

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

## **ZRAKOVÁ ÚNAVA**

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Nicole Jírovská

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok: 2012/2013

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Lucie Machýčková

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zraková únava vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Lucie Machýčkové, za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 12.5.2013

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat Mgr. Lucii Machýčkové, vedoucí mé bakalářské práce, za trpělivé vedení mé práce a za podnětné rady, které mi udělila. Také bych chtěla poděkovat MUDr. Martinu Šínovi, jehož konzultace posunula mou práci tím správným směrem.

## Obsah

Úvod .....	5
1 Příčiny únavy.....	6
1.1 Únava .....	6
1.2 Stres.....	6
1.3 Deprese.....	7
1.4 Patologické příčiny únavy .....	8
2 Astenopie.....	10
2.1 Řízení svalů .....	10
2.2 Svalová únava.....	12
2.3 Únava akomodace.....	15
2.4 Computer Vision Syndrome: zraková únava spojená s prací u počítače .....	17
2.5 Vliv astigmatismu na zrakovou únavu.....	21
2.6 Projevy dlouhodobé astenopie.....	22
3 Pozornost.....	24
3.1 Typy zrakové pozornosti.....	25
3.2 Faktory ovlivňující pozornost.....	28
3.2.1 Spánková deprivace.....	28
3.2.2 Látky ovlivňující pozornost.....	29
4 Vliv únavy na vyšetření optometristou .....	31
Závěr .....	34
Použitá literatura.....	35
Použité obrázky .....	39
Použité grafy a schémata .....	40

## Úvod

Únava je v dnešní době velmi často používaným pojmem. Ať už se jedná o únavu fyzickou, nebo psychickou, chvilkovou či dlouhodobou, a ať už jsou její příčiny různé, každý z nás jistě někdy pronesl, že je unavený, přetažený, ve stresu, pod tlakem. Není snad nikdo, koho by nebolela v životě hlava, nebo nebyl nevyspalý. Dalo by se říci, že únava je fenoménem, o kterém všichni mluví, ale málo se o něm ví. Také se za toto slovo schovává hodně objektivních i subjektivních projevů a příznaků.

Toto téma bakalářské práce jsem si vybrala především proto, že mě zaujal v průběhu studia zajímavý fakt. Příznakem většiny anomálií, ať už refrakčních, binokulárních, či jiných souvisejících se zrakem, jsou astenopické potíže. I když každý student optometrie dokáže vyjmenovat, jaké příznaky pod astenopii spadají, málo kdo zná pravou příčinu těchto potíží. Astenopie je všudypřítomným plíživým projevem všeho, o čem můžeme říci, že je se zrakem v nepořádku.

Cílem této práce je vymezení a rozdělení pojmů souvisejících s únavou. Také shrnutí všech, nebo alespoň většiny studií, zabývajících se doposud příčinami a projevy zrakové únavy. Mimo jiné mě také zajímalo, zda zraková únava souvisí převážně jen s refrakčními anomáliemi, nebo ji způsobují i jiné faktory. Také mi přišlo důležité věnovat se tématu pozornosti, protože i když zrakový aparát funguje na 100%, pokud člověk podnětům nevěnuje, nebo nemůže věnovat pozornost, je narušený celý proces zrakového vjemu a vnímání všeobecně. Dále jsem se chtěla pozastavit nad chemickými látkami, majících vliv na pozornost, které může jakýkoli z našich pacientů v běžném životě používat.

Myslím si totiž, že únava je skutečně všudypřítomná, ale pokud se nejedná o diagnostikovatelný a léčitelný problém, je velmi často přehlížena.

## 1 Příčiny únavy

Únavu zná každý z nás. Avšak každý jedinec má subjektivně nastavené limity své výdrže. Únava se těžko měří, generalizuje, nebo přesně definuje. Je nutné odlišovat od únavy stres, jako druh fyziologického procesu. Odlišit je také potřeba deprese, či stavy útlumu, jako důsledek námahy, či přerušení normálních tělesných biorytmů.

### 1.1 Únava

Únava, jako pojem, je často volně používána v lékařské praxi. Na únavu u lidské bytosti můžeme nahlížet ze dvou úhlů. Jednak se jedná o fyziologické procesy, probíhající v těle na základě svalové či psychoseznorické činnosti, jednak se jedná o dopad těchto procesů na subjektivní pocity jedince a únavu mentální. Celý tento proces souvisí jak s fyzickou námahou, tak s psychickými aktivitami, případně kombinací obou. [1,2,4]

#### *Fyziologie únavy*

Pro jednoduchost, můžeme únavou označit jakýkoli pokles výkonnosti na základě pohybové aktivity. Pokud je jedinec i přes únavu nucen intenzivně pokračovat, může dojít až k zamezení pohybu kvůli bolesti ve svalech a kloubech. V konečné fázi dochází k naprosté neschopnosti dalšího pohybu, společně se ztrátou motivace k němu. [2]

U podrobnějšího popisu únavy, na úrovni tkáně, se dá charakterizovat vyčerpáním energetických zásob a nahromaděním odpadních látek metabolismu, které brání dýchání tkáně. Již dlouho je známo, že příčně pruhovaná sval podléhá únavě, zatímco hladký očividně ne. Nervová tkáň podléhá únavě pouze za předpokladu, že je vystavena extrémním podmínkám. [1,2,3]

### 1.2 Stres

Další pojem, který je spojován s únavou, je stres. Dalo by se říci, že je opakem únavy. Tělo se oproti útlumu, který doprovází vyčerpání energetických zásob, naopak nabudí. Celý proces je řízen vegetativním nerovným systémem, který řídí převážně hladké svalstvo a mimovolní procesy. [3]

Vegetativní systém se dělí na sympatikus a parasympatikus. Sympatikus zaručuje připravenost těla. Na základě evoluční teorie je tělo při aktivaci sympatiku

připraveno na případný boj nebo útěk. Srdeční činnost a tepová frekvence jsou zvýšeny, rychleji dýcháme, svaly a kůže se nalévají krví, snižuje se činnost trávicího a vylučovacího ústrojí. Oproti tomu parasymptikus má funkci tlumící, relaxační. Řídí trávení a vylučování.[3,5]

### 1.3 Deprese

Deprese by se dala označit za následek fyzické únavy a stresu. Jedná se o dlouhobý stav psychického útlumu, jehož příčinou může být jak ztráta motivace k pohybu po úraze, reakce na stresovou životní situaci, některá systémová onemocnění, menopauza či farmakologická léčba. Výsledkem je absolutní averze k jakékoli aktivitě, ovlivňující myšlenky a náladu.[6]

Hlavní příznaky jsou smutek, úzkost, pocity prázdnoti, obavy, podráždění, problémy s koncentrací a rozhodováním, celková fyzická vyčerpanost, nadměrná spavost či naopak nespavost. Pokud je dominujícím příznakem depresivního stavu únava, většinou bývá nejhorší ráno a večer ustupuje, po fyzické námaze se výrazně nezhoršuje, naopak ji námaha spíše snižuje. [4]

Deprese je v současné době úspěšně léčena pomocí různých skupin antidepresiv. Avšak samotná diagnóza bývá často problematická. Psychologové se totiž nemají možnost opřít objektivní projevy deprese, kromě vysokého tlaku a zvýšeného tepu, provázející hlavně úzkostné stavy. Ostatní projevy, jako špatná nálada, či podrážděnost jsou těžko zevšeobecnitelné. Zajímavou studií se zabývala skupina německých vědců Bubl, Karen, Edber, Bach a van Elst. [7] Ti použili metody PERG (pattern electroretinogram) pro měření impulzů přecházejících ze sítnice do zrakových center jako reakci na podnět. Měřeno bylo 40 zdravých jedinců oproti 40 diagnostikovním s depresivními poruchami, z nichž 20 bylo dlouhodobě léčených antidepresivy. Výsledkem této studie byla skutečnost, že měření pacienti trpící depresí mají mnohem nižší vnímání kontrastu a citlivost na světlo. Byla také nalezen významný vztah mezi kontrastní citlivostí a vážností depresivního stavu. Čím horší depresi pacient pociťoval, tím méně reagoval na podněty. Pozoruhodně medikace a léčba deprese neměla vliv na vnímání kontrastu, léčená i neléčená skupina reagovala stejně. Se svou přesností více než 90% je metoda PERG jedna z prvních objektivních diagnostických metod deprese. Zda-li však deprese způsobuje snížení kontrastní citlivosti, či naopak, to je asi otázka do dalších studií. [7]

## 1.4 Patologické příčiny únavy

Mezi přesně definované fyziologické anomálie patří myastenie a poškození motorických drah. Na hranici fyzická a psychika se ocitá chronický únavový syndrom.

### *Myastenie*

Myastenie je projevem postižení nervové ploténky, u které nedochází k přechodu nervových impulzů z nervového vlákna na vlákno svalové. Vzniklá blokáda vzruchů, ať kvůli nedostatečnému uvolňování mediátoru acetylcholinu, či kvůli minimální reakci svalového receptoru na tento mediátor, dostává v rozvinuté formě podobu obrny. V této podobě svalová kontrakce slábne. V lehčí formě jsou projevem zpomalení a snížení kontrakcí. Tento pokles se považuje za projev únavy. [2]

### *Únava provázející poškození motorických drah*

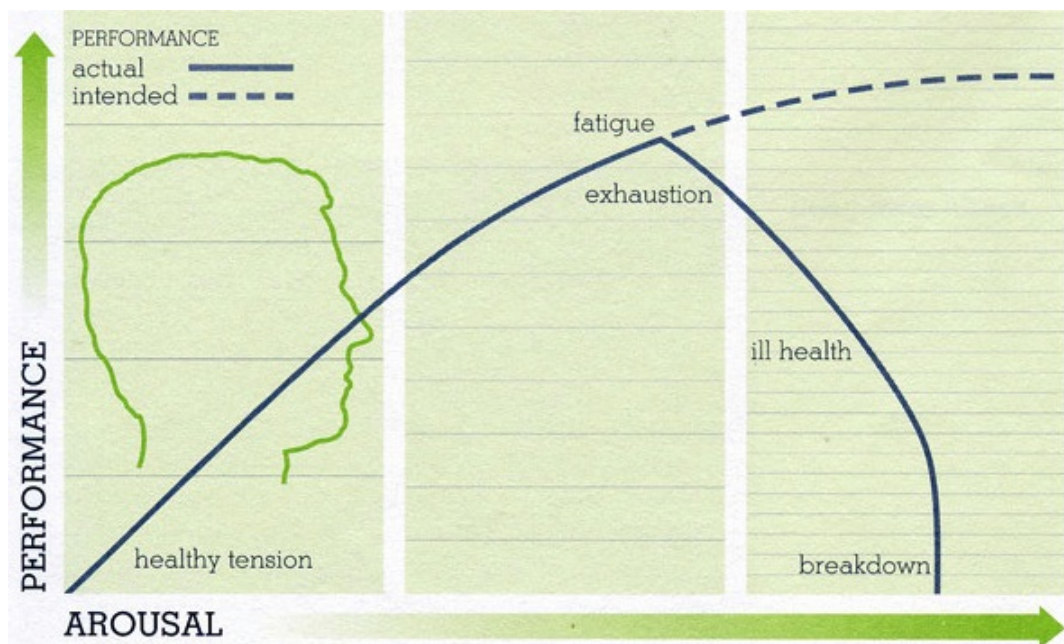
U nemocných s tímto postižením dochází k omezení motoriky, aniž by se rozvinula paralýza. Často k tomu dochází u případu jednostranné mozkové mrtvice, kdy postižení zasahuje horní a dolní končetinu na stejné straně. Nemocní se potýkají s únavou i při pomalé chůzi a nejsou schopni překonání větší vzdálenosti. V tomto případě není na vině sval, jelikož podráždění následuje kontrakce. Problém spočívá v samotných podnětech, které na postižené polovině těla nedostačují svou kvalitou a intenzitou. [2]

### *Chronický únavový syndrom*

Chronický únavový syndrom (dále jen CHÚS) je charakteristický klinicky významnou, somaticky nevysvětlitelnou únavou po minimální fyzické námaze. Provází ho bolesti svalů, hlavy, poruchy spánku apod. trvající déle než 6 měsíců. Druhým typem je neurastenie spojovaná i s mentální únavou, poruchami koncentrace a duševním vypětím. Postihuje 10-30 % lidí v různých zemích světa a ovlivňuje více ženy než muže. Častá spojitost je se sedavým druhem povolání. Z psychického hlediska se projevuje depresi, úzkostí, nespavostí nebo nadměrnou potřebou spánku. Z biologického hlediska jsou měřitelné odchylky v počtu a funkci lymfocytů, odchylky na spánkovém EEG provázející narušení cyklu spánek-bdění. Výzkum se také zabýval porovnáním symptomů u osob trpících CHÚS a zdravých jedinců, které ponechali dlouhodobě odpočívat. Bylo zjištěno, že už po krátké době se u zdravých jedinců začly rozvíjet stejné příznaky, které jsou typické CHÚS. Bylo tedy prokázáno, že pokles aktivity, ať je příčinou onemocnění či životní styl, spojený s prodlužováním doby



odpočinku vede k fyziologickým změnám v organismu, jako snížení tepové frekvence, plicního objemu, funkce ledvin aj., tím pádem i pokles celkové kondice a výraznějším příznakům únavy. [4]



Obr. 1 Křivka lidské výkonnosti, poměr výkonu (performance) a vypětí (arousal). Aktuální výkon (actual) nedosahuje plánovaného (intended) a v bodě únavy (fatigue) klesá přes vyčerpanost (exhaustion) až do zhroucení (breakdown). [56]

## 2 Astenopie

Astenopické potíže, zraková nepohoda, zraková únava jsou termíny, které označují příznaky obtíží a poruch, které jsou způsobené dlouhodobou námahou očních svalů. Svaly oka jsou: extraokulární okoohybné svaly, svaly duhovky a ciliární sval. Zatímco okoohybné svaly jsou ryze kosterní a duhovkové svaly hladkou svalovinou, ciliární svalovina je přechodem mezi těmito dvěma druhy tkáně. Dle toho můžeme očekávat projevy únavy u konvergenčních pohybů, určitou únavu akomodace a žádnou únavu reakcí pupil. Většinou je jako první pozorováno zhroucení reflexu konvergence. Tento fenomén je vykládán na základě ontogenetického vývoje, ve kterém je evoluční vývoj akomodace daleko v předstihu před vývojem konvergence. Na základě toho rozdělujeme i astenopické potíže na akomodační astenopii, způsobenou nesprávnou korekcí, či intenzivní akomodační námahou, a svalovou astenopii, provázející nerovnováhu okoohybných svalů. [1,8]

Příznaky zrakové únavy jsou rozmazané vidění, celková únava a zrakové nepohodlí, svědění a pálení očí, bolesti hlavy či tupý retrobulbární tlak směřující do čela a nadočnicových oblouků. [8]

### 2.1 Řízení svalů

Svalová tkáň se rozlišuje dle uspořádání kontraktivních vláken (myofibril) na příčně pruhovanou (kosterní), hladkou (cévy, orgány) a srdeční. [2]

#### 2.1.1 *Kosterní svalovina*

Svalová buňka, neboli svalové vlákno, je základní jednotkou příčně pruhované svaloviny. Základními bílkovinami svalového vlákna jsou myosin a aktin, jejichž zkrácením, a tedy tahem se vytváří pohyb. Každé svalové vlákno má svou vlastní motorickou ploténku. Motorická vlákna jsou neurity nervových buněk míchy a mozkového kmene, které vedou impulzy pro stah svalových vláken. Neurity končí na povrchu svalových vláken v motorické ploténce ve formě synapse, jejíž mediátorem je acetylcholin. Umožňuje přechod nervového podnětu do vlákna, čímž dojde k jeho podráždění. Celý neuron společně se svalovými vlákny, které inervuje tvoří celek tzv. motorické jednotky. Zatímco svaly pohybového aparátu, vykonávající hrubé, jednoduché pohyby, jako například dvouhlavý sval pažní je inervovaný motorickou jednotkou o 750 vláknech, či lýtkový jednotkou s až 2000 vlákny, svaly s jemnou

motorikou, provádějící přesné pohyby, jako jsou extraokulární okoohybné svaly, jsou inervovány motorickými jednotkami o cca 6 svalových vláken. [5]

Látkovou přeměnu ve svalech zajišťuje bohatě rozvětvená síť cév. Když je sval v klidu, je otevřeno jenom asi 5% vlásečnic. Průtok krve však není konstantně plynulý. Při stahu se přítok krve zpomaluje a zároveň se urychluje odtok žilní krve se zpoldinami. [9]

Příčně pruhovaná svalovina se vykazuje jistou pružností a zachováváním stupně napětí, neboli klidového (svalového) tonu. Tímto zajišťuje konstatní připravenost svalu. Toto napětí značně klesá ve spánku, bezvědomí či narkóze. Pokud dojde k povelu ke stahu, začne se po odstředivém nervovém vlákně šířit elektrická vlna, jejíž podráždění mění klidový potenciál na akční. Celý tento děj spotřebovává energii, která vzniká štěpením ATP (adenozintrifosfát) na ADP (adenosindifosfát) za přítomnosti iontu vápníku  $Ca^{2+}$ . ATP vzniká aerobním štěpením glukózy ze svalového glykogenu a k uvolnění energie dochází velmi rychle, proto jsou svaly schopny velkého výkonu na začátku činnosti. Po uvolnění svalu, dochází k obnovení koncentrace ATP ve svalech. [2,5,9]

### 2.1.2 Hladká svalovina

Tento druh svaloviny se principem podobá konsterní svalovině, avšak vyznačuje se tím, že nepodléhá volnému řízení. Činnost je řízena vegetativně, tedy sympatikem a parasympatikem. Také se tu objevují nervová spojení tzv. *gap junctions*, které by se daly nazvat jako nervové zkratky urychlující šíření vzruchu. Hladká svalovina oka je charakteristická tím, že *gap junctions* nemá, proto je šíření vzruchu mnohem přesnější oproti svalům vnitřních orgánů. Kontrakce hladkého svalu mohou být rychlé a krátké, nebo dlouhé a pomalé, při snížené spotřebě energie. Udržení dlouhodobého svalového tonu a následné relaxace je řízeno prouděním molekul  $Ca^{2+}$ . Pokud je tento tok narušen, sval přechází do trvalého spasmu a není schopný povolít. [2,3]

Významný byl objev faktu, že adrenergní, tedy sympatický tonus je dominantní nad parasympatickým. Tedy že ve stresové situaci, přebírá hlavní řídicí funkci sympatikus.[10]

## 2.2 Svalová únava

Svalová únava se vykazuje zmenšením, až úplným vymizením kontrakcí. Příčinou je vyčerpání zdrojů energie, především ATP, a nahromadění zplodin látkové přeměny, které znemožňují přenos vzruchů na neurosvalové ploténce. Význam únavy je především ochrana organismu před úplným vyčerpáním zdrojů, a tím jeho poškozením. Ochrannou funkci zajišťují nejspíše impulzy pocházející z neurosvalové ploténky, která vyšle signál o přetížení svalu dříve, než dojde k jeho nevratnému zničení. [9]

Dubois-Poulsen [11] názorně předvedl, že únava akomodace a konvergence pozorovaná na ergografu (přístroj měřící pracovní kapacitu svalu při kontrakci) se okamžitě sniží, když je na zlomek vteřiny odpoutána pozornost. [11]

Zdá se tedy, že klinicky se nezabýváme pravou fyziologickou únavou, ale spíše únavou subjektivní. Příznaky jsou nitrooční a retrobulární bolesti, rozmazané vidění, diplopie, nadměrné slzení a mrkání, bolesti hlavy až migrénózní stavy, točení hlavy, závratě a ve výsledku celková únava, podrážděnost a deprese. Tyto příznaky se mohou objevit po delší zrakové námaze, zatímco jiné se projeví až při zrakových anomáliích či námaze v neobvyklých podmínkách. Problémem takovýchto příznaků, jako spolehlivé kritérium posouzení stavu oka, spočívá v jejich subjektivitě a neměřitelnosti. Jediným měřitelným aspektem může být rychlost mrknání, avšak tento nikdy nebyl považován za spolehlivý faktor. [1]

Jednou z významných příčin zrakového nepohodlí jsou odchylky zrakových os na základě únavy okohybných svalů. Ať už se jedná o dekompenzovanou heteroforii, která se při námaze výrazně projeví a způsobí diplopii, či nesprávná korekce refrakce, která konvergenci nedostatečně či nadměrně stimuluje. Akomodace a konvergence jsou provázány, akomodace navozuje konvergenci a konvergence navozuje akomodaci, a spojení reflexů akomodace a konvergence přispívá k rychlejší odpovědi na podnět. Okohybné svaly reagují na disparitu sítnicových obrazů a ciliární sval na neostrost sítnicového obrazu.

Dle Hoffmana, Gishicka, Akeleye a Bankse [12] existuje absolutní souhra těchto reflexů, pokud je stimul stejný. Pokud se stimuly mění, dochází ke kolizi, která způsobuje zrakovou nepohodu. Ve studii se zabývali zejména 3D obrazovkami, kdy fokusační vzdálenost je konstatní vzdálenost displeje, ale vergenční vzdálenosti se mění s promítaným obrazem. [12]

Ve studii Jainta a Dehnerta [13] byla porovnáována binokulární koordinace svalů při čtení rozmazaného a neromazaného textu. Celkově rozmazanost vět neměla na pochopení textu vliv, ale výrazně se prodloužila doba fixace a vergence se přesunula do exoforie. Také byl prokázán vztah s akomodační prodlevou. Čím více se akomodace odlišovala od normálního stavu a zaostávala, tím větší byl posun vergence. [13]

Podobné výsledky zaznamenala studie Jaschinskiho [14], který zkoumal projevy astenopie u lidí, používající v zaměstnání počítač. Prokázal, že nepresbyopové s normálním binokulárním viděním trpí astenopickými potížemi, pokud mají do blízka větší exoforickou fixační disparitu, než je normální. [14]

Všechny faktory, které způsobují zvýšenou konvergenci, mohou mít za důsledek selhávání celého systému a následnou diplopii, kterou se zraková centra snaží řešit supresí. Dlouhodobý stav může vést až k amblyopii.

Diplopii potlačuje krátkodobá periferní suprese. Dochází ke tzv. tunelovému vidění, mozek se snaží zachovat centrální vjem na úkor periferie, aby nedošlo k úplnému zhroucení konvergence. Tento typ suprese je projevem především extrémní fyzické únavy, pozorovaný například u běžců, kdy dochází k selhání stability okohybných svalů v důsledku selhávání metabolismu a výrazné hypoxie. Také zvýšená mentální únava způsobuje tuto poruchu vidění. Novacek [15] se ve svém článku zabývá zrakovými potížemi u pilotů. Zraková únava se u nich projevuje často právě tunelovým viděním či ztrátou barevného vidění (viz. obr. 2). Příčiny únavy jsou různého charakteru, např. nutná zvýšená pozornost v turbulencích, práce ve tmě, která přirozeně stimuluje cyklus spánků-bdění u dlouhých nočních letů. Také špatné nebo nevhodné osvětlení kabiny a přístrojů, může do značné míry unavovat. Opomíjenými faktory, způsobující mentální únavu, jsou také vibrace a hluk v letadle. [15]



A)



B)



C)

Obr. 4 [57] A) Normální pohled na palubní desku v letadle.  
B) Unavený pohled na palubní desku v letadle.  
C) Pohled na palubní desku v letadle postížený tunelovým viděním.

### 2.3 Únava akomodace

Akomodace je proces, při kterém se mění optická mohutnost čočky, a tedy zaručuje ostrý obraz předmětů v různých vzdálenostech. Řízena je mimovolně vegetativním nervstvem, sympaticky a parasympaticky. Částečně ji můžeme však ovlivnit i vůlí.

Z evoluční funkce vyplývá, že sympatikus hraje hlavní roli v situacích obranných. Celý organismus se vybudí a chystá k extrémním výkonům, jako je útěk nebo boj. Pro vnímání okolí je tedy potřeba, aby zrakem bylo přijmuto maximum informací o okolním dění. Parasympatikus má funkci opačnou, tedy relaxační a uvolňující. [3]

Sympatikem je řízeno ochabnutí ciliárního svalu, tedy akomodace do dálky. S akomodací souvisí i řízení funkce duhovky, u které funkce sympatiku aktivuje *m. dilatator pupilae* (rozvěrač), který způsobuje rozšíření (mydriázu) duhovky. Jednou z dalších důležitých funkcí ovlivněnou aktivací, či při převládnutí sympatiku je slzení, které je výrazně tlumeno. Pod řízení parasympatické spadá kontrakce ciliárního svalu, tedy akomodace do blízka. Zároveň aktivace parasympatiku způsobuje kontrakci *m.sphincter pupilae* (svěrač), a tedy zúžení zornice. Také je zvýšena produkce slz slznou žlázou. [3, 5]

Stres může být taky velkým faktorem, podílejícím se na únavě akomodace, jelikož je aktivován sympatikus, který inhibuje akomodaci do blízka, slzení a zároveň navozuje mydriázu. Ta zapříčiňuje rozmazané vidění, a tedy zvýšené akomodační úsilí, způsobující nepohodlí jednak z důvodu nadměrného osvětlení sítnice a také rozmazaného vidění, protože duhovka neodcloní neparaxiální paprsky. Výsledkem extrémního přetížení je naprosté selhání akomodace a akomodační spasmus (křeč). Hladké svalstvo se v křeči stáhne a není schopno relaxace. Když se ciliární sval stáhne, čočka se dostane do polohy jako při akomodaci do blízka, což je zároveň doprovázeno miósou. Nejenže neschopnost relaxace svalu ciliárního a svěrače duhovky je bolestivá, protože dochází k ischemii tkáně, do dálky způsobuje tzv. pseudomyopii a tedy rozmazané vidění do dálky. Taky se objevují deformace obrazu, tzv. makropsie, kdy pacient vidí předměty větší než ve skutečnosti jsou. Pokud je ciliární spasmus dlouhotrvající, stane se pseudomyopie permanentním stavem oka, která může vést k progradování myopie a nárůst axiální délky oka. [1, 3, 16]

Oproti tomu se parasympatický systém snaží celou situaci utlumit alespoň jednou složkou, která nepodléhá svalové námaze, tedy slznou žlázou. Výsledkem je nadměrně slzící pacient, trpící bolestmi až migrénami při snaze akomodovat do blízka a následně rozmazaným viděním do dálky. [1, 3]

Únava akomodace je spojená s vysokými nároky na ciliární sval. Ať už se jedná o soustředěnou práci do blízka, vliv špatného osvětlení a astigmatismu, nekorigované či navozené hypermetropie (překorigovaná myopie) a presbyopie. Ačkoli díky hustější nervové síti ciliárního svalu je regenerace metabolismu svalu rychlejší, při vysokých akomodačních nárocích podléhá i hladké svalstvo únavě. Nebyly zatím publikovány studie, které by prokázaly, že celková fyzická únava mění refrakční stav oka. [2,3]

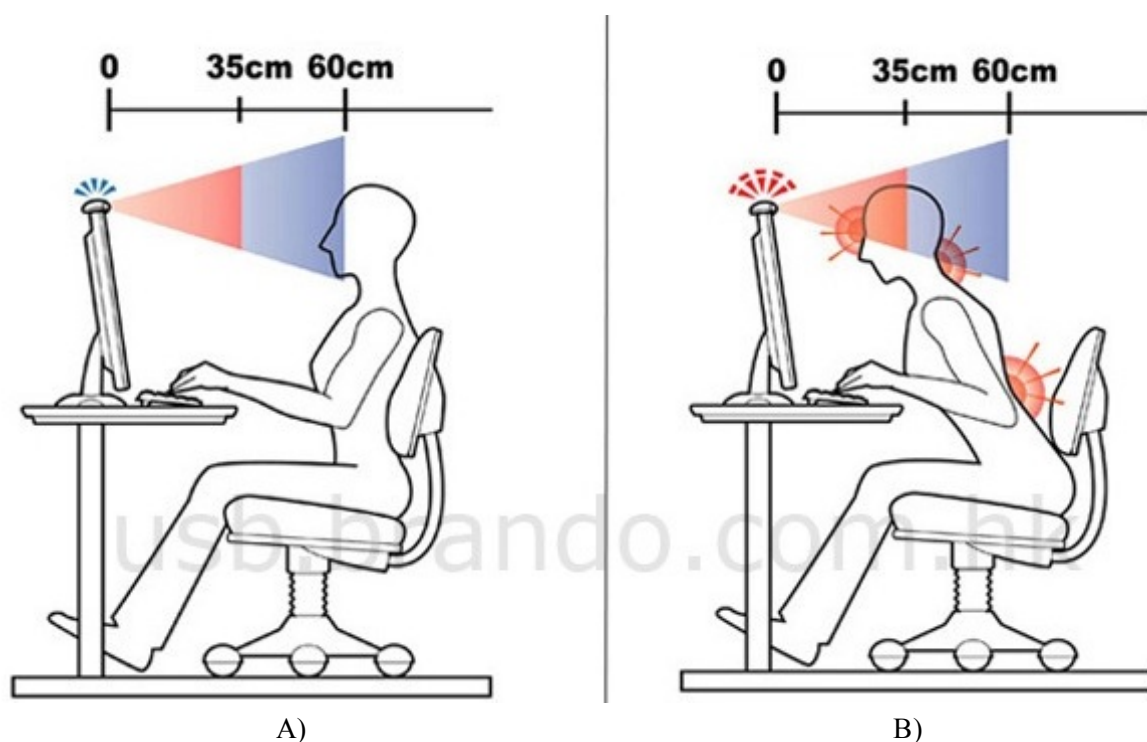
Eckard, McLean a Goodel [17] čočkami uměle navodili vysokou myopii, hypermetropii a astigmatismus u nezmiňovaného počtu emetropů. Účinky těchto navozených ametropií byly pozorovány při běžné denní práci. Zjistili, že navozená hypermetropie a astigmatismus způsobují lokálně nepříjemné pocity, zatímco u navozené myopie nebyly pozorovány žádné potíže, kromě rozmazaného vidění. Předpokladem je tedy, že zdrojem nepohodlí v tomto případě byl ciliární sval. [17]

Bylo také zkoumáno, jak velký vliv má nedostatečná akomodace (insuficience akomodace), ať už patologická, nebo z důsledku presbyopie, na zrakovou únavu. Pacienti byli měřeni na open-field refraktometru, u kterého se dá nastavit fokusační vzdálenost. Překvapivým výsledkem studie byl závěr, že klinicky nejčastěji používaný push-up test přeceňuje funkci akomodace. Výsledky jsou mnohem lepší, než u refraktometru, při jehož použití bylo odhaleno mnohem více případů akomodační insuficience. Proto by, pro zhodnocení zrakové funkce a přesné určení příčiny zrakové únavy, mělo být používáno objektivní měření, které bude trvat delší časové úseky, aby se příznaky mohly projevit. [18]



## 2.4 Computer Vision Syndrome: zraková únava spojená s prací u počítače

V současné době je zraková únava spojována především s nutností používání počítačových monitorů, či jak ve starších studiích uvádí, *video display terminal (VDT)*. Dle studie [19] (publikováno roku 2011) počítač používá asi 30% světové populace. Nejedná se však už pouze o monitory počítačů, ale také o tablety, elektronická čtecí zařízení knih, chytré telefony, televizi, videohry apod. U těchto menších zařízení je nutno počítat s faktem, že 75% procent lidí čte drobný text na malém monitoru v bližší vzdálenosti než 40 cm. Pokud jsou tedy u pacientů, používajících brýle do blízka zjevné příznaky únavy a zrakového nepohodlí, je třeba se zaměřit nejen na správnou korekci, ale také na vzdálenost, na kterou pracují. Astenopické potíže spojené s prací do blízka se vyskytují u 90% uživatelů již po 2 hodinách práce. Jakákoliv práce s monitorem, či displayem delší než 4 hodiny má přímý vliv na astenopii. Dalšími vlivy přispívajícími k zrakové únavě jsou úhel pohledu, vzdálenost od monitoru, osvětlení různých intenzit a vlnových délek v místnosti, odlesky a kvalita displaye. [19, 20, 21]



Obr. 3 A) Správná ergonomie posedu při práci s počítačem, B) špatná ergonomie (může způsobovat bolesti očí, krku a zad). [58]

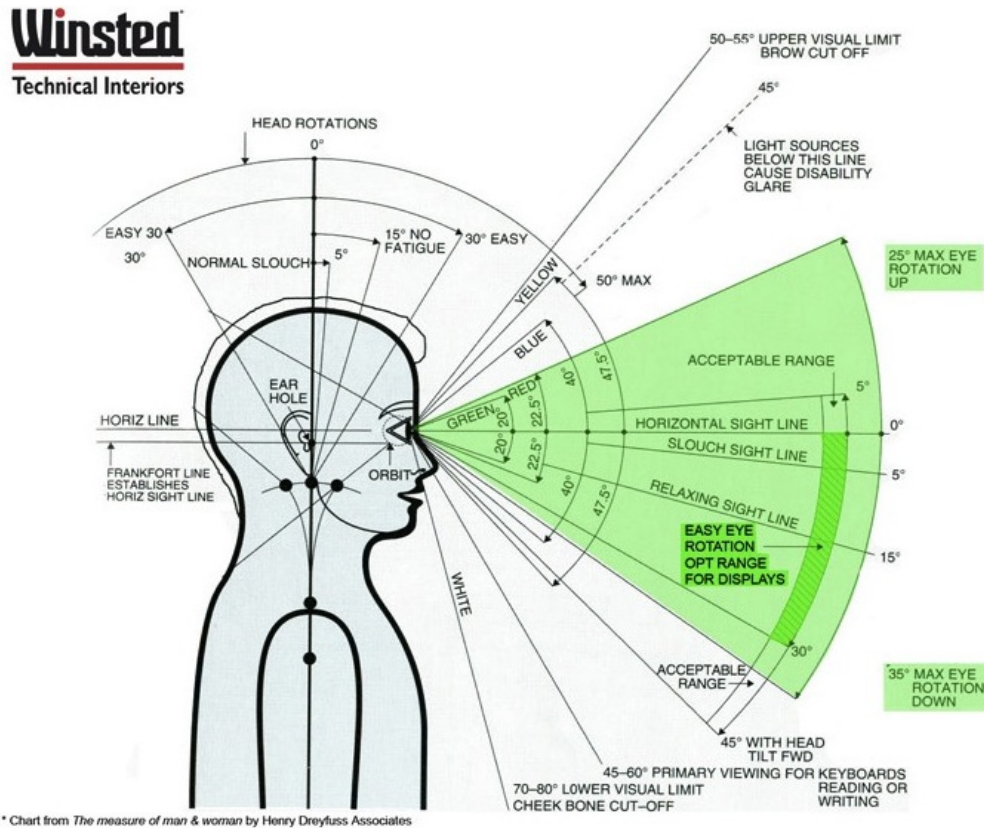
Saito a kolektiv [22] se ve své práci věnovali vztahu akomodace a pupilárního reflexu (zkoumáno na VDT). Nebyla mezi nimi stanovena žádná jasná korelace, ale bylo zjištěno, že rychlost pupilárních reflexů z důsledku zrakové únavy značně poklesla. Také bylo prokázáno, že daleký bod akomodace se posunul blíže a blízký bod se vzdálil. Tím došlo k výraznému snížení amplitudy akomodace. [22]

Hopkinson [23] se zabýval vztahem mezi osvětlením sítnice a reakcí pupil. Výsledkem jeho studie bylo pozorování, že bodový zdroj světla na tmavém pozadí způsobuje větší zrakovou únavu, než zdroj světla o stejné intenzitě na světlejším pozadí, či doplněn vedlejším osvětlením. Překvapivě ale nedochází ke změně průměru pupil. Závěrem práce byla teorie, že zrakové nepohodlí je zapříčiněno protichůdnými impulzy pro duhovkové svaly z různě osvětlených částí sítnice při pozorování bodového zdroje světla na tmavém pozadí. [23]

Dominantním příznakem, provázející zrakové nepohodlí spojené s prací u počítače, je syndrom suchého oka. Příznaky jako pálení, řezání a pocit cizího tělesa vedou k podráždění a také v důsledku k nadměrnému slzení. Předpokládá se, že hlavní příčinou je snížená frekvence mrkání při soustředěné práci vyžadující koncentraci. Nejnovější studie Portella, Rosenfielda a Chu [24] však poukázala na fakt, že se nejedná pouze o nedostatečný počet mrknutí za minutu, ale také neúplnost mrknutí, která je způsobená právě soustředěním na daný úkol. Tímto problémem se zabývali před nimi Jansen a kolektiv [25], kteří porovnávali frekvenci a kvalitu mrkání u úkolů méně a více náročných na pozornost (poslech hudby a hra počítačové hry) u pacientů adaptovaných na kontaktní čočky. U úkolu náročnějším na pozornost klesla minutová frekvence mrkání, prodloužily se intervaly mezi mrknutími a zvýšil se počet neúplných mrknutí, pokud byli pacienti bez kontaktních čoček. U stejných úkolů vykonávaných s kontaktními čočkami se také snížila kvalita slzného filmu, ale byla zaznamenána vyšší minutová frekvence mrkání. Tento poznatek vede k závěru, že nošení kontaktních čoček je spojeno s takovým množstvím vnějších vlivů působících na povrch oka, že převáží vnitřní kontrolní systémy řídící frekvenci mrkání. [24, 25]

Se syndromem suchého oka souvisí také značně úhel pohledu (viz. obr. 4) Pokud se člověk podívá na strop, je jeho úhel pohledu velký, pokud se dívá na zem, je malý. Malý úhel pohledu znamená, že oční koule je méně odhalená a tím i méně osychá. Je mnoho pouček jak ergonomizovat pracoviště tak, aby docházelo k co nejmenší únavě. Co se úhlu pohledu týká, doporučuje se umístit monitor mezi 15° a 20° pod pohledovou osu (viz obr. 5). Tato pozice je totiž podobná, jako při četbě

knížky, a tedy přirozená. U lidí trpících únavou kvůli dlouhodobé práci na pracovišti s nevhodnými ergonomickými parametry je nutno provádět měření se sklíčkovací sadou, protože u foropteru nemůžeme zhodnotit úhel pohledu. [26]

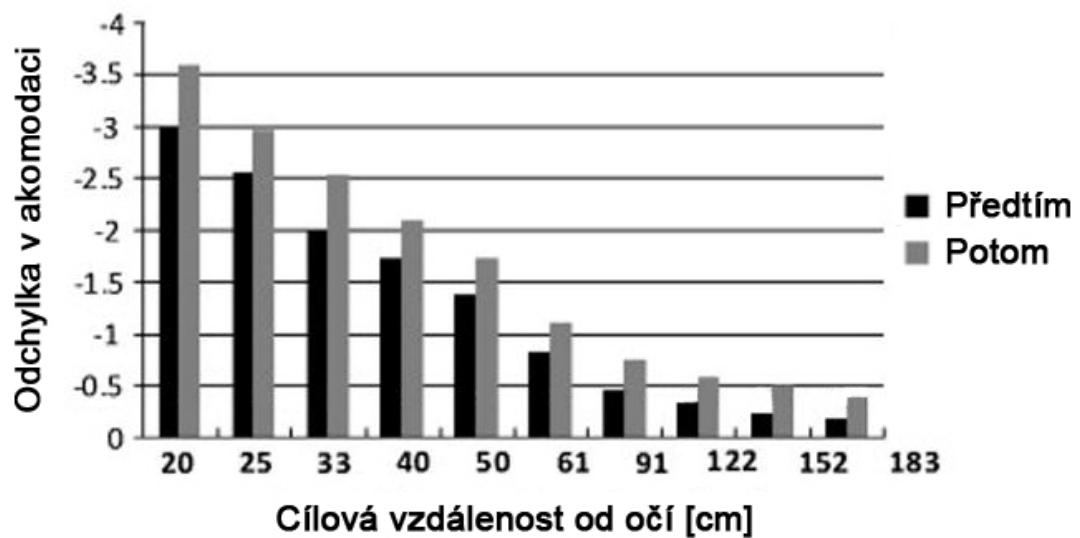


Obr. 4 Pohledové osy a úhly náklonu hlavy. Optimální pohledová osa pro práci na počítači (easy eye rotation opt. range for displays) a zeleně vyznačena max. rotace oka nahoru a dolů. [59]



Obr. 5 Správný úhel pohledu při práci s monitorem je 15° až 20°. [60]

Krupinski a Berbaum [27] se zabývali únavou akomodace u radiologických asistentů, způsobenou celodenním studiem snímků na digitálních monitorech. Měření provedli na začátku dne, před zahájením práce, a na konci dne autorefraktometrem s nastavitelnou fokusační vzdáleností od 20 cm po 183 cm. Výsledky měření prokázaly, že po celodenní práci s monitorem byla vždy naměřená refrakční vada, kdy největší odchylky byly naměřeny na nejkratší vzdálenosti (viz. graf 1). Zajímavé je, že i na nejdelší vzdálenost byly naměřené viditelné odchylky od původní refrakce. Závěr studie byl věnován otázce, zda takto zhoršená akomodace do blízka může způsobit vyšší pravděpodobnost chybné interpretace nálezu na RTG snímcích. [27]



Graf 1 Odchylka v akomodaci měřená v různých vzdálenostech po celém dni práce s displayem. [Vytvořeno dle 65]

Nejen radiologové jsou náročnou prací do blízka ohroženi. Ve studii zabývající se vývojem zrakové únavy v zaměstnání namáhavé pro oči, bylo studováno na 1200 pacientů pracujících nejen s displayi, ale i s mikroskopy, lupami a lupovými brýlemi. V průběhu studie byl zaznamenáván počátek, vývoj a průběh specifických rysů zrakové únavy. Akomodace po dlouhodobé práci výrazně zaostávala především u pacientů používajících mikroskopy. Studie přinesla zajímavé výsledky. U pracovníků s mikroskopy dochází při dlouhodobé práci k vývoji tzv. profesní myopie, zatímco u pracovníků používajících monitor dochází k rozvoji pseudomyopie. Maximální přetížení je pozorováno při práci s mikroskopem po 4 letech, s lupou či lupovými brýlemi po 5 letech a u displaye po 6 letech. Také byl jasně prokázán dřívější nástup presbyopie, mezi 30. a 35. rokem života. [28]

## 2.5 Vliv astigmatismu na zrakovou únavu

Protože pro soustředěnou práci do blízka je potřeba co nejostřejšího sítnicového obrazu, byla studie Wigginsa a Dauma [29] zaměřena na zrakové nepohodlí způsobené astigmatismem. Pacienti, kteří přes svou nejlepší korekci, s výsledkem 20/20, dostali zkušební pár brýlí s +0,5 D ax 90 torickou čočkou, pociťovali mnohem vyšší zrakové nepohodlí při práci na počítači, než pacienti, kteří dostali adici +0,12 D, která byla považována za placebo. Stejní autoři navázali další studií [30], ve které se zabývali zrakovým nepohodlím nositelů kontaktních čoček, u kterých se v běžné praxi nekorigují nízké hodnoty astigmatismu. Pacienti podílející se na studii byli více než rok adaptovaní na kontaktní čočky, byli s nimi spokojeni a jejich vize byl nejméně 20/25. Hodnoty zbytkového astigmatismu byly naměřeny mezi 0,50 a 1,00 D. Při čtení na počítači dostala část pacientů ke své běžné korekci v kontaktních čočkách zkušební brýle, které dokorigovaly jejich zbytkové hodnoty astigmatismu, zatímco zbytek účastníků dostali placebo brýle s +0,12 D adicí. Skupina, jejichž astigmatismus byl v experimentu dokorigován po četbě textu na monitoru v dotazníku vykazovala mnohem větší zrakové pohodlí, než nedokorigovaná skupina. [29, 30]

Williamson-Noble [31] poukázal na jeden ze svých případů. Pacientka středního věku nosila brýle korigující astigmatismus v dětství, zároveň jí korekce ulevovala od astenopie. V dospělosti se bez brýlí žádné potíže neprojeví, až do presbyopického věku, při čtení. Děti totiž nečtou text stejným způsobem, jako dospělí. Soustředí se na jednotlivá písmena, zatímco dospělí čtou po slovech, a proto nemají potřebu naprosto ostrého obrazu. Williamson-Noble přirovnal astenopické potíže dítěte učícího se číst k dospělému, který by se zabýval např. řeckou abecedou. Nutnost zvýšené pozornosti by vyvolala mnohem vyšší napětí a v důsledku i astenopické potíže. V presbyopickém věku slábne akomodační schopnost, a proto se znova objevují potíže se čtením u pacientů s astigmatismem. [31]

## 2.6 Projevy dlouhodobé astenopie

Předmětem výzkumů byly zejména bolesti očí. Eckard, McLean a Goodel [17] zjistili, že okohybné svaly jsou necitlivé k řezání a štípání, zatímco tah jednoznačně způsobuje bolest. U duhovky jak štípání, tak tah způsobují bolest, která může mít lokální charakter, nebo může rozbíhat dál do jiných oblastí hlavy po I. větvi V. trojklanného hlavového nervu, inervující oční funkce. [17]

U dalších tří jedinců byla navozená maximální konvergence a supravergence prizmaty. Ačkoli v tomto případě byly příznaky více proměnlivé na začátku a v průběhu měření, pocity lokálního napětí byly skoro vždy provázeny bolestmi v týle a bolestmi krku. Z elektromyografických vyšetření bylo usouzeno, že neustálé stahy svalův týle a krku jsou příčinou bolestí hlavy spojenými s vadami okohybných svalů. [17] A tuto skutečnost také potvrdil Simons a kolektiv. [32]

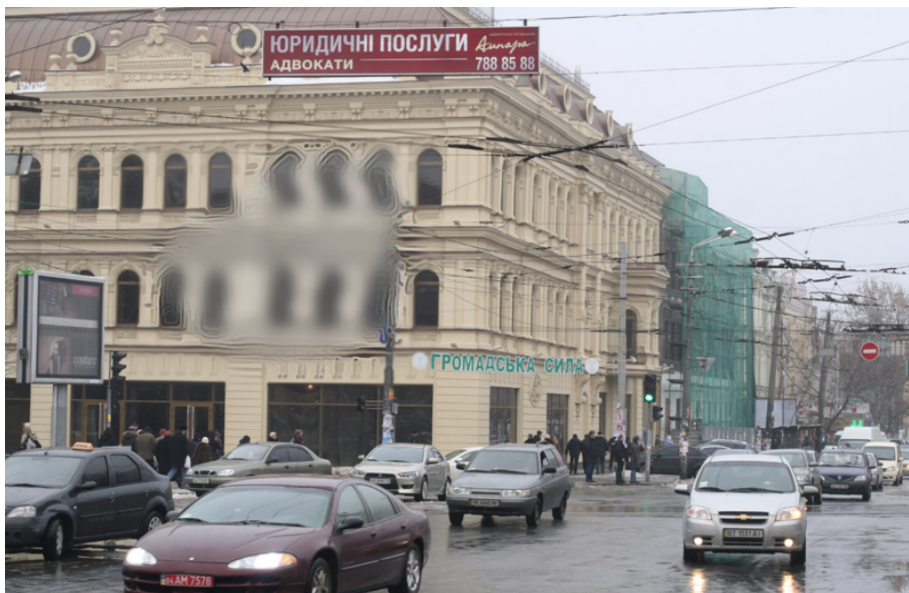
V jedné z nejnovějších studií se Richter, Bänziger, Abdi a Forsman [33] zabývali aktivitou trapézového svalu aktivovaného akomodačními a konvergenčními procesy. Výsledkem studie byl závěr, že zatímco vergence navozená prizmaty nemá na statickou aktivitu trapezového svalu vliv, dlouhodobá akomodace navozená čočkami zvyšuje stupeň aktivity svalu. Pokud je akomodace nedostačující, do procesu se reflexivně zapojuje trapézový sval. Z dlouhodobého hlediska může akomodační nápor způsobit bolesti krku a zad, které mohou přejít až do chronického stavu. [33]

Jednou z hlavních příčin bolesti hlavy se udává vazomotorická dysfunkce. Vazomotorika řídí stah a uvolnění svalů cév a tím zúžení a rozšíření jejich průměru. Dochází tím nejspíše k nekontrolovatelnému hromadění krve v žilních splavech lebky, a tím k podráždění jemných nervových zakončení. Dlouhodobé dráždění nervů vede k nejznámějšímu typu bolesti hlavy, kterým je migréna. Migrenózní stavy jsou jednostranné záchvaty bolesti, které se můžou spojit v pulzující bolest celé hlavy. Trvají od 2 do 72 hodin a provází je pocity na zvracení, světloplachost a zvukoplachost. Jsou často spojovány se zrakovou námahou, protože se často vyznačují retrobulbární bolestí směřující do nadočnicových oblouků, bolestí frontální části hlavy a spánků. Příčinou migrény může být také celková únava, podráždění, špatný psychický stav, stres, dlouhotrvající vypětí či bolesti a zatuhnutí krku a šíje. Migrénu typický doprovází aura. Jedná se první symptom nástupu migrény. Má zrkové, sensorické i motorické podoby. Zrková aura se projevuje jako pozitivní skotom v centru zorného pole, popisovaný často jako poblikávající světýlka, která se rozšiřují směrem k místu slepé

skvrny v zorném poli. Specifickým typem zrakové migrény je migréna oftalmická, kdy dochází k poruše motility, tím i k rozmazání vidění až diplopii. Tento typ může trvat až několik dní. Také je popsána i retinální migréna, která se projevuje až celkovými monokulárnými výpadky vidění. Projevy migrény způsobují největší potíže zejména při řízení. [34, 35, 36]



Obr. 6 Aura –vizuální projev migrény v zorném poli [61]



Obr. 7 Aura - jisřivý skotom jako projev migrény [62]

### 3 Pozornost

Výraz soustředění, neboli koncentrace, je velmi rozšířený mezi vytíženými lidmi. Musí se soustředit na práci, řízení, projekt, na prezentaci. Koncentrace je mentálním procesem, který nejen že zabere většinu mozkové kapacity, ale je taky vysoce energeticky náročný, i když se navíc nezapojují téměř žádné svaly. Je těžké koncentrovat se na více věcí najednou. Dochází tedy ke značnému selektování informací. Celý tento proces je důležitý, protože stres umocňuje a zrychluje selektivní myšlení. Pokud jsme pod tlakem či ve stresu, může se stát, že některé informace vypustíme, detaily přehlédneme. Obrazně řečeno, může tedy být těžké se zastavit v koloběhu myšlenek a vnímat jenom jeden podnět. Únava naopak koncentraci utlumuje. Oproti stresovému modelu, kdy se nadopované myšlení urychlí, při únavě se naopak myšlení zpomalí až zamlží. Je těžké vůbec podněty vnímat, vstřebat a následně na ně reagovat. Spíše než k přehlédnutí detailů dochází k naprosté ignoraci podnětu. Tedy když něco pozorujeme, unavená mysl jakoby vůbec nic neviděla. Těmito dvěma modelům odpovídají i reakce. Pod stresem člověk reaguje rychle, chaoticky a impulzivně. Unavený člověk má problémy formulovat myšlenky a vyjadřovat se. Často selhává i motivace ke soustředění.

Pokud se člověk soustředěně mentálně věnuje určitému objektu nebo ději, můžeme říci, že věnuje pozornost. Tento proces je hlavním předpokladem pro smyslový vjem, který z vnějšího prostředí vstupuje do vědomí. Je tedy hlavním předchůdcem všech poznávacích funkcí, vnímání a učení. Pozornost závisí do velké míry i na prostředí a subjektu věnujícím pozornost. Schopnost upoutávat pozornost je totiž výrazně podmíněna nápadností podnětu, neočekávaností a originalitou. Na druhou stranu únava pozornost výrazně oslabuje.

Pozornost se primárně rozděluje podle charakteristických vlastností. Rozsah určuje množství podnětů, vnímaných najednou. Intezita specifikuje, na kolik jasně jsou vnímané podněty zpracovávány. Stálost charakterizuje délku soustředění na jeden podnět. Oscilace je definována jako přesouvání pozornosti z objektu na objekt. Rozdělení pozornosti je připisováno schopnosti vnímat více než dva předměty v daném směru. [37]

Pozornost můžeme také rozdělit do pěti stupňů. Prvním stupněm je pozorost soustředěná, která je založená na přímé odpovědi na sluchový, zrakový či dotekový podnět. Následuje pozornost trvalá (tzv. vigilance), tedy schopnost udržet pozornost při



monotónní a opakované práci. Vyšším stupněm je pozornost výběrová (selektivní), která se vyznačuje schopností udržet pozornost navzdory okolním rušivým či irelevantním podnětům. Navazuje na ni pozornost střídavá (alternující), která je už znakem jisté mentální flexibility, protože dovoluje jedinci střídat pozornost mezi různě náročnými úkoly. Nejvyšším stupněm je pozornost difúzní, neboli schopnost zvládnání více úkolů současně. [38]

### 3.1 Typy zrakové pozornosti

Existuje několik teorií, které dle různých kritérií rozdělují zrakovou pozornost. Jedna z nich rozděljuje na pozornost selektivní a difúzní, další na zjevnou a skrytou.

#### *Selektivní pozornost*

V literatuře se objevuje několik modelů fungování zrakové selektivní pozornosti. Obecně by se dalo říci, že pracuje ve dvou krocích. Nejdříve paralelně, stejnoměrně pozoruje vnější podnět a ve druhé fázi se zaměří na jednu konkrétní část. Dalo by se říci, že se naše pozornost zaostří. Zpracovávání podnětů je prováděno sériově, tedy jeden po druhém. [39]

Jedním z prvních popsaných modelů selektivní pozornosti byl tzv. středový model, vycházející z definice Williama Jamese, který zavedl termín „spotlight“, neboli střed pozornosti a definoval, že naše pozornost má ohnisko, periferii a okraj periferie. Z výsledků studie totiž vyplývá, že pouze v malé části zorného pole, asi 1°, se všechny podněty detailně zpracovávají. [39]



Obr. 8 Model „spotlight“ středu pozornosti. [63, upraveno]

Na středový model navazuje další selektivní model, takzvaný přibližovací (*zoom-lens*). Vychází z teorie, že velikost ohniska zorného pole se zvětšuje, čím menší jsou nároky na zpracování. Současně se ale zvětšujícím se ohniskem prodlužuje doba zpracování podnětu. Také s rostoucí dobou působení podnětu se zvyšuje pozornost a přesnost zpracování podnětu.

#### *Difúzní pozornost*

Protipólem selektivní pozornosti je difúzní pozornost, která je definována jako zpracovávání dvou a více podnětů záraz. Tento druh pozornosti je běžný pro každodenní život, například sledování provozu za volantem a poslouchání dopravních zpráv z rádia. Schopnost zpracovávání více podnětů je přiřazována ženám jako význačná schopnost. Difúzní pozornost se však dá vztahovat pouze na automatizované úkoly, které jsme už někdy předtím dělali. Pokud by byl jedinec postaven před situaci, se kterou se ještě nikdy nesešel, zaměří svou pozornost na podnět, který vyhodnotí jako prioritní, např. když do cesty vběhne dítě. [40]

#### *Pozornost zjevná a skrytá*

Další teorie rozděluje zrakovou pozornost na zjevnou a skrytou. Zjevná pozornost je definována jako reakce, která způsobí koncentraci smyslů na podnět. Oproti tomu skrytá pozornost je mentální proces, který snaží rozdělit stimuly smyslového pole na základě jejich výraznosti a zaměřit se tedy rychleji jen na určité části. Tento fenomén se nejjednodušeji demonstruje na textu, kdy zjevná pozornost se věnuje jednotlivým slovům, zatímco skrytá pozornost upřednostňuje stimuly výraznějších barev, větší velikosti apod. Dříve byly zjevná a skrytá pozornost považovány za dva oddělené procesy. Nyní se psychologové přiklánějí k tomu, že jsou propojené a navzájem se doplňují. Skrytá pozornost tedy slouží k rychlému prozkoumání zorného pole při hledání středu zájmu. Tento mentální proces je výrazně propojen se sakadickými pohyby očí, které se na základě vyhodnocování skryté pozornosti zpomalují ve směru výraznějšího stimulu. Tento fenomén se využívá především v reklamě (viz. obr. 9). [41]



Obr. 9 I malá změna v reklamě může způsobit změnu ve vyhodnocení sledování pohybu očí (červeně jsou vyznačeny místa, kam směřovalo nejvíce pohledů) [64]

## 3.2 Faktory ovlivňující pozornost

Pozornost může ovlivňovat více faktorů, může to být psychické rozpoložení, nálada, nemoc, stres, pracovní vyčerpání apod. Mezi ty zásadní však patří spánková deprivace a chemické látky různým způsobem ovlivňující či stimulující organismus, jako je kofein, nikotin a antidepresiva.

### 3.2.1 Spánková deprivace

Jedním z nejvýznamějších vlivů, narušující pozornost, je nedostatek spánku, až úplná spánková deprivace. Můžeme ji rozdělit na akutní a chronickou. Obě formy způsobují ospalost, únavu, nemotornost, přibytěk či úbytek tělesné hmotnosti. Akutní forma je různá u každého jedince, ale většinou se považuje stav více než 17 hodin bez spánku. Britští vědci se rozhodli porovnat stav pozornosti nevyspalých řidičů s těmi, kterým byl podáván alkohol. Tato studie odhalila na základě testů pozornosti, že řidiči, ponechání 17-19 hodin bez spánku, mají stejné výsledky testů, ne-li horší, jako řidiči, kterým byla prokázána 0,5‰ alkoholu v krvi, což je tolerovaná hranice v mnoha zemích EU. Řidiči v tomto stavu jsou o polovinu pomalejší v rozhodování a rychlostech reakcí a jejich pohyby jsou mnohem méně přesné. Po ještě delší době bez spánku došli účastníci studie k výsledkům srovnatelným s maximální podávanou dávkou alkoholu, odpovídající 1‰ alkoholu v krvi. [42, 43]

Pro jakéhokoli tvora není možné, aby zůstal dlouhodobě naprosto bdělý. U laboratorních zvířat dochází k úmrtím, pokud jsou vystaveny takovému masivnímu stresu. Lidský mozek v této situaci automaticky vypne a upadá do stavu podobnému ztrátě vědomí, kterému říkáme mikrospánek. Jedná se o výpadek dlouhý několik vteřin až půl minuty. Stejně jako u ztráty vědomí, osoba netuší, že k výpadku došlo a ztácí pojem o čase. Během jedné minuty člověk okamžitě upadá do hlubokého spánku. Ve fázi, která předchází upadnutí do spánku, dochází celkově ke zpomalení organismu. Snižuje se pulz, frekvence dýchání a celkově základní metabolické procesy v těle. Z důvodu hypoxie mozku, který s tímto zpomalením organismu souvisí může docházet k výpadkům vidění, či tzv. zatměním před očima. U osob s chronickým nedostatkem spánku dochází k pomalé kumulaci příznaků, a proto tyto často ani netuší, či si nepřipouští, že jejich rozhodování a pozornost jsou ovlivněny. Tím pádem dochází k značné chybovosti u rutinních úkolů, které můžou mít fatální následky. Kromě řidičů, či letců, způsobujících dopravní nehody se jedná o pracovníky v průmyslu, kteří snadno můžou přehlédnout detail, který vyústí v katastrofu. [42, 44, 45]

### **3.2.2 Látky ovlivňující pozornost**

Pozornost ovlivňují především stimulanty, které lidé užívají k potlačení příznaků únavy, ospalosti, úzkosti či nervozity. Při dlouhodobém užívání těchto stimulantů vzniká tolerance až závislost. Rozdělit se dají dle efektu na organismus na povzbudivé (kofein) a tlumivé (nikotin a antidepresiva).

#### **3.2.2.1 Kofein**

Kofein má celkově na organismus povzbudivé účinky. Nachází se především v kávě, čaji a energetických nápojích. Po požití do několika minut dochází ke zrychlení tepu, zvýšení krevního tlaku, uvolnění hladkého svalstva, tím pádem k rozšíření cév a lepšímu prokrvení, uvolnění dýchací soustavy a zrychlení metabolismu. Molekuly kofeinu také velmi záhy pronikají do mozku a váží se na receptory adenosinu. Adenosin se v těle vyskytuje prakticky všude v makroergních vazbách ATP. Při zvýšené námaze dochází k pomalejšímu obnovování vazeb ATP, a tedy i ke zvýšení hladiny adenosinu v plazmě. Vyšší koncentrace adenosinu, který se začne výrazně vázat na mozkové receptory, je pro mozek signálem, že tělo je unavené a dochází k utlumení činnosti těla a následnému pocitu únavy. Celý systém slouží jako ochrana organismu proti totálnímu vyčerpání a poškození tkáně. Kofein se však váže na tyto receptory rychleji a přednostně, a tím dochází k potlačování pocitu únavy. Dochází tak k zrychlení přenosu látek jako je acetylcholin a adrenalin, což vede k nabuzení organismu, až euforizaci. Urychluje se metabolismus molekul  $\text{Ca}^{2+}$ , které mají vliv na stah a relaxaci hladkého svalstva. Tyto molekuly se uvolňují z kostí a pokud je dlouhodobě nedostatek vápníku v těle, může docházet ve stresových situacích ke křečím hladkého svalstva, tedy i při akomodaci dochází ke spasmu akomodace a trvalé akomodaci do blízka. U glaukomatiků kofein způsobuje zvýšení nitroočního tlaku. [46, 47, 48]

U lidí, kteří pijí kávu, či energetické nápoje denně, vzniká záhy tolerance k dávkám kofeinu. Při následné absolutní abstinenci kofeinu v těle, dojde k přecitlivělosti na vysokou hladinu adenosinu v těle, což může vyvolat silné podráždění ospalost až vyčerpání. [49]

### 3.2.2.2 *Nikotin*

Nikotin má hlavní vliv na stresové situace. Molekuly se vážou na receptory noradrenalinu, a tím tlumí reakce organismu na stres. Zklidňuje a uvolňuje od úzkosti. Nikotin má také značný vliv na motivaci a celý chemický proces související se systémem odměn. Pokud se nám něco podaří, vyplaví se do krve dopamin, který navozuje příjemné pocity, a tím pádem máme pocit uspokojení. Nikotin také uvolňuje dopamin. Proto vzniká i rychlá psychologická závislost na nikotinu, která také souvisí s ritualizací kouření. Kuřáci většinou čas na cigaretu berou jako odpočinkový čas. Také hluboké dýchání a pobyt venku přispívá k uvolnění úzkostných stavů. Abstinenční příznaky se projevují jako podrážděnost, problémy se soustředěním, únava, úzkost, bolesti hlavy a deprese. [50]

Celkově má nikotin na pozornost dobrý vliv. Tím, že relaxuje a uvolňuje organismus od stresu, dává prostor pro klidnější uvažování a podporuje koncentraci. Také má dobrý vliv u poruch způsobující hyperaktivitu, schizofrenii a Alzheimerovu chorobu. Nikotin se nyní používá i k léčbě drobných poruch vnímání a pro tlumení poruch s koncentrací u pacientů, léčících se ze závislosti na alkoholu. [51, 52]

### 3.2.2.3 *Antidepresiva*

Antidepresiva se používají k léčbě depresí a úzkostných stavů, obsedantně kompulzivních poruch, poruch spánku a koncentrace. Ovlivňují funkci neurotransmiterů v CNS, jako je serotonin, dopamin a noradrenalin. Předpokládá se, že deprese vzniká na základě snížené hladiny serotoninu v krvi. [53]

Antidepresiva jsou nyní masivně používanými faramky zejména v USA, kde užívá 11% obyvatel starší 12 let. Nejpoužívanějším typem jsou SSRI, neboli selektivní inhibitory zpětného vychytávání serotoninu. Novějším typem jsou SNRI, neboli selektivní inhibitory zpětného vychytávání serotoninu a noradrenalinu. Účinky jsou prakticky stejné, avšak SNRI mají poněkud povzbudivější účinky, a tím přispívají k lepší koncentraci. [54]

Tato farmaka však mají mnoho nežádoucích účinků. Přímo na oku dochází k blokaci acetylcholinu, a tím k inhibici slzných žláz, až k syndromu suchého oka, poruchám akomodace a navození mydriázy. Pacient, léčící se antidepresivy si může stěžovat na rozmazané vidění, mlhu v zorném poli a špatnou snášenlivost kontaktních čoček. [55]

## 4 Vliv únavy na vyšetření optometristou

Každý optometrista se jistě už ve své praxi setkal s unaveným pacientem. Ať už pacient do vyšetřovny vstoupil unavený, nebo ho unavilo dlouhé vyšetření, vždy se tento stav výrazně projeví jak na psychice a náladě pacienta, tak na refrakci, snášenlivosti kontaktních čoček a především celkové motivaci ke spolupráci.

Celkově únava je nenápadným příznakem, který mnoho pacientů považuje za běžnou součást života. Avšak netuší, že nemusím mít příčiny pouze v namáhavém životním stylu. Důležitá je komunikace s pacientem, případné dlouhodobé pozorování symptomů.

Co se refrakce týče, ze studií vyplývá, že je důležité co nejpřesnější měření. Zvláště pak u astigmatismu, kde i hodnoty do 0,5 D, které se považují za fyziologické, mohou přispět k zlepšení stavu pacienta. Překorekce u myopů, či nedokorekce hypermetropů způsobuje aktivaci ciliárního svalu, a tím už zhoršuje celkovou zrakovou pohodu. Celkově má na únavu největší vliv hypermetropie, protože latentní složka je kompenzovaná zvýšeným akomodačním úsilím. Pokud jsou na zrak kladeny vysoké nároky, především při práci do blízka, dochází k přetížení ciliárního svalu a rychlému nástupu astenopie. S prací do blízka také úzce souvisí presbyopie, která se v počátcích může projevovat právě jako zraková únava. To platí především pro mladé hypermetropy. Obecně je třeba dát pozor na určení příčiny zrakového nepohodlí do blízka. Také stres může přispět k neschopnosti akomodovat do blízka a navození pseudomyopie do dálky. Především hodnoty amplitudy akomodace vychází při klasickém push-up testu jako nadhodnocené, zatímco objektivně se už řadí mezi insuficienci.

I vyšetření binokulárních funkcí může výrazně přispět k hodnocení dalšího postupu při vyšetření. Bohužel v praxi se běžně vyšetření fúzních rezerv, asociační forie nebo fixační disparity nedělá, ačkoli i malé odchylky od pohledové osy mohou způsobit zvýšenou námahu.

Základem pro vyšetření by měla být vyšetřovací vzdálenost. Tu bychom měli co nejpřesněji přizpůsobit k běžné pracovní vzdálenosti pacienta. Pokud navodíme nepřirozené podmínky při vyšetření, je takřka zaručené, že při dlouhodobé práci do blízka dojde k postupnému rozvoji potíží a pacient může dojít k závěru, že optometrista špatně vyměřil refrakci. Také délka vyšetření je důležitá pro hodnocení

stavu. Pokud pacient přijde odpočatý, těžko se budou hodnotit potíže, které nastupují po několikahodinové práci do blízka.

Velmi důležitý je výběr korekční pomůcky. U brýlí je důležitý především typ skel a velikost obruby. Úzce totiž souvisí s ergonomií pracoviště a úhlem pohledu. Pokud jsou nevhodně vybrané například multifokální brýle, může se stát, že při pohledu na určitou vzdálenost je příliš velký pohledový úhel a tedy narušená přirozená poloha pro práci do blízka, kvůli kompenzačnímu náklonu hlavy a hledání správného segmentu, tím pádem dochází k větší námaze nejen očních svalů, ale i svalů krku a zad. Také povrchová úprava, či zabarvení čoček hrají významnou roli pro výběr skel. Jak antireflexní vrstva, tak polarizace ulevují především při práci s počítačem, či jiným displejem.

U nositelů kontaktních čoček má největší vliv na pohodlí slzný film. Pro unaveného člověka je typické, že má oči vysušené a podrážděné. Pracovní podmínky, jako jsou klimatizace, prašné prostředí či nutnost celodenní práce s počítačem jsou hlavním faktorem, způsobující potíže s kontaktními čočkami. Také stres má významný vliv na pohodlí. Stresová aktivace sympatiku inhibuje činnost slzné žlázy. Proto může docházet ke střídání pocitů sucha a nadměrným slzením, způsobující rozmazané vidění.

Také je důležité zhodnotit, zda je vhodná aplikace tórických kontaktních čoček, protože i malé hodnoty astigmatismu mohou hrát významnou roli pro pacienta. Případně se dá situace řešit následnou dokorekcí tórickými brýlemi, které pacient může nosit současně s kontaktními čočkami při namáhavé práci do blízka, či na počítači.

Důležitá je i pozornost a psychický stav pacienta. Především při nácviu aplikace kontaktních čoček a jejich následné péče. Při únavě totiž mozek nepřevádí myšlenky do dlouhodobé paměti, a tak pacient může mnoho důležitých informací vypustit ještě předtím, než opustí vyšetřovnu.

Typ astenopických potíží můžeme určit podle metody vyobrazené na schématu (viz. schéma 1).

Výše uvedená pravidla platí nejen pro pacienty, ale i pro samotné optometry. V dnešní době se kdokoli těžko vyhne tomu, aby alespoň jednou nepřišel do práce unavený, či se u něj únava neprojevila ke konci dne. V tomto stavu dochází k výraznému snížení pozornosti. Může docházet k přehlédnutí drobných detailů v anamnéze, či v reakcích pacienta, které jsou tak důležité pro přesné vyhodnocení



vyšetření. Doporučuje se zapisovat si i na první pohled bezvýznamné detaily do karty pacienta, protože při pozdějším hodnocení můžou napovědět, kde se skrývá podstata problému.

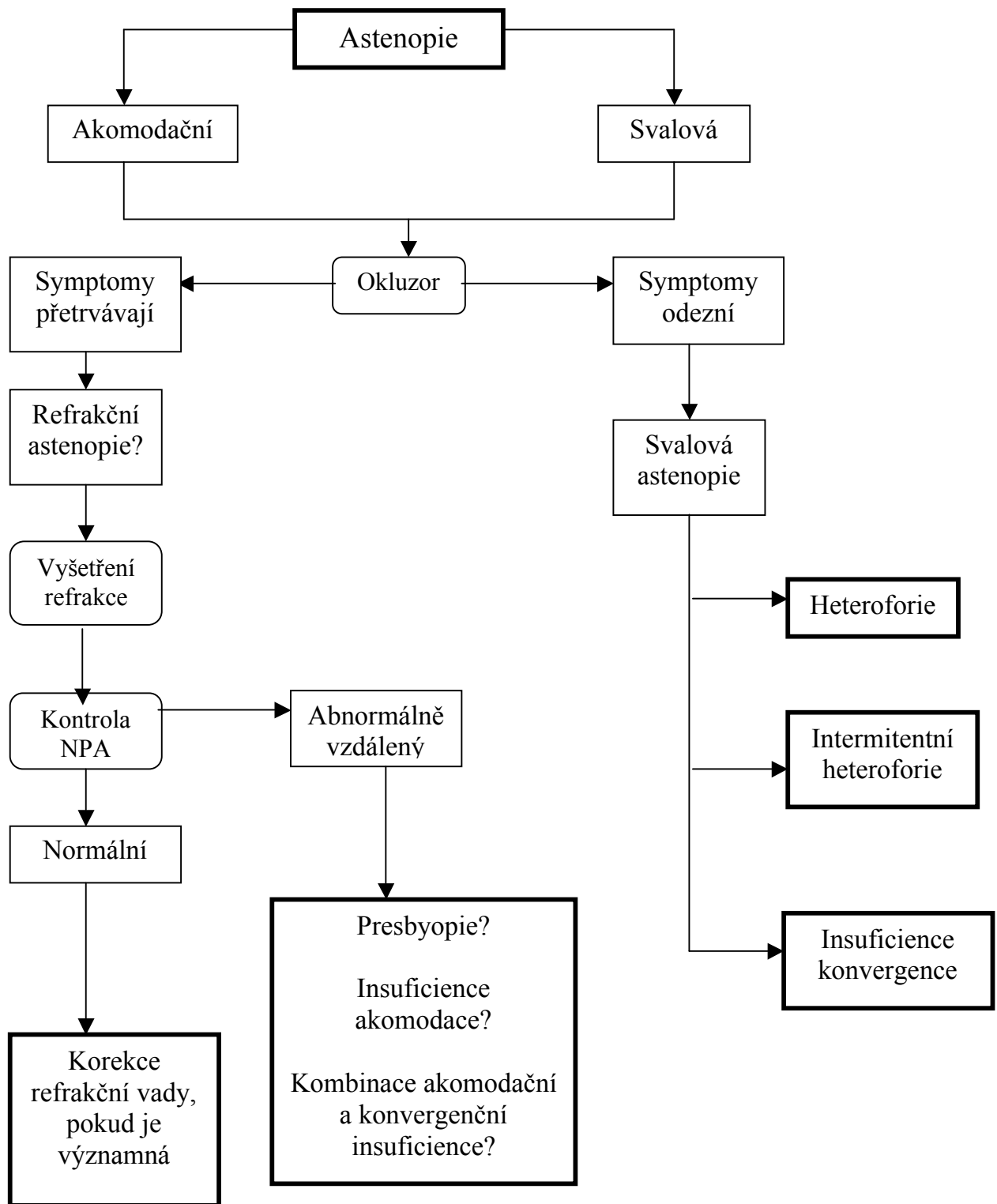


Schéma 1 Určení typu astenopických potíží na základě testu s okluzorem .  
(NPA=near point of accommodation, blízký bod akomodace) [vytvořeno dle 66]

## **Závěr**

Na začátku této práce jsem posuzovala únavu, jako běžný projev každodenního života. Až v průběhu psaní mi začlo docházet, jak významný vliv má na člověka a kolik faktorů se na ní podílí. Nyní se ji nebojím zařadit mezi populační choroby, kam se může zařadit bok po boku se stresem a depresemi. Má původní hypotéza byla, že celková fyzická únava mění refrakční stav oka. Tuto hypotézu se mi nepodařilo zcela potvrdit, spíše přeformulovat. Čím jsem se dostávala hlouběji do tématu, objevovaly se mnohé další nečekaná zjištění.

Práce je členěna na 4 hlavní kapitoly. První kapitola odděluje od únavy stres a depresi na základě fyziologických i psychologických projevů. Druhá se již snažila věnovat vlivu únavy na oko a astenopickým potížím. Vcelku rozsáhlá je kapitola o vlivu počítače na zrak. Ve třetí kapitole je popsána pozornost a vliv únavy na pozornost. Mimo jiné popisuje jaké povzbudivé látky, které jsou běžně dostupné každému pacientovi. Myslím si, že právě tyto látky jsou často přehlíženy v anamnéze. Poslední kapitola prezentuje korelaci zrakové únavy a optometristického vyšetření. Má být jistým návodem, jak přistupovat k vyšetření astenopie a k jejímu řešení.

K dosažení cílů bakalářské práce jsem použila především vyhledávání studií a klinických výzkumů. Myslím, že cílů bylo dosaženo, ačkoli posunuly perspektivu jinam, než bylo očekáváno.

Pro další vědecké práce by bylo dobré prozkoumat možnosti objektivizace některých postupů. Jak se ukazuje, astenopie je těžko řešitelná právě z důvodu její subjektivní podstaty. Doufám, že má práce bude alespoň malým přínosem k pochopení potíží spojených se zrakovou únavou a k jejich řešení.

## Použitá literatura

- [1] NATHAN, J., B.Sc. *Some Aspects of Visual Fatigue*. The Australian Journal of Optometry. July 1961. Page 332-362.
- [2] SCHERRER, J., *Únava*. 1989. Presses Universitaires de France. překlad prof. MUDr. Miloš Máček, DrSc. Praha, 1995. Victoria Publishing, a.s., ISBN 80-85865-73-4
- [3] SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas Fyziologie člověka, 6.vydání, zcela přepracované*. Praha. Grada Publishing, a.s., 2004. ISBN 80-247-0630-X
- [4] PRAŠKO, J. *Chronická únava: zvládání chronického únavového syndromu*. Praha. Portál, s.r.o., 2006. ISBN 80-7376-139-5
- [5] KOPECKÝ, M., CICHÁ, M. *Somatologie pro učitele*. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1072
- [6] PRAŠKO JÁN, PRAŠKOVÁ HANA, PRAŠKOVÁ JANA. *Deprese a jak ji zvládat*. Praha. Portál, 2005. ISBN 978-80-7367-501-1
- [7] BUBL, E., KAREN, E., EBERT, D., BACH, M., VAN ELST, L. T. *Seeing Gray When Feeling Blue? Depression Can Be Measured in the Eye of the Diseased*. Biological Psychiatry, Volume 68, 2010. Issue 2. 205-208.
- [8] NOVÁKOVÁ, M. Bc., MSc. *Neurologie pro optometrii*. Česká oční optika. 3/2009. 22-24. ISSN 1211-233X
- [9] MACHOVÁ, J. *Biologie člověka pro učitele*. Praha. Karolinum, 2008. ISBN 978-80-7184-867-7
- [10] BRUNTON, L., CHABNER, B., KNOLLMAN, B. *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, Twelfth Edition*. New York. McGraw-Hill Professional; 12 edition, 2010. ISBN-10: 0071624422
- [11] DUBOIS-POULSEN. Diskuse následující studii: MERCIER, A. *A Contribution to the study of Ocular Fatigue*. Bulletins et mémoires de la Société française d'ophtalmologie. 02/1957, 540-552.
- [12] HOFFMAN, D. M., GISHICK, A. R., AKELEY, K., BANKS, M. S. *Vergence-accomodation Conflicts Hinder Visual Performance and Cause Visual Fatigue*. Journal of Vision, Vol. 8, no. 3, art.33, 2008.
- [13] JAINTA, S., DEHNERT, A. *Binocular Coordination During Reading of Blurred and Nonblurred Text*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 52 no.13, 2011. 9416-9424

- [14] JASCHINSKI, W. *Asthenopic Complaints and Ocular Convergence at the Computer Workstation: New Test Procedures for Practice and Research*. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2003. 551-8
- [15] NOVACEK, P. *How Can Avionics Help Reduce Pilot Fatigue?* Avionics News. April 2003. 50-54.
- [16] GROSVENOR, T., OD., PH.D, F.A.A.O. *Primary Care Optometry, 5th Edition*. Missouri. Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-7575-8
- [17] ECKHARDT, L. B., MCLEAN, J. M. AND GOODELL, H. *Experimental Studies on Headache: The Genesis of Pain from the Eye*. Research publications - Association for Research in Nervous and Mental Disease. 23/1943. 209-227.
- [18] CHASE C., TOSHA C., BORSTING E., RIDDER W. *Visual discomfort and objective measures of static accommodation*. Optometry and vision science. July 2009. 883-9
- [19] ROSENFELD, M. *Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments*. Ophthalmic and Physiological Optics. Volume 31, Issue 5. September 2011. Pages 502–515.
- [20] Dr. Hunt, OD, Copyright © Computer Vision Reading Eye Glasses  
[cit. 23. 4. 2013]  
Dostupné z [www.computervisionreadingeyeglasses.com](http://www.computervisionreadingeyeglasses.com)
- [21] SÁNCHEZ-ROMÁN F. R., PÉREZ-LUCIO C., JUÁREZ-RUIZ C., VÉLEZ-ZAMORA N. M., JIMÉNEZ-VILLARRUEL M. *Risk factors for asthenopia among computer terminal operators*. Salud Publica Mexico. May-June 1996. 189-96.
- [22] SAITO, S., SOTOYAMA, M., SAITO, S., TAPTAGOORN, S. *Physiological Indices of Visual Fatigue Due to VDT Operation: Pupillary Reflexes and Accomodative response*. Industrial Health, 32, 1994. 57-66
- [23] HOPKINSON, R. G. *Glare Discomfort and Pupil Diameter*. The Journal of the Optical Society of America. 46/8, 1956. 649-656.
- [29] WIGGINS N. P., DAUM K. M. *Visual discomfort and astigmatic refractive errors in VDT use*. Journal of the American Optometric Association. September 1991. 680-4
- [24] PORTELLO J. K., ROSENFELD M., CHU C. A. *Blink Rate, Incomplete Blinks and Computer Vision Syndrome*. Optometry & Vision Science. March 2013 Mar 27. 482-7.
- [25] JANSEN M. E., BEGLEY C. G., HIMEBAUGH N. H., PORT N. L. *Effect of contact lens wear and a near task on tear film break-up*. Optometry & Vision Science. May 2010. 350-7.
- [26] IZQUIERDO, N. J., MD. *Computer Vision Syndrome*. Updated: May 30, 2012.

- [cit. 24. 4. 2013] Dostupné z <http://emedicine.medscape.com/article/1229858-overview>
- [27] KRUPINSI, E. A., PHD., BERBAUM, K. S., PHD. *Mesurment of Visual Strain in Radiologist*. Academic Radiology. August 2009. 947-950.
- [28] KORNIUSHINA T.A. *Physiological mechanisms of the etiology of visual fatigue during work involving visual stress*. Vestnik Oftalmologii. July-August 2000. 33-6.
- [30] WIGGINS N. P., DAUM K. M., SNYDER C. A. *Effects of residual astigmatism in contact lens wear on visual discomfort in VDT use*. Journal of the Amerocam Optometric Association. March 1992. 177-81
- [31] WILLIAMSON-NOBLE, F. A. *Problem of Ashtenopia*. The British Journal of Ophthalmology. September 1941. 397-406.
- [32] SIMONS, D. J., DAY, E., GOODELL, H. AND WOLFF, H. G. *Experimental Studies on Headache: Muscles of the Scalp and Neck as Source of Pain*. Research publications - Association for Research in Nervous and Mental Disease. 23/1943. 228-244.
- [33] RICHTER H. O., BÄNZIGER T., ABDI S., FORSMAN M. *Stabilization of gaze: A relationship between ciliary muscle contraction and trapezius muscle activity*. Vision Research. Volume 50, 23 November 2010. Pages 2559–2569.
- [34] NOVÁKOVÁ, M., BC., MSC. *Neurologie pro optometrii*. Česká oční optika. 4/2009. 32-34. ISSN 1211-233X
- [35] GROSBURG, B.M.,MD, SALOMON, S., MD, LIPTON. R.B. MD. *Retinal migraine. Current Pain and Headache Reports*. Volume 9, Issue 4, 2005. 268-271
- [36] OLESEN, J. *The headaches*. (3. ed. ed.). Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 2006. ISBN 9780781754002.
- [37] HARTL, P. HARTLOVÁ, H. *Psychologický slovník*. Praha. Portál. 2000. ISBN : 80-7178-303-X
- [38] SOHLBERG, M. M., MATEER, C. A. *Introduction to Cognitive Rehabilitation: Theory and Practice*. New York. Guilldford Press, 1989. ISBN:0-89862-738-9.
- [39] ERIKSEN, C., HOFFMAN, J. *Temporal and Spacial Characteristics of Selective Encoding from Visual Displays*. Perception and Psychophysics. March 1972. Vol. 12. Iss. 2. 201-204
- [40] HIRST, W., SPELKE, E. S., REAVES, C. C., CAHARACK, G., NEISSER, U. *Dividing Attention without Alteration or Automaticity*. Journal of Experimental Psychology:General. 1980. 98-117
- [41] WRIGHT, R. D., WARD, L. M. *Orienting Attention*. Oxford. Oxford University Press, 2008. ISBN: 10:0195130499

- [42] KUSHIDA, C. A. *Sleep deprivation*. Informa Health Care. New York, 2005. ISBN 0-8247-5949-4.
- [43] WILLIAMSON A. M., FEYERB A.-M. *Moderate sleep deprivation produces impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication*. Occupational and Environmental Medicine 57/2000. 649-655
- [44] RECHTSCHAFFEN, A., BERGMANN, B. M. *Sleep deprivation in the rat by the disk-over-water method*. Behavioural Brain Research. Volume 69, Issues 1–2, July–August 1995. 55–63
- [45] ALHOL P., POLO-KANTOLA, P. *Sleep deprivation: Impact on cognitive performance*. Journal of Neuropsychiatric Disease and Treatment. October 2007. 553–567.
- [46] LATINI S., PEDATA F. *Adenosine in the central nervous system: release mechanisms and extracellular concentrations*. Journal of Neurochemistry. 2001. 463–84.
- [47] NEHLIG A., DAVAL J. L., DEBRY G. *Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects*. Brain Research. 1992. 139–70
- [48] LI M., WANG M., GUO W., WANG J., SUN X. *The effect of caffeine on intraocular pressure: a systematic review and meta-analysis*. Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. March 2011. 435–42.
- [49] BRUCE M. S., LADER M. *Caffeine abstention in the management of anxiety disorders*. Psychological Medicine. February 1989. 211–4
- [50] BENOWITZ N. L., HUKKANEN J., JACOB P. (2009). *Nicotine chemistry, metabolism, kinetics and biomarkers*. Handbook of Experimental Pharmacology. Vol. 192, 2009 pp. 29–60. ISBN 978-3-540-69246-1.
- [51] REZVANI A. H., LEVIN E. D. *Cognitive effects of nicotine*. Biological Psychiatry. February 2001.258-67.
- [52] NEWHOUSE, P., M.D, KELLER, K., PH.D, AISEN, P., MD, WHITE, H., M.D, WESNES, K., PH.D, CODERRE,E., MSc, PFAFF, A., BA, WILKINS, H., BA, HOWARD, D., MS, LEVIN, E.D., PH.D. *Nicotine treatment of mild cognitive impairment*. Neurology. January 2012. Vol. 78. 91-101
- [53] BIGELOW, B. C., EDGAR, K. J. *The UXL Encyclopedia of Drugs & Addictive Substances*. Detroit. Thomson-Gale, 2006. ISBN 1-4144-0444-1.
- [54] PRATT, L. A., PH.D., BRODY, D. J., M.P.H., GU, Q., M.D., PH.D. *Antidepressant*

*Use in Persons Aged 12 and Over: United States, 2005–2008*. HS Data Brief, No. 76, October 2011.

[55] DAMSA C., BUMB A., BIANCHI-DEMICHELI F., ET AL. *Dopamine-dependent's side effects of selective serotonin reuptake inhibitors: a clinical review*. The Journal of Clinical Psychiatry. August 2004. 1064–8.

### **Použité obrázky**

[56] The exhaustion phase. Copyright © 2013 GoToSee.co.uk. [cit 8. 5. 2013]

Dostupné z

<http://www.gotosee.co.uk/healtharticles/stress-management/stress-exhaustion/>

[57] NOVACEK, P. *How Can Avionics Help Reduce Pilot Fatigue?* Avionics News. April 2003. 50-54. [cit. 8. 5. 2013]

Dostupné z <http://www.aea.net/AvionicsNews/ANArchives/FatigueApril03.pdf>

[58] Monitor your ergonomics with a USB device. Publikováno 26 Června, 2007. [cit. 4. 5. 2013]

Dostupné z <http://gigaom.com/2007/07/26/monitor-your-er/>

[59] Ergonomic trends. [cit. 4. 5. 2013]

Dostupné z <http://www.winstedcustom.com/ergonomics.php>

[60] Figure 6. Comfortable viewing angle is 15 to 20 degrees. [cit. 4. 5. 2013]

Dostupné z

[http://www.osha.gov/SLTC/etools/computerworkstations/components\\_monitors.html](http://www.osha.gov/SLTC/etools/computerworkstations/components_monitors.html)

[61] Obr 5 File:Aura ss.jpg. Publikováno 11. Května 2011. [cit. 4. 5. 2013]

Dostupné z [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Aura\\_ss.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Aura_ss.jpg)

[62] File:Migraine-aura-aka-scintillating-scotoma-anecdoteal-depiction.png.

Publikováno 30. Prosince 2012. [cit. 4. 5. 2013]

Dostupné z <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Migraine-aura-aka-scintillating-scotoma-anecdoteal-depiction.png>

[63] File:Wikipedia-spotlight.jpg. Publikováno 18. Března 2010. [cit. 4. 5. 2013]  
Dostupné z <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wikipedia-spotlight.jpg>

[64] STRAUB, K., PhD, CUA, *Look composed – How visuals can draw and drive attention*. Publikováno Květen 2008. [cit. 4. 5. 2013]  
Dostupné z <http://www.humanfactors.com/downloads/may08.asp>

### **Použité grafy a schémata**

[65] Figure 3. Error in accommodation measures at near and far distances for four radiologists before and after a day of near viewing reading from computer displays. Publikováno 5. Května 2009 [cit. 4. 5. 2013] .  
Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2706933/>

[66] VON NOORDEN, G. K. MD, CAMPOS, E. C. MD. *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus, 6e*. Mosby; 6 edition. 2001. 155.  
ISBN-10: 0323011292