

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

VLIV AKOMODACE NA VERGENČNÍ DYSFUNKCE

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Zuzana Sahatqija

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2023/2024

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

doc. RNDr. František Pluháček, Ph.D.

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

V Olomouci dne

Touto cestou bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Františku Pluháčkovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce a dále cenné připomínky a rady, které mi v průběhu psaní poskytl. Tato práce byla podpořena projekty IGA PřF UP v Olomouci č. IGA_PrF_2021_012 a IGA_PrF_2022_010.

OBSAH

1	AKOMODACE.....	7
1.1	Popis akomodace.....	7
1.2	Složky akomodace	8
1.3	Změny akomodace v průběhu života	8
2	VERGENCE	9
2.1	Popis vergence	10
2.2	Složky vergence	10
3	VZTAH AKOMODACE A VERGENCE.....	11
3.1	AC/A poměr a jeho měření	12
3.2	Vývoj vztahu akomodace a vergence s věkem	13
3.3	Příčiny vzniku vergenčních odchylek vlivem akomodace	13
3.3.1	Vergenční odchylky způsobené abnormálním AC/A poměrem.....	14
3.3.2	Vergenční odchylky způsobené abnormální akomodací.....	14
4	KLASIFIKACE VERGENČNÍCH DYSFUNKCÍ PODLE VLIVU AC/A POMĚRU.....	15
4.1	NÍZKÝ AC/A.....	18
4.1.1	Insuficience konvergence	19
4.1.2	Insuficience divergence	21
4.2	NORMÁLNÍ AC/A	22
4.2.1	Základní exoforie.....	23
4.2.2	Základní esoforie	24
4.3	VYSOKÝ AC/A	24
4.3.1	Exces konvergence	25
4.3.2	Exces divergence	26
4.4	Odchylky bez vlivu AC/A poměru	27
5	ŘEŠENÍ BINOKULÁRNÍCH PORUCH.....	28
5.1	Korekce refrakční vady.....	29
5.2	Sférický přídavek	30

5.3	Prizmatická korekce	31
5.3.1	Horizontální úlevové prizma	31
5.3.2	Vertikální úlevové prizma	32
5.3.3	Prizma jako pomůcka před nebo po zrakovém tréninku	32
5.4	Zrakový trénink.....	32
5.4.1	Indikace zrakových cvičení	33
5.4.2	Obecné zásady a principy	34
5.4.3	Základní charakteristika postupů.....	35

ÚVOD

Problematika binokulárního vidění je jedním z aktuálních témat současné optometrie. Zvyšují se požadavky na kvalitu vidění a tím i na preciznost a odbornost očního vyšetření zakončené stanovením správné korekce včetně korekce binokulárních a akomodačních poruch. Přitom binokulární funkce, závislé především na vergenčním aparátu, jsou prostřednictvím tzv. AC/A poměru významně provázány s akomodací. Je-li tento poměr nesprávný, může být příčinou poruch vergenčního systému a souvisejících subjektivních potíží. Odpovídající problémy se nejčastěji projevují při pohledu do blízka, kdy správná akomodace prostřednictvím nesprávného AC/A poměru může navodit skryté, popř. zjevné šilhání. Problémem však může být i akomodační porucha, kdy např. silná akomodace navodí nadměrnou konvergenci i při normálním AC/A poměru. U všech typů akomodačních anomálií je tedy běžným nálezem i vergenční odchylka, která však může být chybně považována za jedinou příčinu potíží. Odlišením akomodačních a vergenčních poruch, popř. posouzení vlivu AC/A poměru na tyto potíže tak pomáhá k odhalení primární příčiny binokulárních poruch a dále umožňuje efektivní řešení. Současně lze provázanost obou jevů využít při diagnostice a korekci vergenčních poruch.

Cílem této práce je poskytnout ucelený přehled o poruchách binokulárního vidění se zaměřením na skryté odchylky (heteroforie) s důrazem právě na vliv AC/A poměru. Současně text poskytne informace potřebné pro správnou diagnostiku jednotlivých odchylek a shrne možnosti jejich řešení.

1 AKOMODACE

Akomodace je proces, při kterém dochází ke změnám optické mohutnosti čočky. Je to změna refrakčního stavu, která zajišťuje ostrý obraz na sítnici při různých pohledových vzdálenostech. Při pohledu na vzdálenější předměty je přední plocha čočky nejplošší, čímž se minimalizuje její lomivost. Naopak při pozorování blízkých předmětů dochází ke kontrakci ciliárního svalu, který snižuje napětí na zonulách a umožní tak přední ploše rohovky se vyklenout dopředu a zmenšit tak svůj poloměr křivosti. V důsledku toho se zvyšuje její optická mohutnost.

Existuje více teorií procesu akomodace např. Helmholtzova kapsulární teorie, teorie podle Schachara a Tscheringa nebo Colemanova teorie. Akomodaci též doprovází konvergence a mióza zornic, jedná se o tzv. triádu do blízka. Přičemž proces konvergence způsobuje správnou pozici pohledových os, tak aby bylo zachováno jednoduché binokulární vidění a nenastala diplopie. Zúžení zornic zvyšuje hloubku ostrosti pomocí užšího (paraxiálního) paprsku dopadajícího do oka, který zvyšuje kvalitu zobrazení.[1, 2, 3]

1.1 Popis akomodace

Akomodaci je možné charakterizovat rozsahem vzdáleností mezi kterými oko vidí ostře, tzv. *akomodační interval*. Ten je vymezen dalekým a blízkým bodem. *Daleký bod* (angl. far point of accommodation, FPA) je definován jako bod na optické ose, který se zobrazí ostře na sítnici bez akomodace. *Blízký bod* (angl. near point of accommodation, NPA) je definován jako bod na optické ose, který se zobrazí ostře na sítnici při maximální akomodaci. Dále lze akomodaci charakterizovat *amplitudou akomodace AA*, která udává maximální možnou změnu dioptrického stavu oka a lze ji stanovit jako $AA = A_{FPA} - A_{NPA}$, jejímž výsledkem je rozdíl převrácené hodnoty vzdáleností dalekého a blízkého bodu, vyjádřený v metrech. Dále též *akomodační výkon A* na danou konkrétní vzdálenost l , který je možné stanovit jako $A = A_{FPA} - \frac{1}{l} [D]$. Dalším podstatným parametrem je tzv. *relativní akomodace*, která udává o kolik se může zvýšit případně snížit akomodace při konvergenci na danou vzdálenost, aniž by se narušilo jednoduché binokulární vidění. Hodnotí se jak *pozitivní* (PRA) tak i *negativní* (NRA). Dalším parametrem je binokulární *akomodační snadnost* (facilita), představující schopnost dostatečně rychle, přesně a pružně reagovat na změny akomodačního požadavku. Rozlišuje se na *monokulární* (MAF) nebo *binokulární* (BAF). Mezi důležité parametry též náleží tzv. *akomodační*

odezva, která udává skutečný stav akomodace oka oproti teoretickému požadavku. Obvykle se vyhodnocuje metodou monokulárního odhadu (monocular estimation method, MEM). [4, 5, 6]

1.2 Složky akomodace

Akomodace je složitý proces, který úzce souvisí s dalšími jevy, spojenými se změnou pohledové vzdálenosti, a to konkrétně se změnouvergence a s odhadem vzdálenosti pozorovaného objektu. Podle toho rozlišujeme akomodaci na jednotlivé složky. Jako první tonická složka, která je navozena tonusem okulomotorických svalů neboli stav bez stimulů. Dosahuje hodnoty asi 1–2 D, s věkem se tato hodnota snižuje pravděpodobně kvůli biomechanickým změnám čočky. Další složkou je konvergenční (CA), tato složka je navozená konvergencí C (viz podkapitola 2.1), tj. sbíhavostí očních os při pohledu do blízka a je číselně popsána tzv. CA/C poměrem (viz kapitola 3). Vzniká díky vrozenému neurologickému spojení a podílením se fúzní složky konvergence. Akomodaci navozenou odhadem vzdálenosti pozorovaného předmětu (cca 3 m) zahrnuje složka proximální. Poslední uvedenou složkou je reflexní, jedná se o složku ovládanou vůlí, jejíž podnětem je rozmazaný obraz, také je spojena s volní konvergencí, tj. volní sbíhavostí očních os. Při změně pohledové vzdálenosti se primárně mění konvergenční a proximální akomodace, čímž je dáno hrubé nastavení akomodace. Obraz však stále může být rozmazaný, kde konečné doostření zprostředkuje reflexní složka. [4, 5, 6]

1.3 Změny akomodace v průběhu života

Od 5 let akomodační amplituda progresivně klesá přibližně 0,3 D za rok. Ve věku 10 let je to tedy 13,5 D, zatímco přibližně v 52 letech se v podstatě stává nulovou. Pokud toto pomalé, fyziologické, ireverzibilní snížení maximální amplitudy akomodace (tj. ústup blízkého bodu) s věkem začne působit potíže při práci do blízka, hovoříme o presbyopii. V tom případě je nutné nahradit akomodaci plusovým dioptrickým přídatkem do blízka (tzv. adicí). Změny amplitudy akomodace jsou tak předvídatelné, že byly vyvinuty klinické pokyny pro předepisování adice, viz tabulka 1 [5]. Mezi symptomy se řadí, jak rozmazané vidění na pracovní vzdálenost, ale také ospalost po krátkém čtení či práci do blízka. Presbyopie je obecně klinicky hlášena mezi 40. a 50. rokem věku, ačkoliv její nástup může nastat kdykoliv v závislosti na řadě faktorů, ale od 52 let je prevalence presbyopie v podstatě stoprocentní.

Mezi rizikové faktory se řadí také refrakční vada a okolní teplota. U korigované

hypermetropie je akomodační poptávka vyšší než u korigované myopie pro stejný podnět, proto hypermetropie vykazuje relativně nižší akomodační amplitudu a poté dochází k presbyopii o několik let dříve než u myopie či emetropie. Důvodem uvedených změn akomodace je neustálý růst čočky, zvětšování tuhého jádra a snížení pružnosti pouzdra čočky. Vznik presbyopie popisují dvě teorie, Helmholtzova a Schacharova teorie, přičemž se v dnešní době více přiklání k první z nich. Helmholtzova teorie udává jako hlavní důvod vzniku postupnou ztrátu elasticity čočky, poté se čočka není schopna tolik vyklenout. Schacharova teorie popisuje jako hlavní důvod vzniku neustálý růst čočky, který probíhá i v ekvátoru a přibližuje se směrem k ciliárnímu tělísku, přičemž snižuje funkci zonulárních vláken. [3, 7]

Tabulka 1. Srovnání hodnot amplitudy akomodace (D) s věkem podle různých autorů.

věk	Donders	Duane	Jackson (binokulárně)	Sheard	Turner
10	19,70	13,50	14,00		13,00
15	16,00	12,50	12,00	11,00	10,60
20	12,70	11,50	10,00	9,00	9,50
25	10,40	10,50	9,00	7,50	7,90
30	8,20	8,90	8,00	6,50	6,00
35	6,30	7,30	7,00	5,00	5,75
40	5,00	5,90	5,50	3,75	4,40
45	3,80	3,70	4,00		2,50
50	2,60	2,00	2,50		1,60
55	1,80	1,30	1,25		1,10
60	1,00	1,00	0,50		0,70

2 VERGENCE

Vergence jsou oční pohyby, při kterých se mění úhel sevřený zrakovými osami. Jedná se o koordinované, ale protisměrné pohyby, při nichž se osy stáčí k sobě (konvergentně) nebo od sebe (divergentně). Vergenční pohyby očí jsou aktivovány při změně fixační vzdálenosti. Zajišťují tedy takové postavení očí, aby se zrakové osy protnul ve fixovaném bodě a v centrálních oblastech sítnic obou očí tak vznikl téměř shodný obraz pozorovaného předmětu, což představuje nutnou podmínku pro kvalitní senzorickou fúzi. Tyto pohyby se řídí dvěma základními zákony, a to Heringovým a Sherringotovým, které jsou blíže popsány např. v publikaci [8].

Pokud se fixovaný předmět nachází ve středu (sagitální) roviny hlavy a zrakové osy spolu svírají stejný úhel, mluvíme tzv. symetrické konvergence. V případě že fixační bod se nachází mimo hlavní osu, jedná se o asymetrickou konvergence.[4, 5]

2.1 Popis vergence

Z klinického hlediska lze charakterizovat nejbližším bodem, ke kterému se mohou oči sbíhat tzv. *blízkým bodem konvergence* (ang. near point of convergence, NPC). Normální hodnota je 7,5/10,5 cm a méně. Tento bod je zpravidla mnohem blíže k očím než NPA a obecně se s věkem mění. Konvergenci C lze popsat pomocí úhlu sevřeného očními osami, a to ve stupních nebo v prizmatických dioptriích (pD). Další možností je *metrový úhel* (MA), který vyjadřuje množství konvergence potřebné k binokulární fixaci objektu vzdáleného 1 m od středu pomyslného centra rotace obou očí. K vyjádření v prizmatických dioptriích je potřeba tuto hodnotu vynásobit pupilární distancí (PD) v cm. Další charakteristikou vergenčního systému, podstatnou pro zhodnocení případného vlivu okoohybných odchylek jsou *fúzní rezervy* (pozitivní PFV, negativní NFV, vertikální). Hodnotí rozsah vergenčních pohybů, který může být navozen prizmatickou dioptrií při akomodaci na danou vzdálenost (obvykle 40 cm, 6 m) kdy je stále zachováno jednoduché binokulární vidění. Schopnost dostatečně rychle a pružně reagovat na změny vergenčního požadavku udává tzv. *vergenční snadnost* (facilita), která se obvykle vyšetřuje na blízko střídavým předkládáním prizmat bází nazálně (BI) a temporálně (BO), typicky 3 pD a 12pD. Selhává-li tento test jen v případě jednoho prizmatu, může to indikovat oslabenou příslušnou fúzní vergenci. [6, 7]

2.2 Složky vergence

Podobně jako akomodace i vergence se skládá z více různých složek, navazujících

na související procesy spojené s pohledem do blízka. Může však být vyvolána i vůlí s absencí vnějšího podnětu. Mezi tyto složky se řadí tonická, která je dána tonusem extraokulárních svalů a určuje pozici oka bez přítomnosti fúzních podnětů, tedy se definuje pozicí očních os při pohledu do dálky. Představuje výchozí stav při interakci mezi akomodací a dalšími složkamivergence. Dále akomodační konvergence (AC), je konvergence navozená akomodací, číselně popsána tzv. AC/A poměrem. Významně ovlivňuje chování konvergence a v případě abnormálních hodnot podstatně přispívá ke vzniku vergenčních dysfunkcí a tím ovlivňuje i binokulární vidění jako takové (viz podkapitola 3.1). Může však být i účinně využita při řešení těchto potíží (viz kapitola 4). Vergence navozená uvědoměním si blízkosti předmětů zahrnuje složka proximální. Fúzní (disparátní)vergence (FV), je navozena sítnicovou disparitou, tj. stavem, kdy obraz sledovaného předmětu ještě není úplně zacílen do centrálních částí sítnic obou očí, tj. dorovnává osy očí do ideální pozice. Rozlišuje se na pozitivní fúzní vergenci (PFV, konvergence), a negativní fúzní vergenci (NFV, divergence) a vertikálnívergence (VfV). Adaptačnívergence účinkuje při déletrvajícím fixaci na danou vzdálenost, postupně nahrazuje akomodační a disparátnívergence. Poslední složkou je volnívergence, která je ovládána vůlí.

Za ideálních podmínek by měla být správná pozice očí, tj. centrální (foveální) fixace pozorovaného objektu dosažena za pomoci prvních třech složek (tonická, akomodační a proximální). V případě, že tomu tak není, vzniká oko-hybná odchylka. Je-li fúznívergence dostatečně silná, může tuto odchylku překonat a ta se při běžném binokulárním vidění neprojevuje. Hovoříme o tzv. heteroforii (skrytý strabismus), která se projeví až při zrušení fúze, např. při zakrytí jednoho oka. Je-li odchylka příliš velká nebo příslušná fúznívergence příliš slabá, odchylka se i za normálních podmínek projeví nesprávným postavením očí – heterotropií (manifestní strabismus). [4, 5]

3 VZTAH AKOMODACE A VERGENCE

Akomodační a vergenční procesy jsou společně provázané, a to především prostřednictvím akomodační konvergence a vergenční akomodace. Akomodace tedy navozuje konvergenci a konvergence navozuje akomodaci. Podobně dochází i k uvolnění konvergence při uvolnění akomodace a obráceně. Tento vzájemný vztah bývá obvykle číselně charakterizován pomocí AC/A a CA/C poměru.

CA/C poměr udává, jak silný akomodační podnět CA (v D) je vytvořen danou konvergencí C (v pD). Odráží se především při měření fúzních rezerv, kdy v důsledku navozené akomodace může dojít ke zhoršenému vidění. V klinické praxi se běžně neměří.

AC/A poměr udává, jak silný konvergenční podnět AC (v pD) je vytvořen danou akomodací A (v D). Tento poměr ukazuje, jak akomodace ovlivňuje vergenční odchylky. Je více významný v klinické praxi a dobře měřitelný. [4, 7]

3.1 AC/A poměr a jeho měření

Jak již bylo uvedeno, klinický významný je především AC/A poměr, jehož prostřednictvím ovlivňuje poměrně silně vergenční aparát. Tento významný parametr lze měřit několika způsoby. Nejpoužívanější jsou gradientní a kalkulovaná metoda.

Gradientní metoda – vyšetřuje se s plnou korekcí na obvyklou vzdálenost 40 cm. Předkládáním spojek/rozptylek při pohledu do blízka měníme akomodaci ($\Delta A = \pm 1 D, \pm 2 D$) a měříme změnu konvergence ΔC (např. pomocí Thoringtonova či von Graefeho testu do blízka). Měření opakujeme pro různé změny akomodace, AC/A pak spočítáme jako

$$AC/A = \Delta C / \Delta A.$$

Kalkulovaný výpočet – vypočítaný poměr se stanoví podle následujícího vzorce [8], kde je nutné dodržet znaménkovou konvenci pro dané typy forií.

$$AC/A = PD + l_n (H_n - H_f),$$

kde PD je pupilární vzdálenost v cm, l_n je fixační vzdálenost na blízko v metrech, H_n a H_f jsou heteroforie do blízka (na vzdálenost l_n) a do dálky udávané v pD. Přitom hodnota exoforie se dosazuje se záporným znaménkem a esoforie s kladným znaménkem.

Mezi oběma metodami mohou být výrazné rozdíly při stanovení AC/A poměru. Zásadní rozdíl v obou přístupech je v tom, že gradientní metoda zahrnuje pouze akomodační konvergenci, jelikož měření probíhá jen na blízko a ostatní složky konvergence (zejména proximální) se nemění. Naopak u kalkulovaného AC/A poměru probíhá měření jak na blízko, tak i na dálku, a proto se mění nejen akomodační, ale též

proximální konvergence, která je tedy do výpočtu také zahrnuta. Proto kalkulovaný AC/A poměr dosahuje v průměru vyšších hodnot. Hodnoty obou poměrů se mohou také lišit v případě jednotlivých typů vergenčních poruch. Například u excessu konvergence a divergence (viz podkapitola 4.3) mají obě tyto metody vysoké hodnoty, gradientní metoda může někdy vykazovat normální hodnoty. U insuficience konvergence (viz podkapitola 4.1.1) vykazuje kalkulovaná metoda obvykle nízké hodnoty, zatímco gradientní hodnoty normální. Důvodem těchto rozdílů může být již zmiňovaný vliv proximální konvergence a případně slabší akomodační odezvy při pohledu do blízka. [5, 7, 9]

3.2 Vývoj vztahu akomodace a vergence v průběhu života

S přibývajícím věkem zůstává AC/A poměr konstantní nebo mírně klesá. K tomuto poklesu dochází pravděpodobně z důvodu redukováného úsilí akomodace, a tím i navozené akomodační konvergence. Ale porovnáním několika výsledků nedávných studií bylo prokázáno že AC/A poměr se mírně zvyšuje s věkem, a to z poměru 3:1 ve 20 letech na 5:1 ve 45 letech, odpovídající navýšení je přibližně o 0,1 pD/D za rok. Nicméně úbytek akomodace s věkem může způsobit, že se projevuje omezení. Přičemž CA/C poměr s přibývajícím věkem progresivně klesá, jelikož se postupně snižuje akomodační odpověď na danou konvergenci.[7]

Podle některých autorů by se mohly oba poměry, AC/A a CA/C chovat s věkem recipročně, tj. AC/A poměr by se zvyšoval do takové míry, do které dochází ke snižování CA/C poměru v závislosti na věku. Několik výzkumů tento reciproční vztah potvrzují [9, 10], nicméně jiné publikace uvádí tvrzení, že tyto poměry jsou na sobě nezávislé [9]. Vztah akomodace a konvergence spolu se změnami akomodace s věkem může též vést ke vzniku okohybných odchylek. Typickým příkladem je možný vznik insuficience konvergence, viz podkapitola insuficience konvergence 4.1.1.

3.3 Příčiny vzniku vergenčních odchylek vlivem akomodace

Akomodace může vergenční systém ovlivňovat dvojím způsobem. Normální akomodace prostřednictvím abnormálního AC/A poměru může navodit nežádoucí odchylku vergence. V tomto případě dochází ke změně odchylky při pohledu z dálky do blízka. Naopak, při normálním AC/A poměru může být nežádoucí vergenční odchylka navozená abnormální akomodací, přičemž v tomto případě může akomodace ovlivnit pozici očí jak do blízka, tak i do dálky. Ve všech případech se uvedené změny skládají

z výchozí pozice očí do dálky, která je dána tonickou vergencí (silná tonická vergence při pohledu do dálky navozuje odchylku typu eso, slabá exo). [5, 6, 7]

3.3.1 Vergenční odchylky způsobené abnormálním AC/A poměrem

Slabý AC/A poměr při normální akomodaci způsobí navození slabší vergence při pohledu do blízka, než je normální, a způsobí tak posun ve směru exo odchylky. Silný AC/A poměr při normální akomodaci navodí při pohledu do blízka naopak nadměrnou konvergenci a navodí posun ve směru eso odchylky. Výsledný stav do blízka je pak dán velikostí AC/A poměru a výchozí pozicí očí do dálky. Souhrn těchto odchylek je samostatně rozepsán v kapitole 4.1, 4.3. [5, 6, 7]

3.3.2 Vergenční odchylky způsobené abnormální akomodací

V případě abnormální akomodace je třeba rozlišit akomodaci nadměrnou a slabou. Nadměrná akomodace může být přítomná jak do dálky, tak i do blízka a může tedy vergenční systém ovlivnit na obě vzdálenosti tím, že navodí nadměrnou konvergenci. V těchto případech tak dojde k posunu ve směru eso odchylky, tj. exo odchylka se oslabí, zatímco eso odchylka se zesílí. Tento stav může být dán jednak přímo poruchou akomodace (exces nebo spasmus akomodace), jednak nevhodnou korekcí refrakční vady (překorigovaný myop nebo nekorigovaný či podkorigovaný hypermetrop). Je-li akomodace oslabená, nemá obvykle vliv na pozici očí do dálky, ale pouze do blízka.

Oslabená akomodace nenavodí dostatečně silnou konvergenci a dochází k posunu odchylky ve směru exo (tj. exo odchylka se zesílí, případně se eso odchylka zeslabí). Tento stav může být způsoben poruchou akomodace (nedostatečná či ochablá akomodace nebo paralýza akomodace), popř. nevhodnou korekcí refrakční vady (nekorigovaný či podkorigovaný myop nebo překorigovaný hypermetrop). V případě, že je odchylka způsobená akomodací, jedná se o tzv. akomodační odchylku. Nejčastěji se jedná o esoforii až esotropii navozenou nadměrnou akomodací (tzv. akomodační esotropie). Obvyklé řešení je plná korekce hypermetropie. Lze-li odchylku korigovat normalizací akomodace (obvykle správnou korekcí refrakce) jen částečně, jedná se o akomodační strabismus. Jeho příčina může být např. původně plná akomodační odchylka, která se bez korekce časem překloupila na částečně akomodační.

Vztah k refrakčním vadám a vergenčním odchylnám je třeba mít také na zřeteli při korekci refrakce. V případě exo odchylek je nutné opatrně pracovat s plusovou korekcí, která uvolňuje akomodaci a může odchylku případně i zvýšit. Naopak u eso odchylek je třeba opatrně pracovat s mínusovou korekcí, která navozuje akomodaci a opět

může tuto odchylku zvýšit. Prostřednictvím vhodné manipulace s akomodací lze naopak efektivně vergenční odchylku v některých případech snížit. Touto problematikou se bude zabývat kapitola 5.1. [5, 6, 7]

4 KLASIFIKACE VERGENČNÍCH DYSFUNKCÍ PODLE VLIVU AC/A POMĚRU

Vergenční dysfunkce jsou poruchy v postavení očí, které vyplývají z problémové vergence. Vzhledem k propojení vergence a akomodace k nim mohou do značné míry přispívat i poruchy akomodace a hodnota AC/A poměru. Na vzniku vergenčních poruch se podílí velkou měrou tonická vergence, která určuje především stav dálky (slabá exo, silná eso). Při pohledu na jiné vzdálenosti je tento stav změněn působením dalších složek, zejména akomodační a v menší míře proximální vergence.

Tento text se bude soustředit především na skryté odchytky (heteroforie), případně na intermitentní zjevné odchytky, které mohou tyto skryté odchytky doprovázet. S ohledem na velikost AC/A poměru a pozici očí do dálky lze odchytky rozdělit na horizontální, u kterých tento poměr může hrát významnou roli, a vertikální, které jsou na akomodaci a tím i na AC/A poměru nezávislé.

Vergenční dysfunkce mohou mít různé projevy, které se často překrývají s projevy jiných očních potíží, např. se symptomy vyvolanými refrakčními vadami, akomodačními poruchami atp. Pro jejich vhodnou identifikaci mohou pomoci správně kladené otázky v průběhu anamnézy. Často se jedná o potíže do blízka, které mohou významně ovlivňovat odpovídající aktivity, jako je čtení, učení atd. Při diagnostice může být nápomocen např. COVD-QOL (College of Optometrists Quality of Live Outcomes Assessment) anebo CISS (Convergence Insufficiency Sympton Survey) uvedený v publikaci [6]. Dotazníky v původním anglickém znění jsou uvedené na obr. 1, 2. V klinické praxi lze dotazník použít k vyhodnocení změn symptomů před a po léčbě, dále k problémům s akomodací či binokulárním viděním. Dotazník COVD-QOL původně zahrnoval 30 otázek, ale později se vytvořila verze s 19 položkami, aby bylo použití dotazníku efektivnější. Jak původní, tak i zkrácená forma se ukázala jako přiměřeně spolehlivý nástroj k hodnocení jak pro děti, tak pro dospělé [10, 11, 12]. CISS dotazník zahrnuje patnáct otázek. Tyto dotazníky umožňují dvoufaktorovou analýzu symptomů, jednak zda je příznak přítomen a pokud ano, jak často se vyskytuje. Každá odpověď je hodnocena od 0 do 4 bodů, přičemž čtverka představuje nejvyšší frekvenci výskytu symptomu. Po sečtení všech daných položek vyjde skóre, nejnižší možné 0 je zcela asymptomatické, nejvyšší možné je zcela příznakové. V případě dotazníku COVD-QOL ukazují výzkumy, že skóre 20 a vyšší naznačuje že pacient už může mít výrazné symptomy. Výzkumy používající CISS dotazník ukázaly, že skóre 16 a vyšší u dětí, 21

a více u dospělých nebo změna o více než deset bodů je už klinicky signifikantní nález.

PATIENT'S NAME:		DATE:			
	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					

Obr. 1. COVD-QOL (College of Optometrists Quality of Life Outcomes Assessment)

PATIENT'S NAME:		DATE:			
	NEVER	INFREQUENTLY (NOT VERY OFTEN)	SOMETIMES	FAIRLY OFTEN	ALWAYS
1. Do your eyes feel tired when reading or doing close work?					
2. Do your eyes feel uncomfortable when reading or doing close work?					
3. Do you have headaches when reading or doing close work?					
4. Do you feel sleepy when reading or doing close work?					
5. Do you lose concentration when reading or doing close work?					
6. Do you have trouble remembering what you have read?					
7. Do you have double vision when reading or doing close work?					
8. Do you see the words move, jump, swim or appear to float on the page when reading or doing close work?					

9. Do you feel like you read slowly?					
10. Do your eyes hurt when reading or doing close work?					
11. Do your eyes ever feel sore when reading or doing close work?					
12. Do you feel a „pulling“ feeling around your eyes when reading or doing close work?					
13. Do you notice the words blurring or coming in and out of focus when reading or doing close work?					
14. Do you lose your place while reading or doing close work?					
15. Do you have to reread the same line of words when reading?					

Obr. 2. CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey).

Tyto dotazníky mohou vhodně nasměrovat vyšetřujícího. Pro přesnou diagnostiku je nutné zjistit, zda jsou odchylky skutečně přítomny a zda jsou natolik velké, že mohou způsobit popisované potíže. K tomu může sloužit řada testů, především testy na detekci a stanovení velikosti skrytých a zjevných odchylek, dále měření fúzních rezerv, testy na fixační disparitu, asociační forii, stereopsi a podobně. Tyto testy jsou popsány v publikaci [6, 13].

4.1 NÍZKÝ AC/A

Nízkým poměrem se rozumí gradientní poměr menší než 3:1 pD/D, který navodí při normální akomodaci slabou akomodační konvergenci. Celková konvergence je pak o tuto část oslabena. Pozice očí při pohledu do dálky je dána tonickou vergencí, při pohledu do blízka dojde k úpravě pozice očí ve směru exo odchylek. Náleží sem insuficience konvergence a divergence. Pro jejich správnou diagnostiku je možné využít přehledovou tabulku č. 2 [6], shrnující výsledky stěžejních vyšetření akomodačně-vergenčního aparátu při poruchách s nízkým AC/A poměrem.

Tabulka č. 2. Přehled výsledků testů akomodačně-vergenčního aparátu při insuficienci konvergence a divergence; NPC – blízký bod konvergence; NRA, PRA – negativní a pozitivní relativní akomodace; BO, BI – bází temporálně a nazálně; B – blízko; D – dálka.

Stav	Insuficience konvergence	Insuficience divergence
Cover test	Exo > B	Eso > D
AC/A poměr	Nízký	Nízký
NPC	Ustupující	Normální
Amplitudavergence	Nízká BO	Nízká BI do D
Vergenční facilitita	Nízká BO	Nízká BI do D
Stereopse	Normální	Normální
Amplituda akomodace	Normální	Normální
Binokulární akomodační facilitita	Selže s plus (+)	Normální
Monokulární akomodační facilitita	Normální	Normální
NRA a PRA	Nízké NRA	Normální
Monokulární metoda odhadu (Monocular Estimation Method)	Nízká	Normální

4.1.1 Insuficience konvergence

Z různých nestrabických poruch binokulárního vidění je nejčastější a je jí věnována největší pozornost. Obvykle se projevuje dlouhodobými, chronickými potížemi a negativní anamnézou. Může se vyznačovat exoforií do blízka, ortoforií nebo nízkou exoforií do dálky, dále nízkou hodnotou NPC. Uvedené jevy se mohou vyskytovat odděleně, nebo společně. Současně se může vyskytovat suprese do blízka, popř. intermitentní exotropie do blízka. Typickým je též nízký AC/A poměr, který může být příčinou exoforie do blízka. V návaznosti na exoforii se může vyskytovat exofixační disparita, a to do dálky i do blízka, oslabená PFV na blízko nebo i dálku a nízká vergenční facilitita. Odchylku může doprovázet také snížená amplituda akomodace, NRA a MEM. Akomodační facilitita selhává při předložení spojných čoček.

Rozdíl je mezi symptomatickými a asymptomatickými pacienty. Asymptomatictí pacienti vykazují výrazný pokles konvergence při opakovaném testování (podmínkou je asi 10 opakování), zatímco u asymptomatických pacientů se konvergence nemění. Kompletní přehled výsledků jednotlivých testů poskytuje tabulka č. 3.

Insuficience konvergence představuje benigní stav bez závažných následků kromě zrakových příznaků. Zvláštním případem je ale tzv. konvergenční paréza spojená se

závažným celkovým onemocněním. Má akutní začátek a jsou přítomné zdravotní problémy nebo neurologické symptomy. Richman a Cron [14] také popsali další stav zvaný pseudokonvergenční insuficience, který lze zaměnit za insuficienci konvergence. Je to ale stav, ve kterém primárním problémem je akomodační insuficience. Amplituda akomodace a všechny ostatní testy hodnotící schopnost stimulovat akomodaci jsou sníženy. Předpokládá se, že tento stav je v zásadě akomodační insuficience se sekundární insuficiencí konvergence. V takovém případě nemůže pacient dostatečně akomodovat, dochází k vyššímu stupni exoforie a možnému ústupu blízkého bodu konvergence.

Také není neobvyklé, že insuficience konvergence je spojena s presbyopií a je často odpovědná za astenopii, diplopii a další symptomy. Tyto problémy bývají neléčené ve starší populaci, kvůli mylné představě že terapie zraku u dospělých není účinná. Takoví pacienti jsou obecně velmi motivovaní a radí se k pacientům, kteří se nejnáze léčí pomocí zrakové terapie. [5, 6, 17]

Symptomy

Většina příznaků je spojena s prací do blízka (většinou čtení). Mezi běžné obtíže se řadí únava očí, bolest hlavy po krátkém čtení, přerušované rozmazané vidění, občasná diplopie. Dále se jedná o pálení očí, ospalost, potíže se soustředěním na čtení a navazující ztráta porozumění textu, popř. pomalé čtení. Pacienti se vyhýbají zrakovým úkolům do blízka, případně si pomáhají okluzí jednoho oka při čtení. To může být spolu se supresí nebo vysokým prahem bolesti příčinou toho, že někteří pacienti jsou i přes objektivní zjištění asymptomatictí. Pro lepší diagnostiku a sledování insuficience konvergence byl zkonstruován CISS dotazník pro měření typu a frekvence symptomů viz. kapitola 4. [6]

Řešení

Na prvním místě je kontrola dioptrické vady a případné centrace stávající korekce. Pokud je výrazný stupeň myopie, je nutné předepsat brýlovou korekci. Nízká myopie však může být způsobena sekundárně zvýšenou akomodací či akomodačním spasmem. Tento stav lze potvrdit pomocí cykloplegické refrakce. V takových případech se nedoporučuje brýlová korekce, spíše terapie zraku k nápravě nedostatečnosti konvergence a současné monitorování myopie. Když nedojde ke změně krátkozrakosti, lze po ukončení cvičení předepsat korekci. Pokud je přítomna významná hypermetropie, korekce vady povede ke zvýšení exoforie. Vzniknou tak větší nároky na již neadekvátní PFV a mohou se zhoršit symptomy pacienta. V hraničních případech se může exoforie dekompenzovat v intermitentní exotropii. Pokud insuficience konvergence je spojena

s anizometrií vyšší než 0,5 D, měla by být předepsána refrakční korekce. V případech, kdy je anizotropie spojená s amblyopií, se doporučuje částečná okluze (2-3 hodiny) pomocí průhledné náplasti spojená s aktivní terapií ihned po předepsání korekce anizotropie. Střední stupně astigmatismu zejména proti pravidlu a šikmých os mohou přispívat k nepohodlí při práci do blízka a měly by být korigovány. Je-li přítomna vertikální odchylka, doporučuje se nejprve její korekce. Není-li problém v brýlové korekci či ve vertikální odchylce, je primární možností řešení insuficience konvergence zraková terapie. Ukázalo se, že terapie zraku je natolik účinná, že by měla být vždy preferována pro tento stav a pro všechny věkové kategorie. V ideálním případě se doporučuje klinická terapie, která vyžaduje obvykle několik sezení, které závisí na závažnosti stavu. Není-li možné situaci řešit terapií či odmítá-li pacient terapii, je další možností prizmatická korekce s prizmaty bází nazálně. Prizmatická korekce by měla kompenzovat exoforii do blízka nebo přiblížit NPC do akceptovatelné vzdálenosti. Korekce je sice primárně určená na blízko, pokud ale nepůsobí problémy do dálky, typicky slabá korekce při nenulové exoforii do dálky, je možné ji případně nosit trvale.[5, 6, 17]

4.1.2 Insuficience divergence

Považuje se za benigní stav bez závažných důsledků kromě zrakových symptomů. Vyznačuje se esoforií do dálky a ortoforií nebo nízká esoforie do blízka. Dále lze pozorovat snížené NFV do dálky a esořizační disparitu do dálky. Další charakteristikou je komitantní povaha odchylky a procentuální poměr času, kdy odchylka nastává. V přítomnosti intermitentního strabismu je vhodné obezřetně zaznamenat i frekvenci výskytu. Komitance může být klíčovým zjištěním, které odlišuje nedostatečnost divergence od závažnějších stavů jako je např. divergenční paralýza a obrna šestého hlavového nervu. Proto je důležitá pečlivá analýza a nutnost nejprve vyloučit závažnější poruchy. U jednostranné i bilaterální obrny šestého nervu je přítomná inkomitantní odchylka. [5,6, 17]

Symptomy

Mezi běžné obtíže náleží bolest hlavy, únava očí, rozmazané vidění, potíže se zaostřením z dálky do blízka a možná citlivost na světlo. Dále se jedná o intermitentní diplopii nejzřetelnější do dálky s pozvolným nástupem. Diplopie může být dlouhotrvající a její charakter bude neměnný nebo se může zhoršovat při únavě. Pro paralýzu divergence je charakteristický náhlý rozvoj diplopie s výraznou esotropií do dálky, v návaznosti

náhlý nástup bolesti hlavy. Přítomnost i hodnota diplopie a odchylky se bude snižovat s přiblížením předmětu. [5, 6, 17]

Řešení

Prvním krokem je předepsání správné korekce, a to i přestože vliv této korekce na odchylku je obvykle malý. Pokud je přítomná hypermetropie, měla by se předepsat maximální možná plusová korekce, aby co nejvíce snížila potřebu akomodace, a tím i odchylku. Při zvažování konečného předpisu je důležité nejprve určit, zda je přítomná vertikální odchylka. Primární léčbou je prizmatická korekce s bází temporálně, která v naprosté většině případů představuje úlevu a odstraňuje symptomy. Korekce primárně upravuje problém do dálky, nicméně je možné ji nosit trvale, tj. i do blízka je-li na blízko akceptována. Pokud není tato korekce akceptována do blízka je možná zraková terapie pro posílení PFV. Alternativním řešením insuficience divergence může být zraková terapie, jejímž cílem je především zvýšení amplitudy NFV. Zraková terapie je obzvlášť náročná, protože zlepšení fúznívergence na dálku je jedním z nejobtížnějších cílů, které lze pomocí terapie zraku dosáhnout. Ačkoliv nejsou k dispozici žádné konkrétní údaje o účinnosti zrakové terapie na insuficienci divergence, existuje však dostatek informací o jiných typech esodeviací, které naznačují účinnost terapie [15, 16]. Obecné doporučení je začít na větší vzdálenost. Nejprve se vždy volí testy s periferními fúzními stimuly a přechází se k centrálním. [6]

4.2 NORMÁLNÍ AC/A

Jedná se o AC/A poměr, který při gradientní metodě měření nabývá hodnot 3:1 až 4:1 pD/D [30]. V tomto případě normální hodnota akomodace při pohledu do blízka navodí adekvátní akomodační konvergenci a změna pozice očí z dálky do blízka je minimální. Náleží sem základní exoforie a esoforie, dysfunkcevergence. Pro jejich správnou diagnostiku je možné využít přehledovou tabulku č. 3 [8], shrnující výsledky stěžejních vyšetření akomodačně-vergenčního aparátu při poruchách s normálním AC/A poměrem. [6, 7, 17]

Tabulka č. 3. Přehled výsledků testů akomodačně-vergenčního aparátu při základní exo, základní eso; NPC – blízký bod konvergence; NRA, PRA – negativní a pozitivní relativní akomodace; BO, BI – báží temporálně a nazálně; B – blízko; D – dálka.

Stav	Základní Exo	Základní Eso
Cover test	Stejná exo do D a N	Stejná eso do D a N
AC/A poměr	Normální	Normální
NPC	Normální	Normální
Amplituda vergence	Nízká BO do D a N	Nízká BI do D a N
Vergenční facilita	Nízká BO do D a N	Nízká BI do D a N
Stereopse	Normální	Normální
Amplituda akomodace	Normální	Normální
Binokulární akomodační facilita	Selže s plus (+)	Selže s mínus (-)
Monokulární akomodační facilita	Normální	Normální
NRA a PRA	Nízké NRA	Nízké PRA
Monokulární metoda odhadu (Monocular Estimation Method)	Nízká	Vysoká

4.2.1 Základní exoforie

Exoforie do dálky bude přibližně stejná jako exoforie do blízka. Další charakteristikou mohou být snížené PFV do dálky i do blízka a exofixační disparita do dálky i do blízka. Typickým je také selhávající akomodační facilita s plusovými čočkami, nízké hodnoty MEM. [6, 7, 17]

Symptomy

Mezi typické symptomy se řadí astenopie spojená s úkoly do blízka i do dálky. Dále se může vyskytovat přerušované rozostřené vidění nebo diplopie do blízka či do dálky. Symptomy se obvykle zhoršují koncem dne. [6, 7, 17]

Řešení

Zrakové cvičení bývá u exoforie postačující bez nutnosti korekce. Daum [18] zjistil, že 96 % jeho pacientů se základními exodeviacemi dosáhlo úplného nebo částečné nápravy pomocí zrakové terapie. Kromě toho, mnoho dalších studií trvale prokázalo, že terapie je vysoce úspěšná při zlepšování PFV [19, 20]. V takových případech uvádějí

Hoffman a kol. [20] 94 % úspěšnost normalizace binokulárního nálezu a odstranění symptomů. Výrazná refrakční vada se u základní exoforie většinou nevyskytuje. Pokud je přítomná myopie obecně se doporučuje předepsat refrakční korekci, kvůli normálnímu AC/A poměru může minusová korekce odchylku mírně snižovat. V případě hypermetropie do +1,5 D se doporučuje s předepsáním korekce vyčkat na výsledky zrakového cvičení, z důvodu zvýšení a možnosti zhoršení symptomů. Předpis správné korekce je obecně doporučeno je-li hypermetropie větší než +1,5 D, poté postupně korekci aktualizovat podle postupu ve zrakovém cvičení, dále u významných hodnot astigmatismu a anizotropii. [6]

4.2.2 Základní esoforie

Eso odchylka bude do dálky přibližně stejná jako do blízka. Snížená schopnostvergence, přítomná esofixační disparita do dálky i do blízka. Odchylku mohou také doprovázet nízké hodnoty PRA, a naopak vysoké hodnoty MEM. Dále selhávající akomodační facilitata při předřazení rozptylných čoček. [6, 7, 17]

Symptomy

Vykazuje stejné symptomy jako základní exoforie, tj. přerušované rozostření nebo diplopie do blízka nebo do dálky, také astenopie spojená s prací do blízka. Symptomy se zhoršují ke konci dne. [6, 7, 17]

Řešení

Primárním řešením je stanovení prizmatické korekce. Pokud je výrazný stupeň hypermetropie doporučuje se maximální možná plusová korekce. V případě, kdy základní esoforie není spojena s hypermetropií, je možná zraková terapie. Počátečním cílem je obnovení normálního rozsahuvergence, pacient by měl být schopen dobrovolně konvergovat a divergovat na jakoukoliv vzdálenost od 5 cm do 6 m. V některých případech základní esoforie u prepresbyopů může být přítomen problém s akomodací, kde je důležité také normalizovat amplitudu akomodace a schopnost stimulovat a uvolňovat akomodaci. [6, 7, 17]

4.3 VYSOKÝ AC/A

Vysoký poměr nabývá při gradientním měření hodnot nad 7:1 pD/D. V tomto případě dochází vlivem normální akomodace k navození silné akomodační a tím i celkové konvergence, která se projeví zesílením eso odchylky do dálky, oslabením eso odchylky do blízka. Náleží sem exces konvergence a divergence. Pro jejich správnou diagnostiku

je možné využít přehledovou tabulku č. 4 [6], shrnující výsledky stěžejních vyšetření akomodačně-vergenčního aparátu při poruchách s vysokým AC/A poměrem. [6, 7, 17]

Tabulka č. 4. Přehled výsledků testů akomodačně-vergenčního aparátu při excessu konvergence a divergence; NPC – blízký bod konvergence; NRA, PRA – negativní a pozitivní relativní akomodace; BO, BI – bází temporálně a nazálně; B – blízko; D – dálka.

Stav	Exces konvergence	Exces divergence
Cover test	Eso > N	Exo > D
AC/A poměr	Vysoký	Vysoký
NPC	Normální	Normální
Amplituda vergence	Nízká BI	Nízká BO do D a nízká BI do N
Vergenční facilita	Nízká BI	Nízká BO do D a nízká BI do N
Stereopse	Normální	Normální
Amplituda akomodace	Normální	Normální
Binokulární akomodační facilita	Selže s plus (-)	Normální
Monokulární akomodační facilita	Normální	Normální
NRA a PRA	Nízké PRA	Normální
Monokulární metoda odhadu (Monocular Estimation Method)	Vysoká	Normální

4.3.1 Exces konvergence

Je jedním z nejčastějších nestrabických problémů binokulárního vidění. Vyznačuje se orto do dálky a esofoří do blízka nebo vyšší esoforie do blízka než do dálky. Dále též sníženou hodnotou NFV a vergenční facilitou s minusovými čočkami. Může být přítomná esofixační disparita do blízka i do dálky. [6, 7, 17]

Symptomy

Jsou zejména spojené s prací do blízka či čtení. Dále též bývá přítomná únava očí, astenopie a bolesti hlavy po krátkodobém čtení, rozmazané vidění či občasná diplopie. Může se projevovat i ospalostí, neschopností se soustředit nebo snížením porozumění textu v průběhu času. Někteří pacienti jsou asymptomatictí, což může být způsobeno

vyhýbáním se zrakovým úkolům do blízka, vysokým prahem bolesti nebo kompenzací pomocí okluze jednoho oka při práci do blízka. [6, 7, 17]

Řešení

Důležitá je správná korekce ametropie, případně vertikálních odchylek. Je-li přítomna hypermetropie, její trvale nošená korekce díky vysokému AC/A zredukuje velikost odchylky do blízka i do dálky. Naopak myopická korekce může problémy do blízka zhoršit. Esoforii do blízka lze účinně řešit vhodnou adicí, která uvolní akomodaci a prostřednictvím vysokého AC/A poměru i konvergenci. V případech excesu konvergence spojených s vysokou tonickou vergencí (tj. problémovou esoforií do dálky) je možnost stanovení prizmatické korekce báží temporálně. Je-li nutné, je možné toto řešení kombinovat s již zmíněnou adicí do blízka. Když je esoforie vysoká a NFV naopak snížené, lze indikovat i zrakové cvičení.

Poslední možností je farmakologická léčba. Vzhledem k vedlejším účinkům a komplikacím spojených s těmito léky by měl být tento přístup použit jen tehdy, pokud je pacient velmi symptomatický nebo intermitentní odchylka je velmi výrazná a dlouhotrvající a dále narůstá. Farmakologická léčba zahrnuje použití kapek nebo mastí, která způsobují miózu a ciliární spasmus. Tak snižuje nebo eliminuje potřebu akomodačního úsilí a tím vede k menší akomodační konvergenci a snížení esoforie. [6]

4.3.2 Exces divergence

Vyznačuje se vyšší exoforií do dálky než do blízka. Současně se může vyskytovat suprese do dálky, popř. intermitentní exotropie do dálky. Charakteristický je vysoký kalkulovaný AC/A poměr, omezené NFV, ale adekvátní hodnoty PFV a normální NPC. Možné jsou potíže s prvním a druhým stupněm fúze. [6, 7, 17]

Symptomy

Mezi symptomy se často řadí intermitentní zjevné odchýlení oka, které může být spojeno se supresí nebo diplopií. Dále bývá tento stav doprovázen občasnou astenopií. Mezi pozorované symptomy se též řadí přivírání víček při jasném osvětlení. [6, 7, 17]

Řešení

Prvním krokem je opět stanovení ametropické korekce pro každou významnou refrakční vadu. V případě vysokého AC/A poměru spojeného s myopií by měla mít refrakční korekce příznivý vliv na velikost odchylky. Korekce hypermetropie může naopak situaci zhoršit, proto se doporučuje korigovat pouze vyšší vady, které samy o sobě

působí potíže. Při zvažování konečného předpisu je nutné určit přítomnost vertikálních odchylek, jež byla hlášena až u poloviny pacientů s nadměrnou divergencí [21]. Dunlap a Gaffney [21] navrhli, že tato odchylka může být způsobena nadměrnou činností dolního šikmého svalu. Zřejmě i malá vertikální odchylka jako je 0,5 pD může mít vliv na horizontální odchylku. Pokud je forie spojená s významným stupněm anizotropie, jednou z prvních úvah by měla být léčba amblyopie částečnou okluzí pomocí průhledné náplasti v průběhu jedné až dvou hodin a terapie zraku. Dalším postupem je prizmatická korekce, přičemž se prizmata předepisují bází nazálně. Korekce primárně pomáhá do dálky, nicméně je-li akceptována do blízka, může být nošena trvale. Pokud je negativní fúzní vergence výrazně snižená mělo by být doporučeno zrakové cvičení.

Alternativou je též chirurgické řešení. Cooper a Leyman [22] však zkoumali účinnost chirurgického zákroku pro nadměrnou divergenci a zjistili míru funkčního vyléčení v rozmezí od 12 % do 37 %. Proto se doporučuje uvažovat o operaci až po aplikaci ametropické korekce, prizmatické korekce nebo zrakového cvičení. [6, 7, 17]

4.4 Odchyly bez vlivu AC/A poměru

AC/A poměr nemá žádný dopad na vertikální odchylky. Jedná se o hyper či hypodeviaci oka. Vzhledem k slabým fúzním rezervám v těchto směrech jsou často doprovázeny symptomy. Bez významného vlivu AC/A poměru je též dysfunkce fúzní vergence. V případě této poruchy není přítomná forie nebo jen malá, ale horizontální fúzní vergence (NFV, PFV) jsou redukovány jak do dálky, tak i do blízka. Odchylku může také doprovázet selhávající binokulární akomodační facilita s plusovými čočkami (monokulárně normální hodnoty) a nízké hodnoty PRA a NRA. Typické jsou přetrvávající symptomy i po korekci refrakční vady. Přehled výsledků stěžejních vyšetření při dysfunkci fúzní vergence uvádí tabulka č. 5 [8]. Také je třeba vzít v úvahu a případně vyloučit další stavy např. anizeikonie, cykloforie, latentní hypermetropie a hyperforie. [6, 7]

Tabulka č. 5. Přehled výsledků testů akomodačně-vergenčního aparátu při dysfunkci fúznívergence; NPC – blízký bod konvergence; NRA, PRA – negativní a pozitivní relativní akomodace; BO, BI – bázi temporálně a nazálně; B – blízko; D – dálka.

Stav	Dysfunkcevergence
Cover test	Nízká eso nebo exo
AC/A poměr	Normální
NPC	Normální
Amplitudavergence	Nízká BO a BI
Vergenčnífacilita	Nízká BO a BI
Stereopse	Normální
Amplitudaakomodace	Normální
Binokulárníakomodačnífacilita	Selže s plus (+/-)
Monokulárníakomodačnífacilita	Normální
NRA a PRA	Nízké NRA a PRA
Monokulární metoda odhadu (Monocular Estimation Method)	Normální

Řešení

V případě vertikálních odchylek je jediným možným řešením prizmatická korekce. U dysfunkce fúznívergence je dostačujícím řešením zraková terapie, jak potvrzuje např. studie provedená Grishamem [23]. [6]

5 ŘEŠENÍ BINOKULÁRNÍCH PORUCH

K základním přístupům řešení výše popsaných poruch patří korekce refrakce, úprava sférické části korekce, prizmatická korekce a zrakový trénink. Níže budou uvedena specifika jednotlivých přístupů.

5.1 Korekce refrakční vady

Tato možnost je obvykle u většiny odchylek uváděna jako první, základní a obvykle nejméně náročné řešení jak vergenčních, tak akomodačních poruch. Obecným doporučením je korekce jakékoliv signifikantní refrakční vady (hodnoty signifikance pro jednotlivé vady uvádí tabulka č. 6 [8]). Před předpisem brýlové korekce nebo kontaktních čoček by měli být vždy zváženy individuální faktory pro daného pacienta.

Tab. č. 6. Signifikantní hodnoty u jednotlivých ametropií.

Refrakční vada	Významné hodnoty
Hypermetropie	+ 1,5 D a vyšší
Myopie	- 1,0 D a vyšší
Astigmatismus	- 1,0 D a vyšší
Anizometropie	1,0 D rozdíl ve sféře nebo cylindru

Přítomnost nekorigované refrakční vady může způsobovat nadměrnou nebo nedostatečnou schopnost stimulace nebo relaxace akomodace vyúsťující v akomodační poruchu. Následně může indukovat vysoký stupeň heteroforie a tím nechtěné zvýšit požadavek pro pozitivní nebo negativní fúzní vergenci. Též může vytvořit dysbalanci mezi očima, která vede k narušení sensorické části vidění. Vlivem rozmazaných retinálních obrazů tak může způsobit sníženou schopnost fúze.

Eso deviace častěji souvisí s vyšší hypermetropií, zatímco exo odchylky jsou spojovány s myopií. S korekcí ametropického stavu dochází tedy k posunu o minimalizaci možných souvisejících etiologických faktorů. Dále je důležité pochopení efektu předepsané korekce na vergenci vlivem AC/A poměru. Proto se obecně doporučuje předepsání maximální plusové hodnoty u eso odchylek a minimální spojné čočky u exo odchylek. Optická korekce může mít také negativní vliv na binokulární spolupráci. Příkladem je třeba exoforický pacient s nekorigovanou hypermetropií. Management takových pacientů tedy vyžaduje komplexnější přístup pro dosažení správného řešení. V případě nálezu signifikantní ametropie je zprvu doporučena trvale nošená korekce

podobu 4-6 týdnů. Jestli akomodační, okulomotorická nebo binokulární porucha i přes pravidelně nošenou korekci přetrvává, měli by být zváženy další léčebné postupy. Zároveň je zřejmé, že korekce významné refrakční vady může vést k úplnému vyřešení sekundární akomodační nebo binokulární anomálii. [6, 17]

5.2 Sférický přídavek

Při rozhodování o aplikaci přídavku je primárním aspektem hodnota AC/A poměru. V případě, že AC/A poměr je vyšší než normální, využití přídavku je obecně považováno za efektivní postup. Vysoký AC/A poměr nám zase napovídá, že předpisem sférického přídavku dosáhneme výrazné změny v binokulárním postavení očí. Naopak nízký AC/A poměr indikuje dopad na vergenční systém. V případě normální hodnoty AC/A poměru (3:1 až 4:1) by měli být do konečného rozhodnutí zahrnuty další parametry. Obecně lze u exoforií indikovat záporný přídavek, který stimuluje akomodaci a tím akomodační konvergenci a snižuje exoforii. Mínusovou adici se však doporučuje předepisovat pouze jako pomůcka v rámci zrakových cvičení a funguje tak jako stimul pro konvergenci. Po dosažení očekávané úrovně vergenčních funkcí by měl být tento přídavek postupně snižován. Naopak u esoforie je indikován kladný přídavek, který ale bude mít efekt jen na blízko. V případě kladného přídavku, je-li přítomná i korekce do dálky, lze situaci řešit víceohniskovými brýlemi.

Nejčastějším příkladem pro správný návrh předpisu přídavku do blízka při absenci refrakční vady je exces konvergence, pro který je typický vysoký AC/A poměr. V tomto případě bude kladná adice významně redukovat akomodaci a tím i nadměrnou konvergenci. Např. při esoforii do blízka o hodnotě 12 pD a $AC/A=10:1$ lze očekávat s adicí o hodnotě +1,0 D snížení vady na 2 pD. Zároveň očekáváme žádoucí zvýšení NFV.

Naopak, příkladem s kontraindikací je diagnóza nedostatečné konvergence. Protože se jedná o binokulární poruchu s nízkým AC/A poměrem, záporný přídavek do blízka by měl z důvodu zanedbatelného vlivu na PFV minimální efekt. Proto není u nízkých a některých normálních AC/A poměrů předpis sférického přídavku efektivní strategií.

Sférický přídavek lze stanovit několika způsoby. Doporučený způsob je aplikace přídavku, který plně kompenzuje fixační disparitu na danou vzdálenost. Další možností je takový přídavek, který upraví velikost heteroforie do normálních hodnot. Přídavek je možné též stanovit početně na základě znalosti AC/A poměru, jak je demonstrováno v předchozím odstavci na excesu konvergence. [6, 17]

5.3 Prizmatická korekce

Prizmatickou korekci můžeme volit v případech jako horizontálních tak vertikálních odchylek pro dosažení potřebné úlevy jako samostatnou korekci, ale též jako doplňující pomůcku pro začátek a průběh nebo po skončení zrakového tréninku. Kontraindikací aplikace prizmat je tzv. prizmatická adaptace, kdy se i s nasazenými prizmaty po relativně krátké době (minuty) opět začne manifestovat odchylka. [6, 17]

5.3.1 Horizontální úlevové prizma

Tato úleva je nejvíce efektivní v případech esoforie do dálky spolu s normálním nebo nízkým AC/A poměrem. Studie [24] ukázaly, že u obvyklé exoforie a esoforie do blízka nebyla nalezena preference prizmatické korekce oproti refrakční korekci bez prizmatu. Naopak u presbyopických pacientů s insuficiencí konvergence byl zjištěn pozitivní efekt prizmat, zde dotazník CISS vykazoval o 50 % nižší skóre v případě korekce progresivními čočkami s prizmaty bází dovnitř ve spodním segmentu.

Prizma vždy aplikujeme proti bázi odchylky a rozdělujeme jej obvykle rovnoměrně mezi obě oči. Doporučeným postupem, u kterého někteří autoři udávají výrazně lepší výsledky při stanovení prizmat oproti jiným metodám, je metoda asociační forie, tj. nejmenší prizmatická korekce, kterou lze plně vykorigovat fixační disparitu, blíže viz např. [6, 17] Dále je možné aplikovat prizma, které upraví heteroforii do normálních hodnot. Jinou metodou je výpočet pomocí kritérií:

Sheardovo kritérium

Sheard [25] navrhl, že kompenzační fúzní vergence FR by měla být dvakrát větší než odchylka HTF . Pro exoforii je kompenzační vergence PFV , a pro esoforii NFV (vždy uvažujeme bod rozmazání obrazu při měření FR , pokud nastane, jinak bod rozdvoujení obrazu). Ačkoliv toto kritérium lze použít na jakýkoliv typ heteroforie, výzkumy naznačují že nejlépe vyhovuje při exoforii [26]. Pro stanovení korekčního prizmatu slouží vzorec [27]

$$\Delta = \frac{2}{3} |HTF| - \frac{1}{3} |FR|.$$

Je-li výsledná hodnota prizmatu nula či záporné číslo, není nutné prizma předepisovat. Pokud má pacient exoforii 10 Δ a bod rozmazání u PFV je 10 Δ , poté je potřebné

korekční prizma $\Delta = (\frac{2}{3} |10| - \frac{1}{3} |10|)$ pD,

$$\Delta = (6,67 - 3,33)$$
 pD,

$$\Delta = 3,34$$
 pD.

Aby bylo splněno Sheardovo kritérium, je nutné předepsat 3,25 pD bází nazálně, které se rozdělí mezi obě oči.

Percivalovo kritérium

Stejně jako Sheard, tak i Percival vypracoval návod na stanovení korekčního prizmatu [28] avšak toto kritérium je nezávislé na velikosti odchyly. Podle Percivala by měl pacient operovat ve střední třetině rozsahu vergence. Zde výzkumy [29] naznačují že nejlépe vyhovuje při esofozii. Pro stanovení korekčního prizmatu slouží vzorec [27]

$$\Delta = \frac{1}{3} (\text{větší FR}) - \frac{2}{3} (\text{menší FR}).$$

Je-li výsledná hodnota prizmatu nula či záporné číslo, není nutné prizma předepisovat. Když je například exoforie 4 pD, PFV 18 pD a NFV 6 pD, poté je potřebné korekční prizma

$$\Delta = \left(\frac{1}{3} (18) - \frac{2}{3} (6) \right) \text{ pD},$$

$$\Delta = (6 - 4) \text{ pD},$$

$$\Delta = 2 \text{ pD}.$$

Z výsledku tedy vyplývá že bude potřebné předepsat 2 pD bází nazálně. [6, 17]

5.3.2 Vertikální úlevové prizma

Korekce vertikální odchyly je obecně považováno za velmi důležité, i pouze 0,5 pD vertikální korekce může být prospěšná pro fúzi. Nejvíce akceptovaným kritériem pro stanovení velikosti vertikálního prizmatu je měření asociační forie a aplikace její plné hodnoty. [6, 17]

5.3.3 Prizma jako pomůcka před nebo po zrakovém tréninku

V úvodní fázi cvičení bývá v případě vyšších heteroforií nebo intermitentních strabismů prizmatická korekce nápomocná. Důsledkem je pak nižší celkový požadavek na zrakový systém. Dále se prizma jako korekce využívá u nespolupracujících, demotivovaných nebo starších pacientů. V případě přetrvávání symptomů i po ukončení zrakových cvičení se prizmatická korekce určuje dle výše uvedených kritérií pro určení hodnoty horizontálního a vertikálního úlevového prizmatu. [6, 17]

5.4 Zrakový trénink

Zrakový trénink či zrakové cvičení je soubor činností a aktivit zaměřený na zlepšení binokulárních a akomodačních případně sensorických funkcí včetně posílení okulomotoriky. Nejčastěji probíhá pod supervizí zrakového odborníka, v České republice

obvykle ortoptisty, u dospělých též optometrů. Pro správné pochopení pojmu zrakový trénink je podstatná definice slovního spojení „oční cviky“. Cílem zrakové terapie není posílení očních svalů, právě naopak okohybné svaly bývají často v pořádku. Cílem je znovu nabýt a naučit se korektně interpretovat a zpracovat zrakový vjem. Pro vysokou efektivitu a úspěšnost zrakových cvičení je kritická správná diferenciatní diagnostika. [6, 17]

5.4.1 Indikace zrakových cvičení

Významná část pacientů s binokulárními poruchami nemůže být úspěšně léčena pouze aplikací prizmatické korekce nebo adice. Zrakové cvičení jsou tedy primárním řešením pro insuficienci konvergence, exces divergence, základní exoforii, dysfunkci fúznívergence. Zrakový trénink bývá možným řešením i pro všechny ostatní typy včetně cyklovertikálních odchylek. Dále je často využíván u akomodačních (exces, infacilita a okulomotorických odchylek). Užitečný je také u akomodační nedostatečnosti, excesu konvergence, základní esoforie nebo vertikálních heteroforií, pro některé diagnózy samostatně nebo ve spojení s prizmaty, případně refrakčním přídatkem.

Tabulka č. 7. Doporučený postup dle nálezu [8].

Nález	Primární doporučené řešení	Sekundární doporučené řešení
Nízký AC/A poměr		
Insuficience konvergence	Zrakový trénink	Prizmatická korekce
Insuficience divergence	Prizmatická korekce	Zrakový trénink
Normální AC/A poměr		
Základní esoforie	Zrakový trénink a sférický přídatok	Prizmatická korekce
Základní exoforie	Zrakový trénink	Sférický přídatok Prizmatická korekce
Dysfunkce fúznívergence	Zrakový trénink	
Vysoký AC/A poměr		
Exces konvergence	Sférický přídatok	Zrakový trénink
Exces divergence	Zrakový trénink	Sférický přídatok

Vertikální odchytky	Prizmatická korekce	Zrakový trénink
----------------------------	----------------------------	------------------------

Zrakové tréninky jsou účinné pro snížení příznaků, ale i pro zvýšení fúzních vergencí a vergenční facility, též přiblížení blízkého bodu konvergence. Dále dochází ke zvýšení amplitudy akomodace a akomodační facility, zlepšení stereopse, také k eliminaci akomodačního spasmu nebo suprese. Účinné jsou i pro zlepšení přesnosti sakád a stability fixace.

Rozhodnutí pro léčebnou intervenci pomocí zrakových cvičení by mělo být zváženo spolu s jistými faktory jako je správná diagnostika a analýza prognózy zlepšení, dále relevance příznaků k nálezu. Dalšími faktory ovlivňující průběh a výsledek cvičení je i spolupráce mezi terapeutem a pacientem, současně také motivace a časové možnosti pacienta, ale i věk, inteligence a finanční možnosti. [6, 17]

5.4.2 Obecné zásady a principy

Před zahájením zrakových cvičení je podstatná korekce refrakční vady. Ve všech případech akomodačních a binokulárních poruch je důležité zvážení optické korekce ametropie, přídavku do blízka, aplikace prizmat nebo okluze. Dalším z primárních doporučení je zvážení terapie amblyopie a suprese před rozšiřováním fúzních vergencí. Avšak, většina pacientů s nestrabickými poruchami mají optimální zrakovou ostrost obou očí a přítomný je jenom lehký stupeň centrální suprese.

První fáze zrakových cvičení se zaměřuje na opozitní vergenci vzhledem k odchylce. V případě komplikací i s nízkými obtížnostmi proti směru odchylky je možné zkusit trénink ve směru odchylky nebo pomocí prizmat a sférických čoček (snadnější vnímání kontrolních vodítek, lepší pochopení). Z počátku jsou vhodné techniky pro periferní fúzi s výraznou stereoskopickou paralaxou, které se postupně obměňují za centrální testy. Vhodné je začít s testy bez jemných detailů. Přibližně v polovině tréninku je doporučeno postupně přidávat cvičení ve směru odchylky. Bez tohoto přístupu se tak můžeme setkat s nevyváženými fúzními vergencemi. Prvně upřednostňujeme cvičení rozsahu fúzní vergence a akomodace, následně až vergenční facility, která zatěžuje fúzní vergenci v obou směrech.

Konkrétní postupy zrakového tréninku můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První známá jako přístrojové cvičení zahrnuje všechny techniky vyžadující pohled do přístroje. Nevýhodou je omezený pohyb hlavy a náročné nebo nemožné objektivní sledování očních pohybů pacienta. Tyto podmínky jsou definovány jako

arteficiální a nejčastější použití v praxi je u stereoskopických zařízení, např. synoptofor či cherioskop.

V návaznosti na přístrojové cvičení jsou další kategorií free-space metody (cvičení ve volném prostoru). Tento typ se nejvíce přibližuje reálným podmínkám vidění a je považován za nejpřirozenější. Zároveň má pacient k dispozici méně omezené prostředí a je zde možná kontrola očních pohybů. Free-space trénink je pro dosažení požadovaných cílů více efektivní. Toto rozdělení však není striktní a dnes jsou k dispozici pomůcky, které kombinují i dva výše uvedené principy. [6, 17]

5.4.3 Základní charakteristika postupů

Pro zvýšení rozsahu fúzních vergencí se u binokulárních poruch využívá technika různé akomodace při neměnné vergenci (pacient fixuje obraz na stálou vzdálenost a mění se pouze akomodační podnět) nebo naopak častěji využívaná technika změny vergenčního požadavku při neměnné akomodaci. Pacient tedy usiluje o ostré jednoduché binokulární vidění při neodpovídající vergenci. Při cvičení pozoruje vhodný testový obrazec, který dle potřeby obsahuje periferní nebo i centrální fúzní podněty (detaily shodné pro obě oči). S cíleně navozenou konvergencí oproti akomodaci se rovina vergence pohybuje k pacientovi a posiluje se tak PFV, u navození divergence je rovina vergence za rovinou akomodace vzhledem k pacientovi a posiluje se NFV.

S větší separací akomodační a vergenční roviny roste podnět pro fúzní vergenci, čím větší je rozdíl mezi rovinou akomodace a vergence tím je větší požadavek na fúzní vergenční systém. Navození neodpovídajícího vergenčního požadavku může být provedeno pomocí již zmíněných přístrojových metod, free-space techniky nebo dalších pomůcek. Např. pomocí disociace očí pomocí anaglyfických či polarizovaných testů, kdy každé oko sleduje svůj stimul. Přitom se tyto stimuly pohybují proti sobě či od sebe a navozují tak konvergenci či divergenci při neměnné akomodaci. Stimuly se oddalují, dokud ještě pacient zvládá udržet jednoduché binokulární vidění. V opačném případě se posunout zpět, dokud opět není dosaženo binokulární vidění. Alternativně lze použít též prizmata předkládáním před oko. Naopak lze též využít proměnné akomodace při pevné vergenci, v tomto případě je možné využít při cvičení např. překládání rozptylných či spojných čoček. [6, 17]

ZÁVĚR

Akomodace navozuje konvergenci a naopak. Tento vzájemný vztah za normálních okolností přispívá ke kvalitnímu binokulárnímu vidění. V případě jeho narušení však dochází k nežádoucím potížím, zejména ke vzniku vergenčních odchylek. Tato práce shrnuje problematiku vzájemné provázanosti obou jevů.

V prvních dvou kapitolách jsou charakterizovány oba sledované jevy. Další kapitola, stěžejní pro pochopení problematiky, popisuje jejich vzájemný vztah. Definuje AC/A a CA/C poměry, které slouží jako jeho číselné charakteristiky a uvádí metody měření AC/A poměru, který má z klinického hlediska větší význam. Jsou zde shrnuty i změny v závislosti na věku. Zmíněné jsou též příčiny vzniku vergenčních odchylek vlivem akomodace.

Těžiště práce tvoří klasifikace vergenčních poruch, které jsou přehledně rozděleny podle vlivu AC/A poměru na jejich vznik. Jednotlivé poruchy jsou podrobně charakterizovány včetně jejich symptomů a jsou naznačeny možnosti jejich řešení. Součástí textu jsou i příklady standardizovaných dotazníků, které mohou být nápomocné ke správné identifikaci poruch v rámci anamnézy, a též tabulky přehledně shrnující výsledky stěžejních testů akomodačně vergenčního aparátu při jednotlivých poruchách.

Poslední část práce se samostatně věnuje jednotlivým typům řešení vergenčních poruch, kterými jsou správná korekce refrakce, změna sférické části korekce, prizmatická korekce a zraková terapie, popř. jejich vhodná kombinace. Text může sloužit zájemcům o problematiku skrytých odchylek, kterým může být nápomocen jak v jejich diagnostice, tak i při jejich řešení.

Seznam použitých zdrojů:

- [1] Rozsival P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [2] Řehák S. a kolektiv. *Oční lékařství*, učence pro lékařské fakulty, 2. vyd. Praha, Avicem, zdravotnické nakladatelství; 1989.
- [3] Kuchyňka P. *Oční lékařství*. Praha: Grada; 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [4] Pluháček F. „Studijní materiály“ Normální binokulární vidění
- [5] Noorden GK, Campos EC. *Binocular Vision and Ocular Motility*, 6th ed.: Mosby; 2001. ISBN-13: 978-0-323-01129-7.
- [6] Scheiman M, Wick B. *Clinical Management of binocular Vision*, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. ISBN 978-1-4511-7525-7.
- [7] Borish IM. *Clinical Refraction*, 3rd ed. Chicago: Professional Press; 1970.
- [8] Hromádková L. *Šilhání*. 3. vyd. nezměn. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2011. ISBN 978-80-7013-530-3.
- [9] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision – heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. ISBN 07-817-7784-4.
- [10] Maples WC. *Test-retest Reliability of the College of Optometrists in Vision Development Quality of Life Outcomes Assessment*. *Optometry (St. Louis, Mo.)*; 2000.
- [11] Gerchak D, Maples WC, Hoenes R. *Test-re-est reliability of the COVD-QOL Shorm Form on elementary school children*: J Behv Optom; 2006;17:65-70.
- [12] Maples WC. *Test retest reliability of the College of Optometrists Quality of Life Outcomes Assessment Short Form*. J Optom Vis Dev; 2002;33:126-134.
- [13] Pluháček F. „Studijní materiály“ *Forie*, Kongres optometrie, Olomouc 2010.
- [14] Richman JR, Cron MT. *Guide to vision therapy*. Mishawaka: Bernell Corporation; 1988.
- [15] Gallaway M, Scheiman M. *The efficacy of vision therapy for convergence excess*: J Am Optom Assoc; 1997;68:81-86.
- [16] Shorter AD, Hatch SW. *Vision therapy for convergence excess*: N Eng J Optom; 1993;45:51-53.
- [17] Pickwell's. Bruce JWE. *Binocular Vision Anomalies*, 5th ed. Butterworth Heinemann; 2007. ISBN 978-0-7506-8897-0.
- [18] Daum K. *A comparison of results of tonic and phasic training on the vergence systém*: Am J Optom Physiol Opt; 1983;60:769-775.

- [19] Suchoff IB, Petito GT. *The efficacy of visual therapy*: J Am Optom Assoc; 1986;57:119-125.
- [20] Hoffman L, Cohen A, Feuer G. *Effectives of nonstrabismic optometric vision training in a private practice*: Am J Optom Arch Am Acad Opt; 1973;50:813-816.
- [21] Dunlap EA, Gaffney RB. *Surgical management of intermittent exotropie*: Am Orthoptic J; 1963;13:20-33.
- [22] Cooper EL, Leyman IA. *The management of intermittent exotropia: a comparison of the results of surgical and non-surgical treatment*: Am Orthoptic J; 1977;27:61-67.
- [23] Grisham JD. *Vergence orthoptics: validity and persistence of the training effect*: Am J Optom Physiol Opt; 1991;68:441-451.
- [24] Worrell BE, Hirsch MJ, Morgan MW. *An evulation of prism prescribed by Sheard's criterion*: Am J Optom Arch Am Acad Optom; 1971;48:373-376.
- [25] Sheard C. *Zones of ocular comfort*: Am J Optom; 1930;7:9-25.