržují osy obou očí ve správně vyrovnané poloze. Relativní polohy fixačních os jsou určeny funkčností následujících faktorů. V první řadě jde o anatomické faktory zahrnující orientaci, tvar a velikost očních, bulbů i retrobulbární tkáně a její viskozitu a v neposlední řadě i délku, pružnost a pozici úponů očních svalů. Inerční faktory zahrnují veškeré nervové impulsy, které ovlivňují akci očních svalů a jejich tonus a vliv na psychooptické reflexy (fixační nebo fúzní reflex). [3]

Ze studií vyplývá, že v populaci obecně převládá (> 80 %) ortoforie do dálky, nebo odchylka nezpůsobuje žádné potíže. Další nejčastější poruchou je exoforie a docela malá část populace trpí esoforií do dálky. Při vyšetřování odchylek do blízka je prevalence vyšší, asi 20 % pacientů má různě velké potíže způsobené heteroforií. [2, 3]

Za pomoci motorické fúze (intraokulární svalové koordinace obou očí) lze zkontrolovat normální binokulární vidění. Odstraněním fúzního podnětu je vizuální systém uveden do klidového stavu, docílit toho lze dvěma způsoby. V prvním případě je člověk situován do úplné tmy, žádné oko není vizuálně stimulováno a tím se obě oči uvolní do úlevových poloh odpočinku. Druhým, nejčastěji užívaným způsobem, je okluze jednoho oka, které se následně uvolní do úlevové polohy, zatímco druhé oko fixuje podnět. [4]

1.1 Klasifikace heteroforií

Binokulární odchylky a jiné stavy je možné rozlišovat dle mnoha různých kritérií. Nejjednodušším kritériem členění je směr, kterým se oko uchyluje; zároveň se do této skupiny řadí i speciální kategorie heteroforií, která zahrnuje cykloforie. Dalším z kritérií je vergenční schopnost do blízka (nebo do dálky). Popisuje ji Duane-White v rámci klasifikace vergenčních dysfunkcí, která se primárně vztahuje spíše ke (zjevnému) strabismu, ale je často využívána právě i pro heteroforie (tedy pro skrytý strabismus). Velmi důležité a pro tuto práci klíčové je rozlišení kompenzace, kterému je věnována samostatná kapitola.

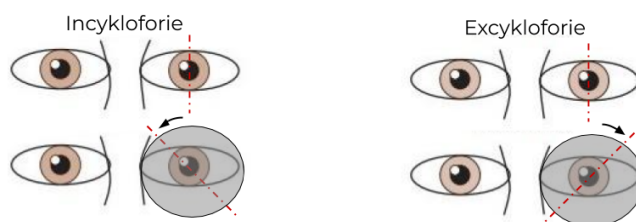
1.1.1 Podle směru deviace

Esoforie Po disociaci dochází u esoforie (ESO) ke konvergentnímu (sbíhavému) stočení pohledových os bulbů. Častou příčinou bývá nekorigovaná hypermetropie, kdy pro důkladné vyšetření, a to zvláště u dětských pacientů, je vhodné použít cykloplegii.

Exoforie Při exoforii (EXO) se oči po disociaci od společného směru odchylní zevně (temporálně, ke spánku), takže jsou pohledové osy vůči sobě divergentní. K dekompenzaci může dojít následkem nekorigované myopie, případně i astigmatismu. Ukazuje se, že exoforie je více pasivní odchylkou než esoforie. Zvláště pozorně se musí dodržovat diferenciální diagnostika dekompenzované exoforie a intermitentní exotropie, jejíž diagnostika není vždy zcela jasná.

Hyperforie Jedná se o skrytou vertikální odchylku, kdy pohledové osy nemíří stejně vysoko, zraková osa jednoho oka se odchylní směrem nahoru. Jestliže se po disociaci uchyluje pravé oko nahoru, jedná se o *hyperforii vpravo* a zároveň *hypoforii vlevo*. V opačném případě hovoříme o *hyperforii vlevo*, popř. *hypoforii vpravo*. Obvykle bývají hyperforie vpravo a hypoforie vlevo stejně velké, jen výjimečně se může vertikální heteroforie objevovat jednostranně, zpravidla je oko zároveň tupozraké. Většinou se vyskytuje až jako následek jiného abnormálního stavu, tedy jako *sekundární hyperforie*. Mezi takové spouštěče patří horizontální forie, inkomitantní odchylky, jednostranné těžké myopie, tzv. *heavy eye syndrome*, anizotropie anebo i špatně nacentrované brýlové korekce. Převážně je *primární odchylka* způsobená anatomickou asymetrií (obličeje, orbit nebo očních svalů a jejich úponů), k tomuto argumentu přispívá i fakt, že vertikální forie nejsou s konvergenčním systémem spojeny takovým způsobem jako horizontální forie. Tento typ je obvykle fyziologicky kompenzovaný a nepřesahuje 3Δ (Δ značí prizmatickou dioptrii), k dekompenzaci však může dojít v důsledku působení stresu na zrakový systém nebo na celkovou pohodu pacienta. [1]

Cykloforie Bulbus po disociaci rotuje po své předozadní ose. Dle směru rotace rozlišujeme *incykloforii* (horní pól vertikálního meridiánu se stáčí nasálně) a *excykloforii* (týž pól se otáčí temporálním směrem) jak je zobrazeno na obrázku 1.1. Není pravděpodobné, že by se cykloforie vyskytovala zcela samostatně a bez hyperforie. Téměř vždy je cykloforie spojená s inkomitantní odchylkou a jestliže je přítomná dlouhodobě, může se stát sensoricky adaptovanou. Obecně se má za to, že neexistuje žádná cyklovergence a většina těchto odchylek je zjevných, takže se jen těžko rozlišuje mezi cykloforií a cyklotropií. [1]



Obrázek 1.1: Rotace bulbu při cykloforii

1.1.2 Podle fixační vzdálenosti (Duane-White klasifikace)

V odborné literatuře se názvosloví může lišit napříč zeměmi, dokonce i podmínky pro klasifikaci nejsou zcela konzistentní. Pro tuto práci je užito členění podle britské nomenklatury, jelikož je nejlépe přehledná a zároveň jasně rozlišuje oslabenou konvergenci od insuficience konvergence. Zároveň je uveden i očekávaný nálezný při vyšetřování, který pomáhá správně určit typ odchylky (viz tabulku 1.1). Bohužel v této práci není možno oslabenou konvergenci vyhodnotit podrobněji, protože většina použitých studií užívá severoamerický systém dělení, který oslabenou konvergenci nerozlišuje.

Odchylka	Zakrývací test	AC/A poměr	NPC	Fúzní rezervy/ vergenční facilita	NRA a PRA	MEM
Základní esoforie	stejná ESO na D i B	normální	normální	nízké BI do D i B	nízké PRA	vyšoké
Insuficience divergence	ESO > D	nízký	normální	nízké BI na D	normální	normální
Exces konvergence	ESO > B	vyšoký	normální	nízké BI	nízké PRA	vyšoké
Základní exoforie	stejná EXO na D i B	normální	normální	nízké BO do D i B	nízké NRA	nízké
Exces divergence	EXO > D	vyšoký	normální	nízké BO do D nízké BI do B	normální	normální
Insuficience konvergence	EXO > B	nízký	break > 10 cm recovery > 17.5 cm	nízké BO do D i B	nízké NRA	nízké
Konvergenční slabost	EXO > B	nízký	normální/ >7.5-10 cm	nízké BO do B	nízké NRA	nízké

Tabulka 1.1: Odchylky a jejich očekávaný nálezný k diagnostice. [7, 9]

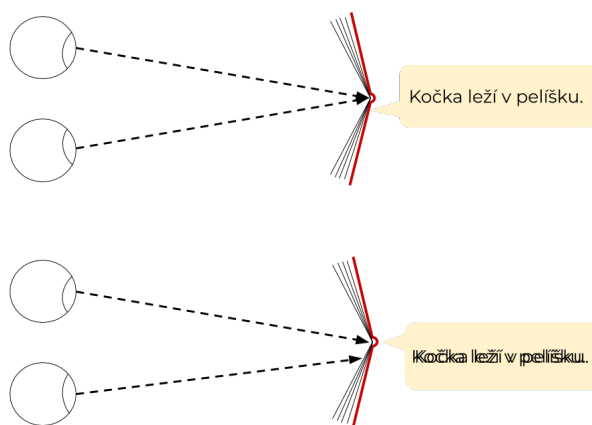
Základní odchylka Základní esoforie nebo exoforie je asi nejběžnějším typem. Jejím typickým znakem je, že má nezanedbatelný úhel deviace, který se při změně fixace z dálky do blízka významně nemění. Ke správné diagnostice pomáhá AC/A poměr, který je u základní esoforie i exoforie v normě, tedy 4:1 Δ/D . Nekorigovaná nebo špatně korigovaná refrakční vada může být příčinou vzniku některých odchylek (zejména esoforie). Také nesprávná centrace korekčního členu může způsobit vznik a potíže spojené s dekompenzací základní odchylky. [1]

Insuficience divergence Jedná se o anomálii do dálky, kdy esoforie do dálky je větší než do blízka a často je také naměřen nízký poměr akomodační konvergence vůči akomodaci (AC/A poměr). Ve většině případů je způsobená nekorigovanou hypermetropií, při správné korekci se tak odchylka často stane plně kompenzovatelnou. K esoforii tohoto typu mohou přispívat anatomické abnormality, jde tedy spíše o predispoziční faktor. Pacienti vznětliví a neurotické povahy mohou, v závislosti na svém psychickém stavu, mít den ode dne jinak (de)kompenzovanou esoforii na dálku. Zvláštní pozornost by v tomto případě měla být věnována obrně zevního přímého svalu (*m. rectus lateralis*). [1, 6]

Exces konvergence Esoforie, vyznačující se větší úchylkou při fixaci do blízka, která může dále vést ke snížené stereopsi a může vyústit až v amblyopii. Nejčastější příčinou je nekorigovaná nebo špatně korigovaná hypermetropie, případně i presbyopie. Významný vliv má i spasmus triády do blízka, někdy i dlouhodobá práce na příliš krátkou pracovní vzdálenost. Často se objevuje s vysokým AC/A poměrem, jen zřídka je u excesu konvergence AC/A poměr nízký. Za zmínku stojí i exces konvergence jako jeden z projevů *disociativní (konverzní) poruchy*, a to nejčastěji u mladých pacientů, jako důsledek stresu a úzkosti, například ze zkoušek ve škole, zhoršených sociálních vztahů apod. [1, 6]

Exces divergence Jde o typ exoforie s větší deviací do dálky než do blízka a může být také klasifikován jako intermitentní heterotropie. Často vykazuje velkou úchylku při pohledu do dálky, vysokým AC/A poměrem, supresí do dálky a u mnoha pacientů progreduje v divergentní strabismus. Příčiny nejsou vždy jednoznačně objasněny. Je možné rozlišit pravý exces divergence a simulovaný, kdy může být problémem spíše základní odchylna. [1, 7]

Insuficience konvergence Projevuje se jako exoforie, která je větší při pohledu do blízka než při pohledu do dálky (nízká tonická vergence). Nejčastěji se objevuje po delší práci na krátkou vzdálenost. Nadužívání akomodační konvergence (při kompenzaci refrakčních vad akomodací do dálky) může zapříčinit nedostatečnou konvergenci do blízka, kvůli vztahu akomodace - konvergence, s čímž souvisí také nedostatečná akomodace do blízka. Velkým problémem, zvláště dnešní doby, je neúměrně dlouhá práce s elektronikou, jako jsou PC a chytrá mobilní zařízení. Dále významnou část příčin tvoří anatomické či vývojové faktory a celkový zdravotní stav. Setkáváme se i s rozlišením na *primární* a *sekundární* insuficience konvergence podle příčiny. [1, 6, 7]



Obrázek 1.2: Výsledný efekt normální konvergence a insuficience konvergence

Konvergenční slabost Dle britské nomenklatury je konvergenční slabost dekompenzovanou exoforií do blízka, zatímco do dálky není exoforie přítomna, nebo je tato úchylka velmi malá a kompenzovaná (normální tonická vergence). Tento syndrom je

definován i na základě malých fúzních rezerv (není splněno Sheardovo kritérium) a vzdálenost blízkého bodu (NPC) bývá zpravidla větší než 7,5 cm. Z hlediska etiologie a managementu jde většinou o stav velmi podobný základní odchylce exoforie. Častěji je diagnostikována u dětí. [1, 7]

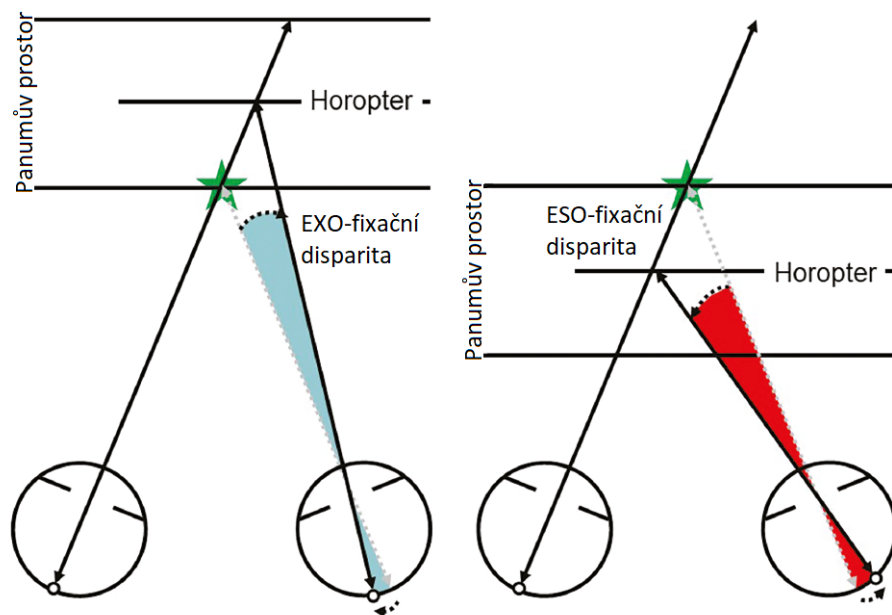
2. Kompenzace heteroforie

Posledním, klinicky velmi významným kritériem členění heteroforie je schopnost její kompenzace. Jak už bylo řečeno, řada pacientů je asymptomatických, a pokud se symptomy vyskytují, překrývají se se symptomy vyvolanými např. špatnou dioptrickou korekcí, akomodačními poruchami atd. Je tedy samozřejmě důležité rozhodnout, kdy je léčba vhodná a kdy pacient léčbu nepotřebuje. To znamená, že je podstatné odlišit kompenzovanou heteroforii od dekompenzované. Pokud je vergenčním systémem zkompenzována a pacient nevykazuje symptomy, není třeba ji dále hodnotit. Je-li heteroforie dekompenzována, pacient má příslušné symptomy (vyjma případů, kdy je heteroforie spojena se supresí) a pro následnou klasifikaci konkrétního typu odchylky je vyžadováno další vyšetření. Takový proces by měl vést k odhalení konkrétní poruchy, faktorů její dekompenzace a měl by pomoci najít následnou vhodnou léčbu.

2.1 Kompenzovaná heteroforie

Hlavní činitele ovlivňující míru kompenzace lze definovat jako: velikost odchylky, sensorickou fúzi a motorickou fúzi. Jednoduché binokulární vidění (JBV) je udržováno přiměřenou funkcí motorické fúze ve spolupráci se sensorickou fúzí; při jejich správné součinnosti by měla zůstat heteroforie kompenzovaná. Cílem motorické fúze je udržet obraz jako jediný vjem i během vergenčních pohybů. Síla motorické fúze je reprezentována fúzními rezervami, které se skládají z horizontální vergence (konvergence tvořící pozitivní složku amplitudy - PFR a divergence tvořící negativní složku - NFR), vertikální vergence a cyklovergence. Sensorickou fúzi lze vysvětlit jako schopnost retino-kortikálních prvků fungovat ve vzájemném vztahu a podněcovat spojení dvou mírně odlišných obrazů v jeden. Aby došlo k fúzi vjemů obou očí, musí se obrazy zobrazovat přesně do korespondujících bodů sítnic nebo na lehce disparátní body sítnic, pokud leží v oblasti Panumova prostoru viz obrázek 2.1. [1, 8]

Prvním hodnocením kompenzace je pozorování pohybu bulbu u alternujícího zakrývacího testu. Návrat bulbu do původní pozice by měl být rychlý a plynulý. Blízký bod konvergence by měl být v přiměřené vzdálenosti před okem s ohledem na věk pacienta. Pokud jsou v mezích normy naměřeny i fúzní rezervy, můžeme pokládat odchylku za bezproblémovou. [8]



Obrázek 2.1: Panumův prostor umožňuje mírné vyrovnání vizuálních os při zachování jednoduchého binokulárního vidění (JBV) - fixační disparity (FD). ESO nebo EXO FD může být potenciálně důkazem dekompenzace. I přestože je přítomno JBV, může dojít k redukci stereopse. Pokud by se osa odkláněla více, bod fixace by ležel mimo Panumův prostor a došlo by k diplopii. [5]

2.2 Dekompenzovaná heteroforie

Občas se však mohou vyskytnout situace, kdy je binokulární systém namáhán nadměrně, mohou se objevit symptomy, pak je tedy odchylka dekompenzovaná. Je více pravděpodobné, že k dekompenzovaným heteroforiím dojde v případech, kdy vývoj motosenzorického systému nebo anatomie bulbu a přídatných orgánů vykazuje odchylky. Ty samy o sobě dekompenzaci způsobit nemusí a ve většině případů ji ani samy nezpůsobí. Spouštěčem nebo katalyzátorem je často změna prostředí, životosprávy, zdravotního stavu a jiných životních situací pacienta. Prvotním cílem terapie náhle dekompenzované odchylky by mělo být odstranění co nejvíce faktorů, které dekompenzaci způsobily. Pokud k dekompenzaci heteroforie dojde v dětství, je více pravděpodobné, že kvůli celkově nestabilnímu jednoduchému binokulárnímu vidění dojde k manifestaci odchylky. V dospělosti je JBV ve většině případů zachováno na úkor příznaků a dokonce existuje spojitost mezi věkem pacienta a příčinami vzniku dekompenzace. [1, 8]

Dekompenzaci mohou způsobit optické faktory, kdy může být na vině nesprávná korekce, v některých případech dokonce i podkorekce, která bývala dříve běžnou praxí, "aby se oči cvičily/aby nezlenivěly". Bohužel i dnes je tato domněnka mezi pacienty považována za správnou. Výsledkem může být špatný poměr akomodace vůči míře konvergence, kdy je v případě esoforie často na vině nekorigovaná (nebo podkorigovaná) hypermetropie. Naopak, nekorigovaná myopie zase zvýší riziko dekompenzace exoforie. Problémem může být také snížení zrakové ostrosti, zvláště pokud je Visus jednoho oka výrazně nižší oproti druhému, přičemž následkem může být suprese (potlačení vjemu) horšího oka. I nesprávná centrace korekčního členu, zvláště v případě vysoké korekce,

může způsobit vedlejší prismatický účinek. Obraz jednoho oka (nebo obou očí) se tak může posunout tak, že jej senzomotorická fúze není schopna spojit v jeden vjem. Posledním optickým faktorem, který může způsobit dekompenzaci skryté odchylky, je anizeikonie, která vzniká jako důsledek anizometropie. Anizometropie je stav, kdy je rozdíl refrakční vady očí větší než 2 D. Potom dochází ke vzniku anizeikonie, kdy se při korekci na sítnicích obou očí zobrazují dva obrazy rozdílné velikosti či tvaru, jež sensorický systém nedokáže spojit. [7, 8]

Zdravotní stav bezprostředně souvisí se všemi fyziologickými funkcemi těla a jestliže je celkový zdravotní stav ve špatné kondici, projeví se to i na zraku. Tělesná slabost při nemoci nebo z fyzického vyčerpání může oslabit správnou funkci motorické fúze nebo akomodačně-vergenční rovnováhu. Například dle Thal a kol. [10] může u mladých pacientů způsobit vady akomodace infekční mononukleóza. Těžká traumata hlavy mohou vést ke ztrátě motorické a sensorické fúze, která může být buď dočasná, nebo trvalá. Dočasné snížení schopnosti fúze nebo amplitudy akomodace se objevuje při lehčích poraněních hlavy. Různé léky, drogy a chemikálie také způsobují neobvyklou aktivitu nervových funkcí. Některá léčiva mohou negativně ovlivnit funkci akomodace nebo zhoršit kompenzaci heteroforie. Také užívání centrálně působících antihypertenziv nebo antidepresiv způsobilo u mnohých pacientů jako vedlejší účinek sníženou amplitudu akomodace. Dokonce i malá dávka alkoholu je schopna dočasně dekompenzovat heteroforii a intermitentní strabismus a způsobit tak diplopii. [8, 10, 11]

Přílišné navyšování nároků na binokulární vidění zvyšuje stres na binokulární systém a kompenzaci odchylek. Příkladem může být právě pacient s exoforií typu slabé konvergence, který musí po dlouhou dobu pracovat v krátké pracovní vzdálenosti. Zejména dlouhodobé používání počítačů vyústilo v únavu očí, podráždění, zarudnutí a rozmazané až dvojité vidění. Rosenfeldova studie [12] poukazuje na syndrom počítačového vidění, kde mělo 64–90% uživatelů počítačů příznaky oční únavy.

I v případě monokulární námahy dochází k přetěžování okulomotorického systému. Typicky k tomu dochází u profesí klenotník nebo hodinář, u nichž se kvůli práci s monokulárním mikroskopem mohou projevit příznaky dekompenzované heteroforie. [8, 12]

2.2.1 Symptomy

Symptomy, které mohou poukazovat na problém binokulární rovnováhy, se mohou objevit náhle, nebo častěji k nim může docházet pozvolna. Právě to bývá důvodem, že si změny a příznaků pacienti ani nevšimnou. Optometristé se v praxi setkávají s mnoha pacienty, kteří se nechají vyšetřit, až když je situace velmi nepříjemná a ztěžuje jim práci či běžné aktivity. Většina pacientů si stěžuje na příznaky během druhé až čtvrté dekády života, kdy tráví nejvíce času prací do blízka. Často pocítují potíže při únavě po celém dni v práci, ve škole, nebo naopak se příliš rychle unaví už při práci a nejsou schopni delšího soustředění. Příznaky vznikají ze dvou důvodů. Tím prvním je snaha o zachování jednoduchého binokulárního vidění. V tomto případě jsou běžné astenopické potíže, které mohou sekundárně způsobit oboustranné bolesti hlavy, které většinou pacient lokalizuje ve frontální části.

Mezi časté astenopické potíže se řadí:

- rozmazané vidění
- diplopie (dvojité vidění)
- namožení a bolest očí
- pálení, svědění očí, pocit suchého oka
- zvýšené slzení, zarudnutí

Po probuzení a na začátku dne se tyto příznaky neprojevují, souvisí spíše s únavou, a proto se tedy vyvíjí a zhoršují během dne podle náročnosti. O víkendech a svátcích mohou projevy zmizet právě proto, že zrak není tolik namáhán. Heteroforie, která se zhoršuje při fixaci do dálky, může vést ke vzniku rozličných symptomů, které se mohou objevovat kdykoli, třeba i při volnočasových aktivitách, sportu nebo také v kině.

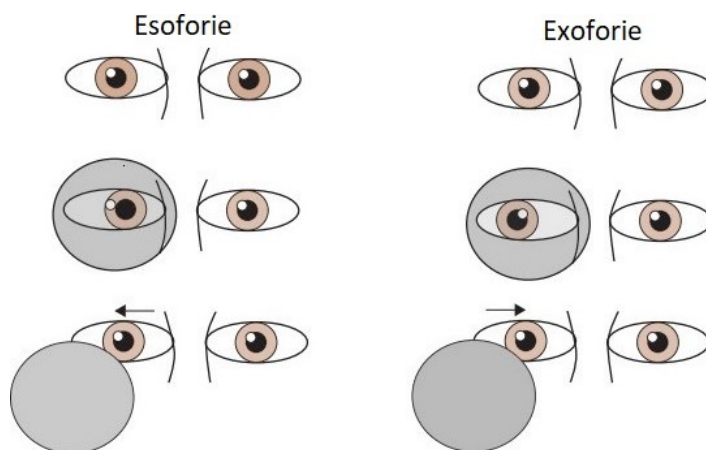
Druhým důvodem vzniku příznaků je selhání funkce jednoduchého binokulárního vidění, takže většina symptomů je výsledkem nespolupráce obou očí. Celkem jasným příkladem je v tomto případě diplopie, která se objeví jen občas, a to zejména při únavě nebo větší slabosti (např. při nemoci), nebo může přetrvávat déle. Od diplopie se dá ulevit mrkáním nebo změnou fixace. Podobným problémem je mihotání nebo chvění tištěného textu při čtení. Toho si lze všimnout třeba u dětí, pokud čtou nezvykle pomalu, často se u čtení přečknu nebo mají potřebu přečíst tutéž větu (pasáž) znovu. Někdy si pacient dokonce raději zavře jedno oko za účelem většího pohodlí při čtení nebo jiných činnostech. Ve snaze korigovat odchylku mohou oči měnit míru vergence a tím i akomodaci, takže výsledkem bude rozmazané vidění. [1, 8]

2.2.2 Vyšetřování a řešení heteroforií

Po důkladné anamnéze a stanovení správné refrakční vady je prvním důležitým krokem diagnostická testovací rutina v řešení akomodačních, okulomotorických a nestabických poruch binokulárního vidění. Existuje řada různých přístupů, založená většinou na podobných vyšetřeních, a žádné z vyšetření není stoprocentně spolehlivé a interpretovatelné samostatně. Nejlépe je optometrista schopen zhodnotit situaci kombinací více vyšetření. V této části bude pojednáno jen hrubé shrnutí vyšetřovacích postupů, jejich interpretace a očekávané naměřené hodnoty, které vychází z přístupu dle [7]. Cílem těchto vyšetření je zjistit, zda heteroforie je příčinou pacientových potíží (tj. zda je dekompenzována), případně ji správně klasifikovat a navrhnout optimální řešení. Více o vyšetřovacích technikách a jak je správně provádět je velmi podrobně popsáno ve zmíněné publikaci [7].

Zajímavou myšlenkou je volit postup vyšetřování a následné terapie u každého pacienta individuálně. Zvláště při refrakci na blízko nemusí být nejvhodnější striktně dodržovat vyšetřovací vzdálenost 40 cm, ale přizpůsobit pozorovací úhel a vzdálenost potřebám pacienta tak, aby to pro něj bylo přirozené a pohodlné. V takovém případě by mohlo být dobré zvážit, zda i binokulární testy nepřizpůsobit specifickým potřebám pacienta. [12]

V první fázi je třeba zjistit typ (horizontální, vertikální,...), směr odchylky a její velikost jak do dálky, tak i do blízka společně s poměrem akomodační konvergence k akomodaci (AC/A poměr). Objektivně lze přítomnost, směr a velikost odchylky zhodnotit pomocí zakrývacího testu, viz obrázek 2.2. Von Graefeho metoda, Maddoxův kříž nebo modifikovaný Thoringtonův test představují způsoby subjektivního měření přítomnosti, směru a velikosti forie. V některých studiích bylo zmíněno, že reprodukovatelnost Von Graefeho metody není příliš přesná ve srovnání s modifikovaným Thoringtonovým testem do blízka. Následuje vyšetření AC/A poměru, tj. změny akomodační konvergence, ke které dochází, když pacient zvýší nebo uvolní akomodační úsilí o určitou dioptrickou hodnotu. Vyšetřování fixační disparity je jednou z novějších metod, která poskytuje další podklad pro kvalitnější zhodnocení stavu binokulárního vidění. Hlavní výhodou vyšetření fixační disparity je to, že se provádí binokulárně, na rozdíl od jiných testů, u kterých je podmínkou disociace. Účelem zjištění NPC je posoudit amplitudu konvergence. Vzdálené NPC je optometry považováno za nejčastěji používané kritérium pro diagnostiku insuficience konvergence (v zahraniční literatuře se často označuje zkratkou 'CI'). [7, 9]

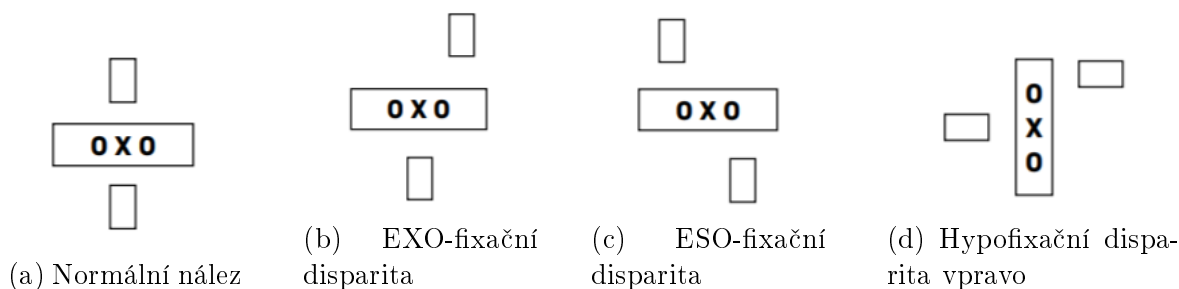


Obrázek 2.2: Srovnání esofovie a exofovie alternujícím zakrývacím testem. [13]

Druhým krokem je měření pozitivních a negativních fúzních rezerv pomocí přímých i nepřímých testů. Přímé vyšetření vergence lze provést plynulou metodou nebo skokově a jeho primárním cílem je posouzení rozsahu vergence. Plynulé vyšetření vergence, tradiční ve Spojených státech, se provádí na foropteru pomocí Risleyho prismatu, více tuto metodu popisuje v již zmíněné publikaci [7]. Avšak v České republice jsme zvyklí spíše na druhý způsob - po krocích s prizmatickou lištou, přičemž postup je obdobný. Nepřímá vyšetření zahrnují testy, jako je negativní relativní akomodace (NRA), pozitivní relativní akomodace (PRA), metoda zkřížených cylindrů, binokulární akomodační facilitata (BAF) a retinoskopie MEM (angl. *monocular estimation method*), které představují testy akomodačních funkcí. Protože se tyto testy provádějí za binokulárních podmínek, můžeme říci, že takto nepřímo vyšetřujeme také binokulární funkce. [7]

Poslední fází vyšetření je zhodnocení senzoričky, kdy v případě forií nebývají senzoričké anomálie příliš závažné, spíše jsou normální. Většinou se jedná jen o mírně sníženou stereopsi. Mírná a přerušovaná suprese je u forií běžná, je však méně intenzivní a velikost skotomů (výpadků zorného pole) je menší než u strabismu. Přestože není snížená stereopse tolik významná, je její přítomnost, snížení nebo úplná ztráta důležitým

prvkem v určení prognózy a terapie. Supresi můžeme odhalit pomocí Worthova čtyřbodového testu, Bagoliniho skel nebo Malletova testu do blízka, jehož součástí může být též vyšetření fixační disparity, které je zobrazeno na obrázku 2.3 . Random dot polarizovaný stereotest je často používán jen jako subjektivní zhodnocení míry stereopse. Dále se ve vyšetřování obvykle pokračuje testováním akomodačních poruch, které v této práci nebudou podrobněji zpracovány. Celé schéma vyšetřování a analýzy je vypracováno v grafice na konci kapitoly 2.5. [7]



Obrázek 2.3: Příklady výsledku Malletova testu

Celý tento proces má na konci vyústit v rozbor stavu pacienta, to znamená, že pacienta seznámíme s nálezem a doplňujeme otázkami na očekávané symptomy, případně jejich frekvenci. Dobré je vědět, kdy k nim dochází a zda se zhoršují i dlouhodobě. Užitečné také je, pokud může pacient demonstrovat, jak pracuje s PC a mobilním telefonem, zde je prostor na instruktáž z hlediska ergonomie, která bude popsána v další části. Informování pacienta o možnostech řešení nemůže být jednostranné, pacient by měl být schopen říci, co je v jeho možnostech a silách, jaké má podmínky pro práci na blízko a zda-li je lze zlepšit. Abu Bakar a kol. byli velmi úspěšní s použitím dotazníku COVD-QOL (obrázek 2.4) před vyšetřením a pak až po terapii. Srovnáním výsledků byli schopni zhodnotit míru úspěšnosti terapie. [7, 14]

Obecně je ale nutno nejdříve řešit refrakční vadu plnou korekcí. Pokud není toto řešení dostatečné, tak se dá přistoupit k úpravě korekce do blízka přidáním addice (zvláště v případě esoforie do blízka s vysokým AC/A poměrem), nebo přidáním záporné addice. Další možnosti řešení velmi závisí na vůli a schopnostech každého pacienta. Těmito možnostmi jsou prizmatická korekce, okluze, zrakový trénink nebo v krajním případě operační korekce, ale v tomto případě spadá posouzení pouze do kompetence lékaře.

Při aplikaci prizmat vždy korigujeme pravé i levé oko rovnoměrně, takže by prizma mělo být pro každé oko stejně silné, ale s opačnou bází. Další zásadou je korekce heteroforie pouze do vykompenzování, nikoliv celé, a to nejlépe s použitím Percivalova nebo Sheardova kritéria. Sheardovo kritérium je nejvhodnější použít v případě exoforie a Percivalovo při esoforii.

Prizmatická korekce však nezaručí ortoforii, oči se stočí do úlevové polohy a šilhání se může stát zjevným. Proto je výhodné motivovat ke zrakovému tréninku, a to hlavně děti, kde je často prognóza mnohem příznivější než u starších pacientů. Pomocí takového cvičení můžeme dosáhnout zmírnění či odstranění příznaků, stabilizace fixace, přiblížení blízkého bodu konvergence, zvětšení fúzních rezerv a amplitudy akomodace nebo zlepšení prostorového vjemu (stereopse). V literatuře najdeme pro každý druh úchylny i nejvhodnější postup řešení a cvičební plán zrakového tréninku. Tato terapie

vyžaduje dostatek času a trpělivosti na cvičení samotná i z dlouhodobého hlediska, než se projeví změna. Samozřejmě u některých pacientů hrají roli i finance. Cvičení bývají v ČR hrazena pojišťovnou v plné výši, pokud má pacient platnou žádanku od očního lékaře na ortoptická či pleoptická cvičení ve specializovaném zařízení. Děti a dospělí pacienti bez žádanky pak mohou být ohledně cvičení znevýhodněni, a proto je dobré je povzbudit a motivovat ke cvičení přiměřeně vzhledem k jejich stavu a prognóze. [7]

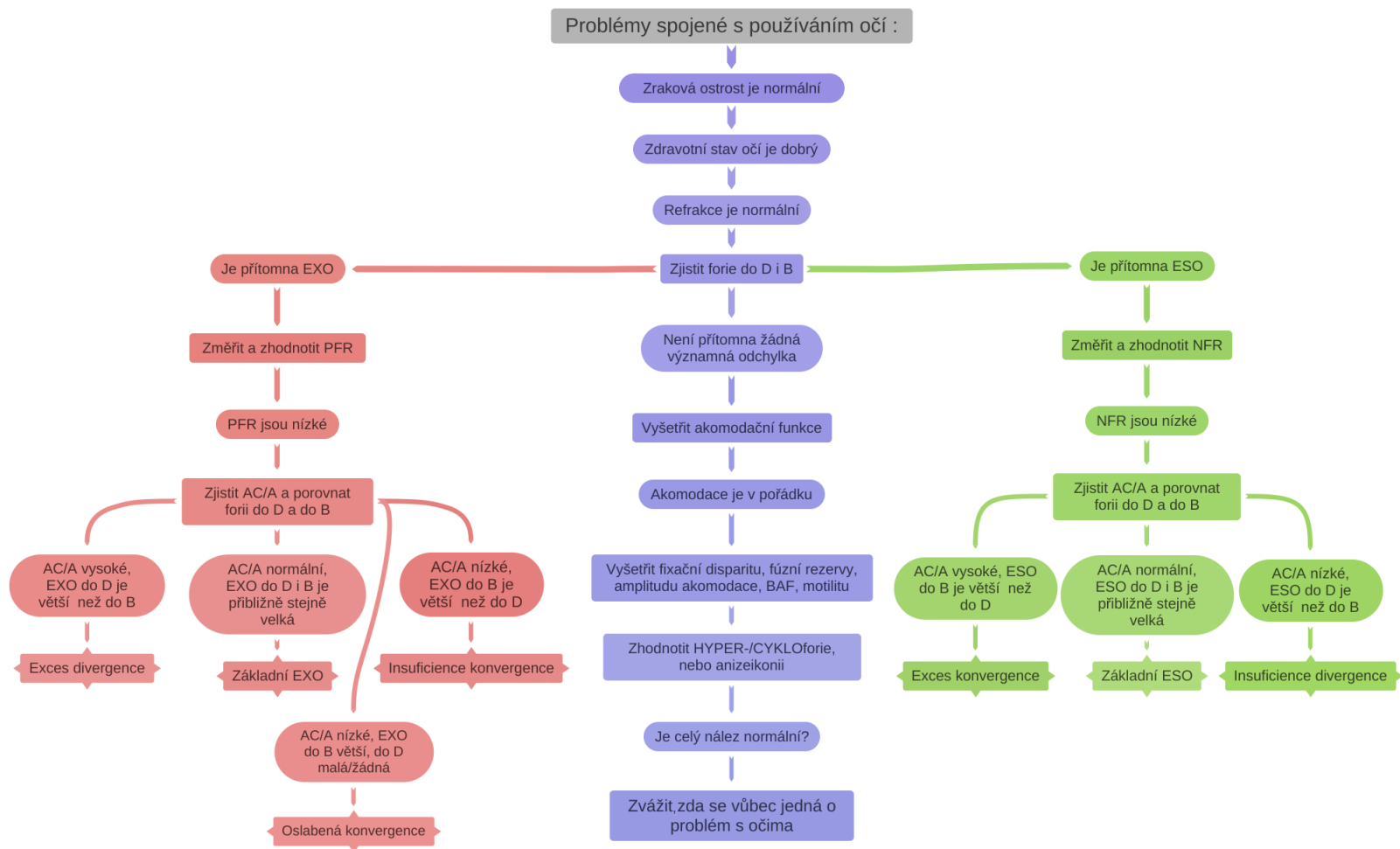
College of Optometrists *in Vision Development* Quality of Life (COVD-QOL)

PATIENT'S NAME: _____ DATE: _____

Check the column that best represents the occurrence of each symptom.

	NEVER	ONCE IN A LONG WHILE	SOMETIMES	A LOT	ALWAYS
1. Headaches with near work					
2. Words run together reading					
3. Burn, itch, watery eyes					
4. Skips/repeats lines reading					
5. Head tilt/close one eye when reading					
6. Difficulty copying from chalkboard					
7. Avoids near work/reading					
8. Omits small words when reading					
9. Writes up/down hill					
10. Misaligns digits/columns of numbers					
11. Reading comprehension down					
12. Holds reading too close					
13. Trouble keeping attention on reading					
14. Difficulty completing assignments on time					
15. Always says "can" before trying					
16. Clumsy, knocks things over					
17. Does not use his/her time well					
18. Loses belongings/things					
19. Forgetful/poor memory					

Obrázek 2.4: COVD-QOL dotazník. [14]



Obrázek 2.5: Zkrácené shrnutí vyšetřovacího postupu a analýzy výsledků vedoucí ke správné klasifikaci heteroforie

3. Pracovní prostředí a ergonomie práce

Pracovní prostředí a změna jeho podmínek se významnou měrou podílí na stresu vizuálního systému a může se stát příčinou zhoršení heteroforie a její kompenzace nebo dokonce progresu v heterotropii. Úvod do ergonomie seznamuje s problematikou práce do blízka a poskytuje popis vybraných ergonomických standardů, které mají zaručit co nejmenší zátěž na lidské tělo a oko při práci. Vysvětlením pojmu syndromu počítačového vidění se přiblížíme k jednomu z nejčastějších problémů dnešní doby a jeho vlivu na dekompenzaci skrytých odchylek.

Pracovní prostředí

Pracovní prostředí je velmi široký pojem a neexistuje jeho přesná definice, ale obecně jde o takové prostředí, kterým je člověk při práci obkloповán. Pracovní prostředí tedy netvoří jen místnost, v níž je práce vykonávána, ale také pomůcky a nástroje používané k práci. Za sekundární činitele lze považovat hluk, uspořádání pracoviště, kolektiv a vztahy v něm. Osvětlení je jedním z nejdiskutovanějších činitelů, dalším významným je ovzduší a jeho kvalita ve vztahu k oční hygieně.

Pojmy práce a pracoviště nejsou v této práci definovány jako pojmy z hlediska pracovního systému (zaměstnání). Pro potřeby tohoto dokumentu je třeba práci chápat jako netriviální činnost (je vyžadováno soustředění a aktivita zrakových smyslů), které člověk věnuje nezanedbatelné množství času. Pracovním prostředím je tedy prostor, ve kterém je taková činnost vykonávána. Mezi práci můžeme zahrnout i takové činnosti, jako je hraní hry na mobilním telefonu, čtení v posteli nebo psaní poznámek ve škole. Všechny tyto aktivity totiž vyžadují soustředění okulomotorického systému.

Historicky se pracovní podmínky postupně měnily, ale zvláště v posledních dekádách se mění velmi skokově, což souvisí s rychlým vývojem technologií i s příliš rychlou změnou životního stylu. Největší transformaci zažil lidský vizuální systém po vynálezu žárovky v 70. letech 19. století, čímž se prodloužilo namáhání zraku a práce do nočních hodin. S rozvojem administrativní a kancelářské práce a s vývojem a rozšířením elektroniky se zkracovala pracovní vzdálenost. Prvním takovým nejrozšířenějším elektronickým zařízením je televize, která je i dnes v domácnostech široce užívaná. V 80. a 90. letech se v bohatších domácnostech začaly objevovat první osobní počítače (PC) a na přelomu tisíciletí začaly být pomalu standardem všech evropských domácností. Ani ne o deset let později vešly do módy mobilní telefony, zejména první smartphony, a jen o několik let později i tablety. Všechna tato zařízení se stala každodenní nedílnou součástí života většiny populace vyspělého světa. Pomocí sociálních sítí, zábavního průmyslu, vývoje softwaru i hardwaru se mnozí velmi rychle učí zjednodušovat si život

a budou pravděpodobně na těchto vynálezech stále více závislí. Dnes již není výjimkou ani dítě předškolního věku s vlastním smartphonem. Problém, který nás tedy zajímá, je práce a pozorování na zkrácenou vzdálenost. Ta může být až poloviční, než byly oči za celou historii zvyklé. K celému tomuto pokroku, kdy se oči musí přizpůsobovat novým podmínkám pro práci, došlo v průběhu jediného století, což je při takové míře změn pro lidské tělo příliš náročné a rychlé. [16]

Ergonomie práce

Správná ergonomie je klíčovým opatřením pro co nejmenší námahu okulomotorického systému. Ergonomie jako lidský faktor je aplikace psychologických a fyziologických zásad pro rozvržení a design výrobků, procesů a systémů. Cílem je snížit chybovost, zlepšit produktivitu, zvýšit bezpečnost a pohodlí se zaměřením na interakci mezi člověkem a předmětem zájmu. [15]

Bylo vypracováno nespočet pokynů a norem, jak správně sedět u stolu, umístit klávesnici, myš a obrazovku, aby naše tělo co nejméně trpělo. I pro čtení, psaní nebo práci s elektronikou existují vizuální ergonomické zásady. Nejsou mezi veřejností příliš známy, a proto by na ně měli optometristé pacienty více upozorňovat. V případě dětí je dodržování ergonomie ještě komplikovanější, ale při jejím nedodržení může být riziko o to větší. [16]

Česká legislativa řeší ergonomii například v Zákoníku práce § 102 odst. 5 následovně:

„Při přijímání a provádění technických, organizačních a jiných opatření k prevenci rizik je zaměstnavatel povinen vycházet ze všeobecných preventivních zásad, kterými se rozumí (...) přizpůsobování pracovních podmínek potřebám zaměstnanců s cílem omezení působení negativních vlivů práce na jejich zdraví,...“. [17]

Syndrom počítačového vidění (Computer Vision Syndrome)

Syndrom počítačového vidění, známý také jako digitální zraková únava, je kombinací zrakových potíží spojených s používáním počítačů (včetně stolních počítačů, notebooků a tabletů) a jiných elektronických displejů (např. smartphonů a elektronických čtecích zařízení). V dnešním světě je prohlížení digitálních obrazovek všudypřítomné, ať už se jedná o profesní nebo volnočasové aktivity. Mnoho lidí používá denně i více různých zařízení, např. stolní a přenosný počítač a jedno nebo více kapesních zařízení. Používání digitálních médií menší velikosti po dlouhou dobu, často na krátké pracovní vzdálenosti, se stalo v moderní společnosti u pacientů všech věkových skupin zcela běžným.

Prohlížení digitálního média s elektronickým displejem se výrazně liší od prohlížení tištěného materiálu, pokud jde o příznaky zjištěné v rámci takové práce. Podobné rozdíly byly zaznamenány i v souvislosti s frekvencí mrkání. Mnozí uživatelé digitálních zařízení tráví 10 a více hodin denně sledováním těchto displejů, často bez odpovídajících přestávek. Rizikem je vznik syndromu suchého oka, který může být umocněn pobytem v klimatizovaném prostředí. Kromě toho mohou některá zařízení s menší obrazovkou zobrazovat zmenšenou velikost písma, což potom vede ke kratší čtecí vzdálenosti a k většímu akomodačnímu úsilí a konvergenci. Testováním [19] bylo prokázáno, že digitální zraková únava má významný dopad na vizuální pohodlí a produktivitu práce,

protože přibližně 40 % dospělých a až 80 % dospívajících testovaných mělo problémy se zrakem (unavené, suché oči nebo bolest hlavy), a to jak během, tak i po prohlížení elektronických displejů. [16, 19]

Vzhledem k tomu, že se v moderní společnosti využívá elektronických zařízení pro pracovní i volnočasové aktivity stále více, bude s rostoucím trendem pro pacienty čím dál náročnější splnit dobrý standard zrakového pohodlí. A v praxi nemůžeme očekávat, že pacient bude číst z takového zařízení v běžné pozorovací vzdálenosti 40 cm, zvláště při zrakové únavě. Tento vývoj bude nepochybně vyžadovat i přizpůsobení přístupu optometristy k měření refrakce a návrhu vhodného řešení, a to zejména u presbyopických pacientů. [12]

Zobrazovací displej (Visual Display Terminal)

V literatuře je možné se setkat s více překlady, např. vizuální zobrazovací terminál, obrazový terminál aj.; v angličtině je užíváno taktéž Visual display unit nebo Video display terminal (VDT). [20]

Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) vydala standardy ve sborníku ISO 9241-3XX obsahující normy ergonomie interakce člověka s počítačem. Původně pod názvem Ergonomické požadavky na kancelářskou práci se zobrazovacími terminály (obrazovkovými terminály). Roku 2006 byla norma přejmenována obecněji na Ergonomie systémových interakcí člověka. Tyto standardy popisují vizuální ergonomický design a požadavky na zobrazovací displeje pro širokou škálu pracovních prostředí. Výrobci mají při návrhu displejů pro monitory nebo jiných přístrojů s displejem povinnost tyto normy splnit. [18]

Studiem účinku různých pozorovacích úhlů při sledování TFT monitorů (TN a IPS technologie) bylo zjištěno, že pozorovací úhel ovlivňuje jas a kontrast obrazu. Větší pozorovací úhel znamená vyšší anizotropní efekt a snížený výkon. Tento anizotropní efekt je výraznější u LCD monitorů notebooků ve srovnání s externími LCD.

Nízká obnovovací frekvence displejů pod kritickou fúzní frekvencí je vnímána jako blikající a přispívá k obtížím, jako jsou bolesti hlavy a únava zraku. Stimul s nižší frekvencí způsobuje významnou akomodační mikrofluktuaci, která má vliv na stabilitu akomodační odezvy a nepříznivě působí na kvalitu (stabilitu a přesnost) akomodační kontroly. Tento problém mizí při frekvenci vyšší než 40 Hz, proto je u monitorů dnes minimálním standardem obnovovací frekvence 75 Hz podle Video Electronic Standards Association, ale přesto mnoho profesí (profesionální hráči, designéři, filmové profese) vyžaduje obnovovací frekvenci 240 Hz. Podobně bychom mohli posuzovat i rozlišení displeje, přičemž vysoké rozlišení je pro komfortní práci rovněž zásadní. Uživatelé při čtení textu nejvíce preferují černý text na bílém pozadí v odpovídající velikosti textu k velikosti obrazovky. [21]

Protože bylo zjištěno, že většina uživatelů používá příliš malé zvětšení na PC i chytrém zařízení, je na místě zmínit i velikost textu. Minimální výška znaku textu při zobrazování na displeji má být podle Amerického národního standardu 22 až 30 úhlových minut v konstrukční pozorovací vzdálenosti, s výjimkou případů, kdy rozpoznávací rychlost není důležitá (např. poznámky pod čarou a horní a dolní index), přičemž v tomto případě by výška znaku měla být nejméně 10 úhlových minut. [23]



Obrázek 3.1: Rozdíl mezi rychlostí obnovovací frekvence za dvacetinu sekundy. [22]

3.1 Tištěný text

Darrell Boyd Harmon zavedl pravidlo dnes známé jako *Harmonova vzdálenost*, které určuje nejideálnější pozorovací vzdálenost a pozici při čtení. Podle tohoto pravidla by mělo docházet k nejmenší námaze očí i těla. Zvláště pokud jde o optimální pracovní podmínky pro děti, Harmon doporučil, aby byla pozorovací vzdálenost do blízka stejná jako vzdálenost od kloubu prostředního prstu k bodu lokte jako na obrázku 3.2. Správného držení těla se dosáhne, pokud je pracovní povrch stolu skloněn v úhlu 20° a lokty a předloktí se opírají o stůl. [16]

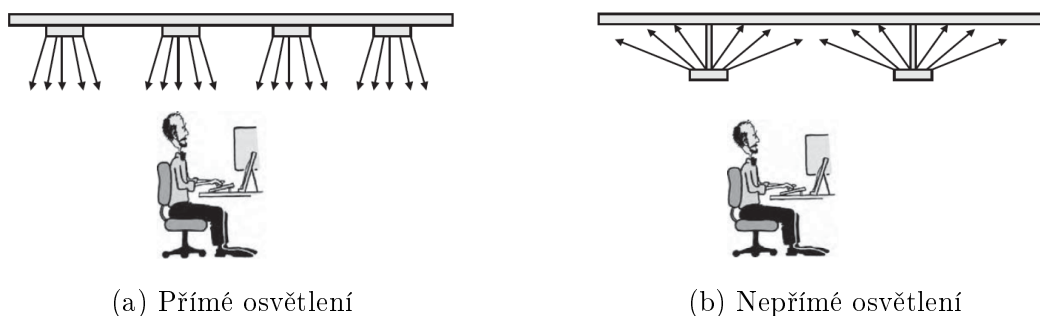


Obrázek 3.2: Harmonova vzdálenost. [24]

3.2 PC

Computer vision syndrome (CVS) je dle [16] více častý, pokud jde o prostředí osvětlené přímým zdrojem, jako např. stropní světelný zdroj. Specialisté na ergonomii se shodují, že nepřímě osvětlené prostředí, kdy zdroj osvětluje strop (stěny) a světlo ze zdroje se od nich odráží (viz obrázek 3.3), je přirozenější a výskyt CVS je u něj nižší. Pro správné použití počítače je vhodná poloviční intenzita osvětlení než úroveň, která je běžně v místnosti (např. ve školní třídě). Přílišná světelná intenzita pak může způsobit oslnění a problémy spojené s přizpůsobováním očí na světlo. [16]

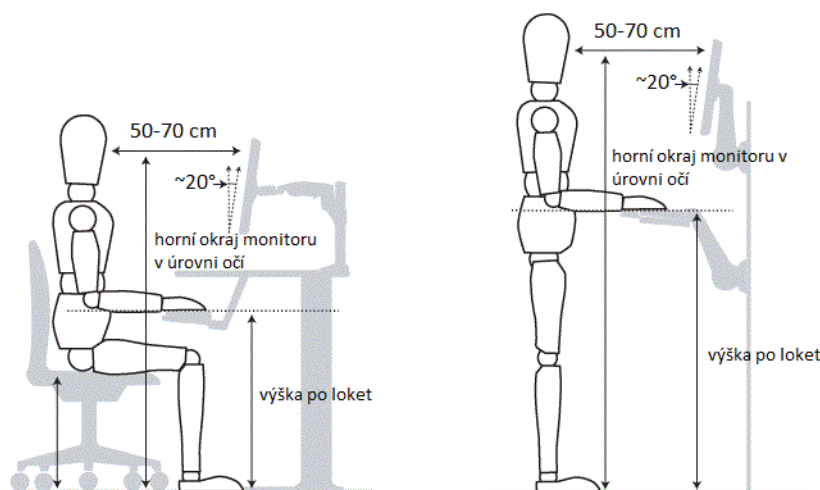
Při práci na PC je běžně doporučováno střídat úkoly, to znamená rozvrhnout si práci tak, aby byla možnost se jednou za čas zvednout, podívat se do dálky a projít se, nebo přerušit sledování monitoru na nějakou dobu (popř. ho vypnout). Cílem několika studií bylo určení nejlepší vzdálenosti a pozorovacího úhlu, zejména pokud jde o sledování počítačových monitorů. Podnětem byla vysoká prevalence vizuálního nepohodlí, které



Obrázek 3.3: Příklad a srovnání přímého a nepřímého osvětlení

je spjato s používáním počítače. Na rozdíl od knihy nebo papíru nelze vždy počítač (jeho monitor) tak snadno přizpůsobit, aby vyhovoval aktuálnímu požadavku uživatele. Ani deska stolu není vždy snadno výškově nastavitelná a prostor na ní je omezený. Základem pro dobré pracovní prostředí je tedy aspoň výškově nastavitelná židle a pracovní plocha s dostatečnou hloubkou. Některé studie ukázaly, že uživatelé PC nejvíce upřednostňují prohlížení monitoru ze vzdálenosti 51 cm (v US literatuře 20"). Obecněji se uvádí, že vzdálenost monitoru od obličeje by měla být mezi 50-70 cm (podle velikosti monitoru). Navíc lze úpravou výšky křesla, stolu nebo samotného monitoru zajistit, aby horní část displeje a oko uživatele byly v podobné výšce, čímž obvykle dosáhneme preferovaného pozorovacího úhlu 10° až 20° od úrovně očí ke středu monitoru. Při srovnání používání stolního počítače a notebooku je rozdíl významný. [16, 25]

Notebook svojí konstrukcí nemůže umožňovat dobrou ergonomii, buď bude obrazovka příliš blízko k obličeji uživatele, nebo bude klávesnice příliš daleko a uživatel se k ní bude muset nepřírozně ohýbat. Není možné ani dodržet ideální výškové umístění klávesnice a monitoru, to pouze v případě použití externí klávesnice a myši. Celkově práce se stolním počítačem umožňuje dosáhnout nejlepších ergonomických a vizuálních podmínek, a proto je stolní počítač pro dlouhodobou práci vhodnější. [16, 25]



Obrázek 3.4: Ideální ergonomie pro práci s PC při sezení a vestoje. [16]

3.3 TV

V minulosti byla hojně využívána technologie CRT-TV, v dnešní době ji však nahrazuje technologicky vyspělejší, ekologičtější a uživatelsky příjemnější televizor s plochým panelem (FPD-TV). LCD panely mezi všemi FPD-TV převládly a staly se tak majoritní technologií na trhu. Samozřejmě i sledování televize má vliv na zrakovou zátěž a proto vzniklo několik studií, které měly za cíl najít ideální pozorovací vzdálenost pro TV. Parametrem pro pozorovací vzdálenost se vždy stal některý z rozměrů televizoru, výška (H) nebo šířka (W), to ukazuje, že velikost zobrazovacího panelu hraje důležitou roli. Kromě toho je třeba brát ohled na uživatele a pozorovací podmínky. Mezi ně patří osvětlení a pozorovací úhly. Obecně bývá osvětlení obývacího pokoje, ve kterém se televizor nachází, kolem 500lx až 700lx. Ne vždy pozoruje divák obrazovku kolmo, ale častěji pod určitým úhlem. Průzkumy zaměřené na sledování rodinné televize odhalily, že průměrný pozorovací úhel v horizontále byl asi 20° s maximem až 60° , větší úhel je už pro diváka příliš nekomfortní. [25]

Jedna z posledních studií [25] zkoumala preferovanou pozorovací vzdálenost (v_p) při použití více velikostí HDTV televizorů (HD a FullHD formáty) a v konečném důsledku byl vytvořen model 3.1, který uvažuje proměnné, jako je úhlopříčka TV panelu (x v palcích), intenzita ambientního osvětlení (E v lx) a pozorovací úhel (α ve $^\circ$)

$$v_p = 70x + 2E - 0,0015E^2 - 0,46\alpha^2 - 14. \quad (3.1)$$

Avšak i tato studie nakonec potvrdila, že nejvíce záleží na velikosti televize a preferovaná pozorovací vzdálenost je $v_p \approx (3 \text{ až } 4) \cdot H$. Intenzita osvětlení a pozorovací úhel jsou faktory spíše marginální a pozorovací vzdálenost ovlivňují minimálně. Vhodné je nepřímé osvětlení o intenzitě 500 lx až 700 lx. Čím větší bude pozorovací úhel, tím kratší bude i pozorovací vzdálenost, proto je vhodné sedět co nejvíce kolmo k televizi, nebo mít sezení uspořádané do půlkruhu.



Obrázek 3.5: Doporučená pozorovací vzdálenost HDTV (vlevo) a UHD TV (vpravo) podle výrobce SONY. [27]

Nicméně nedávno nastal boom Ultra High Definition (UHD) televizorů, které se vyznačují maximálně ostrým detailem a vysokým rozlišením formátu tzv. 4K a 8K. Od HDTV se liší minimálně 4x vyšším rozlišením. Z hlediska ostrosti obrazu by tedy neměl být problém zmenšit pozorovací vzdálenost. Například výrobce SONY tvrdí [27], že ideální pozorovací vzdálenost u televizoru takového rozlišení je $v_p \approx 1,5 \cdot H$ (viz obrázek 3.5), což potvrzuje i studie [26], zaměřená na komfortní pozorovací vzdálenost UHD TV pro dospělé a seniory. V praxi to znamená, že pro televizor s úhlopříčkou 75 palců je pozorovací vzdálenost 1,4 m. Otázkou zůstává, jak zkracování pozorovací

vzdálenosti při delším sledování televize ovlivní latentní odchylky a dětské binokulární vidění. Zatím se zdá, že je toto téma neprozkoumané nebo o něm víme málo.

3.4 Smartphone a chytrá zařízení

Chytré mobilní telefony jsou natolik rozšířená a často používaná média, že je nelze opomenout. Je tomu tak díky klesající ceně i jejich velikosti, mobilitě, interaktivitě a možnosti sdílet obsah. Malá velikost displeje svádí většinu uživatelů, aby na rozdíl od tištěných médií drželi smartphone ve velmi krátké vzdálenosti od obličeje. To může zapříčinit nejen nadužívání akomodace a konvergence, ale i nadměrné osvětlení vysokoenergetickým modrým světlem z displeje, u něhož se významně diskutuje jeho škodlivost (dále toto téma nebude v této práci pojednáno, vlivu modrého světla se věnují jiné práce a studie). Mimo jiné je nadměrně namáhána krční páteř a záda, pokud uživatel sklání hlavu k mobilu. [28] Při srovnání pozorovací vzdálenosti v lehu a sedu bylo zjištěno, že při pozorování smartphonů v lehu je vzdálenost výrazně kratší. Krátká vzdálenost při pozorování smartphonů navíc negativně ovlivnila subjektivní kvalitu spánku. Proto pro správné použití chytrých telefonů by měla být dodržována zejména pozorovací vzdálenost, která by ideálně neměla být menší než 40 cm. [29]



Obrázek 3.6: Srovnání správného a nevhodného držení mobilního telefonu.

Mobilní telefon by nikdy neměl nahrazovat práci na počítači a uživatel by měl mít na paměti, že časté používání telefonu po dlouhou dobu může být příčinou astenopických potíží, diplopie a napětí vizuálního systému a celého těla. Pro zajímavost je vhodný monitoring frekvence a doby strávené na takovém zařízení. Postura při užívání takového zařízení nemá být strnulá a napjatá, hlava a záda se za telefonem nemají ohýbat, je lepší telefon zvednout do výškové úrovně obličeje a sklopit oči. Pro zařízení typu tablet je doporučeno použití externí klávesnice. [29, 30]

3.5 Dětská ergonomie

Přestože má dětská přizpůsobivost mnoho pozitivních aspektů, děti často nepohodlí a jiné potíže ignorují. Pravděpodobně ani nevyvinou žádnou snahu k lepšímu uspořádání pracovních podmínek nebo svého způsobu sezení k dosažení pohodlnější práce s počítačem. Také proto je důležité pozorovat jejich návyky a všimnout si, zda nemají

problémy se zrakem. Kromě pravidelných kontrol zraku u lékaře a správné korekce je vhodné děti naučit, že si při sledování digitálních obrazovek mají asi v hodinových intervalech dopřát přestávku, kdy obrazovku nesledují, třeba k protažení. I drobné pokusy o prevenci mohou pomoci posílit vhodné návyky pro prohlížení a zajistit pohodlné a příjemné používání počítače a jiných zařízení s displejem. [31,32]

Pro pohodlné čtení potřebuje dítě dostatečné osvětlení, odpovídající velikost a obtížnost textu, případně nakloněnou podložku o 20° a text v Harmonově vzdálenosti. Nakloněním podložky se předchází problémům s binokulárním viděním a bolestem krční páteře. Během práce do blízka se osvědčily časté přestávky, při nichž se dítě dívá do dálky. Stejná doporučení platí rovněž pro psaní. [32]

Děti mají různé potřeby, aby mohly pohodlně používat počítač. Vzhledem k tomu, že většina počítačů je svým umístěním na běžném kancelářském stole uzpůsobena pro dospělé, musíme pracoviště upravit podle pracovních podmínek pro dítě. Uspořádání monitoru, klávesnice a myši by mělo odpovídat parametrům těla dítěte. Obrazovka by neměla být příliš vysoko v zorném poli dítěte, je doporučeno nastavit horní okraj monitoru alespoň 15° pod úroveň očí. I židle se stolem by měly být v adekvátní výšce, proto je velmi výhodný polohovatelný stůl, případně alespoň výškově nastavitelná židle. Vzdálenost monitoru by neměla být kratší než 65 cm, a pokud se dítě nahýbá k monitoru, řešením je nastavit vyšší zvětšení obrazu. [31,32]

V posledních letech stále více dětí vlastní chytrý telefon, tablet nebo herní konzoli s displejem (např. Nintendo Switch). „Sedm z deseti dětí ve věku do 8 let užívají mobilní telefon, což je údaj, který se za poslední dva roky zdvojnásobil.“, uvádí článek z roku 2013. [34] Více jak polovina amerických dětí do 4 let věku má vlastní mobilní telefon. Téměř všechny děti používají mobilní telefon denně od svých dvou let a první interakce s mobilem začaly před 1. rokem života. Rodiče tato zařízení dětem poskytují nejčastěji jako uklidňovací prostředek ke sledování videí nebo hraní her; mezi nejoblíbenější videoplatformy patří YouTube a Netflix. [35]



Obrázek 3.7: Děti a adolescenti při hraní hry málokdy dbají na vhodnou pozorovací vzdálenost a telefon drží velmi blízko od obličeje. Na obrázcích je vidět, že příčinou mohou být i krátké ruce, takže si děti telefon dál od obličeje dát nemohou.

Výše bylo uvedeno, že v případě takových zařízení často není dodržena správná pozorovací vzdálenost, o to více toto platí u dětí. Zajímavé je, že děti žijící ve větších městech používají média s displejem více než děti z vesnic a menších měst. [33] Díky snížené frekvenci mrkání jsou děti více náchylné k syndromu suchého oka při dlouhém pozorování mobilního telefonu (zvláště při hraní hry); prevencí proti suchým očím je pobyt venku. [33]

4. Změny heteroforie v pracovním prostředí

Pozorování vzdálených objektů vyžaduje minimální akomodaci a paralelní postavení obou očí, kdežto při fixaci na objekty v bližší vzdálenosti (< 6 m) určuje vergence a akomodace polohy vizuálních os. Rozdíly akomodačního a vergenčního úsilí nebo pozorovací vzdálenosti mohou způsobit některou z forií. Není tedy divu, že je prevalence forií do blízka větší nebo způsobuje větší problémy právě při práci do blízka.

Moderní doba klade vysoké nároky na zrak a úkoly vyžadující vidění do blízka. Vizuální systém někdy nemusí být dostatečně schopen při těchto činnostech účinně spolupracovat, což vede k vizuálnímu nepohodlí, únavě nebo astenopickým obtížím a snížení vizuálního výkonu. Toto nepohodlí může narušovat schopnost efektivního vykonávání práce člověka, u studentů může dojít ke zhoršení schopnosti dobře se učit a děti opouštějí rozdělanou práci kvůli nepřiměřené vergenci (příp. akomodaci). [36] Četné publikace [1, 3, 6–8] se jasně shodují na působení delší práce do blízka vůči heteroforii, respektive jakožto příčiny její dekompenzace.

4.1 Práce do blízka

Soustředěná práce do blízka může vypadat pokaždé úplně jinak, a proto má každý druh práce svá specifika. Jak už bylo řečeno, například šití představuje úplně jinou náročnost na zrak než sledování TV nebo čtení knihy. Nejenže jde o aktivní práci, takž vyžaduje jiný způsob soustředění, ale pracovní vzdálenost bude v takovém případě často podstatně kratší. V této kapitole budou popsána specifika prací na blízkou vzdálenost a jejich vliv na změny binokulárního vidění. Dle studií bude uveden vliv aktivní a pasivní činnosti na binokulární funkce. Zcela zásadní jsou informace o zdlouhavé pracovní činnosti, které bývají nejčastějšími příčinami dekompenzace nebo progresu heteroforií.

Mezi základní charakteristiky činnosti do blízka patří pracovní vzdálenost. Ta není zcela závislá na typu refrakční vady; myopové tuto vzdálenost sice někdy zkracují, ale rozdíl vzdálenosti a četnost výskytu nejsou statisticky významné. Pokud je pohodlná pozorovací vzdálenost u myopa velmi krátká, je na místě kontrola refrakční vady a ověření, zda není podkorigována. Ani kompenzovaná nebo malá heteroforie by neměla mít přímý vliv na pohodlnou pozorovací vzdálenost. [37, 38]

Je-li dodržena ideální čtecí vzdálenost 40 cm, není pro normálně fungující vergenci problém zpracovat obraz správně, ani to nezpůsobuje zhoršení, ačkoliv často dochází k fixační disparitě. Dlouhé čtení by nemělo působit potíže, pokud jsou dodrženy ideální podmínky včetně dostatečného osvětlení. [39]

Dlouhá práce

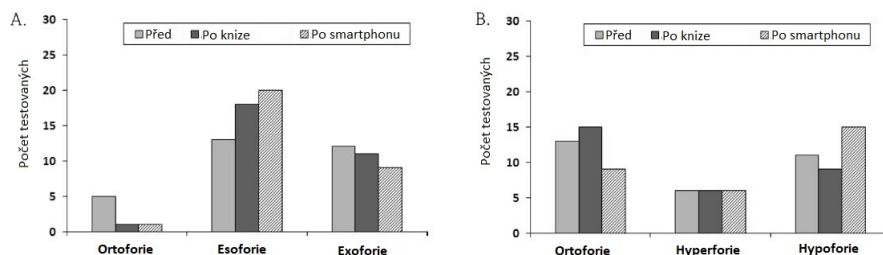
Jak velký je časový úsek, abychom jej mohli posuzovat jako nadměrně dlouhou práci? Některé prameny uvádí [43, 44, 46], že i hodina nepřetržité práce do blízka způsobuje únavu, a často je jedna hodina používána ve studiích jako reference pro další testování. Jiné zdroje [41] zase uvádějí, že po hodině práce je oko schopné se do půlhodiny zotavit, a proto musí být tento parametr delší. Takže jinde je užíván minimálně 3hodinový interval. Obecně je však tento parametr relativní a je důležité jej posuzovat spíše individuálně, nejlépe podle příznaků zrakové námahy. Takže když člověk cítí, že mu práce již působí typické potíže (únava, rozmazané vidění, diplopie, pocit suchého oka,...), nejspíše už jde o nadměrnou dobu strávenou prací do blízka. [41, 43, 44, 46]

4.1.1 Pasivní a aktivní činnost

Vlastnosti média, které člověk používá pro práci, a také způsob jeho užívání mají vliv zejména na pracovní vzdálenost, která pak dále ovlivňuje heteroforii nebo její kompenzaci. Aktivita užívání je ve vztahu k heteroforiím spíše sekundárním činitelem, ale vědomí jejího působení může dopomoci k preventivnímu chování.

Vykonáváním pasivní činnosti rozumíme stav, kdy člověk pouze přijímá informace, ať už zvukové, či vizuální. Jde tedy pouze o příjem z vnějšku. Pasivními aktivitami náročnými na zrak je čtení na jakémkoliv médiu a sledování videa. Zpravidla je takový druh aktivity méně náročný na zrak, protože je lépe dodržena ideální pozorovací vzdálenost. I v pasivním přijímání informací mohou být rozdíly, přičemž reakce na informace působí na mozek a v návaznosti i na lidské reflexy různým způsobem; tyto reflexy je třeba vnímat velmi individuálně. Například při čtení knihy stačí pro pouhé pochopení textu vyvinout minimální mozkovou aktivitu. Ale pokud se čtenář musí na něco soustředit a věnovat tomu více pozornosti, aby porozuměl, nebo pokud je děj detektivního románu velmi napínavý, dochází k přiblížení textu k obličejí zcela nevědomky. To samé se děje u sledování akčního videa, kdy napětí graduje; mnohonásobně silnější je pak tento reflex, pokud zároveň dochází i ke zvukovému stimulu (výkřik, zvyšující se hlasitost hudby, atd.). [40]

Aktivní činnost je stav, kdy nedochází pouze k přijímání informací, ale také k vytváření informací a jejich sdílení jakoukoliv formou. Taková činnost je náročnější na koncentraci vzhledem k nutnosti tvořit. Stejně jako v předchozím případě dochází k reflexnímu zkracování pracovní vzdálenosti z důvodu větší koncentrace. Ve studii [38] byla takto porovnávána aktivní a pasivní činnost při práci s mobilním telefonem (čtení SMS oproti psaní SMS) a ani přidání addice do blízka tuto potřebu neeliminovalo, zato se zvýšila pracovní výkonnost při psaní i čtení. Pozorovací vzdálenost u tištěného textu téměř odpovídala doporučené vzdálenosti 40 cm, ale při čtení SMS se v průměru zkrátila na 32 cm. Nejmenší vzdálenost měli účastníci při psaní SMS, a to v průměru 29,5 cm.



Obrázek 4.1: Distribuce forií před testováním, po čtení knihy a smartphonu. [43]

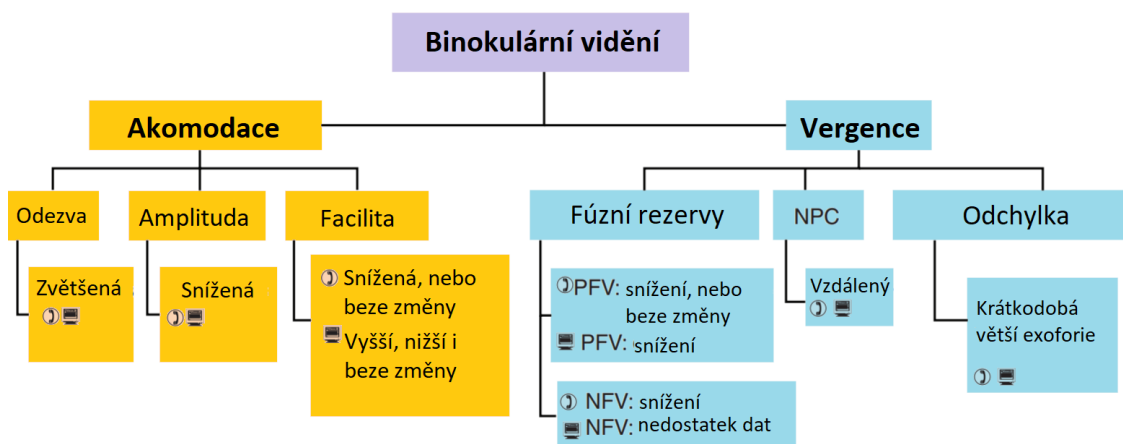
4.2 Práce do blízka s displejem

Studie Seoul National University [43] se zaměřila na změny heteroforie a fúzních rezerv po půlhodinové práci do blízka s tištěným textem a smartphonem. Na obrázku 4.1 je vidět četnost forií u testovaných před a po aktivitách. Vertikální forie jsou vztaženy k pravému oku. Velikost eso- i exoforie se po čtení z knihy snížily, ale po čtení ze smartphonu se velikost esoforie zvýšila. Fúzní rezervy do blízka se po čtení knihy nijak výrazně nezměnily, avšak po práci na mobilním telefonu došlo ke statisticky významnému snížení zejména u pozitivních fúzních rezerv, které jsou u exoforií významné. [43]

Jiný článek [44] zkoumal změny akomodace a binokulárních funkcí po půlhodině čtení knihy v porovnání se čtením e-booku z tabletu. Nezávisle na médiu došlo k oddálení NPC, přičemž po čtení e-booku byl vzdálen nejvíce. Jedině v případě pacientů s CI (insuficience konvergence) došlo k přiblížení NPC po obou aktivitách. Stejně jako v předchozí studii došlo po čtení z tabletu k posunu heteroforií do blízka směrem do esoforie kromě pacientů s excesem konvergence. Pacienti s CI a s nedostatečnou akomodací vykazovali snížený AC/A poměr po čtení z tabletu, ke zvýšení došlo u pacientů s excesem akomodace, jinak se AC/A poměr významně nezměnil. Všichni zúčastnění měli větší negativní fúzní rezervy do blízka po čtení z knihy, a zároveň u všech byl zaznamenán pokles po čtení e-booku. Pozitivní fúzní rezervy do blízka byly po práci s tabletem, stejně jako v předchozí studii, sniženy. S použitím CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey) dotazníku také vyšlo najevo, že skóre subjektivních symptomů zrakového nepohodlí se po čtení e-booku zvýšilo u všech testovaných podstatně více, než po tištěném textu. [44]

Posun do esoforie však nebyl zcela jednoznačně prokázán, meta-analýza Jaiswal [41] ve své práci konstatuje, že ač není k dispozici mnoho studií, častější je posun směrem do exoforie (viz obrázek 4.2) jak v případě PC, tak i smartphonu a jiných chytrých zařízeních. A v případě smartphonu je nárůst exoforie největší. Ovšem platí to pouze v případě mladých dospělých a dětí, protože u starší populace nedošlo k téměř žádné změně. Navíc veškeré výzkumy se zabývaly spíše krátkodobým účinkem a většinou se vizuální systém po krátké době zotavil do stavu před testováním. Takže vliv dlouhodobého působení na binokulární funkce není ještě zcela objasněn. [41]

Další články [45, 46] srovnávají binokulární akomodační facilitu, která se po používání digitálních zařízení významně snížila. Studie poukazují na to, že pohodlná práce do blízka závisí i na prostředí nebo použitých prostředcích a předpokládají, že práce se zařízením s displejem namáhá binokulární aparát více; zároveň je třeba mít na paměti, že podobná aktivita bude u různých anomálií vykazovat pokaždé jiný účinek a odlišně



Obrázek 4.2: Shrnutí vlivu PC (ikona PC) a smartphonu (ikona telefonu) na akomodaci a vergenci. [41]

subjektivní symptomy. [41, 45, 46]

V souvislosti s používáním chytrých telefonů a tabletů došlo ke změnám akomodace, a to snížením její amplitudy a zvýšenou akomodační odezvou. Podobně tomu je i při používání počítače. Kromě toho snížení fúzních rezerv a vzdálení NPC naznačují, že blízký bod konvergence se při používání chytrých telefonů a tabletů oddaluje, stejně jako při používání počítače. Důkazů o dopadu chytrých zařízení na vergenci je ale stále málo a ve výsledcích vznikají konflikty, takže v této věci má smysl ve výzkumu pokračovat dále, aby bylo možné vytvářet přesnější doporučení, zlepšovat design a minimalizovat tak riziko negativního dopadu. [41]

Rozšíření technologie virtuální reality (VR Headset) hlavně v herním průmyslu dala vzniknout studii [47] zkoumající vliv VR Headsetu na zrakové ústrojí. Pokud uživatel mění fixaci ve smyslu prostorového vnímání, vzniká konflikt mezi vergencí a akomodací, který nemusí působit žádné problémy, jestliže je tato aktivita pouze krátkodobou záležitostí. Při dlouhodobé práci s VR Headsetem dochází ke zrakovému napětí, které může způsobit dekompenzaci či progresi latentní odchylky nebo progresi ve zjevnou odchylku. [47]

4.2.1 Kazuistiky

Konkrétní případy pacientů jsou pro klinickou praxi skvělým vodítkem a příkladem, jak byly podobné případy úspěšně řešeny. Sledování kazuistik je způsob, jak se může optometrista mnohému naučit od svých kolegů a zlepšit se ve své odbornosti. V této části bude představeno několik případů, které souvisí se nadužíváním chytrých telefonů u mladých, a jsou příkladem toho, že včasná léčba může vést k plnému zotavení, například i stereopse. I když se práce nezabývá zjevnými odchylkami, je zde případ zjevných odchylek uveden z důvodu možnosti úspěšné léčby i u těžších forem binokulárních anomálií, než je heteroforie. Druhým důvodem je i to, že neřešená heteroforie může časem přejít v heterotropii.

Prvním příkladem je 23letý muž, který nedávno nastoupil do zaměstnání vyžadujícího práci na počítači asi 6 hodin denně, přestávky dělá nepravidelně. Při vyšetření si

stěžoval na bolesti hlavy a krku po 3 hodinách práce na počítači. Pozorovací vzdálenost od oka ke klávesnici i k monitoru byla asi 40 cm. Vyšetření odhalilo malou exoforii do blízka 6 Δ a celé vyšetření bylo relativně v normě, ovšem i tak má pacient potíže spojené s používáním počítače. Pravděpodobně jsou jeho problémy způsobeny ergonomií práce, nikoliv abnormální vergencí. Byla doporučena změna ergonomie pracovního prostoru tak, aby se pozorovací vzdálenost monitoru zvětšila a monitor byl umístěn výše; pro eliminaci odrazu rušivých odlesků z okna měl být monitor natočen nebo opatřen filtrem proti oslnění. Řešení bylo úspěšné a pacient po zavedených změnách na pracovišti pocítil zlepšení. [7]

Případ 11letého chlapce, který si stěžoval na únavu, podrážděné oči, rozmazané vidění a občasnou diplopii, zejména na blízko, bez významné osobní i rodinné anamnézy, poukazuje na negativní vliv dlouhodobého používání smartphonu dětmi. Ale zároveň ukazuje dobrou prognózu při včasném zásahu odborníků. Jeho rodiče pozorovali občasně zašilhání po několikahodinovém hraní hry na telefonu. Po kompletním vyšetření refrakce a ortoptické analýze byla zjištěna velmi snížená stereopse, ortoforie do dálky a esoforie do blízka 10 Δ s pomalou regenerací a intermitentní esotropií. NPC a slabé negativní fúzní rezervy poukazovaly na exces konvergence. V cykloplegii byla zjištěna lehká latentní hypermetropie s Visem 20/20. Po 3měsíční korekci refrakční vady, ortoptických cvičení a používání Fresnelových folií na blízko byla esoforie snížena na 6 Δ . Další 4 měsíce s omezeným přístupem ke smartphonu stačily na úplnou eliminaci odchyly, chlapec měl tedy pouze nosit hypermetropickou korekci. [48]

Studie [49] se zabývá kazuistikami zaměřenými na získanou akutní komitantní esotropii u 12 pacientů věkově od 7 do 16 let. Jejich společným znakem kromě esotropie bylo i nadměrné používání mobilního telefonu na zkrácenou pozorovací vzdálenost 30 cm a s tím spojené zhoršení odchyly. Z této studie je vybrán případ 16letého chlapce, který trávil až 8 hodin denně na telefonu. Neurologické a jiné příčiny byly vyloučeny, vyšetření v cykloplegii odhalilo myopii, která byla následně korigována. Odchyly do dálky i do blízka byla 35 Δ a po měsíci nošení korekce a omezeného používání telefonu se snížila jen mírně. Chlapec podstoupil chirurgický zákrok ke korekci strabismu. Na výstupní kontrole po roce vykazoval ortoforii a výrazné zlepšení stereopse. Téměř všichni pacienti ve studii dosáhli výrazně lepšího stavu binokulárních funkcí včetně stereopse, primárně díky korekci refrakční vady a omezení rizikové práce do blízka (vyjma 3 pacientů, kteří navíc podstoupili chirurgický zákrok). Ačkoliv v tomto shrnutí kazuistik není vzorek dostatečně velký, může být příklad velmi užitečný pro další klinickou praxi. Taktéž je otázkou, jestli by nemohla být rekonvalescence efektivnější, pokud by pacienti podstoupili ortoptická cvičení. [49]

Zmíněné případy poukazují na to, že dětští i dospělí pacienti mohou mít různé velké problémy s heteroforií nebo dokonce heterotropií, ale i tak pro ně lze najít vhodná řešení, které jim navrátí velkou část binokulárního vidění zpět. Terapie sice někdy vyžaduje, aby měl pacient samotný, popř. i jeho rodiče, dostatečnou trpělivost i motivaci, výsledek však může značně převýšit počáteční nepohodlí.

Závěr

Tato práce vznikla za účelem shrnutí poznatků o dopadech práce do blízka na heteroforie, o jejich kompenzaci a ergonomických zásadách pro práci do blízka za použití novější literatury a studií. Práce do blízka byla zaměřená zejména na používání smartphonů, tabletů a PC.

V úvodní části je popsána a vysvětlena heteroforie a její členění. Je vysvětlen princip dekompenzace a symptomy, které tento stav provázejí. Jsou shrnuty dosud nejvíce osvědčené metody vyšetřování a řešení latentních odchylek. Následující část práce se věnuje vlastnostem různých pracovních prostředí a ergonomii práce v takových případech. Speciálním případem je ergonomie práce dětí, která je nepostradatelným prvkem při snaze eliminovat působení displejů a krátké pracovní vzdálenosti na dětský zrak. Hlavní část shrnuje studie a výsledky dopadů práce do blízka s různými médii na vergenčně-akomodační systém.

Jedním z výsledků tohoto bádání je, že snaha o správnou ergonomii výrazně pomáhá omezit negativní vliv dlouhé práce do blízka, zvláště jedná-li se o mobilní telefony. Podobně jako nezanedbaní potřebné korekce refrakční vady ať už do dálky, či do blízka. Navíc v případě nekorigované malé refrakční vady, typicky astigmatismu v případě nositelů kontaktních čoček, by měla být plně dokorigována, jestliže pacient často používá různé elektronické displeje. I malá podkorekce takové vady může způsobit dekompenzaci heteroforie a jiné potíže [12]. Dále je z hlediska vyšetřování vhodné se zamyslet, zda by individuální vyšetřovací vzdálenost a simulace pracovního prostředí dle potřeb pacienta nebyla vhodnější, než standardizovaná vzdálenost do blízka. Takový přístup by mohl vést k většímu pohodlí při práci do blízka a s PC.

Některé děti jsou denně vystavovány zařízením s displejem a jejich zrak je namáhám podstatně více, protože často mají pozorovací vzdálenost výrazně kratší ve srovnání s dospělým. Zároveň je nepohodlí a únava (vizuální či fyzické) tolik nezajímá a pravděpodobně si na horší stav snadno zvyknou. A kromě toho, že je velmi jednoduché vybudovat si na používání takového média závislost, tak sledováním displeje tráví několik hodin denně a tím dochází k nevídané zátěži zrakového ústrojí. Řešením tedy není jen správná ergonomie, častější pauzy a korekce refrakce, ale zároveň omezení celkového času stráveného takovou činností.

Do budoucna můžeme čekat nárůst latentních i zjevných odchylek, a proto je vhodné, aby byli optometristé na tyto situace připraveni. Více studií, poznatků z praxe a kazuistiky mohou sloužit jako další cenný materiál pro pochopení působení digitálních zařízení na vizuální systém člověka. Je to nezbytné i pro rozvoj klinických doporučení za účelem snížení astenopických a jiných potíží uživatelů. Takové znalosti jsou nezbytné i pro návrh digitálních zařízení k minimalizaci rizika zrakových obtíží u širší populace.

Literatura

- [1] EVANS, Bruce J. W. and PICKWELL, David. *Pickwell's binocular vision anomalies*. 5th edition. Edinburgh, UK: Elsevier Butterworth Heinemann, 2007.
- [2] EVANS, Bruce J. W. *Optometric Prescribing for Decompensated Heterophoria*. *Optometry in Practice* Vol. 9 (63–78), 2008.
- [3] von NOORDEN, Gunter K. and CAMPOS, Emilio C. *Binocular vision and ocular motility : theory and management of strabismus*. 6th Edition. A Harcourt Health Sciences Company, 2002.
- [4] EVANS, Bruce J. W. [online] *Investigating and managing heterophoria*. *Optometry Today*, , 2010, [citováno 15. 1. 2020]. Dostupné z: <https://www.thefreelibrary.com/Theinvestigation&managementofheterophoria.-a0240015978>
- [5] ENNIS, Fergal [online] *Binocular vision Part 2 – Compensation and decompensation in heterophoria*. *Optician online*, [citováno 14. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.opticianonline.net/cet-archive/5397>
- [6] STIDWILL, David and FLETCHER, Robert. *Normal Binocular Vision: Theory, Investigation and Practical Aspects*. 1st edition. Wiley-Blackwell, 2011. ISBN: 978-1-40-519250-7
- [7] SCHEIMAN, Mitchell and WICK, Bruce. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. 5th edition. Lippincott Williams and Wilkins, 2020. ISBN: 978-1-49-639973-1
- [8] ANSONS, Alec C., DAVIS, Helen. *Diagnosis and Management of Ocular Motility Disorders*. 4nd edition. Wiley-Blackwell, Ltd., 2014.
- [9] ROSENFELD, Mark, LOGAN Nicola. *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*. 2nd edition. Edinburgh, UK: Elsevier Butterworth Heinemann, 2009.
- [10] THAL Lawrence S., PHILLIPS, Stephen R.; STARK, Lawrence. *Paralysis of accommodation in infectious mononucleosis*. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, Vol. 54 (19-26), 1977. DOI 10.1097/00006324-197701000-00002
- [11] BAKER, Robert S., EPSTEIN, Avrom D. *Ocular motor abnormalities from head trauma*. *Elsevier: Survey of Ophthalmology*, Vol. 35 (245-267), 1991. DOI: 10.1016/0039-6257(91)90046-i

- [12] ROSENFELD, Mark, LOGAN Nicola. *Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments*. Ophthalmic and Physiological Optics, Vol. 31 (502-515), 2011. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x
- [13] BRAINKART [online] *Paediatrics: Vision screening in the UK* brainkart.com [cit. 14. 5. 2020]. Dostupné z: http://www.brainkart.com/article/Paediatrics--Vision-screening-in-the-UK_29077/
- [14] ABU BAKAR, N.F. et al. *COVD-QOL questionnaire: An adaptation for school vision screening using Rasch analysis* Journal of Optometry, Vol. 5 (182-187), 2012, DOI: 10.1016/j.optom.2012.05.004
- [15] WICKENS, C. D., LEE, J. D., GORDON, S. E.; LIU, Y. *An introduction to human factors engineering*. Pearson-Prentice Hall, 2004.
- [16] ANSHEL, Jeffrey. *Visual Ergonomics Handbook*. CRC Press, Taylor&Francis Group, 2005. ISBN: 1-56670-682-3
- [17] Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [33 akt. znění zákonem č. 93/2017]. Praha: Ministerstvo vnitra, 2006.
- [18] ČSN EN ISO 9241 *Ergonomie systémových interakcí člověka*. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [19] SHEEDY, J.E. *Vision problems at video display terminals: a survey of optometrists*. Journal of the American Optometric Association, Vol. 63 (687-692), 1992, PMID: 1430742
- [20] TZ-one. *English-Czech Technical Dictionary*. Lulu Press, Inc., 2014.
- [21] PARIHAR, J. K. S. et al. *Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS)*. Medical journal, Armed Forces India, Vol. 72 (270-276), 2016, DOI: 10.1016/j.mjafi.2016.03.016
- [22] Viewsonic [online]. *What's a refresh rate? What are Hertz?*. [citováno 17. 5. 2020]. Dostupné z: https://www.viewsonic.com/elite/posts/3_what-is-refresh-rate
- [23] ANSI/HFES 100–2007 *Human Factors Engineering of Computer Workstations*. California, Santa Monica, Human Factors and Ergonomics Society, 2007.
- [24] MESLIN, Dominique. *Praktická refrakce*. Listy očních optiků, Essilor Academy Europe, 2008.
- [25] LEE, Der-Song. *Preferred viewing distance of liquid crystal high-definition television*. Applied Ergonomics, Vol. 43 (151-156), 2012, DOI: 10.1016/j.apergo.2011.04.007
- [26] PARK, Yung Kyung, KIM, Yoon Jung, PARK, Daeun *Human factors of UHD viewing experiences for two different age groups*. Journal of Information Display, Vol. 19 (25-37), 2018, DOI: 10.1080/15980316.2017.1407832

- [27] SONY ELECTRONICS INC. [online]. *Recommended Viewing Distance for TVs*. ID článku: 00008602, [cit. 5. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.sony.com/electronics/support/articles/00008601>
- [28] BABABEKOVA, Y., ROSENFELD, M, HUE, J.E., HUANG, R.R. *Font size and viewing distance of handheld smartphones*. *Optometry and Vision Science*, Vol. 88 (795-797), 2011, DOI: 10.1097/OPX.0b013e3182198792
- [29] YOSHIMURA, M., KITAZAWA, M., MAEDA, Y., *Smartphone viewing distance and sleep: an experimental study utilizing motion capture technology*. *Nature and Science of Sleep*, Vol. 9 (59—65), 2017, DOI: 10.2147/NSS.S123319
- [30] STANFORD UNIVERSITY: ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY [online] *Ergonomics Guidance for Mobile Devices*. ID článku: OHS 12-063 – 4/2012, [cit. 6. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www-group.slac.stanford.edu/esh/medical/ergo/ergomobileguide.pdf>
- [31] KOZEIS N. *Impact of computer use on children's vision*. *Hippokratia*, Vol. 13 (230-231), 2009, PMID: 20011087, PMCID: PMC2776336
- [32] LUEDER, Rani, BERG RICE, Valerie J. *Ergonomics for Children: Designing products and places for toddler to teens*. CRC Press, 2007, ISBN: 0203609166
- [33] MOON, J.H., KIM, K.W. & MOON, N.J. *Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age: a case control study*. *BMC Ophthalmology*, Vol. 16, 2016. DOI: 10.1186/s12886-016-0364-4
- [34] KANG, C. *Survey: For young children, mobile devices such as tablets, smart phones now a mainstay*. *The Washington Post*, 2013.
- [35] KABALI, H.K., IRIGOYEN, M.M., et al. *Exposure and Use of Mobile Media Devices by Young Children* *Pediatrics*, Vol. 136 (1044-1050), 2015, DOI: 10.1542/peds.2015-2151
- [36] GARCÍA-MUÑOZ, Á., CARBONELL-BONETTE, S., CACHO-MARTÍNEZ, P. *Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies*. *Journal of Optometry*, Vol. 7(178–192), 2014. DOI: 10.1016/j.optom.2014.06.005
- [37] CHEN, A.N., AZIZ, A. *Viewing distance with minimum heterophoria* *Clinical & Experimental Optometry*, Vol. 85 (182-186), 1999. DOI: 10.1111/j.1444-0938.1999.tb06640.x
- [38] PANKE, Karola, JAKOBSONE, Liva et al. *Smartphone viewing distance during active or passive tasks and relation to heterophoria*. *Fourth International Conference on Applications of Optics and Photonics*, Lisbon, 2019. DOI: 10.1117/12.2527313.
- [39] LIVERSEDGE, S.P., et al. *Binocular Coordination of the Eyes during Reading*. *Elsevier, Current Biology*, Vol. 16 (1726-1729), 2006, DOI: 10.1016/j.cub.2006.07.051
- [40] BENNINGTON, Jennifer Y., POLICH, John *Comparison of P300 from passive and active tasks for auditory and visual stimuli* *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 34 (171-177), 1999. DOI: 10.1016/S0167-8760(99)00070-7

- [41] JAISWAL, S., ASPER, L., LONG, J., LEE, A., HARRISON, K., GOLEBIOWSKI, B. *Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know*. *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 102 (463-477), 2019, DOI: 10.1111/exo.12851
- [42] HUANG, H.M., CHANG, D.S., WU, P.C. *The Association between Near Work Activities and Myopia in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis*. *PLOS One*, Vol. 10 (385-392), 2015, DOI :10.1371/journal.pone.0140419
- [43] KIM, J., YANG, D. J., CHOI, D. Y., KIM, S. R. and PARK, M. *Changes in Heterophoria and Fusional Vergence after Near Work with Smartphone and Paper Book*. *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, Vol. 21, 2016. DOI: 10.14479/jkoos.2016.21.4.385.
- [44] NOH, H. J., KIM, H. J., JUNG, J. Y., PARK, S. W., et al. *Changes of Binocular Vision Function in Eyes with Normal and Abnormal Visual Function according to Reading Devices*. *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, Vol. 24 (143-152), 2019. DOI: 10.14479/jkoos.2019.24.2.143
- [45] GOLEBIOWSKI, Blanka, LONG, Jennifer, HARRISON, Kristen, et al. *Smartphone use and effects on tear film, blinking and binocular vision* *Current Eye Research*, Vol. 45 (428-434), 2019, DOI: 10.1080/02713683.2019.1663542
- [46] KIM J., UM, J.Y., SUNG, H.N., KIM, S.R., PARK, M. *Changes in accommodative function after reading with paper book and e-book on tablet pc*. *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, Vol. 22 (183-190), 2017. DOI: 10.14479/jkoos.2017.22.2.183
- [47] MON-WILLIAMS, Mark, WANN J.P. *Binocular Virtual Reality Displays: When Problems Do and Don't Occur*. *Human Factors The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 40 (42-49), 1998 DOI: 10.1518/001872098779480622
- [48] MADII CO., Silvia. *Decompensated esophoria and asthenopia correlated with electronic screens overuse in childhood: a case report*. *New Frontiers in Ophthalmology* Vol. 4, 2018, DOI: 10.15761/nfo.1000193
- [49] LEE, Hyo Seok, PARK, Sang Woo and HEO, Hwan. *Acute acquired comitant esotropia related to excessive Smartphone use*. *BMC Ophthalmology*, Vol. 16 (37), 2016, DOI 10.1186/s12886-016-0213-5.