

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
BIOMEDICÍNSKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2022**

**MICHAELA  
GAJDOŠÍKOVÁ**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra přírodovědných oborů**

**Ovlivnění výsledků kvantifikace heteroforie a asociované forie umístěním  
disociátoru před pravé nebo levé oko**

**Influencing the results of heterophoria and associated phoria quantification  
by placing the dissociator in front of the right or left eye**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor bakalářské práce: Michaela Gajdošíková**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Písařík, Ph.D.

Konzultant: Bc. Přemysl Kučera

---

**Kladno 2022**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Gajdošíková** Jméno: **Michaela** Osobní číslo: **491794**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**  
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**  
Studijní obor: **Optika a optometrie**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Ovlivnění výsledků kvantifikace heteroforie a asociované forie umístěním disociátoru před pravé nebo levé oko**

Název bakalářské práce anglicky:

**Influencing the results of heterophoria and associated phoria quantification by placing the dissociator in front of the right or left eye**

Pokyny pro vypracování:

Výsledky vyšetření heteroforie a asociované forie může ovlivnit způsob disociace a umístění disociačních pomůcek před pravé a levé oko. Studentka zpracuje ve své bakalářské práci témata související s klasifikací, vyšetřením a řešením heteroforie. Dále budou v textu představeny možnosti a způsoby disociace obrazu různými metodami. Studentka provede rešerši textů souvisejících s tématem, výsledky zpracuje a zanalyzuje. V praktické části vypracuje vhodnou metodiku vyšetření, navrhne vyšetřovací protokol a především zrealizuje vyšetření heteroforie a asociované forie. U testů na kvantifikaci heteroforie s jedním disociátorem provede studentka postupně vyšetření s umístěním pomůcky před pravým i levým okem. Testy s oboustranným použitím disociátoru provede také s přemístěním pomůcek před druhé oko. Výsledky studentka zpracuje a vyhodnotí.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BENJAMIN, W. J., Borish's Clinical Refraction, ed. 2., Butterworth-Heinemann-Elsevier, 2006, 1694 s., ISBN 978-0-7506-7524-6
- [2] SCHEIMAN, M., WICK, B., Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders, ed. 5., Wolters Kluwer Health, 2020, 723 s., ISBN 978-1-49639-973-1
- [3] DIETZE, H., Die optometrische Untersuchung, ed. 1., Georg Thieme Verlag, 2008, 307 s., ISBN 9783131422316

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Petr Písařík, Ph.D.**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

**Bc. Přemysl Kučera**

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: **22.09.2023**

prof. RNDr. MUDr. Petr Maršálek, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan

**Název bakalářské práce:** Ovlivnění výsledků kvantifikace heteroforie a asociované forie umístěním disociátoru před pravé nebo levé oko

**Abstrakt:**

Bakalářská práce pojednává o tom, dojde-li k ovlivnění výsledků heteroforie a asociované forie při předložení disociátoru před pravé nebo levé oko. Pro dosažení potřebných údajů ke zpracování dat, bylo nutné stanovit vhodnou metodiku vyšetření heteroforie a asociované forie. Cílem této práce bylo zjistit, zda dojde k ovlivnění výsledků kvantifikace heteroforie a asociované forie pomocí výměny disociátorů. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. Teoretická část je zaměřena na základy jednoduchého binokulárního vidění, rozdělení heteroforie a heterotropie, její klasifikaci a řešení. V praktické části porovnávám výsledky z jednotlivých testů. Pro disociovanou heteroforii byl využit Schoberův test do dálky a Maddoxův test do blízka a dálky. Asociovaná forie byla měřena na testu fixační disparity do dálky a na OXO testu do blízka. V závěru práce jsem došla k zjištění, že výměna disociátoru může ovlivnit výsledek heteroforie a asociované forie. Po vyřazení probandů s orthoforií, vyšla rozdílná prizmatická hodnota minimálně u 74 % probandů, u každého testu byly výsledky rozdílné.

**Klíčová slova:** heteroforie, heterotropie, disociace obrazu, binokulární vidění, vergenční poruchy

**Bachelor's Thesis title:** Influencing the results of heterophoria and associated phoria quantification by placing the dissociator in front of the right or left eye

**Abstract:**

The bachelor thesis discusses whether the results of heterophoria and associated phoria are affected when a dissociator is presented in front of the right or left eye. To acquire the necessary data to process the data, it was necessary to determine an appropriate methodology for examining heterophoria and associated phoria. The aim of this study was to determine whether the results of heterophoria and associated phoria quantification would be affected by dissociator exchange. The thesis is divided into theoretical and experimental part. The theoretical part focuses on the basics of the simple binocular vision, division of heterophoria and heterotropia, its classification and solution. In the experimental part I compare the results from individual tests. For dissociated heterophoria the Schober test for far distance and the Maddox rod test for far and near fixation distance were used. Associated phoria was measured on the fixation disparity at distance and the OXO test at near. At the conclusion of thesis I found out that the replacement of dissociator can affect the results of heterophoria and associated phoria. After excluding probands with orthophoria, the prismatic value was different for at least 74 % probands, but it varied with each test.

**Key words:** heterophoria, heterotropia, image dissociation, binocular vision, vergence disorders

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu panu Ing. Petru Písaříkovi, Ph.D. a dále mému konzultantovi panu Bc. Přemyslu Kučerovi za jeho skvělé rady, ochotu, vstřícnost a hlavně trpělivost, při vypracování mé bakalářské práce.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Ovlivnění výsledků kvantifikace heteroforie a asociované forie umístěním disociátoru před pravé nebo levé oko*“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne .....

.....

podpis

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Teorie binokulárního vidění .....	2
2.1	Anatomicko-fyziologické poznámky .....	2
2.2	Jednoduché binokulární vidění .....	4
2.3	Motilita .....	6
2.4	Podmínky BV .....	7
3	Binokulární anomálie .....	9
3.1	Heterotropie .....	9
3.1.1	Klasifikace .....	10
3.2	Heteroforie .....	13
3.2.1	Klasifikace .....	14
3.3	Vergenční poruchy .....	15
3.3.1	Základní esoforie .....	15
3.3.2	Základní exoforie .....	16
3.3.3	Insuficience konvergence .....	16
3.3.4	Exces konvergence .....	17
3.3.5	Insuficience divergence .....	18
3.3.6	Exces divergence .....	18
4	Vyšetření heteroforie .....	20
4.1	Disociace .....	21
4.1.1	Disociační testy bez fúzního podnětu .....	21
4.1.2	Disociační testy s fúzním podnětem .....	26
5	Řešení heteroforie .....	28
5.1	Zrakový trénink .....	28
5.2	Využití prizmat .....	29
5.3	Adice a antikorekce .....	30
5.4	Okluze a penalizace .....	30
6	Experimentální část .....	31
6.1	Cíl .....	31
6.2	Předpoklady .....	31
6.3	Metodika .....	31
6.4	Výsledky .....	34



---

6.4.1	Vyšetřované osoby .....	34
6.4.2	Schoberův test.....	35
6.4.3	Maddoxův cylindr.....	36
6.4.4	Test na asociovanou forii.....	41
7	Diskuze .....	46
8	Závěr.....	48
	Seznam použité literatury .....	49
	Seznam symbolů a zkratek .....	52
	Seznam obrázků.....	53
	Příloha A.....	55

# 1 Úvod

Heteroforie neboli skryté šilhání je porucha binokulárního vidění s širokým klinickým nálezem. Vyskytuje se v běžné populaci a trpí jím nemalé množství lidí. U většiny se ale neprojevují symptomy, tudíž se jedná o kompenzovanou heteroforii, která nezpůsobuje žádné problémy s viděním. Jestliže ale někdo trpí symptomy, které se označují jako astenopické, jedná se dekompenzovanou neboli symptomatickou heteroforii, kterou je potřeba řešit. Existují různé možnosti řešení jako je prizmatická korekce, úprava centrace, antikorekce a zrakový trénink. Diagnostika heteroforie probíhá na testech bez fúzního podnětu a s fúzním podnětem. K tomu se využívají různé disociátory, které se předkládají monokulárně nebo binokulárně.

V této práci se budu snažit zjistit, zda výměna disociátoru před pravým a levým okem může ovlivnit výsledky heteroforie a pokud ano, zda existuje nějaká závislost. Pro experimentální část jsem zvolila dva testy bez fúzního podnětu a jeden test s fúzním podnětem.

V teoretické části se budu zabývat okoohybnými svaly, které na postavení očí mají také vliv. Dále zařadím složky binokulárního vidění a také binokulární anomálie. U heteroforie a heterotropie se zaměřím na její klasifikaci, symptomy a možné řešení těchto obtíží. Zároveň také zpracuji testy, které se používají pro diagnostiku heteroforie

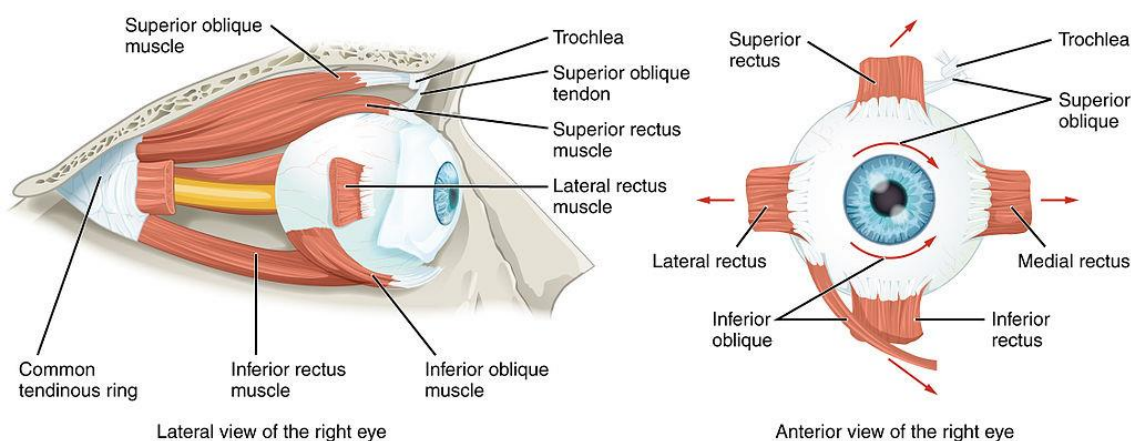
Cílem mé teoretické části je získat přehled o možných disociačních metodách a způsobech rozdělení disociátoru mezi pravé a levé oko, které lze využívat při vyšetření disociované a asociované forie.

V experimentální části stanovím postup měření disociované a asociované forie. Při vyšetření se zaměřím na ovlivnění výsledků po předložení disociátoru před pravé nebo levé oko, pokud jde o monokulární disociaci. Při binokulární disociaci budu vyměňovat oba filtry. Výsledky porovnáám a zpracuji.

## 2 Teorie binokulárního vidění

### 2.1 Anatomicko-fyziologické poznámky

Oční koule je uložena na tukovém polštáři uvnitř očníce spolu se slznou žlázou, slzovodem, cévami, nervy a okohybnými svaly. Oční svalstvo se podílí na motorických úkonech, které můžeme zařadit mezi nejrychlejší v lidském těle (sakadické oční pohyby) a mezi ty nejvytrvalejší díky fixaci pohledu a pohybům očí ve vergenci. Stejně jako u kosterního svalstva se jedná o příčně pruhovanou svalovinu, ale funkcemi se od sebe liší. Pohyb oka zajišťují 4 přímé svaly: horní přímý sval (m. rectus superior), dolní přímý sval (m. rectus inferior), zevní přímý sval (m. rectus lateralis), vnitřní přímý sval (m. rectus medialis) a 2 šikmé svaly: horní šikmý sval (m. obliquus superior) a dolní šikmý sval (m. obliquus inferior). (Obrázek 2-1) Všechny svaly s výjimkou dolního šikmého svalu a zvedáče horního víčka začínají na anulus tendineus communis Zinnii uloženém na vrcholu očníce. [1] [2] [3] [4]



Obrázek 2-1: Zobrazení rozestavení okohybných svalů z bočního pohledu na pravé oko (vlevo) a z přímého pohledu (nalevo) [5]

#### Horní přímý sval

Tento sval vychází z horní části Zinnova prstence a směřuje dopředu podél dorzální strany oční koule a je v těsném kontaktu se zdvihačem horního víčka (m. levator palpebrae superioris). Pohyb kolem horizontální osy způsobuje elevaci (stočení bulbu nahoru), pohyb kolem vertikální osy způsobuje addukci (přitažení) oka. Šikmé uložení na horní ploše očníce způsobuje při kontrakci torzi dovnitř (incyklodukci). Sval je inervován horní divizí III. hlavového nervu (nervus oculomotorius). [1] [3] [4] [6]

### **Dolní přímý sval**

Vychází z dolní části Zinnova prstence a směřuje dopředu podél ventrální strany oční koule. Primární funkce dolního přímého svalu je deprese, sekundární funkce je addukce a extorze. Deprese se může uskutečnit pouze, pokud je současně stočeno i zevně abdukci, naopak pokud se oko stáčí dovnitř, deprese ubývá, v tu chvíli se zdůrazní extorze a addukce. Inervace je III. hlavovým nervem (nervus oculomotorius). [1] [3] [4] [6]

### **Zevní přímý sval**

Začíná dvěma částmi z horní a dolní části Zinnova prstence. Směřuje dopředu podél laterální strany a kříží dolní šikmý úpon. Jeho kontrakce způsobuje rotaci v temporální ose, což je abdukce (odtažení). Sval je inervován VI. hlavovým nervem (nervus abducens), který vstupuje do svalu na jeho bulbární straně. [1] [3] [4] [7]

### **Vnitřní přímý sval**

Největší z extraokulárních svalů. Vychází z mediální části Zinnova prstence na vrchol očníce v těsném kontaktu s očním nervem. Leží rovnoběžně se sagitální osou a kolmo na vertikální, proto jeho jediná činnost je rotace kolem vertikální osy ve směru k nosu – addukce. Sval je inervován dolní divizí III. hlavového nervu (nervus oculomotorius), který vstupuje do svalu na jeho bulbární straně. [1] [3] [4] [7]

### **Horní šikmý sval**

Sval vychází z vrcholu očníce z periostu klínové kosti, mediálně nad optickým otvorem. Směřuje podél mediální strany očníce k trochle (vláknitá chrupavka ve tvaru písmene V, která je připojena k čelní kosti). Primární účinek je intorze, kontrakce otáčí oko kolem sagitální osy. Sekundární funkce je deprese a abdukce. Pokud přibývá abdukce oka stupňuje se i intorze a deprese ubývá, ale při extorzi, stoupá i addukce a deprese. Sval je inervován IV. hlavovým nervem (nervus trochlearis), který vstupuje do svalu na jeho horní ploše. [1] [2] [4] [6]

### **Dolní šikmý sval**

Tento sval vychází se spodiny očníce z periostu pokrývajícího část čelistní kosti. Proniká pouzdrem oka (capsula Tenoni) poblíž zadní plochy dolního přímého svalu, překříží ho a obtáčí se směrem nahoru kolem oční koule a zasune se pod zevní přímý sval těsně před

makulární oblastí. Hlavní funkcí je extorze, k níž dochází, protože sval obepíná dolní část oční koule. Vedlejší funkce je elevace a abdukce. Pokud je oko v abdukci, zvyšuje se extorze, a naopak když je v addukci snižuje se elevace, ale extorze zůstává. Je inervován dolní částí III. hlavového nervu (nervus oculomotorius), který vstupuje do svalu na jeho bulbární ploše. [1] [2] [4] [6] [8]

### **Zdviháč horního víčka**

Vychází ze spodní plochy menšího křídla klínové kosti před očním otvorem krátkou šlachou, která splývá s počátkem horního přímého svalu. Postupuje dopředu a poté přechází z horizontální polohy do vertikální. Aponeurotickou úponovou šlachou tohoto svalu je rozdělena slzná žláza na horní (p. orbitalis) a dolní (palpebralis). Funkce svalu spočívá v aktivním zvedání horního víčka a je inervovaný III. hlavovým nervem. Opačný pohyb (zavírání víčka) vykonává m. orbicularis oculi, inervovaný VII. hlavovým nervem (n. facialis). [1] [2] [4] [6] [8]

## **2.2 Jednoduché binokulární vidění**

Binokulární vidění je schopnost používat obě oči současně, takže každé oko přispívá ke společnému vnímání. Normální jednoduché binokulární vidění se vyskytuje při bifoveální fixaci a normální retinální korespondenci v každodenním vidění. Abnormální jednoduché binokulární vidění se vyskytuje při absenci bifoveální fixace obvykle s anomální retinální korespondencí. [9] [10] [11]

Podle Worthovy klasifikace můžeme jednoduché binokulární vidění rozdělit do 3 složek, a to současné vnímání a superpozice, fúze a stereoskopické vidění. [9] [10]

Simultánní vnímání je schopnost vnímat současně dva obrazy, jeden vytvořený na každé sítnici. Superpozice je stav, kdy je možné simultánní vidění dvou obrazů vytvořených na odpovídajících plochách s projekcí těchto obrazů na stejnou pozici v prostoru. Nezáleží, zda je retinální korespondence normální nebo anomální, ale pokud chybí fúze jsou dva obrazy vnímány odděleně. Vyšetření simultánního vidění můžeme provést na troposkopu. Předložíme dva rozdílné obrázky (př. letadlo a hangár) a pokud je pacient dokáže spojit do jednoho vjemu má superpozici, pokud ale vidí pouze jeden obrázek jedná se o potlačení, supresi druhého oka. [9] [10]

Fúze je schopnost spojit obraz z pravého a levého oka do jednoho vjemu. Rozlišujeme fúzi motorickou a senzorickou. Senzorická fúze zahrnuje sjednocení zrakových vzruchů z odpovídajících sítnicových obrazů do jednoho vjemu, můžeme je hodnotit na synoptoforu. Obrazy ze sítnic musí být podobné velikostí, ostrostí a jasem. Pokud je stimulace odlišná a obraz se zobrazuje ve dvou bodech jedná se o diplopii. Dvojité vidění je znakem disparity sítnice. Motorická fúze se vztahuje na schopnosti vyrovnávat oči takovým způsobem (vergenční pohyby), aby bylo možné provést senzorickou fúzi. Podnětem pro tyto pohyby očí je sítnicová disparita mimo Panumův zorný úhel a obě oči se pohybují v opačném směru. Můžeme ji měřit za pomoci zakrývacího testu, fúzních rezerv, binokulární zrakové ostrosti anebo synoptoforu. Síla binokulárního vidění je indikována měřením motorické fúze. [9] [10]

Stereoskopické vidění je vnímání relativní hloubky na základě binokulární disparity. Jedná se o prostorové vidění. Podmínkou pravé stereopse je fúze. Stereopse je možná jen v Panumově prostoru, pokud překročí tento prostor vzniká diplopie. [9] [12] [13]

### **Normální retinální korespondence**

Stav oka, kdy fovea a oblasti na temporální a laterální straně sítnice oka odpovídají oblastem druhého oka a mají společnou zřakovou směrovou citlivost. [9]

### **Anomální retinální korespondence**

Dochází ke změně zřakové směrové citlivosti, fovea fixujícího oka má společnou zřakovou směrovou citlivost s jinou oblastí než fovea odchylovajícího oka. Můžeme rozdělit na harmonickou a neharmonickou. U harmonické je úhel anomálie roven objektivnímu úhlu a subjektivní úhel je nulový. Neharmonická anomální retinální korespondence je přítomna tam, kde je úhel anomálie odlišný od úhlu objektivního. [9] [11]

### **Suprese**

Potlačení zrakových vjemů jednoho oka ve prospěch vjemu druhého oka, když jsou obě oči otevřené. Suprese je obvykle obrannou strategií u jedince, který trpí diplopií po vzniku strabismu a je jednou z forem smyslové adaptace. Fyziologická suprese je přítomna u binokulárního vidění při soustředění na jeden konkrétní předmět, potlačeny jsou rozmazané obrazy. Patologické potlačení je přímo u manifestního strabismu a může se střídavě střídavými úchyly. Potlačení se může objevit při intraokulárním rozmazání, pokud je výrazný rozdíl v rozmazání nebo kontrastu obou očí (například anizometropie), supresi při vzniku fyziologické diplopie, binokulárním rozporu sítnice, pokud je rozdíl ve velikosti a tvaru objektu a je zamezeno fúzi, anebo trvalým potlačením. [9] [14]

## Amblyopie

Je stav sníženého zrakového vjemu, který není důsledkem žádné klinicky prokazatelné anomálie zrakové dráhy a který se nezmírní odstraněním žádné refrakční vady, která by představovala překážku pro tvorbu foveálního obrazu. Je způsobena nedostatečnou stimulací zrakového systému v kritickém období vývoje zraku v raném dětství. Může být jednostranná nebo oboustranná. Příčinou může být některý z následujících faktorů: světelná deprivace (na sítnici nedopadá světlo), tvarová deprivace (sítnice dostává rozostřený obraz jako při refrakční deprivaci), anebo abnormální binokulární interakce, kdy neostré obrazy dopadají na foveu jako při strabismu. Tupozrakost lze klasifikovat na následující typy: organická amblyopie do které patří nutriční, z nedostatku výživy, toxická z otravy alkoholem nebo tabákem anebo idiopatická neboli vrozená bez známé etiologie. Druhý typ je funkční amblyopie, do které řadíme amblyopii z nedostatku podnětů způsobenou okluzí, strabistickou, která je důsledkem nervových změn v odchýleném oku, anizometropickou z rozmazaného obrazu, refrakční a psychogenní. Prognóza dosažení dobré zrakové ostrosti se zvyšuje, čím dříve se na problém přijde. U dětí do 6 let je možné vylepšení jejich zrakové ostrosti, později už to lze hůře nebo vůbec. Léčba amblyopie je možná pomocí úpravy refrakční vady brýlemi a navazující zrakovou rehabilitací, při níž má pacient okluzi na lépe vidoucím oku, nebo můžeme dočasně silnějším brýlovým sklem znevýhodnit lepší oko, a tak posilovat oko amblyopické. [9] [11]

## 2.3 Motilita

Za tvorbu očních pohybů a jejich řízení je zodpovědná řada systémů – rychlé (sakády), pomalé, disjugované (vergence) a mimovolné (vestibulární) pohyby. Zapojení pohybů závisí na přijímaných podnětech a na požadované reakci na ně. Zrakové informace se dostávají do zrakové striatní kůry (primární zraková oblast 17) prostřednictvím zrakové dráhy a atributy těchto zrakových informací jako jsou jemné rysy, barvy, prostorová lokalizace a pohyb, jsou zpracovány v samostatných sekundárních zrakových oblastech. [9]

Sakadické pohyby jsou rychlé pohyby očí, které jsou řízeny vůlí, ale i reflexy. Mezi chtěné pohyby můžeme zařadit reakci na povel, refixaci a paměti řízené sakády. Reflexní pohyby zahrnují sakády ve směru nového podnětu, které mohou být vedeny vizuálně nebo jako odpověď na sluchový podnět, tyto sakády mohou být doprovázeny pohybem hlavy ve stejném směru. Podle zrakových informací ze sítnice se rozhodne o velikosti a rychlosti pohybu. Sakády podléhají adaptivnímu řídicímu systému s cílem udržet binokulární kontrolu a kompenzovat krátkodobé nebo dlouhodobé změny zrakového systému. Pro adaptaci sakád je nutný proces

učení, mají balistickou povahu, což znemožňuje změnu již započatého pohybu. Doba latence je interval od vzniku podnětu do začátku reakce. Latence jsou menší, když fixační cíl vyhasne dříve, než se objeví periferní podnět (podnět s mezerou), naopak latence bude větší, pokud fixační cíl zůstane osvětlený i po objevení periferního cíle (podnět s překrytím). [9]

Pomalé sledovací pohyby, které jsou schopny průběžně modifikovat motorický výstup v reakci na vizuální vstup. Při pomalých rychlostech sleduje oční pohyb cíl přesně s přizpůsobením rychlosti. Při vyšších rychlostech oko vždy neodpovídá rychlosti cíle, což vyžaduje doháněcí sakádu a až poté může pokračovat ve sledování. Hlavní podnět pro pomalé sledovací pohyby je fixovaný cíl, který se promítá na foveální a perifoveální sítnici. [9] [15]

Vergenční pohyby jsou disjugované a plynulé, kdy se jedno oko může pohybovat nezávisle na druhém. Pohyby jsou pod neustálou kontrolou, probíhají jako synkinéze s akomodací čočky a zúžením zornice. Mezi podněty pro tento systém patří disparita mezi umístěním obrazů na sítnici každého oka, která vede k fúzní vergence a rozostření obrazu na sítnici, které vede k akomodační vergenci. [9] [15]

Podnět pro vestibulárně-okulární reakci je pohyb hlavy, reakcí se vytváří kompenzační pohyby očí, které stabilizují vizuální obrazy a sítnici při pohybu hlavy. Latence mezi pohybem hlavy a pohybem očí může být jen 15 milisekund. Tento systém není závislý na stimulaci očí, ale zabývá se polohou hlavy a rovnováhou. Pohyb hlavy je aktivován polokruhovými kanálky a vytváří nervový signál měrný rychlosti pohybu hlavy. Každá sada kanálků ovlivňuje určitý pár očních svalů, přední kanálky vytvářejí rotační pohyby, zadní kanálky vertikální pohyby a horizontální kanálky laterální pohyby. Nervový signál se přenáší do mozkového kmene prostřednictvím vestibulárních nervů a ve vestibulárních jádrech dochází k převodu údajů o rychlosti na signál o poloze. [9] [15]

## 2.4 Podmínky BV

Správná funkce binokulárního vidění závisí na několika faktorech, které můžeme rozdělit do tří obecných kategorií: anatomie zrakového aparátu, motorický systém, který koriguje pohyb očí a sensorický systém, jehož prostřednictvím mozek přijímá a integruje dva monokulární signály, které poté spojí do jednoho. Jakákoliv anomálie v jedné z kategorií může způsobit problémy s binokulárním viděním nebo ho úplně znemožnit. Proto je důležité vyšetřit všechny části. Abnormality v anatomii mohou být vývojové (vrozené), které se vyskytly v embryonálním vývoji očních svalů, nervového systému, kostěné orbity nebo získané v důsledku



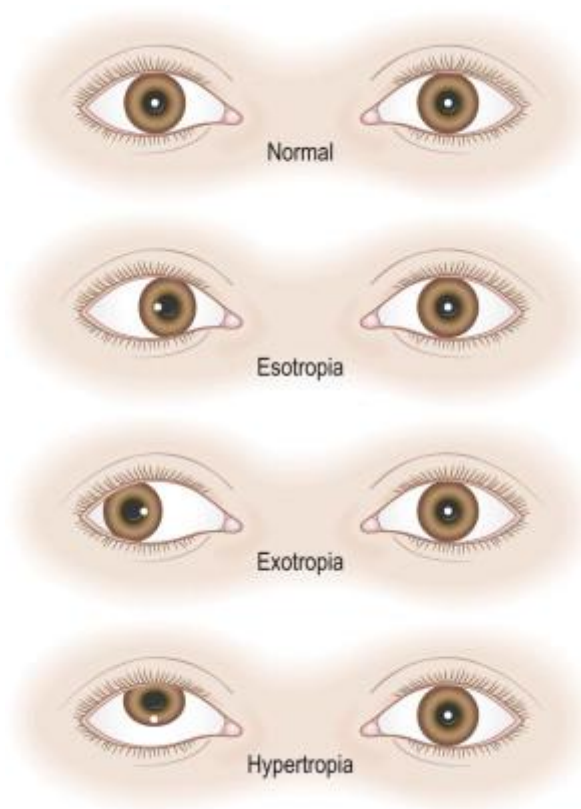
nehody nebo nemoci. I přestože je motorický systém anatomicky normální, mohou se zde vyskytnout problémy, které mohou narušit binokulární vidění nebo způsobit jeho rozpad. To může být způsobeno nemocí anebo poruchou fyziologie motorického systému. Například při nekorigované hypermetropii dochází k excesivní akomodaci, která způsobí nadměrnou konvergenci nebo z onemocnění krvácení, které se týká nervového zásobování extraokulárních svalů. V sensorickém systému se mohou vyskytovat anomálie jako například ztráta ostrosti obrazu v jednom nebo v obou očích, rozdílná velikost obrazů (aniseikonie), různé poruchy zrakové dráhy, zrakového ústrojí anebo mozkové kůry. [16] [23]

## 3 Binokulární anomálie

Nejčastější znak u všech neuromuskulárních anomálií očí je vzájemné vychýlení vizuálních os. Proto se anomálie klasifikují především na základě vlastností a charakteristiky odchylky, jejího směru, původu, časového chování a různých modifikací, které na ní působí smyslovým systémem. Správné nastavení očí je zaručeno pomocí normálně fungující sensorické a motorické fúze. Pokud je sensorická fúze uměle přerušena vyloučením jednoho oka z fúze dojde k frustraci motorické fúze a u většiny pacientů se objeví měřitelná odchylka zrakových os. Pokud překážku sensorické fúze odstraníme, motorická fúze se u většiny pacientů vrátí zpět do správné relativní polohy. Takto vyvolané odchylky, které jsou latentní v důsledku fúze, nazýváme heteroforie neboli skryté šilhání. Pokud jsou odchylky zjevné, jde o heterotropii, nesprávné fungování fúze nedokáže zkorigovat odchylku osy a ta je pak viditelná. Můžeme tedy všechny neuromuskulární anomálie rozdělit do dvou hlavních tříd: latentní odchylky (heteroforie) a manifestní odchylky (heterotropie). [17]

### 3.1 Heterotropie

Heterotropii můžeme označit také jako manifestní strabismus. Šilhání je přítomno, pokud se jedna ze dvou zrakových os odchyluje o určitý úhel (úhel šilhání) od viděného předmětu při binokulárním vidění. Tudíž jde o stav provázený asymetrickým postavením očí. Strabismus můžeme dělit podle pohyblivosti očí na konkomitantní, pokud jsou obě oči volně pohyblivé a šilhající oko doprovází oko vodící, na inkomitantní strabismus, u kterého se úhel šilhání mění podle směru pohledu očí a podle směru odchylky, to je analogicky jako u heteroforie popsané níže. [17] [18]



Obrázek 3-1 :Postavení očí ortoforie a heterotropie. [19]

### 3.1.1 Klasifikace

#### Inkomitantní heterotropie

Podstatou je porucha v motorické sféře, kdekoliv v průběhu motorické dráhy od jader oko-hybných nervů po svaly. Díky lézím se omezí funkce zevních očních svalů, a to zapříčiní asymetrii v postavení a pohyblivosti očí, která se označuje jako paralytický strabismus. Vždy nejde o paralýzu, toto označení je souhrnné pro všechny heterotropie s příčinou v oslabení motorické funkce. Rozdělujeme na kongenitální a získaný paralytický strabismus, dále také můžeme dělit heterotropii podle směru odchylky. [9] [11] [20]

Do kongenitálního strabismu se obvykle řadí vrozené tropie, ale i získané v prvních pár týdnech života. Hlavní skupinou faktorů jsou vývojové vady, jako je hypoplazie a aplazie jader oko-hybných nervů v mozgovém kmeni. Často jsou vývojovými vadami postiženy samy svaly a fascie, někdy může dojít k chybění celého svalu nebo výjimečně i celé skupiny, hlavně ale rozštěpy, spojení dvou svalů do jednoho nebo strukturní změny svalu. Všechny zmíněné anomálie se častokrát vyskytují i s jinými malformacemi hlavy a obličeje. Druhou příčinou kongenitálních paréz je porodní trauma, způsobené klešťovým porodem, dlouhým porodem

s asfyxií a další, to vše může poškodit nervovou tkáň napřímo nebo útlakem po vzniklém krvácení. [9] [11] [20]

Kongenitální parézou bývá nejčastěji postižen n. abducens, který inervuje musculus rectus lateralis, buďto jako jednostranná paréza abducentu s příznaky druhostranné hemiparézy, nebo oboustranné postižení se známkami kvadruparézy. Na základě vrozené parézy se mohou vytvořit dva komplexy příznaků. První, pokud je úchylna postiženého oka velká a omezení hybnosti výrazné, takže v žádném kompenzačním pohledu oči nedosáhnou paralelního postavení, aby mohla nastat fúze, nastává suprese a při trvalé fixaci jednoho oka může nastat až amblyopie. Druhý komplex nastává při mírnějších poruchách, kdy pomocí kompenzačního postavení hlavy se oči dostávají do souměrného postavení a je možný téměř normální vývoj jednoduchého binokulárního vidění jen s omezením zorného pole. [9] [11] [20]

Duanův restriční syndrom je zvláštní druh inkomitance, kde dochází k omezení až neschopnosti abdukce, omezení addukce, retrakce bulbu v addukci a někdy i stočení bulbu nahoru nebo dolů v addukci. Je to zapříčiněno anatomickou změnou zevního přímého svalu, jeho pouzdra a úponu, defektní nebo zcela chybějící funkce n. abducens a proto je inervace svalu patologicky nahrazována neurony n. oculomotorius. [9] [11] [20]

Získaný paralytický strabismus má mnoho různorodých příčin. Mezi nejčastější příčiny řadíme úrazy, nádory, tumory, poruchy krevního zásobování CNS, záněty, metabolické příčiny a intoxikace. U úrazů je nejčastěji zasažen n. abducens buďto útlakem nebo přímým nárazem nebo n. trochlearis při poranění orbity. Nádory mohou být příčinou motorické léze při intrakraniální lokalizaci nebo přímo v ocnici. Do poruch cévního zásobování řadíme aterosklerózu, hypertenzi, trombózy a jiné. Podobný mechanismus jako při cévních změnách mají parézy na podkladě diabetu. Obrny bývají pozdním příznakem diabetu a lze jen těžko rozeznat od hypertenze, která u diabetu bývá také. Kromě jednoduchých inkomitancí se vyskytují i obrny sdružené, které postihují celé skupiny svalů a označují se jako oftalmoplegie. [9] [11] [20]

Znaky paralytického strabismu můžeme rozdělit na objektivní a subjektivní. Do objektivních řadíme omezení pohyblivosti ve směru postiženého svalu nebo svalových skupin, na druhou stranu je pohyb volný. Primární úchylna je proměnlivá podle směru pohledu, ve směru akce postiženého oka se zvětšuje a opačným směrem se zmenšuje až se vyrovná. Sekundární úchylna zdravého oka je větší než primární, protože podle Heringova zákona se síla inervace pohybu řídí fixovaným okem. V tu chvíli je oslabený sval ten, co potřebuje silnější motorický impuls pro vyrovnávací pohyb. Jako poslední sem řadíme kompenzační postavení

hlavy, kterým pacient brání nepříjemné diplopii. Hlava je většinou natočena tak, aby se oči dostaly do paralelního postavení a tím byla umožněna fúze. Při postižení horizontálních svalů se hlava stáčí doprava či doleva a při postižení vertikálních svalů se sklání hlava k rameni, a přitom se může sklánět nebo zvedat brada. Mezi subjektivní příznaky řadíme diplopii, vyplývající z toho, že obraz pozorovaného objektu se promítá na jiné místo obou sítnic. Nastává většinou u získaného paralytického strabismu. [9] [11]

### **Komitantní heterotropie**

Komitantní heterotropie neboli dynamický strabismus je typ šilhání, při kterém není narušena hybnost očí, ale je vadná koordinace obou základních sfér zrakového orgánu, a to sensorická a motorická. Oči se pohybují volně, ale jejich vzájemné postavení je asymetrické ve všech směrech pohledu, což nesplňuje podmínku pro fyziologické binokulární vidění. Binokulární vidění může být přerušeno čtyřmi hlavními typy překážek: optickými, sensorickými, motorickými a centrálními. [9] [11]

Mezi optické patří všechny oční i extraokulární komplikace, které tvoří překážku ve tvorbě přesných retinálních obrazů. Do extraokulárních řadíme jakoukoliv zábranu ve vidění například v podobě ptózy, dlouhodobého obvazu nebo nevyhovující brýlové korekce a jiné. Do očních řadíme především refrakční vady, které se mohou negativně projevit dvojím způsobem: čistě opticky, neostrostí a zkreslením obrazu nebo rušivě na motorickou stránku akomodačně konvergentního mechanismu. Dále můžeme zařadit patologické afekce optických médií ať vrozené nebo časem získané. Původ může být zánětlivý, degenerativní, traumatický nebo vývojový. Rušivé okolnosti optického charakteru se mohou vyskytovat monokulárně i binokulárně v různých intenzitách. Při monokulárním výskytu dochází většinou k supresi vjemu z postiženého oka, které může vést k amblyopii a dále pak ke strabismu a u binokulárního výskytu v těžší formě vede k nystagmu a špatné fixaci. [9] [11]

Do sensorických řadíme jakékoliv rušivé vlivy v průběhu zrakové dráhy, organická léze sítnice nebo zrakového nervu, porucha s lokalizací ve vyšších oddílech zrakové dráhy a jiné. Podle okolností pak působí poruchu centrálního vidění nebo defekty zorného pole a mohou vést k disociaci binokulárního vidění nebo ke změně postavení očí. [11]

U motorických překážek rozlišujeme celkem tři kategorie, které mohou působit omezení hybnosti: statické, kinetické a neurogenní, všechny mohou být vrozené nebo získané. Ke statickým řadíme hlavně choroby postihující svaly, jako jsou různé defekty, anomálie a také

degenerativní léze, tumory, záněty, dále také vady týkající se bulbu a orbity. Oslabení svalového mechanismu vede nejdříve k heteroforii, a postupem času ke strabismu. Jako kinetické poruchy označujeme vztah mezi akomodací a konvergencí. A do poslední kategorie patří všechny afekce postihující motorickou dráhu od periferního zakončení až po kortikální centra. [9] [11]

Centrální poruchy bývají označovány jako nejdůležitější, jsou však nejméně prozkoumány. Jedná se o vyšší mozkové centra, které řídí senzorio-motorickou koordinaci zrakového ústrojí. Je několik možností, kdy se může projevit strabismus, a to, když je CNS od narození defektní a řízení binokulární soustavy je nedostatečné a chabé, dále může CNS sice pracovat správně, řídí binokulární mechanismus, ale problém je v jedné z výše uvedených kategorií, což pak vede k tomu, že řídicí schopnost může ochabnout a binokulární rovnováha se zhroutí anebo kombinací obou stavů. [9] [11]

Znaky stejně jako u inkomitantního strabismu můžeme rozdělit na objektivní a subjektivní. V objektivních posuzujeme pohyblivost očí, která je volná. Z toho plynou další dva znaky: primární úchylka se v různých směrech pohledu nemění a zůstává stejná. Sekundární úchylka je stejná jako primární, pokud původně fixující oko je skryto a fixaci převezme oko deviované. Do subjektivních znaků řadíme poruchu jednoduchého binokulárního vidění, které nemusí být vnímáno zrakovými obtížemi, ale může se projevit špatnou orientací tam, kde je nutná přesná stereopse a je prokazatelná jen na disociačních testech. [9] [11]

## 3.2 Heteroforie

Heteroforie zůstává pozorovateli skryta, protože je v různé míře kompenzována binokulárním viděním motorickou a senzorio-motorickou fúzí, proto se využívá termín latentní strabismus. Lze ji však zjistit u velkého počtu měřených osob. K tomuto účelu se využívají testy, které buď přerušují fúzi, disociují anebo obsahují asociované testovací komponenty. Naměřená heteroforie se proto v závislosti na metodě rozlišuje na disociovanou a asociovanou. Heteroforie vyžaduje korekci pouze v tom případě, že jsou přítomny symptomy, tzv. astenopické potíže nebo pokud je porucha vidění, v tom případě se jedná o symptomatickou heteroforii. [16] [17] [21]

Dekompenzovaná heteroforie představuje přechodnou formu ke strabismu, kdy je fúze dočasně nebo trvale pozastavena. Skutečnou příčinou heteroforie mohou být strukturální nebo polohové zvláštnosti, poruchy akomodace a vergenční paměti a také oční choroby. Mezi spouštěče příznaků patří řada faktorů zhoršujících fúzi, jako jsou nekorigované refrakční vady,

nadměrná zátěž do blízka, zhoršující se zdravotní stav, vedlejší účinky léků anebo ztráta zorného pole v důsledku onemocnění sítnice. [16] [17]

### 3.2.1 Klasifikace

Heteroforie lze klasifikovat podle směru odchylky, fixační vzdálenosti anebo podle toho, zda se jedná o kompenzovanou nebo dekompenzovanou heteroforie.

První způsob dělení je podle směru odchylky. Při disociaci může být odchylka v jakémkoliv směru nebo může být kombinací více směrů. Pokud zrakové osy konvergují, když jsou oči disociované jedná se o esofozii, když divergují jde o exofozii. Vertikální odchylka zrakových os při disociaci se nazývá hyperforie, kterou můžeme rozdělit na „hyperfozii pravého“ oka, pokud je pravé oko výše než levé oko a o „levou hyperfozii“ pokud je levé oko výše než pravé. Hyperfozii pravého oka můžeme také označit jako hypoforii levého oka. Pojem hypoforie se v praxi používá jen málokdy, proto se odchylky označují jako pravá a levá hyperforie. Když se oči při disociaci otáčejí kolem zrakových os jedná se o cyklofozii, která se dále dělí na incyklofozii, pokud se vrchol primárního vertikálního meridiánu se otáčí nasálně a excykloforie, pokud se otáčí temporálně. [16]

Druhý způsob klasifikace heteroforie je podle vzdálenosti fixace. Obvykle se jedná buď o vzdálenost 6 metrů, která se používá pro vyšetření pacienta na vidění do dálky, nebo o vzdálenost kterou pacient používá pro vidění do blízka, což je většinou 30-45 cm. Tyto forie na dálku a blízko se od sebe mohou lišit stupněm a směrem. Je důležité vyšetřit forie na vzdálenosti, které pacient používá a zjistit, zda jsou příznaky spojeny s viděním na některou z těchto vzdáleností. U dětských pacientů se většinou objevuje ortofozie do dálky a nízká exofozie na blízko, postupem času mezi 5.-10. rokem věku dochází k snižování exofozie a zvyšování esofozie- [16]

Duane navrhl metodu klasifikace strabismu na základě, zda jevergence větší pro vidění do dálky nebo do blízka. Modifikovaná verze byla použita i pro klasifikaci heteroforie. Tato metoda je užitečná při přiřazování symptomů pacienta ke skutečnému problému a při výběru nejvhodnější léčby. Esofozii rozdělujeme na esofozii s divergentní slabostí – obvykle se považuje za anomálii, stupeň vidění do dálky je větší než vidění do blízka, esofozii s nadměrnou konvergencí, vyšší stupeň vidění do blízka než do dálky a na esofozii základní, kdy se stupeň významně neliší s fixační vzdáleností. Exofozie se rozdělují na exofozii s konvergenční slabostí, kdy je vyšší stupeň na blízko než na dálku, na exofozii s nadměrnou konvergencí,

pokud je stupeň exoforie vyšší na dálku, tento typ se může klasifikovat také jako intermitentní heterotropie a na základní exoforii, kdy se neliší stupeň při různých fixačních vzdáleností. Konvergenční insuficience je neschopnost udržet dostatečnou konvergenci pro pohodlné vidění na blízko, často ale není doprovázena klinicky zjištěnou exoforií konvergenční slabostí. [16]

Třetí a klinicky nejdůležitější klasifikace je, zda se jedná o kompenzovanou nebo dekompenzovanou forii. Heteroforie se vyskytuje u většiny lidí, je považována za fyziologický stav, protože ve většině případů není škodlivá a nezpůsobuje příznaky. Za těchto okolností se označuje jako kompenzovaná. Pokud ale dojde k zatížení binokulárního vidění a příznaky se projeví, jde o dekompenzovanou heteroforie. K tomu dochází většinou v případech vývojových abnormalit v anatomickém, motorickém nebo sensorickém systému. Někdy však tyto abnormality nemusí způsobit forii, spouštěčem může být změna zrakových nebo celkových podmínek pacienta. Důležité při léčbě je odstranit co nejvíce dekompenzujících faktorů. [16]

Nedostatečně kompenzovaná heteroforie může vést k potížím, které označujeme jako astenopie. Projevuje se bolestmi hlavy, světloplachostí, bolestmi a pálením očí, nauzeami, nejasným viděním až diplopií. Většina příznaků vymizí, jakmile se heteroforie začne řešit. [16]

### **3.3 Vergenční poruchy**

#### **3.3.1 Základní esoforie**

Jedná se o stav, kdy je esoforie stejná na dálku i blízko, tonická vergence je vysoká a negativní fúzní vergence je snížena na obě vzdálenosti. Mezi příznaky při vidění do blízka patří bolest hlavy, únava očí, diplopie, ospalost, potíže se soustředěním. Do dálky je to rozmazané vidění a diplopie při řízení auta nebo sledování televize. Esoforie bývá často spojena s dalekozrakostí, což při korekci vede ke snížení velikosti eso odchylky do dálky i blízka díky normálnímu poměru akomodační konvergence a akomodace (AC/A). [16] [22]

Při testech na blízko i dálku budou nízké hodnoty negativní fúzní vergence (NFV). Testy prováděné s minusovými čočkami jako například u pozitivní relativní akomodace (PRA) a binokulární akomodační facility (BAF), hodnotí schopnost stimulovat akomodaci a kontrolovat binokulární vyrovnání pomocí NFV. Je důležité vyloučit závažnou etiologii, při základní esoforii většinou přetrvávají dlouhodobé obtíže, pacienti mají negativní anamnézu a neberou žádná farmaka, která by mohly ovlivnit akomodaci. Při náhlém nástupu esoforie jsou většinou přidruženy jiné zdravotní problémy nebo neurologické příznaky. [22]



U základní esoforie je důležité předepsat maximální plusovou korekci, pokud se předpokládá významný stupeň dalekozrakosti. Před stanovením předpisu je nejlepší provést cykloplegické vyšetření. Pokud symptomy přetrvávají může se předepsat prizma, které by mělo ulevit anebo začít zrakový trénink. [22]

### 3.3.2 Základní exoforie

Exoforie je stejná do dálky i na blízko, doprovázena nízkou tonickou vergencí, normálním AC/A poměrem a sníženou pozitivní fúzní vergencí na obě vzdálenosti. Příznaky jsou podobné jako u esoforie, bolest hlavy, únava očí, dvojité vidění, ospalost, pocit tahu kolem očí a potíže se soustředěním. Žádná refrakční vada není u exoforie významným etiologickým faktorem. [22]

Testy, prováděné binokulárně s plusovými čočkami jako je negativní relativní akomodace (NRA) a BAF, by měli vycházet lépe, díky vyrovnání pomocí pozitivní fúzní vergence (PFV). Používají se disociační metody testů, zakrývací testy a testy na fixační disparitu. [16]

Často bývá exoforie kompenzovaná jak do dálky, tak do blízka. Pokud se ale vyskytují symptomy, je nutné ji začít řešit. První varianta je zrakový trénink, který bývá účinnější než u esoforie. Trénink je velmi podobný jako u insuficience konvergence. Cílem je naučit se pocit sbíhavosti, pacient by měl dobrovolně konvergovat a divergovat na libovolnou vzdálenost, normalizovat PFV. Používá se Brockovo vlákno, tranaglyfy nebo vektogramy. Jako další je možnost předepsání prizmatické korekce. Pokud se jedná o vertikální chybu, prizma se předepisuje častěji než u horizontálních chyb, kde dochází ke zlepšení díky zrakovému tréninku. [22]

### 3.3.3 Insuficience konvergence

Jedná se o neschopnost dosáhnout nebo udržet přiměřenou binokulární konvergenci bez úsilí. Můžeme ji rozdělit na primární a sekundární. Mezi predisponující příčiny u primární nedostatečnosti patří velká mezipupilární vzdálenost, povolání, při kterém se využívá vidění do dálky nebo povolání, kde se využívá převážně vidění jedním okem. Mezi precipitující příčiny patří únava očí z dlouhodobé práce do blízka, špatné osvětlení, věk, léky a těhotenství. Sekundární nebo organická konvergence je uváděna v důsledků různých faktorů, jako je dopravní nehoda nebo neurologické onemocnění. Mezi další přidružené faktory patří refrakční vady, jako je nekorigovaná krátkozrakost, presbyopie, špatný zdravotní stav, defektní fúze a další. [9] [25]

Příznaky jsou bolest hlavy, obtíže při ostření, rozmazání textu, obtíže při čtení, občasná diplopie. Zraková ostrost do blízka může být zhoršena, pokud se jedná o akomodaci. Přidružené poruchy oční motoriky, jako je horní šikmá nedomykavost, mohou způsobit dekompenzaci a sníženou konvergenci do blízka. [9]

U primární konvergentní insuficience je běžné použití ortoptických cvičení, které bývají úspěšné. Intenzivní ortoptická léčba zahrnuje push-up metodu a skokovou konvergenci perem. Domácí cvičení zmírňuje příznaky a zlepšuje blízký bod konvergence. Rozsah pozitivní fúzní konvergence se zlepšuje pomocí hranolů s bází temporálně, synoptoforu, bodových karet a stereogramů s blízkou fixací. Pokud je konvergence velmi snížená a není možné použít zrakový trénink, lze k dosažení binokularity na bližší vzdálenost použít malý prizmatický hranol a poté lze ortoptická cvičení zahájit a jakmile se konvergence začne zlepšovat je možno hranol odstranit. Pokud je nedostatečná konvergence spojena s presbyopií mohou být brýlové čočky sníženy, aby poskytovaly prizmatický efekt nebo může být do předpisu začleněno malé prizma. [9]

### 3.3.4 Exces konvergence

Nadměrná konvergence je stav, kdy je esoforie na blízko, ortoforie nebo nízká esoforie na dálku, doprovázená vysokým AC/A poměrem a sníženými hodnotami negativní fúzní vergence. Patří mezi nejčastější poruchy binokulárního systému. Většina příznaků je spojena s prací na blízko, čtením, únavou očí, bolestmi hlavy, rozmazaným viděním, diplopií a problémem se soustředěním. Pacienti, kteří nemají symptomy se mohou vyhýbat práci do blízka, čtení, mají vysoký práh bolesti nebo okluzi jednoho oka. Exces konvergence může být spojen s dalekozrakostí, což je žádoucí, protože díky korekci dojde ke snížení velikosti esoforie do dálky i blízka. [22]

Léčba začíná jako u každé binokulární a akomodační dysfunkce správnou korekcí, je důležité předepsat maximální plusovou čočku, pokud je přítomna hypermetropie. Při řešení nadměrné konvergence spojené s vysokou tonickou vergencí by před předpisem mělo být provedeno cykloplegické vyšetření. Jako velmi účinné řešení je použití adice. Při předepisování se používá co nejnižší hodnota plus, která odstraní symptomy pacienta a normalizuje klinické testy. Pro výpočet adice se používá několik metod jako je analýza vztahu NRA/PRA, MEM retinoskopie nebo jiná retinoskopie do blízka za využití AC/A poměru a analýza fixační disparity. Dále je možno využít k léčbě prizma hlavně v případě vertikální odchylky. Nejúčinnější metoda pro určení velikosti prizmatu je vyšetření asociované forie, která lze změřit

pomoci jakékoliv pomůcky na zjištění fixační disparity. Poslední možností je zraková terapie, která se používá, pokud je vidění nekomfortní i po nasazení brýlí s korekcí. Využívá se Brockovo vlákno, tranaglyfy, vektogramy pro oddělený trénink konvergence a akomodace, pokud to pacient zvládá, přidají se polarizované filtry u vektogramů a červený a zelený filtr u tranaglyfů pro schopnost přecházet z konvergence do divergence. Konec terapie nastává, pokud je pacient schopen jednoduchého binokulárního vidění a symptomy odezněly, doporučuje se ale pokračovat v domácí terapii pro udržení JBV. [22]

### 3.3.5 Insuficience divergence

Insuficience divergence je stav, kdy je přítomna esoforie na dálku a mírnější esoforie do blízka nebo ortoforie, normální verze a snížená divergence do dálky. Tato porucha není tak častá, proto se jí nevěnuje tolik pozornosti. Do příznaků řadíme nevolnost, bolest hlavy, závratě, únavu očí s intermitentní diplopií, rozmazané vidění s potížemi zaostřit na dálku a vyšší citlivost na světlo. Důležitým rysem je komitantní charakter odchylky, což znamená, že verze je stejná ve všech polohách pohledu a není rozdíl ve velikosti fórie. Komitance je klíčovým rysem pro odlišení divergentní insuficience od závažnějších stavů. Dále je u insuficience divergence nízký AC/A poměr a negativní fúzní rezervy budou také nízké. [22]

Po vyloučení neurologických problémů, spočívá léčba v předepsání prismatické korekce nebo ve zrakovém tréninku. K zjištění velikosti prizmat lze použít techniku, kdy se hodnotí binokulární stav za disociovaných podmínek (například von Graefeho prizma) nebo použití analýzy fixační disparity. U zrakového tréninku se začíná nejdříve do blízka a postupně se zvyšuje vzdálenost. Cílem je zvýšit amplitudu negativních fúzí rezerv na dálku a zvýšit vergenční facilitu, aby pacient mohl provádět rychlou změnuvergence a akomodace bez diplopie. [22]

### 3.3.6 Exces divergence

Při excesu divergence je výrazně vyšší exoforie na dálku než do blízka. Většina pacientů postihující excesem jsou ženy ve středním věku. Příčiny jsou nejisté. Rozlišujeme skutečný a pseudo-exces divergence. Pokud při pseudo-excesu divergence necháme monokulární okluzi po dobu 30-45 minut, tak poté, se na střídavém zakrývacím testu změní odchylka na blízko a svými hodnotami se přiblíží k vyšší odchylce do dálky. Tato změna nastane díky zvýšení napětí fúze při konvergenci, a tím se odhalí základní exoforie. [11] [22] [24] [27]

Vyšetření excesu divergence se řídí běžným očním vyšetřením, pacienti většinou nemají žádné výrazné subjektivní potíže, občas se může vyskytovat krátkodobá diplopie. Nejčastěji

dochází k tomu, že přátelé a rodina pacienta si začnou všimnout divergence jednoho oka, to nastává při únavě, ostrém světle, nepozornosti, stresu, špatném zdravotním stavu a při popíjení alkoholu. Ke zjištění může dojít u zakrývacích testů na 6 metrů, důležitější pro diagnostiku je ale test na nekonečno při pohledu z okna, kdy se odchylka zvyšuje. Obvyklá refrakční vada u excesu je nízká hypermetropie nebo myopie. U fúzních rezerv při bázi nasálně do dálky jsou hodnoty vysoké oproti normě, což způsobuje rozbíhavé postavení očí a je to hlavním diagnostickým znakem. [11] [22] [24]

Odstranění příčiny dekompenzace není možné. Lze ale správnou korekcí krátkozrakosti odstranit rozmazané vidění do dálky, někdy může pomoci i minusová korekce do dálky a k zabránění nadměrné akomodace, pro konvergenci do blízka mohou být nezbytné bifokální brýle. Minusová korekce není dlouhodobé řešení. Sluneční brýle nebo tónovací čočky na předpis mohou někdy pomoci kompenzaci. Nejvhodnější forma léčby je zrakový trénink, léčí se suprese, rozvíjí se konvergentní fúzní rezervy, akomodace. [11] [22] [24]

## 4 Vyšetření heteroforie

K prokázání heteroforie se používá řada testů, rozdělujeme je na testy se separací nebo disociací. Disociační skupinu testů můžeme dále dělit na testy bez fúzního podnětu, kde oči nefixují žádný společný centrální fúzní podnět a získáváme tím informace o disociované heteroforii nebo na testy s centrálním fúzním podnětem, kde je přítomna fúze a zjistíme tím asociovanou forii. Testy se provádí na dálku i na blízko. [15] [22] [27]

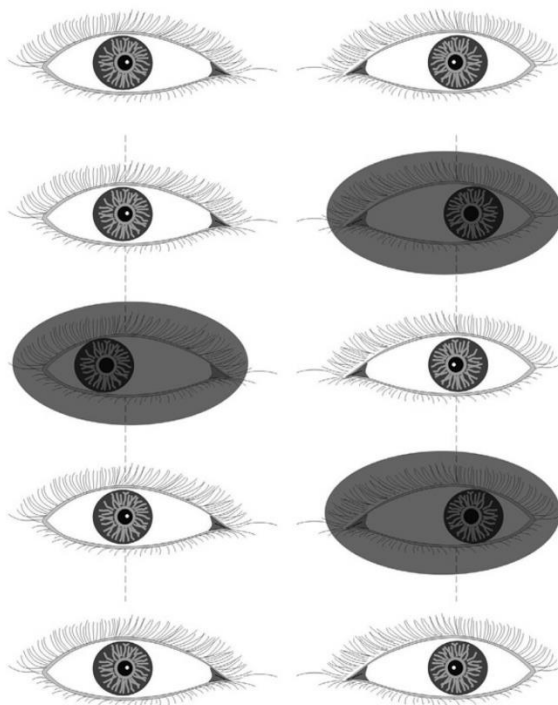
### Zakrývací testy

Jedná se o objektivní test, který posuzuje lékař nebo optometrista, na zjištění přítomnosti forie nebo tropie. Skládá se ze zakrývání a odkývání každého oka, zatímco druhé oko fixuje vzdálený nebo blízký předmět. [15] [16] [22] [27]

U základního zakrývacího testu (Cover-uncover) se zakrývá nejprve jedno oko a pozoruje se druhé, jakýkoliv pohyb znamená, že oko bylo vychýleno (strabismus) a muselo se pohnout, aby zaujalo fixaci. Když se odkryje, lékař sleduje oko, které bylo fixováno, pokud zakryté oko vykoná pohyb, znamená, že pod krytkou ztratilo fixaci, a pohled se obnoví až v tu chvíli kdy je odkryté. Je důležité, aby oko bylo zcela zakryté, zejména před jasným světlem v periférii, které by mohlo u některých pacientů stimulovat abnormální pohyby díky průniku světla. Tento test se provádí do dálky, tak i na pracovní vzdálenost a vždy se oko zakryje jen na 1-2 sekundy, aby bylo možné pozorovat reakci na momentální disociaci. Pokud se zkouška zakrytí zbytečně opakuje odchylka se zvětšuje a může přerůst na strabismus. [15] [16] [22] [27]

Účinek opakovaného a delšího zakrytí lze pozorovat pomocí metody střídavého zakrývacího testu (Cross-cover). Ten se používá na zjištění heteroforie. Oči jsou v paralelním postavení, zakrytím jednoho z nich, může docházet k vychýlení do heteroforické polohy za krytkou, po sejmutí oko provede zpětný pohyb. V nejjednodušším případě bude oko, které není zakryté pokračovat ve fixaci bez jakýchkoliv pohybů, ať je druhé oko zakryté nebo ne. Po odstranění krytky lze pozorovat pohyb obou očí u vyšších stupňů heteroforie. Je patrné, že obě oči provádí verzní pohyb stejným směrem o velikosti přibližně poloviny celkové odchylky. Verzní pohyb je relativně rychlý a následuje po něm pomalejší změna vergence o podobné velikosti. U oka, které bylo zakryto bude druhá část pohybu probíhat ve stejném směru, ale u odkrytého oka bude druhý pohyb návratem do fixační polohy. V případě heteroforie jsou pohyby obvykle stejně velké, ať už se jedná o zakrytí levého nebo pravého oka, v některých případech se to ale může lišit například u nekorigovaných anizometropů. Zakrývací test u

heteroforie pomáhá tím, že poskytuje informace o směru odchylky, stupni odchylky a kompenzaci, zda je vyrovnávací pohyb plynulý a rychlý. [15] [16] [22] [26]



Obrázek 4-1 : Střídavý zakrývací test (Cross-cover) s odhalením exoforie. [13]

## 4.1 Disociace

Disociační testy mohou používat více možností disociace obrazu. První je za pomoci Maddoxova cylindru, který je čirý nebo červený, předkládá se před dominantní oko a vyšetřujeme na Maddoxovo kříži. Druhá možnost je anaglyfní disociace pomocí barevných filtrů, tuto metodu používáme na Schoberově nebo Mallettově testu. Třetí možnost je disociace pomocí von Graefeho prizma na Howellově testu nebo řadě či sloupci znaků. Čtvrtá disociace je pomocí polarizace, která může být kruhová nebo lineární, využívaná na K-testu nebo Mallettově testu a poslední možností je rýhování, což jsou Bagoliniho skla, které lze skombinovat s bodovým zdrojem světla pro vyšetření heteroforie. [15] [16] [22] [27] [28]

### 4.1.1 Disociační testy bez fúzního podnětu

#### 4.1.1.1 Maddoxova metoda

Jedná se o subjektivní test, ke kterému se využívá Maddoxův cylindr, ten může být čirý nebo červený. Skládá se z řady paralelních vysoce lomivostních plankonvexních válců, které převádějí bodový zdroj světla na čáru viděnou kolmo k ose válců. Maddoxovy čočky mohou

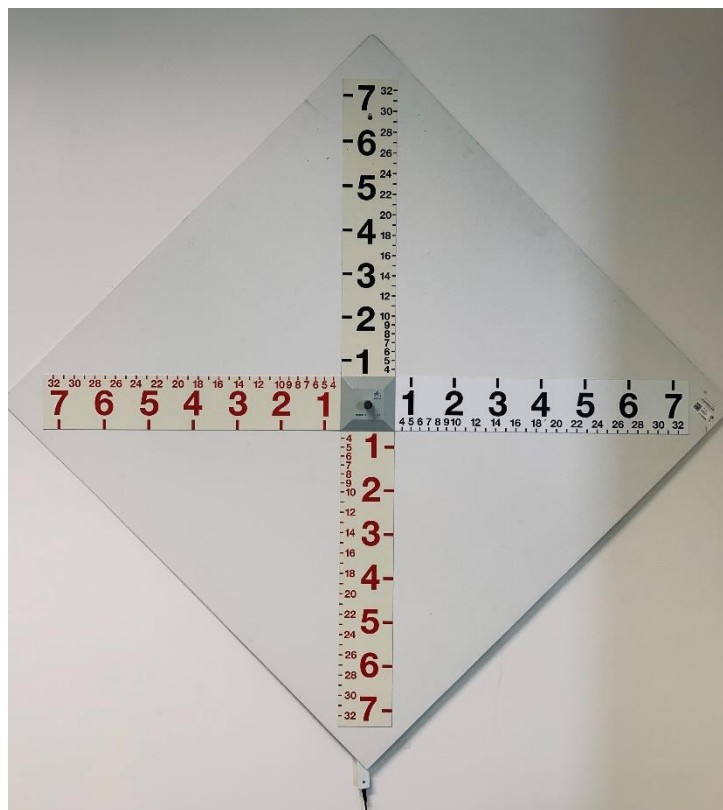
mít také podobu Maddoxova ručního rámečku nebo Fracshettiho rámečku. Zkouška se provádí s brýlemi i bez, na vzdálenost 40 cm, 1 m a 6 m s fixací oběma očima. Pacient subjektivně může posoudit velikost odchylky podle tangenciální stupnice (Thoringtonův test nebo Maddoxův kříž) nebo podle velikosti předkládaného prizma. Číré tyčinky mohou být vhodnější než barevné, které by mohly ovlivnit akomodaci, ale také mohou být pro pacienta nepříjemné z důvodu netlumení bodového zdroje světla. [22] [27]

### Horizontální odchylka

Pacient fixuje bodový zdroj světla držený ve výši očí. Cylinder se umístí před nefixující oko a otáčí se tak, aby vznikla svislá čára. Pacient je požadován, aby uvedl, kde se čára nachází vzhledem ke světlu. Pokud čára prochází světlem, nedochází k horizontální odchylce. Oči jsou disociovány, protože podnět k fúzi byl odstraněn, protože očím jsou předkládány nepodobné obrazy. Pokud je čára viděna na jednu stranu od světla, je přítomna horizontální odchylka a čára je posunuta podle přítomné odchylky. K nepřekříženému posunu dochází u eso-odchylek a ke zkříženému posunu u exo-odchylek. Za účelem korekce posunu se před cylinder umísťují prizmatické čočky s rostoucí silou, dokud pacient neprohlásí, že čára prochází světlem. [22] [27]

### Vertikální odchylka

Maddoxův cylinder se natočí tak, aby vznikl obraz vodorovné čáry, a po pacientovi je požadováno, aby uvedl polohu čáry vzhledem ke světlu. Pokud čára prochází světlem, nedochází k vertikální odchylce. Pokud je čára nad světlem, jedná se o hypo-odchylku, a pokud je pod světlem, jedná se o hyper-odchylku oka na kterém je umístěn cylinder. Také se používají ke korekci prizmatické čočky s rostoucí silou. [9] [16] [22] [27]



Obrázek 4-2 :: Maddoxův kříž, velká čísla slouží pro hodnocení forie na dálku a menší čísla do blízka.  
[Vlastní zpracování]

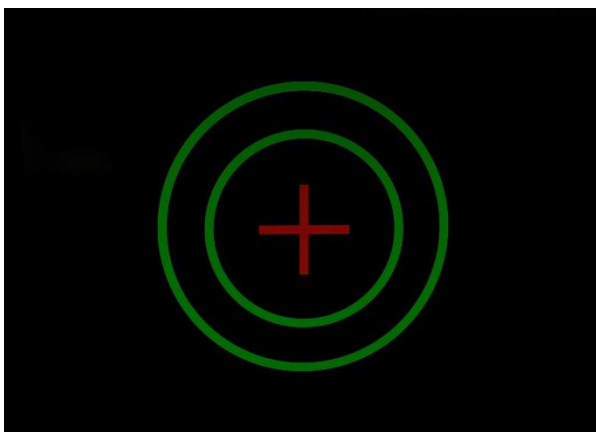
### Maddoxovo křídlo

Jedná se o subjektivní test používaný k měření úhlu deviace u heteroforie nebo malých heterotropií. Přístroj se skládá z kovové destičky s vodorovnou řadou bílých čísel odstupňovaných zprava doleva a bílé šipky, svislou řadu čísel odstupňovaných shora dolů a červené šipky. Křídlo je umístěno ve vzdálenosti 40 cm před pacientem a je podepřeno přepážkou a rukojetí, která jej spojuje s očními částmi. Přepážka je uzpůsobena tak aby pacient viděl pravým okem šipku a levým okem čísla. Test se provádí s brýlemi i bez nich a po pacientovi je požadováno, aby uvedl, na které číslo ukazuje bílá šipka, pokud ukazuje na sudé číslo, jedná se o divergentní odchylku a liché číslo poukazuje na eso-odchylku. Velikost odchylky odpovídá v prizmatických dioptriích číslu na křídle. U vertikálních odchylek pacient pozoruje červenou šipku a opět uvede číslo na které šipka poukazuje. Nevýhodou u tohoto testu je pevně stanovená vzdálenost, která nelze ovlivnit. [9] [16] [22] [27]



#### 4.1.1.2 Schoberův test

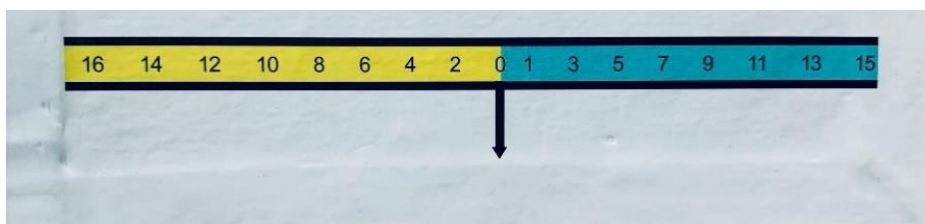
Velmi jednoduchý a rychlý test používaný pro přibližný odhad heteroforie. Na černém podkladě jsou dvě zelené kružnice a uprostřed je červený kříž. Před oči se vkládají barevné filtry, červený před pravé oko, které vidí červený kříž a zelený před levé oko, které vidí zelené kruhy. Vyšetřuje se na vzdálenost 6 m a vzdálenost od první kružnice k druhé je přibližně jedna prizmatická dioptrie. Pokud pacient vidí kříž uprostřed jedná se o ortoforie, jeli kříž nalevo jde o exoforii, napravo esofoirii, dolů hypoforii a nahoru hyperforii pravého oka. Postupným předkládáním prizmatických čoček se snažíme dostat kříž zpět do středu. Výsledná předkládaná prizmatická čočka odpovídá velikosti odchyly. [28]



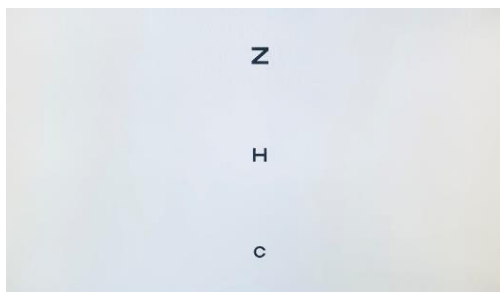
Obrázek 4-3 :Schoberův test (vlevo) a zkušební obruba s červeným a zeleným filtrem (vpravo).

#### 4.1.1.3 Von Graefe

Při této technice se k disociaci používá hranol, který je příliš velký na to, aby se dal pozorovaný obraz spojit a jeho osa je kolmá na směr, který se má měřit. Pro měření horizontální forie se před dominantní oko umístí hranol o velikosti 6 prizmatických dioptrií bází nahoru nebo dolů, což způsobí to, že pozorovaný objekt se stane vertikálně diplopickým. Poté se před oko předkládají prizmatické čočky od nejslabších po silnější, dokud se obrazy vertikálně nevyrovnejší, velikost prizmatické dioptrie po vyrovnání odpovídá velikosti horizontální forie. Stejně můžeme vyšetřit i vertikální forii s hranolem o síle 12 prizmatických dioptrií bází nasádně, kdy se předmět stane horizontálně diplopickým. Test lze vyšetřovat na dálku ale i blízko. K hodnocení se může využít Howellův test nebo na optotypu zvolit řádek či sloupec, podle toho, jakou odchyly zrovna vyšetřujeme. [15] [16]



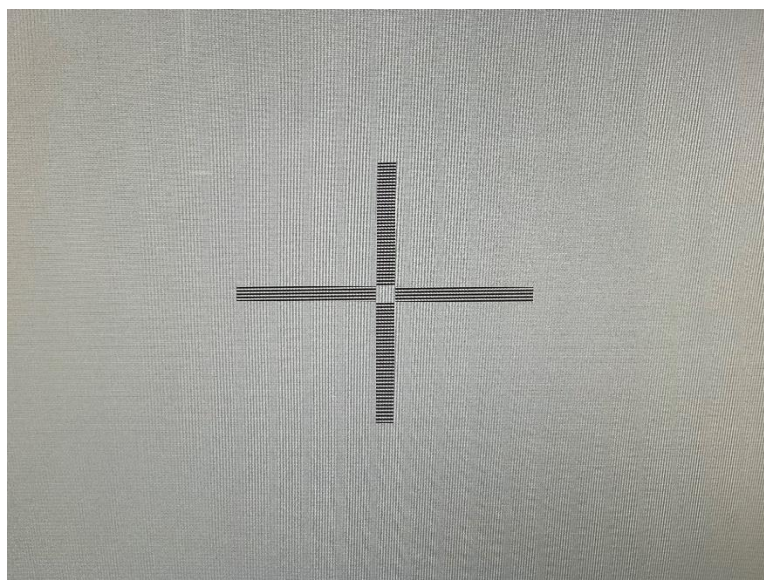
Obrázek 4-4 : Howellův test do blízka na čtecí kartě. [Vlastní zpracování]



Obrázek 4-5 : Svislý řádek na optotypu (vlevo) a vodorovný řádek na optotypu (vpravo). [Vlastní zpracování]

#### 4.1.1.4 K-test

Slouží k vyšetření motorických složek BV ve vertikálním a horizontálním směru. Pacient se dívá přes lineární polarizaci na kříž, kde každé dvě ramena vidí jedním okem. Pacienta se ptáme, zda ramena tvoří kříž a pokud jsou posunuta na některou ze stran, snažíme se pomocí prizmat vrátit do polohy kříže. Provádíme na dálku i blízko. [16] [28]



Obrázek 4-6 : K – test bez fúzního podnětu. [Vlastní zpracování]

#### 4.1.1.5 Bagoliniho skla

Nejméně disociovaný test, který zkoumá přítomnost sítnicové korespondence. Každé sklo je vyrobeno z obyčejného skla, které jsou rýhovaná na pravém oku v ose 135° a na levém oku v 45°. Bodové světlo skrz sklo vytváří čárový obraz viděný kolmo na rýhování na skle. Pacient je dotázán kolik čar a bodových světel vidí a jaký tvary čáry tvoří. Jedno bodové světlo se dvěma liniovými obrazy tvořící kříž přes střed světla znamená normální retinální korespondenci. Mezera v jedné z čar kolem světla znamená potlačení skotom. Dvě světla s posunutými dvěma čarami ukazují zjevnou odchylku s diplopií. Jedno světlo s jednou čarou značí supresi. [28] [29]



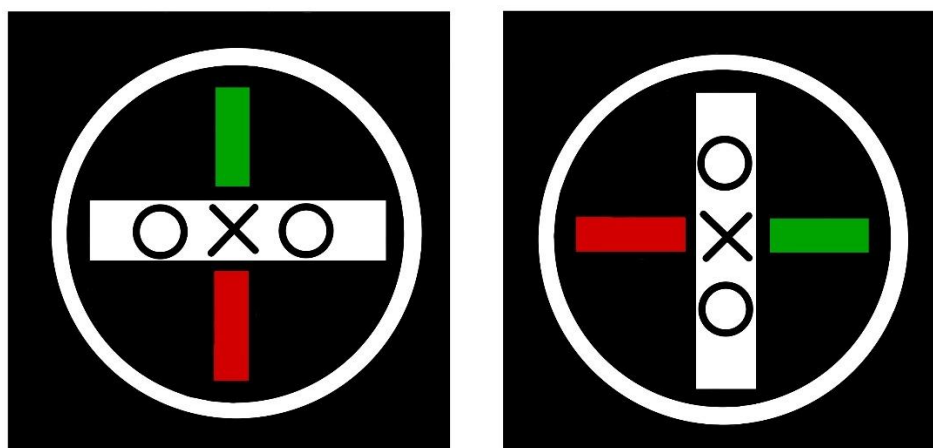
Obrázek 4-7 : Bagoliniho skla. [Vlastní zpracování]

### 4.1.2 Disociační testy s fúzním podnětem

#### 4.1.2.1 Mallettův test fixační disparity

Tento test vyšetřuje fixační disparitu, která se s největší pravděpodobností vyskytuje u dekompenzované heteroforie. Přístroj se používá na dálku, ale také je vyšetřovací jednotka do blízka. K dispozici je centrální fixační terč s nápisem OXO, viditelný oběma očima a dva monokulární markery (proužky) v řadě s X viditelné každým okem. Disociace monokulárních značek se dosáhne pomocí lineárně polarizovaných filtrů nebo pomocí barevných filtrů, pokud se jedná o anaglyfní formu Mallettova testu s proužky v červené a zelené barvě. Při fixační disparitě se obrazy na sítnici lehce posunou, protože na druhé sítnici ve stejném místě není žádný odpovídající obraz, monokulární značky jsou viděny ve směru souvisejícím se

stimulovanou oblastí sítnice, zatímco binokulární obraz OXO je viděn centrálně. Monokulární značky se proto mohou jevit pacientovi posunuté z jejich zarovnání s X, během testu musíme upozornit pacienta, aby se stále díval na X. Kromě terče s vertikálními noniusovými proužky pro detekci horizontální fixační disparity má jednotka podobný terč otočený o 90° pro detekci vertikální disparity. Cykloforie je indikována nakloněním noniusova proužku, pokud k tomu dojde v přítomnosti vysokého astigmatismu na šikmé ose, měl by být test opakován s terčem otočeným tak, aby proužky svíraly pravý úhel s původní orientací. Opačný náklon potvrzuje že efekt je způsoben astigmatickým zkreslením, zatímco náklon ve stejném směru potvrzuje cykloforii. Na Mallettově jednotce není stupnice pro odhad velikosti odchylky, ale lze to zjistit na základě předkládaných prizmatických čoček pro neutralizaci fixační disparity a obnovení monokulárního úhlu pohledu. [27]



Obrázek 4-8 : Anaglyfní Mallettův test pro horizontální forii (vlevo) a pro vertikální forii (vpravo).  
[Vlastní zpracování]

## 5 Řešení heteroforie

Pro léčbu heteroforie jsou dva důvody. Zaprvé zmírnění příznaků a zadruhé léčba heteroforického onemocnění, aby se zabránilo rozpadu na strabismus, jelikož léčba strabismu je náročnější a pokud se neléčí, může vést k vážným problémům, jako je diplopie a amblyopie. Při léčbě a korekci šilhání je důležitá obnova a stabilizace jednoduchého binokulárního vidění, proto je nezbytné pacienty vyšetřovat na JBV, protože jeho přítomnost nebo nepřítomnost ovlivňuje typ léčby. [16] [30]

V mnoha případech je dekompenzovaná heteroforie a binokulární nestabilita kompenzovaná refrakční korekcí, proto je nezbytně nutné, aby pacient měl plnou správnou korekci. Na základě správné korekce může dojít ke zlepšení binokulárního vidění ve vztahu akomodace a konvergence. Obecně platí, že pokud je zjištěna výrazná esoforie, měl by optometrista pečlivě vyšetřit hypermetropii. Pokud narazíme na výraznou esofozii u mladého člověka je potřebné cykloplegické vyšetření. Při dekompenzované exoforii a krátkozrakosti může být korekce lehce zvýšená oproti té správné, pokud je amplituda akomodace pacienta dostatečná, antikorekce se pak postupně po dobu několika měsíců snižuje tak, aby pacientovy fúzní rezervy byly co největší a kompenzovaly co největší část odchylky. [16]

V případě rozostření na jednom nebo obou očích dojde také ke zhoršenému binokulárnímu vidění. Je nutné dbát na to, aby se zjistila přesná astigmatická korekce, zvláště u vysokého astigmatismu. [16]

Poslední důvod je anizometropie, která způsobuje rozdíly ve velikosti obrazů a tím binokulární nestabilitu. Je třeba zkontrolovat, zda rozdíly v refrakci způsobují problémy a musí se tomu věnovat větší pozornost. Refrakce musí být správně vyvážena, buď to retinoskopickou metodou nebo subjektivně. Pokud ovšem jen správná refrakce nepomůže ke kompenzaci heteroforie můžeme použít jednu z metod popsanou níže. [16]

### 5.1 Zrakový trénink

Cvičení můžeme rozdělit do 3 kategorií: rozvoj fúzních rezerv a relativní akomodace, cvičení, které trénují akomodaci a konvergenci v jejich obvyklé podobě vztahu a cvičení pro léčbu centrálního útlumu. [11] [14] [16]

#### **Rozvoj fúzních rezerv a relativní akomodace**

U esofozii se snažíme rozvíjet divergentní rezervy a/nebo negativní relativní akomodaci, naopak u exoforie rozvíjíme konvergentní rezervy a/nebo negativní relativní akomodaci. Cílem

u tohoto cvičení je uplatnit fúzní rezervy při zachování nezměněné akomodace nebo naopak vyvolat změny akomodace při zachování fixnívergence. Někdy se uplatní obě funkce, ale jedna se mění více než druhá. [11] [14] [16]

### **Cvičení, které trénuje konvergenci a akomodaci**

Cvičení s tužkou (push-up) se používá většinou u exoforických pacientů a u konvergenční nedostatečnosti již mnoho let. Pacient je požádán, aby se díval na tužku umístěnou ve vzdálenosti přibližně 40 až 50 cm nebo dále, než má blízký bod konvergence. Poté ji posouváme směrem k očím, dokud se nerozdvojí nebo dokud kontrolující osoba (lékař, optometrista, rodič) neuvidí, že jedno oko přestane konvergovat. Pacient je vyzván, aby se soustředil a snažil udržet pohled na tužku. [11] [14] [16]

K cvičení na rychlý a plynulý pohled z blízka do dálky je potřebný malý, detailní terčík, na který bude pacient fixovat do blízka a vzdálený objekt na který bude fixovat do dálky. Pacient posouvá terčík co nejbližší dokud se nerozostří, nerozdvojí nebo se jedno oko ztratí fixaci (pozoruje lékař nebo rodič). Při pohledu na blízký předmět uvolňuje akomodaci a při pozorování vzdáleného předmětu uvolňuje konvergenci. Pacient střídá dálku a blízko vždy potom co je předmět ostrý a jasný, tento cyklus opakuje co nejrychleji. [11] [14] [16]

## **5.2 Využití prizmat**

Prizmatická korekce slouží k léčbě binokulárních anomálií. Prizma lze ale využít i při ortoptických cvičení, k diagnostice zjištění přítomnosti fúze nebo k měření velikosti odchylky očí. Prizmatická korekce slouží k odstranění astenopických potíží, k zmírnění či odstranění diplopie u paralytického strabismu nebo dopomáhá k jednoduchému binokulárnímu vidění, kdy pacient nedokáže sám překonat fúzi.

Prizmatická korekce se používá, pokud je zrakový trénink nevhodný z důvodu vyššího věku, špatného zdravotního stavu nebo nedostatku motivace a času. Nebo pokud se stav ani po zrakovém tréninku nezlepší. [11] [14] [16] [29]

U některých heteroforických stavů je nepravděpodobné, že by reagovaly na ortoptická cvičení, například u hypoforie je obvyklé dávat úlevové prizma. Velikost hranolu, který je předepsán se liší podle toho, o jakou úchylku jde, u hypoforií se většinou používá  $\frac{3}{4}$  síly, u smíšených úchylek nejprve korigujeme vertikální chybu a tou se často vykompenzuje i horizontální chyba. Korekce prizmaty nutí oči do trvalého konvergentního (u esoforie) nebo divergentního (u exoforie) postavení, které se po čase může fixovat a vést k manifestnímu

strabismu. Často se předepisuje prizma na základě naměřené asociované forie. Prizma lze také určit pomocí předložení nejslabšího prizma, které vyvolá rychlý a plynulý verzní pohyb při zakrývací zkoušce. [11] [14] [16]

### 5.3 Adice a antikorekce

Pro předepsání minusových nebo plusových čoček se bere v úvahu několik kritérií. Hlavní nález je AC/A poměr, podle kterého se usuzuje, zda tato metoda bude účinná. Pokud je AC/A poměr vyšší, bude použití přidaných čoček obecně účinným přístupem, vysoký AC/A poměr naznačuje že i malým přidáním lze dosáhnout velmi velké změny v JBV. Naopak při nízkém AC/A poměru bude požadovaný účinek malý. Při normálním AC/A poměru se berou v úvahu i jiná kritéria jako je negativní/pozitivní relativní akomodace, amplituda akomodace nebo heteroforie. Nejčastějším příkladem účinku přidané korekce, lze vidět na pacientech, kteří nemají žádnou refrakční vadu, ale díky nadměrné konvergenci se zvýší velikost esoforie na blízko. Pokud jsou klinické údaje odlišné, nemuselo by to vést k vyřešení pacientových potíží. Při předepisování adice, je téměř vždy vhodnější bifokální předpis, pro snazší použití v běžném životě. Antikorekce se používá při vysoké exoforii nebo exotropii, minusové čočky pomáhají snížit úhel deviace pomocí doprovodné konvergence. Předepisují se jako cvičné čočky, které se používají při aktivním zrakovém cvičení anebo pro běžné nošení. [9] [22]

### 5.4 Okluze a penalizace

Okluze se používá nejen při léčbě strabismu, ale také při stavech spojených s ním jako je amblyopie, suprese, excentrická fixace a anomální retinální korespondence. Existují i případy, kdy je vhodná při léčbě pacientů s heteroforií. Okluze se používá, pokud je heteroforie spojena s anizotropickou amblyopií, u této amblyopie je důležitá délka používání. [16] [22]

## 6 Experimentální část

V experimentální části své bakalářské práce se budu věnovat výměně disociátoru před pravým a levým okem. V běžné optometristické praxi se disociátor předkládá pouze před jedno oko, většinou se vybírá oko pravé nebo dominantní.

Pro disociovanou forii, jsem zvolila Schoberův test do dálky, s použitím červeného a zeleného filtru, dále Maddoxův test, do dálky přes bodový zdroj světla a do blízka pomocí jednotky s předložením čírého Maddoxova cylindru. A pro asociovanou forii jsem zvolila test fixační disparity na optotypu s kruhovou polarizací a na blízko pomocí jednotky NV-100, u které jsem předkládala filtry využívající lineární polarizaci.

### 6.1 Cíl

Cílem mé práce je porovnání výsledků naměřené heteroforie a asociované forie na vybraných testech na dálku i blízko při výměně disociátoru před pravým a levým okem. Z každého testu budu mít tudíž vždy dvě hodnoty velikosti prizmatu, které budu mezi sebou porovnávat, zda výměna disociátoru ovlivnila výsledky měření. Také vytvořím vhodný protokol (Příloha A) pro zápis naměřených dat a postup měření.

### 6.2 Předpoklady

V rámci mé praktické části v bakalářské práci, jsem vytvořila 3 předpoklady (P), kterých chci v rámci analýzy výsledků dosáhnout.

P1: Umístění disociátoru ovlivní výsledek disociované heteroforie

P2: Umístění disociátoru ovlivní výsledek asociované forie

P3: Velikost naměřené heteroforie, pokud je Maddoxův cylinder umístěn před dominantním okem, je vyšší, než pokud je Maddoxův cylinder umístěn před nedominantním okem

### 6.3 Metodika

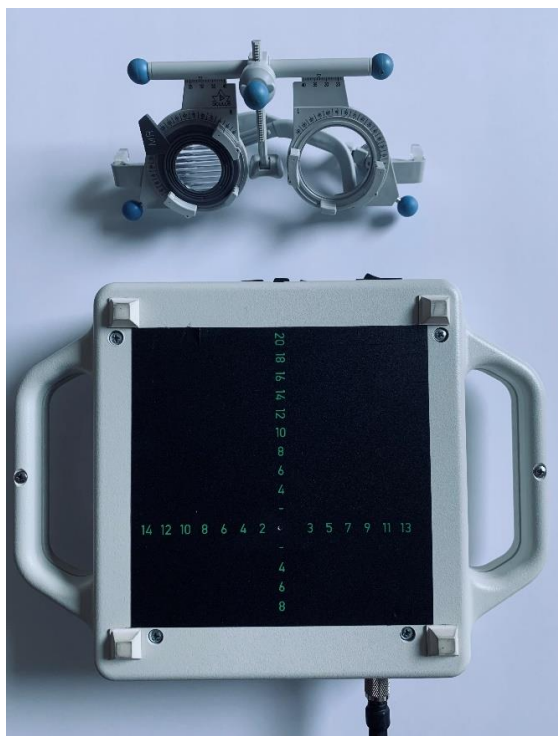
Vyšetření k experimentální části mé bakalářské práce probíhalo na Fakultě biomedicínského inženýrství na Kladně. K vyšetření jsem použila manuální fokometr značky Rodenstock typ ML 100, autorefraktometru značky Topcon TRK-2P, LCD optotyp Topcon CC-100XP, zkušební obrubu Oculus, brýlovou zkušební skříň, jednotku do blízka značky Oculus a jednotku do blízka NV-100, čtecí test do blízka a sadu prizmatických brýlových čoček. Zjišťování výsledků probíhalo za optimálních světelných podmínek (895 lx), jen u Maddoxova



testu občas docházelo ke snížení intenzity pro lepší určení polohy disociovaného světelného zdroje.

Před začátkem každého vyšetření jsem zjistila anamnézu, zaměřila jsem se na to, zda v dětství proband nosil okluzor, podstupoval zrakový trénink či používal prizmatickou korekci v brýlích nebo jestli má nyní obtíže při delší práci do blízka. Následovala objektivní refrakce, kterou jsem prováděla na autokeratorefraktometru značky Topcon TRK-2P. Po určení objektivní refrakce, jsem zahájila subjektivní refrakci na optotypu Topcon CC-100XP. Po zjištění nejlepší sféry jsem zkontrolovala a vykorigovala astigmatismus pomocí Jacksonova zkříženého cylindru na bodovém testu. Naměřenou refrakci jsem ověřila přes binokulární vyvážení na polarizovaném třířádkovém testu a případně upravila. Jako další jsem zařadila zakrývací testy do dálky i do blízka, prováděla jsem cross-cover a cover-uncover testu. Testy jsem prováděla vždy s nasazenou obrubou. Dále jsem zkontrolovala fúzi pomocí Worthova testu, kdy jsem se dotazovala na to, kolik proband vidí znaků a jakou barvu má dolní znak na případnou dominanci. Zjistila jsem také senzoricou dominanci pomocí „hole in the card“ testu. První polovinu vyšetření jsem zakončila vyšetřením blízkého bodu konvergence a akomodace.

V druhé polovině vyšetření jsem se zaměřila na disociovanou a asociovanou forii. Jako první jsem provedla Schoberův test nejdříve s červeným filtrem na pravém oku a zeleným filtrem na levém oku, poté jsem filtry vyměnila. Dále jsem zařadila Maddoxův test, který jsem prováděla na dálku pomocí svítilny (LED diody) na optotypu a na blízko pomocí jednotky do blízka značky Oculus. Opět jsem začala s Maddoxovým cylindrem před pravým okem, nejdříve na horizontální forii a poté na vertikální forii. Přesný postup testu je popsán v (4.1.1) kapitole o testech bez fúzního podnětu.



Obrázek 6-1 : Jednotka do blízka Oculus a zkušební obruba s čířým Maddoxovým cylindrem.  
[Vlastní zpracování]

Na závěr jsem provedla test na asociovanou forii, do dálky jsem použila test fixační disparity na optotypu Topcon, předkládala jsem předsádky s kruhově polarizovanými filtry, zkontrolovala jsem horizontální a vertikální forii a poté jsem filtry proměnila a znovu zkontrolovala. Do blízka jsem použila jednotku NV-100, při které jsem použila lineární polarizaci, kterou jsem opět protočila po zkontrolování horizontální i vertikální forie. V případě potřeby vložení prizma u disociované i asociované forie jsem vždy vykorigovala pomocí sady prizmatických čoček a výsledky zapsala do svého protokolu.



Obrázek 6-2 : Test fixační disparity pro zjištění horizontální (vpravo) a vertikální (vlevo) asociované forie. [Vlastní zpracování]

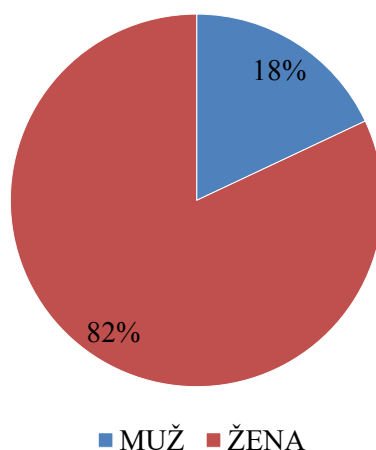


Obrázek 6-3 : : Jednotka do blízka NV-100 pro vyšetření Horizontální a vertikální asociované forie se zkušebnímu obrubou a lineárními polarizovanými předsádky. [Vlastní zpracování]

## 6.4 Výsledky

### 6.4.1 Vyšetřované osoby

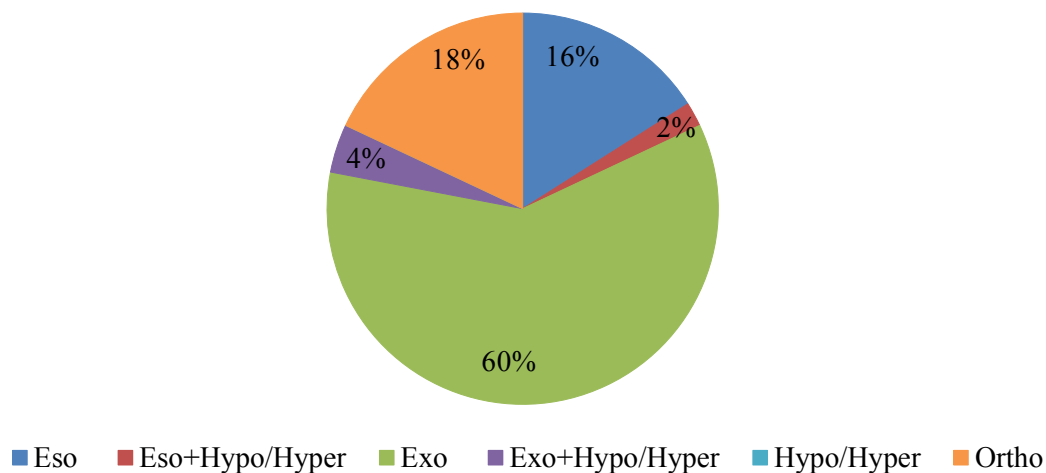
Do studie bylo zahrnuto celkem 50 osob, z toho bylo 41 žen a 9 mužů ve věkovém rozmezí od 20 do 50 let (průměr 27 let). Probandi museli splňovat dvě základní podmínky, a to visus minimálně 1,5 a přítomné jednoduché binokulární vidění. U každého vyšetřovaného se minimálně na jednom testu potvrdila horizontální nebo vertikální odchylka.



Obrázek 6-4 : Zastoupení vyšetřených žen a mužů. [Vlastní zpracování]

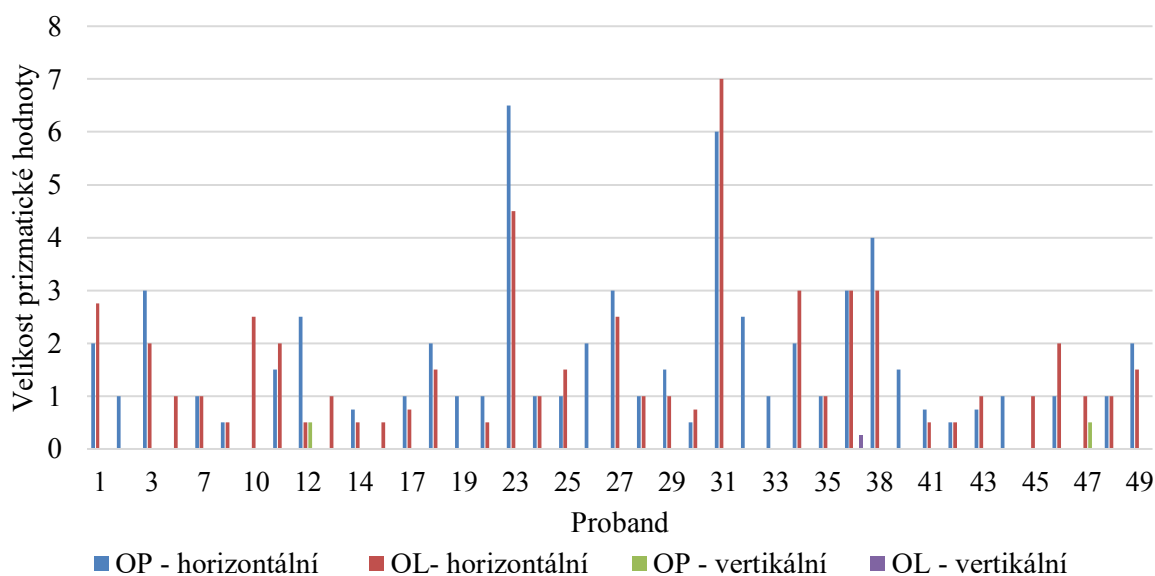
### 6.4.2 Schoberův test

Z 50 naměřených osob se pouze u 9 probandů nevyskytla na Schoberově testu horizontální ani vertikální odchylka. U 3 osob se vyskytla kombinovaná odchylka a u zbylých 38 probandů byla buď esoforie nebo exoforie.



Obrázek 6-5 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie. [Vlastní zpracování]

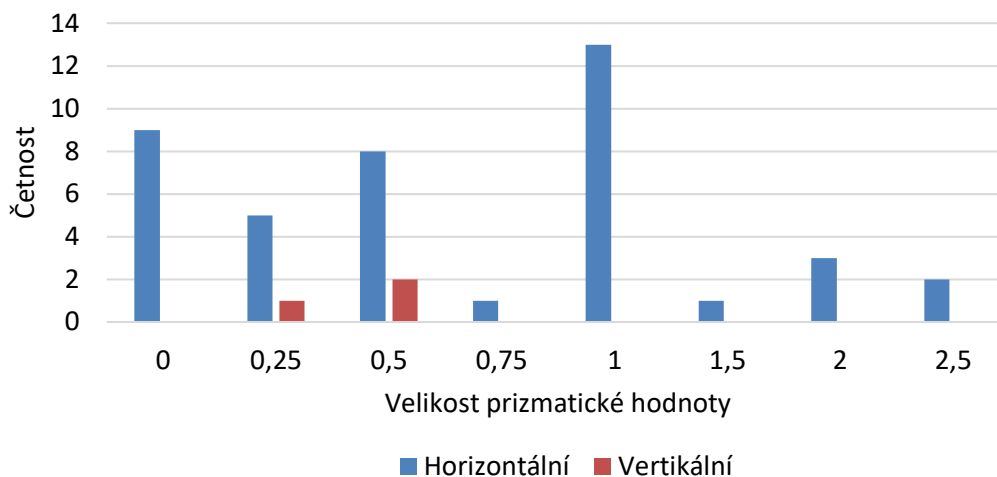
U každého z probandů byl nejprve vložen červený filtr před pravé oko a zelený před to levé. Pokud byla potřeba prizmatické korekce pro zarovnání červeného kříže na střed, prizma bylo vloženo před oko s červeným filtrem, to stejné i po prohození filtrů. V následujícím obrázku 6-6 lze vidět rozdíl mezi první a druhou variantou pro horizontální i vertikální forii do dálky.



Obrázek 6-6 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální a vertikální forie.

[Vlastní zpracování]

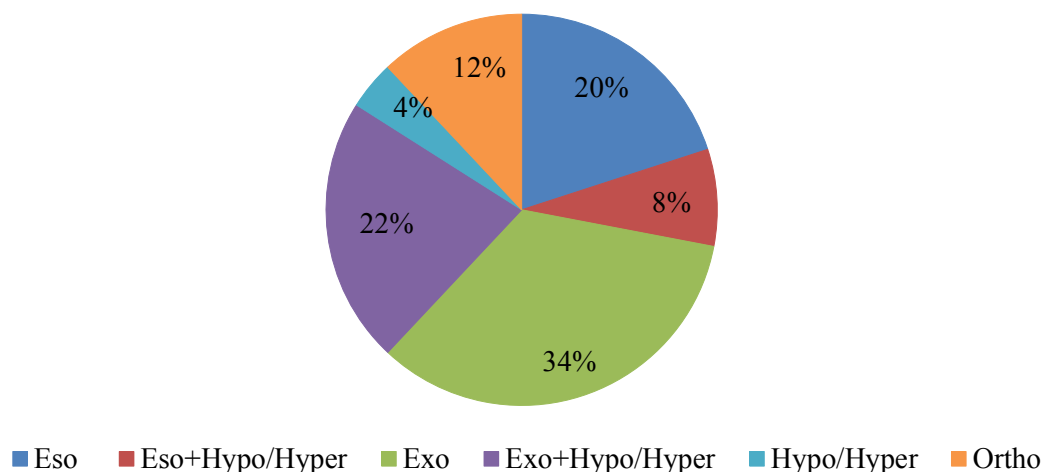
Pokud se vyřadily osoby, které na Schoberově testu neměly horizontální ani vertikální odchylku, tedy se jednalo o osoby s orthoforií, zbylo 41 probandů s heteroforií. V 82 % se potvrdil rozdíl mezi předložením červeného filtru před pravé nebo levé oko. Pouze u 7 probandů nedošlo ke změně. Rozdíl hodnot se pohyboval do 2,5 prizmatické dioptrie (pD). Z výsledků vyplývá, že na změnu neměl vliv typ odchylky, ani zda centrální červený kříž fixovalo dominantní nebo nedominantní oko.



Obrázek 6-7 : Velikost rozdílu prizmatické hodnoty pravého a levého oka. [Vlastní zpracování]

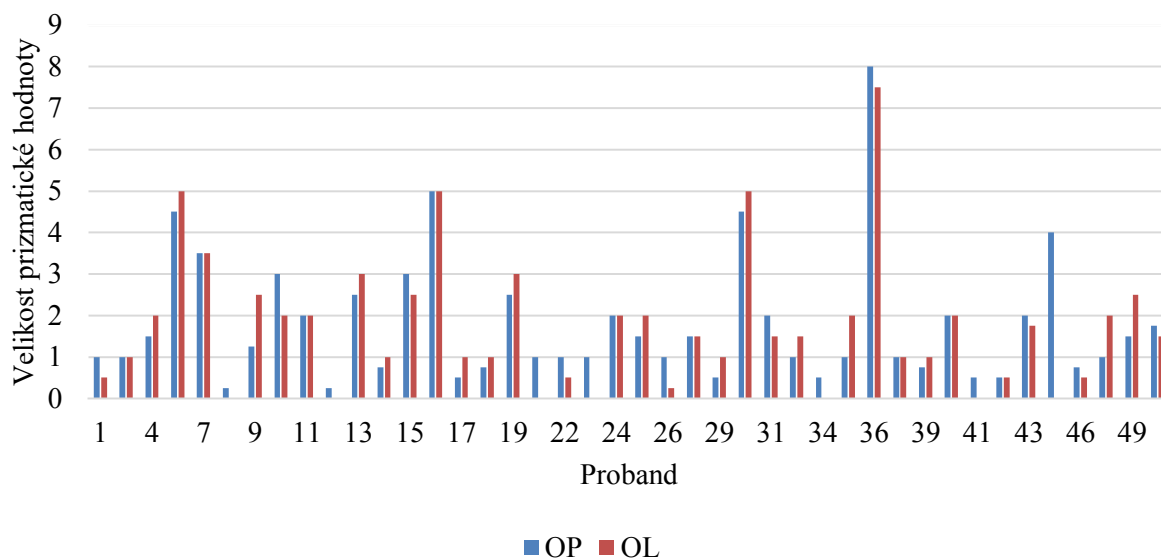
### 6.4.3 Maddoxův cylindr

Na Maddoxově cylindru do dálky se u 27 probandů projevila exoforie nebo esoforie, u 2 hypo/hyperforie, kombinace obou odchylek byla u 15 probandů a orthoforie u 6. Procentuální zastoupení viz graf níže.

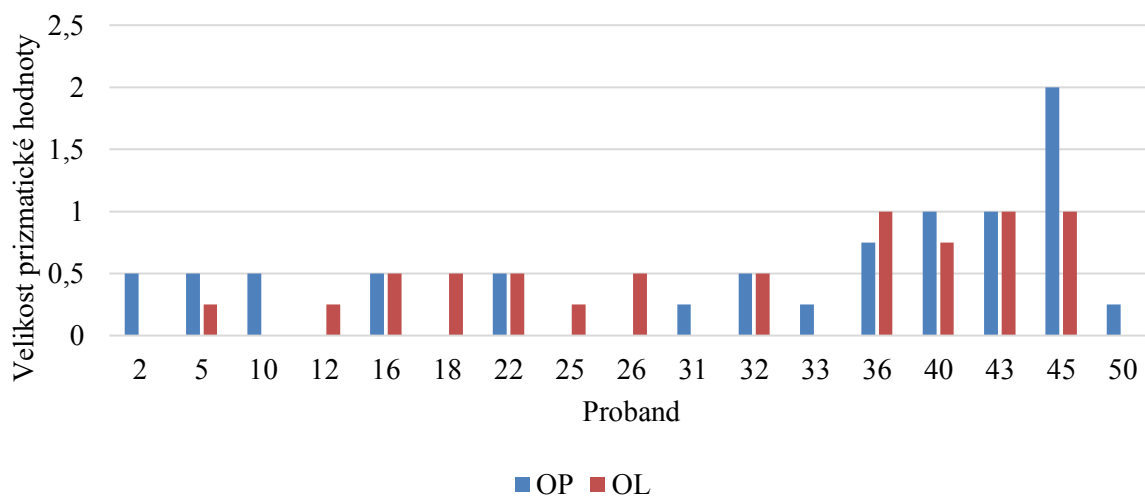


Obrázek 6-8 : Procentuální zastoupení heteroforie a orthoforie na dálku na Maddoxově cylindru. [Vlastní zpracování]

Na obrázku 6-9 lze vidět rozdíl naměřených hodnot pro horizontální forii a na obrázku 6-10 rozdíl u vertikální forie. Nejprve byl předložen čirý Maddoxův cylindr před oko pravé, pokud byla potřeba předložit prizmatické čočky pro zarovnání značek, vkládala se vždy před oko s Maddoxovým cylindrem.

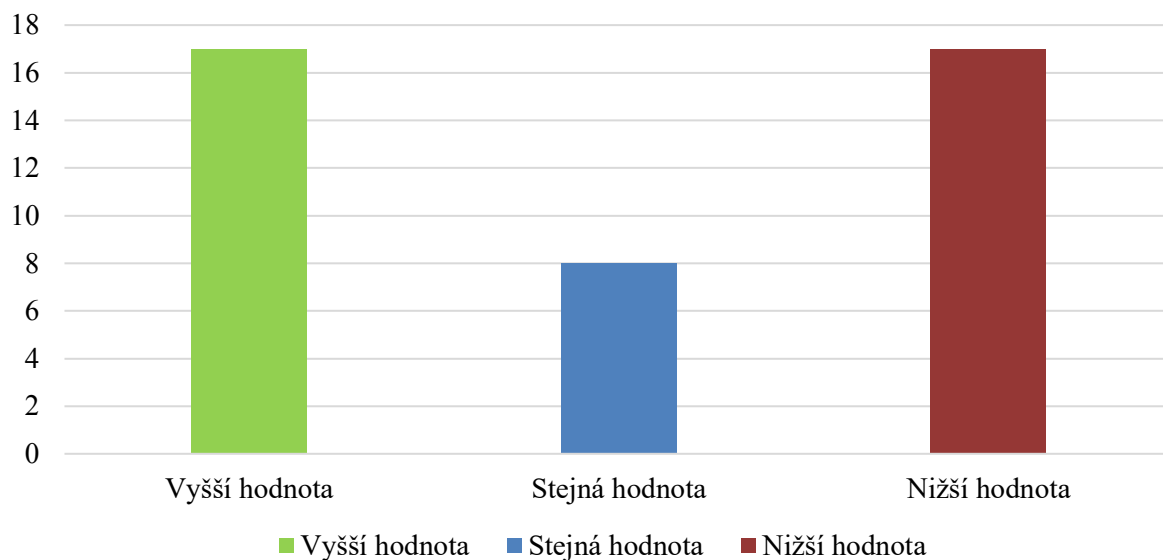


Obrázek 6-9 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na Maddoxově cylindru do dálky. [Vlastní zpracování]



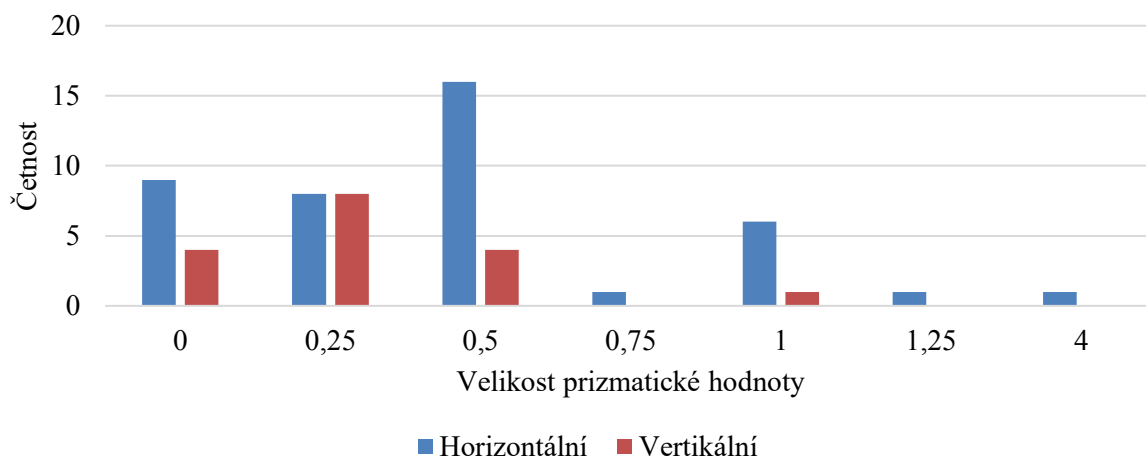
Obrázek 6-10 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na Maddoxově cylindru do dálky. [Vlastní zpracování]

V následujícím obrázku 6-11 lze porovnat, u kolika osob ovlivnilo dominantní oko, korekci prizmatickou čočkou u horizontální forie. V 40,5 % případech došlo k zvýšení velikosti prizmatické dioptrie při předložení Maddoxova cylindru před dominantní oko, také zároveň v 40,5 % došlo ke snížení prizmatické dioptrie. V 19 % zůstala hodnota beze změny.



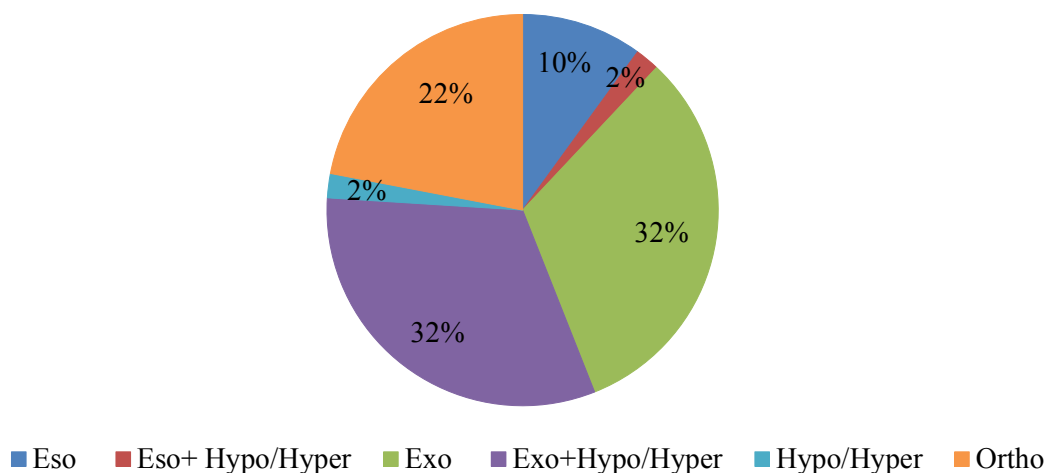
Obrázek 6-11 : Ovlivnění rozdílu v horizontální forii, pokud byl Maddoxův cylindr před dominantním okem na dálku. [Vlastní zpracování]

Po vyřazení probandů s ortoforií na dálku, zbylo 44 probandů s horizontální, vertikální nebo kombinovanou odchylkou. U 79 % při horizontální forii se změnila velikost prizmatické dioptrie při předložení Maddoxova cylindru nejdříve před pravé oko a poté před levé. U vertikální forie se velikost změnila v 77 % případů. Hodnoty rozdílu byly od 0,25 pD do 4pD.



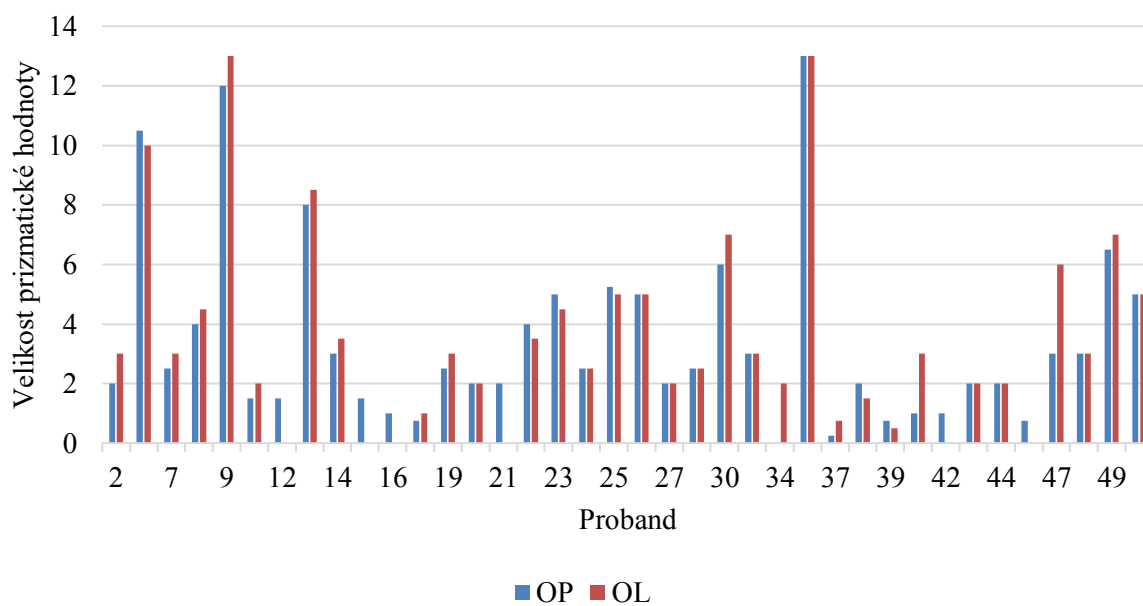
Obrázek 6-12 : Hodnoty rozdílu prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do dálky. [Vlastní zpracování]

Do blízka bylo vyhodnoceno 21 probandů s esoforií nebo exoforií, 17 s kombinovanou odchylkou, u jednoho byla pouze hypo/hyperodchylka a u 11 probandů ortoforie.



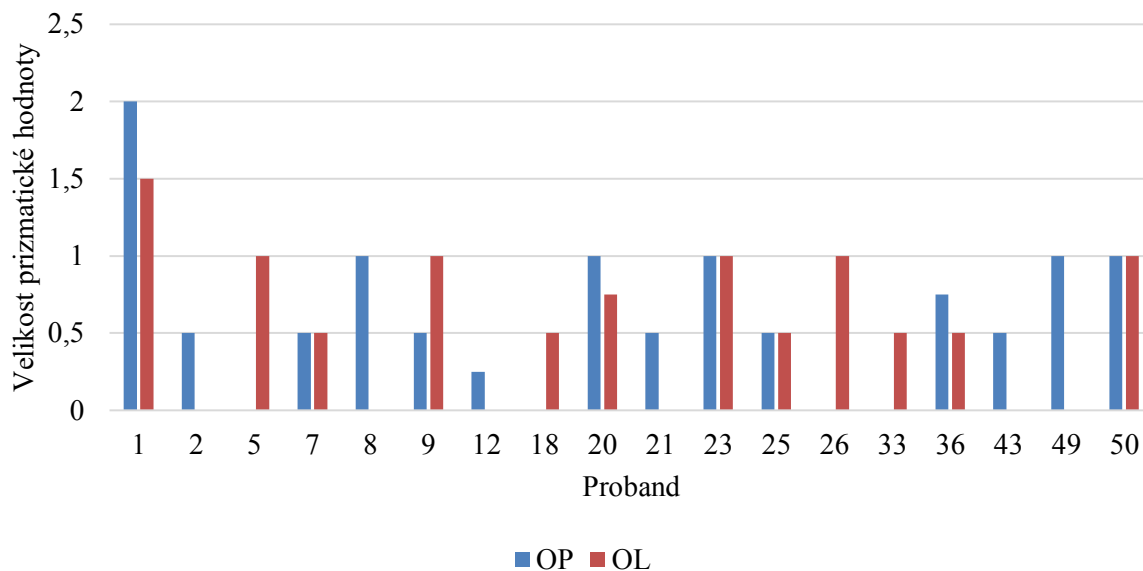
Obrázek 6-13 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na blízko na Maddoxově cylindru. [Vlastní zpracování]

Na obrázku 6-14 lze vidět porovnání u horizontální forie do blízka, mezi předložením Maddoxova cylindru před pravým okem a poté před levým. Objevovaly se i vyšší hodnoty, u kterých nepřesahoval rozdíl více než 1 pD. Na obrázku je porovnání vertikální forie, která byla naměřena u 18 probandů.



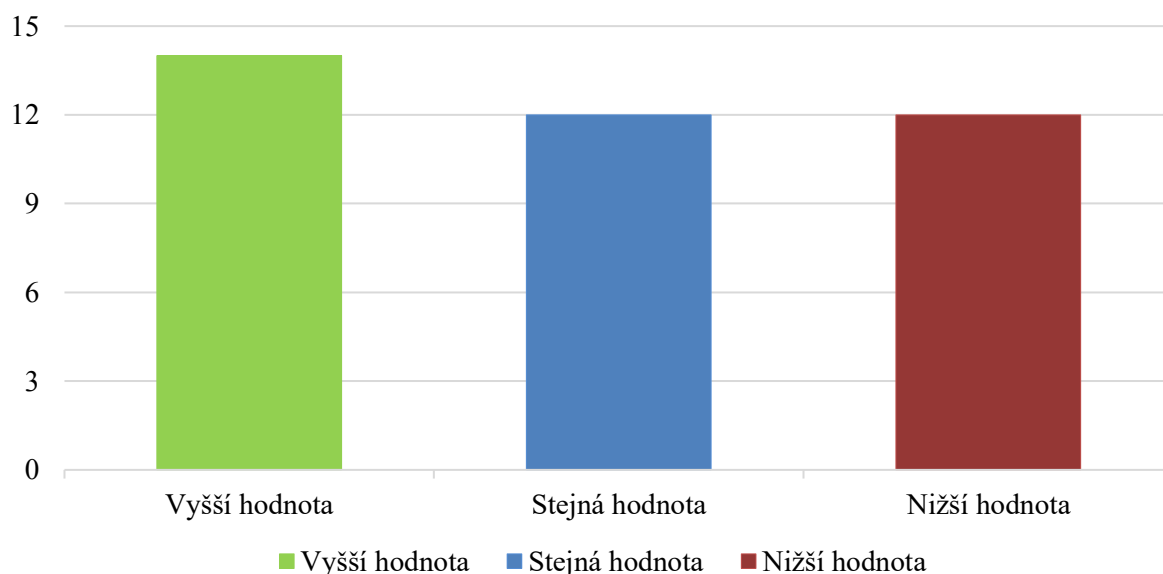
Obrázek 6-14 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na Maddoxově cylindru do blízka. [Vlastní zpracování]





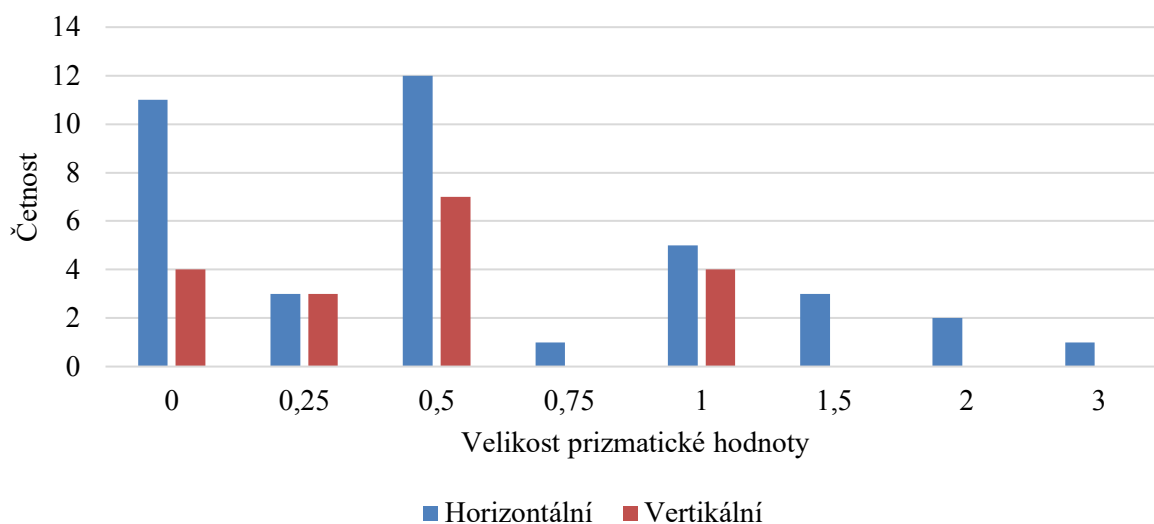
Obrázek 6-15 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na Maddoxově cylindru do blízka. [Vlastní zpracování]

Dle zjištěných výsledků u naměřené horizontální forie došlo u 36,8 % ke zvýšení prizmatické dioptrie při předložení Maddoxova cylindru před dominantní oko, u 31,6 % se hodnota snížila. Zároveň u 31,6 % se velikost prizmatické hodnoty nezměnila po předložení Maddoxova cylindru před dominantní i nedominantní oko.



Obrázek 6-16 : : Ovlivnění rozdílu v horizontální forii, pokud byl Maddoxův cylindr před dominantním okem na blízko. [Vlastní zpracování]

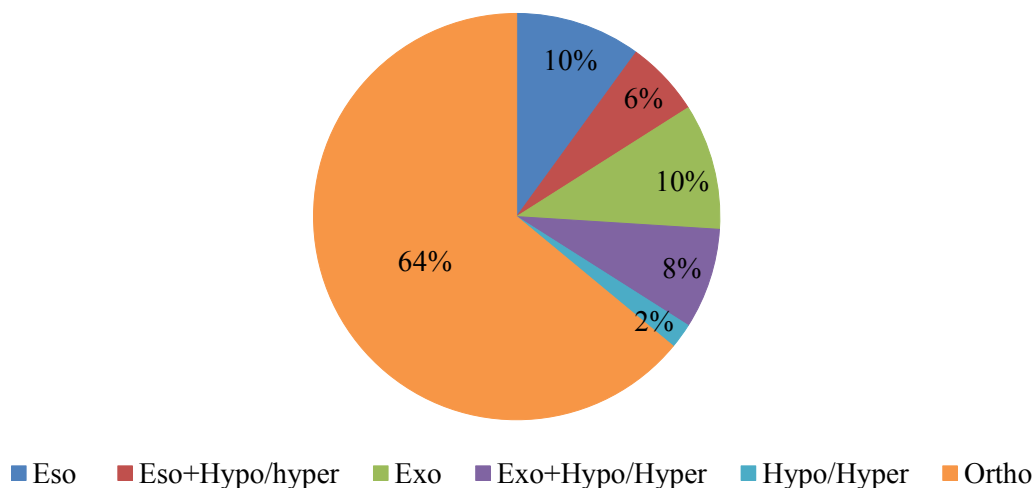
Pokud se vyřadily osoby, u kterých byla horizontální i vertikální forie nulová, zůstane 39 osob s heteroforií. U 71 % výsledků, ovlivnila změna disociátoru velikost horizontální forie. U vertikální odchylky to bylo dokonce 78 % což činí, že v 14 případech z 18 se velikost prizmatické hodnoty změnila. V následujícím grafickém znázornění můžeme vidět o kolik se hodnota změnila, rozdíl byl do 3 prizmatických dioptrií.



Obrázek 6-17 : Hodnoty rozdílu mezi pravým a levým okem do blízka. [Vlastní zpracování]

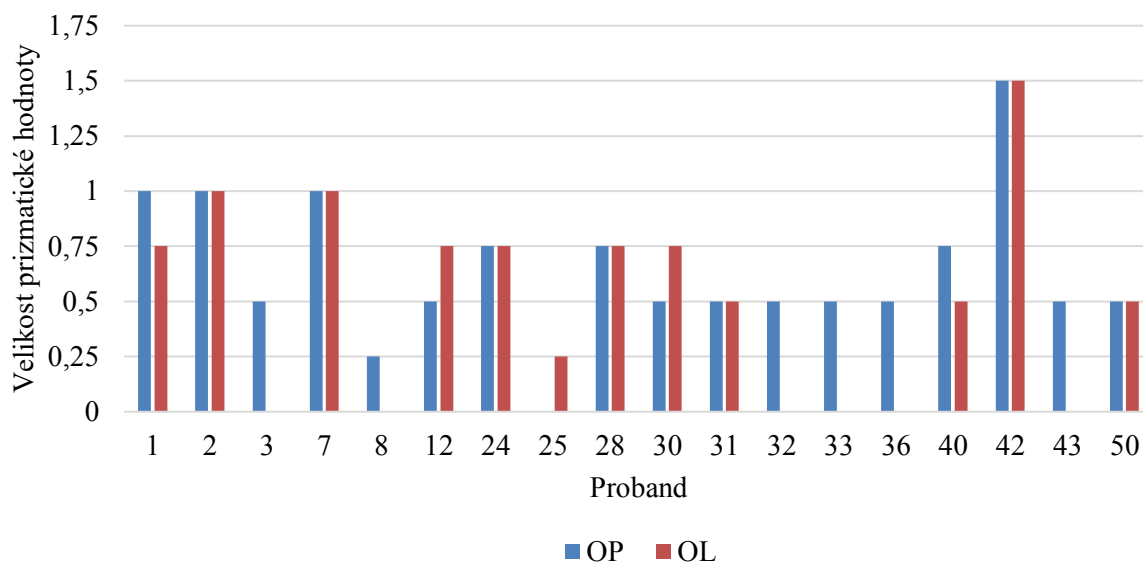
#### 6.4.4 Test na asociovanou forii

U testu na fixační disparitu do dálky bylo zjištěno 32 případů ortoforie. U zbylých 18 probandů se potvrdila vertikální nebo horizontální odchylka.

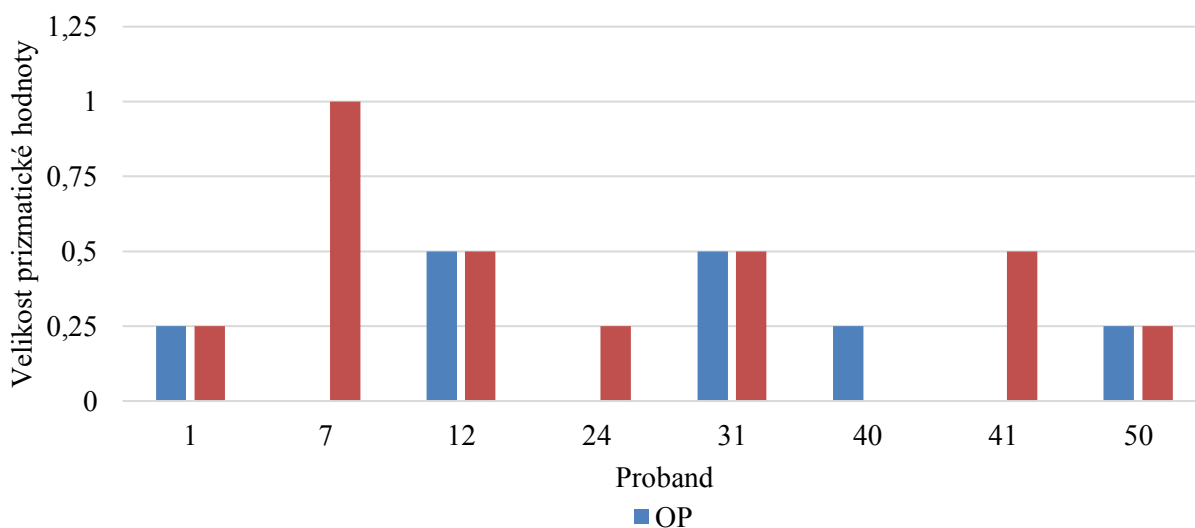


Obrázek 6-18 : : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování]

Následující grafy obsahují stejně jako u předchozích testů, porovnání mezi první a druhou variantou vkládání polarizovaných disociátoru. Při první variantě, bylo korekční prizma vkládáno před pravé oko a u druhé varianty před to levé. Na obrázku 6-19 lze vidět rozdíl u horizontální forie a na obrázku 6-20 jsou hodnoty vertikální forie na dálku.

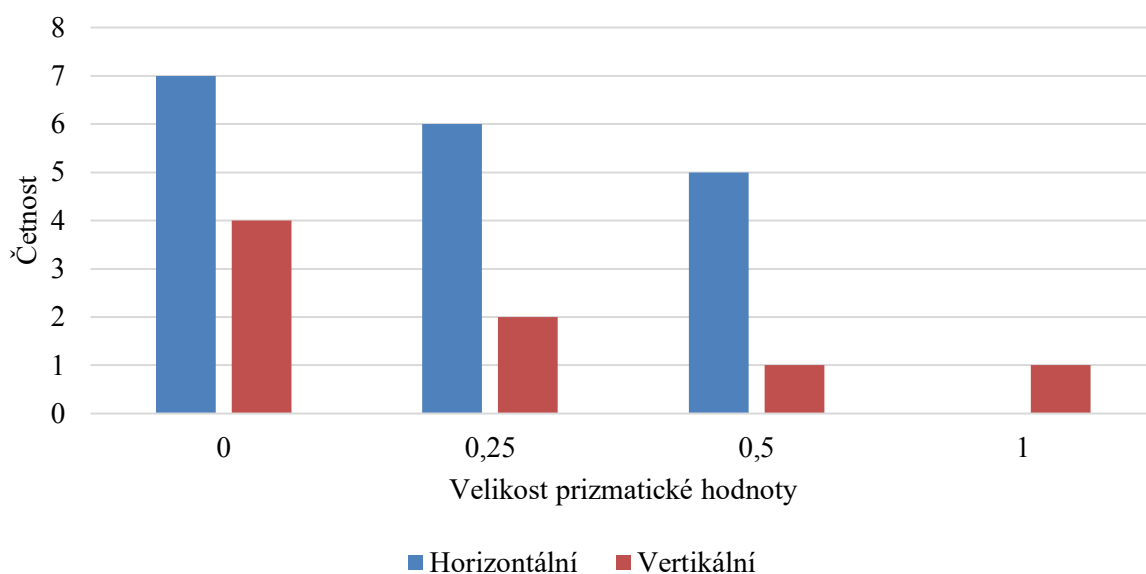


Obrázek 6-19 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování]



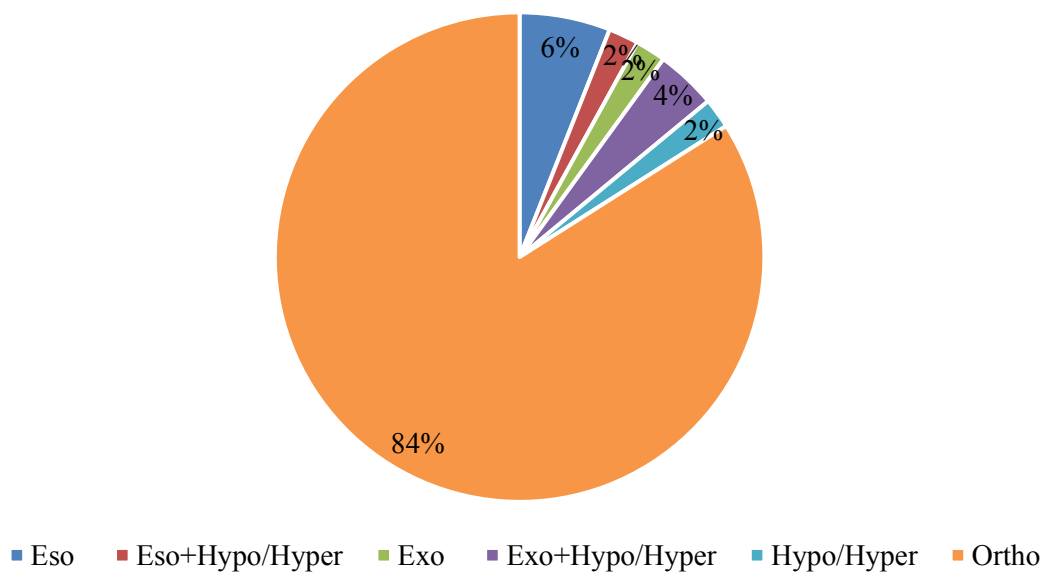
Obrázek 6-20 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování]

U 11 vyšetřovaných z 18, kdy se potvrdila asociovaná forie na dálku, se hodnota změnila, po výměně disociátoru. U vertikální forie byl rozdíl u poloviny naměřených vertikálních forií.



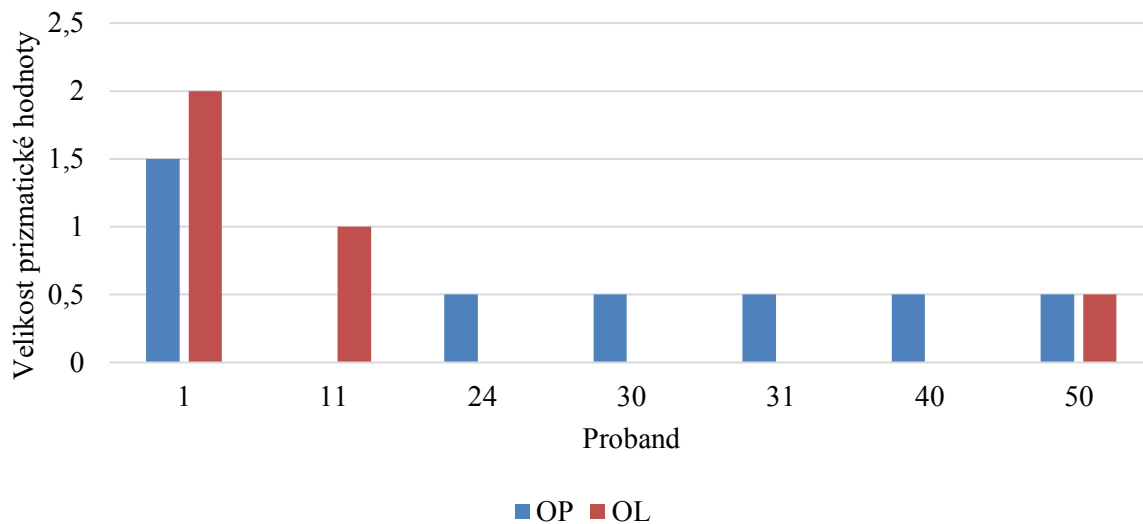
Obrázek 6-21 : Hodnoty rozdílu prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do dálky. [Vlastní zpracování]

Test na asociovanou forii, prováděný na jednotce do blízka, vyšel 8 probandům pozitivní. U zbytku se při první u druhé variantě potvrdila ortoforie. Procentuální zastoupení viz graf níže. (Obrázek 6-22)

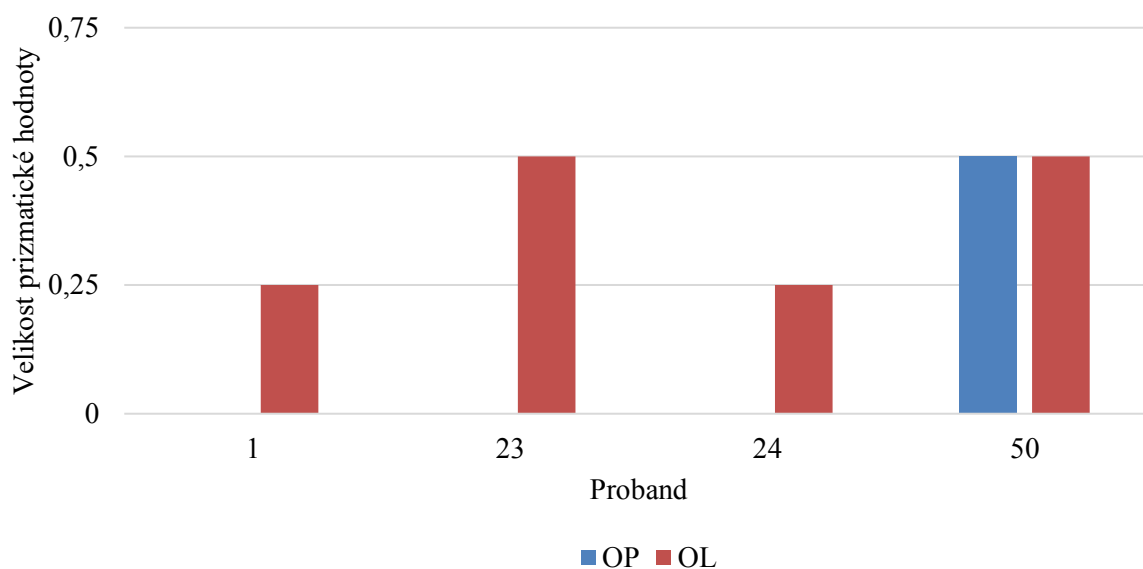


Obrázek 6-22 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování]

Při testu do blízka na jednotce NV-100, kde se používal horizontální a vertikální XOX test s lineární polarizací. Při první variantě byla polarizace na pravém oku pod úhlem  $135^\circ$  a na levém pod úhlem  $45^\circ$ . Při této variantě se prizma vkládalo před pravé oko, při výměně disociátoru bylo prizma vkládáno před oko levé.

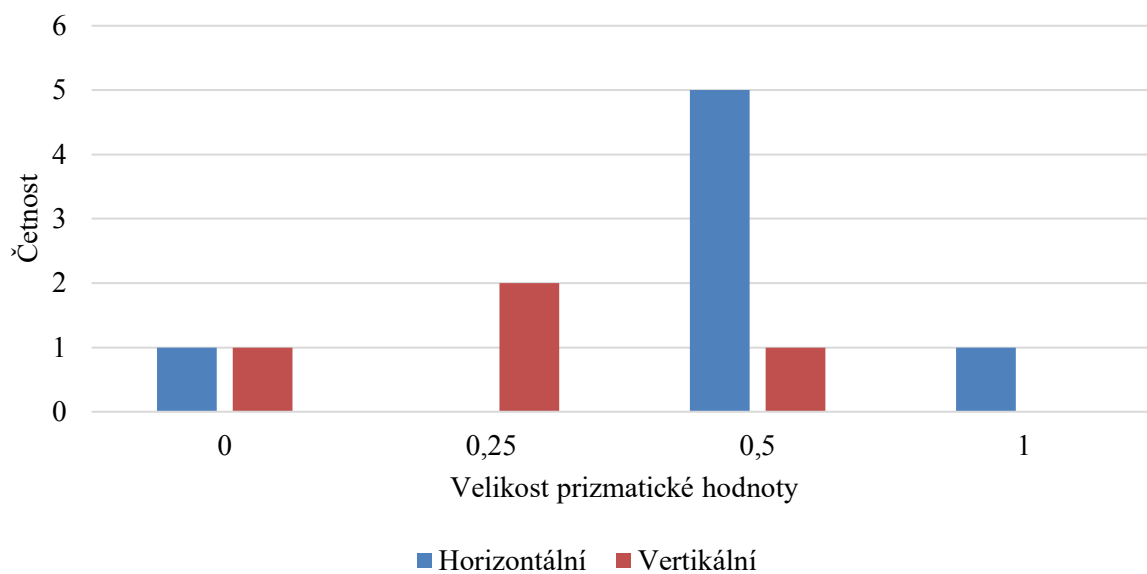


Obrázek 6-23 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování]



Obrázek 6-24 : : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování]

Pouze u 8 probandů z 50 se potvrdila asociovaná forie, z toho u 2 došlo ke kombinaci horizontální a vertikální forie. Četnost rozdílů lze zjistit z následujícího grafu. (Obrázek 6-25)



Obrázek 6-25 : Hodnoty rozdílů prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do blízka.  
[Vlastní zpracování]

## 7 Diskuze

Při zhodnocení výsledku byly u každého testu vyřazeny osoby, u nichž se nepotvrdila heteroforie. Tudíž je základ u každého testu jiný.

U Schoberova testu, který byl prováděn pouze na dálku, se u 82 % z 41 probandů změnila velikost prizmatické hodnoty po výměně červeného a zeleného filtru. Z toho ale došlo pouze u 15 % ke změně o 0,25 pD, která je v optometrické praxi zanedbatelná. Průměrná hodnota změny rozdílu u horizontální forie byla  $0,75 \pm 0,67$  pD a u vertikální forie  $0,42 \pm 0,12$  pD. Nejčastější změna byla o 1 pD. U tohoto testu se očekávala největší změna hodnoty pD, z důvodu rozdílného vjemu pravého a levého oka. Při předložení červeného filtru před pravé oko, fixuje centrální červený kříž a levé oko se zeleným filtrem fixuje pouze periferní podnět, čím jsou dvě zelené kružnice. Lze tedy potvrdit předpoklad číslo 1, že umístění disociátoru ovlivní výsledek heteroforie.

Při druhém testu na disociovanou heteroforii, při kterém byl použit jiný druh disociátoru, Maddoxův cylindr, byly výsledky obdobné. Pro lepší analýzu výsledků se vyhodnocoval zvlášť test do blízka a do dálky. Při testu do dálky se změna prizmatické hodnoty projevila u 84 % vyšetřovaných, kteří měli zjištěnou heteroforii. U 18 % z celkového počtu 44 probandů, se změna týkala pouze 0,25 pD, nejčastější rozdíl byl o 0,5 pD. Průměrná hodnota rozdílu u horizontální forie dosahovala  $0,52 \pm 0,64$  pD a u vertikální  $0,29 \pm 0,25$  pD. Při testu do blízka se u 39 osob potvrdila vertikální nebo horizontální forie, z toho se u 85 % změnila velikost prizmatické hodnoty, ale jen u 5 % se jednalo o rozdíl 0,25 pD, jinak byl naměřený rozdíl vyšší a dosahoval až 3 prizmatických dioptrií. Průměrná hodnota u eso/exo odchylky byla  $0,63 \pm 0,68$  pD a u hypo/hyper odchylky  $0,46 \pm 0,35$  pD. U forie do dálky i do blízka byla nejčastější změna o 0,5 pD. Z toho vyplývá, že i zde se předpoklad pro disociovanou heteroforii potvrdil. Mým předpokladem bylo, že pokud Maddoxův cylindr předložím před dominantní oko, bude výsledná prizmatická dioptrie pro srovnání odchylky větší, než pokud bude před nedominantním okem. To se nepotvrdilo ani u jedné z vyšetřovaných vzdáleností. Při testování do dálky se zvýšila hodnota sice u 40,5 % vyšetřovaných, pokud byl Maddoxův cylindr na pravém oku, ale u 40,5 % se zároveň i snížila hodnota naměřeného prizmatu, u zbylých 19 % se velikost prizmatické korekce nezměnila, proto nelze potvrdit ovlivnění prizmatické hodnoty dominantním okem. U heteroforie do blízka se u 31,6 % nezměnila hodnota naměřené prizmatické dioptrie, u stejného počtu osob se hodnota i snížila. U zbylých 36,8 % se velikost prizmatické hodnoty zvýšila při předložení Maddoxova cylindru před dominantní oko. Jelikož

jde o rozdíl pouze 2 probandů, nelze s jistotou potvrdit, že došlo k ovlivnění výsledků vlivem dominantního oka.

Při testech na asociovanou forii, se využíval další druh disociace, polarizace. Do blízka byla použita lineární a do dálky kruhová polarizace. Výsledky jsou hodnoceny zvlášť do blízka a zvlášť do dálky. U těchto testů se očekávaly nejnižší hodnoty, vzhledem k tomu, že se na základě naměřené asociované forie může předepsat prizmatická korekce do brýlí, pokud je pacient symptomatický a je předpoklad, že mu prizmatická korekce uleví. Analýza výsledků probíhala z nejmenšího počtu ze všech testů, a to u 19 osob na dálku a u 8 na blízko. Z naměřených hodnot vyplývá, že v 74 % ovlivnila výměna disociátoru velikost naměřené forie na dálku a u hodnocení do blízka to bylo dokonce u 7 probandů z 8 naměřených heteroforií. Průměrná hodnota rozdílu u horizontální forie na dálku činila  $0,22 \pm 0,20$  pD a do blízka  $0,5 \pm 0,27$  pD. U vertikální forie do dálky byla průměrná hodnota rozdílu  $0,25 \pm 0,33$  pD a do blízka také  $0,25 \pm 0,18$  pD. Tudíž i zde, mohu potvrdit předpoklad, že umístění disociátoru ovlivní výsledek asociované forie.

Naměřené hodnoty mohly být ovlivněné denní dobou, kdy probíhalo měření probandů, refrakční vadou, nebo dominantním okem. Dále mohlo výsledky ovlivnit subjektivní vnímání testu, únava či typ a velikost odchyly. Světelné podmínky jsem se snažila dodržovat pokaždé stejně, i přesto mohly mít vliv na správné vyhodnocení testů na LCD optotypu.

Závěrem lze konstatovat, že nebyl zjištěn významný vztah mezi umístěním disociátoru a naměřenými hodnotami disociované a asociované forie. Podobně nebyla potvrzena korelace s jednotlivými typy heteroforie ani významný vztah k oční dominanci. Na základě dílčích výsledků je ovšem potřeba pro optometrickou praxi doporučit kontrolu prizmatické korekce výměnou disociátorů, resp. umístěním pozice disociátoru před druhé oko



## 8 Závěr

Bakalářská práce se zabývala problematikou spojenou s oční patologií, která je v populaci zcela běžná. Fyziologický stav očí se nachází v ortoforickém postavení, což umožní jednoduché binokulární vidění. V případě, kdy oči nemají správný pohledový směr při fixaci předmětu v prostoru, může docházet k rozdvojenému vidění. Méně závažnou poruchou zrakového systému, která není na první pohled snadno detekovatelná, je heteroforie neboli skryté či latentní šilhání. Závažnější porucha zrakového systému je heterotropie, kdy je na první pohled zjevné špatné postavení očí. Pro pochopení vzniku heteroforie jsem se nejprve zabývala anatomickou částí, kde jsem popsala okohybné svaly a jejich funkce. Dále jsem rozebrala jednoduché binokulární vidění, složky, podmínky a některé poruchy. V další kapitole jsem se věnovala už samotným binokulárním anomáliím. Ve své práci jsem uvedla heteroforii a její klasifikaci, symptomy a navrhla možné způsoby řešení. Řešením může být zrakový trénink, prizmatická korekce nebo také úprava korekce formou adice či antikorekce. Dále jsem to stejně popsala u heterotropie.

V další části práce jsem popsala diagnostiku heteroforie a možnosti způsobu disociace obrazu u jednotlivých testů, jako je červený a zelený filtr, Maddoxův cylindr, rýhování, prizma nebo polarizace. To vše předcházelo experimentální části, ve které jsem se zabývala předkládáním disociátoru před pravé a levé oko. Ve vybrané literatuře jsem nenalezla zmínku o důležitosti předkládaného disociátoru před pravé nebo levé oko. V běžné optometristické praxi se však většinou disociátor předkládá před pravé oko, pokud je to možné. Mým cílem bylo zjistit, zda dojde k ovlivnění výsledků při záměně filtru.

Ověřila jsem, že ve více jak v 70 % případů došlo ke změně velikosti prizmatické hodnoty po výměně disociátorů. Každý test jsem vyhodnocovala zvlášť a pro hodnocení zvolila jen ty probandy, u kterých jsem naměřila heteroforii. Největší rozdíl naměřených výsledků byl na Maddoxově testu do dálky, kdy došlo ke změně o 4 prizmatické dioptrie. Během zkoumání výsledků se mi ovšem nepovedlo najít spojitost, za jakých okolností a kdy se, výsledek ovlivní. Nezáleželo na dominanci oka, ani na směru odchylky, či šlo o dálku nebo blízko. Ale i přesto bych doporučila při optometrickém vyšetření změřit obě varianty předkládání disociátoru.

## Seznam použité literatury

- [1] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [2] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka: učební texty pro oční optiky a techniky, optometristy a oftalmology*. Brno. Institut pro vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-3131-9.
- [3] MILLER, Neil R., Nancy J. NEWMAN, Valérie BIOUSSE a John B. KERRISON. *Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology*. 6. LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, 2005. ISBN 0-7817-4814-3.
- [4] KUČHYNKA, Pavel a kolektiv. *Oční lékařství*. Praha: GRADA, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [5] SHUMWAY, Caleb, Mahsaw MOTLAGH a Matthew WADE. Anatomy, Head and Neck, Eye Inferior Rectus Muscle. *STATPEARLS* [online]. 2021, 28/3/2022 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/23495>
- [6] DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie člověka*. V Praze: ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-05249-5.
- [7] REMINGTON, Lee Ann. *Clinical Anatomy of Visual System*. 2. Butterworth-Heinemann Elsevier, 2005. ISBN 0-7506-7490-3.
- [8] HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.
- [9] ROWE, Fiona J. *Clinical Orthoptics*. WILEY-BLACKWELL, 2012. ISBN 978-1-4443-3934-5.
- [10] EFRON, Nathan. *Optomety A-Z*. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-7506-4913-1.
- [11] DIVIŠOVÁ, Gabriela. *Strabismus*. 2.dopl. Praha: Avicenum, 1990. ISBN 80-201-0037-7.
- [12] EVANSE, B. a S. DOSHI. *Binocular Vision and Orthoptics: Investigation and Management*. Butterworth-Heinemann Elsevier, 2001. ISBN 0750647132.

- [13] BENEŠ, Pavel a Petr VESELÝ. *Vyšetřovací metody v optometrii a interpretace jejich výsledků v praxi*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2722-1.
- [14] NOORDEN, Gunter K. von. *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and management od strabismus*. 6. Mosby, 2002. ISBN 0-23-01129-2.
- [15] ELLIOTT, David B. *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. 3. Butterworth-Heinemann Elsever, 2007. ISBN 9780750688963.
- [16] BRUCE, J. a W. EVANS. *Pickwell's Binocular Vision Anomalies*. Elsevier Books, 2007. ISBN 0323733182.
- [17] DIETZE, Holger. *Die optometrische Untersuchung*. Georg Thieme Verlag, 2008. ISBN 978-3-13-142231-6.
- [18] MUDr. VLÁČIL, Ondřej a MUDr. Kateřina ŠPAČKOVÁ. Diagnostika a léčba konkomitantního strabizmu. *Pediatric pro praxi*. Oční klinika, FN Olomouc, 2009, (4), 251-253. ISSN 1803-5264.
- [19] Strabismus. *Ento key: Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine* [online]. 2016, 2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://entokey.com/strabismus-9/>
- [20] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 2. dopl. Brno: Institut pro vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. ISBN 8070131489.
- [21] Heterophoria. *Wikipedia* [online]. San Diego, 2001, 2021 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Heterophoria>
- [22] SCHEIMAN, Mitchell a Bruce WICK. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders, 4th ed.* Philadelphia: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, 2014. ISBN 978-1-4511-7525-7.
- [23] VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. *Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník*. Brno: František Vlk, 2008. ISBN 978-80-239-8906-9.
- [24] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ. *Nauka o zraku*. 1. Brno: Institut pro vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 8070133627.
- [25] Mgr. JEŘÁBKOVÁ, Andrea. Insuficience konvergence. *Česká oční optika*. 2013, 54(3), 32-33. ISSN 1211-233X.

- [26] SIMONSON, Jennifer S. Vision Therapy for Divergence Excess. *Boulder Valley Vision Therapy* [online]. Colorado, 2013 [cit. 2022-03-06]. Dostupné z: <https://www.bouldervt.com/2013/08/03/vision-therapy-for-divergence-excess/>
- [27] BENJAMIN, William J. *Borish's clinical refraction*. 2. Butterworth-Heinemann Elsevier, 2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.
- [28] RUTRLE, Miloš. *Přístrojová optika: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. Brno: Institut pro vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133015.
- [29] Bc. MODLINGEROVÁ, Eva a Anna MUDr. ZOBANOVÁ. Základní ortoptické vyšetření prováděné ortoptistou. *Oftalmologie pro praxi 2017*. Olomouc: Solen, 15-17. ISBN 978-80-7471-211-1.
- [30] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. 2. dopl. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-207-8.

## Seznam symbolů a zkratek

Zkratka	Význam
CNS	Centrální nervová soustava
JBV	Jednoduché binokulární vidění
AC/A	Poměr akomodační konvergence a akomodace
PRA	Pozitivní relativní akomodace
NFV	Negativní fúzní vergence
PFV	Pozitivní fúzní vergence
BAF	Binokulární akomodační facilita
MAF	Monokulární akomodační facilita
pD	Prizmatická dioptrie

## Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Zobrazení rozestavení okoohybných svalů z bočního pohledu na pravé oko (vlevo) a z přímého pohledu (nalevo) [5] .....	2
Obrázek 3-1 :Postavení očí ortoforie a heterotropie. [19] .....	10
Obrázek 4-1 : Střídavý zakrývací test (Cross-cover) s odhalením exoforie. [13] .....	21
Obrázek 4-2 :: Maddoxův kříž, velká čísla slouží pro hodnocení forie na dálku a menší čísla do blízka. [Vlastní zpracování] .....	23
Obrázek 4-3 :Schoberův test (vlevo) a zkušební obruba s červeným a zeleným filtrem (vpravo). [Vlastní zpracování] .....	24
Obrázek 4-4 : Howellův test do blízka na čtecí kartě. [Vlastní zpracování] .....	25
Obrázek 4-5 : Svislý řádek na optotypu (vlevo) a vodorovný řádek na optotypu (vpravo). [Vlastní zpracování] .....	25
Obrázek 4-6 : K – test bez fúzního podnětu. [Vlastní zpracování] .....	25
Obrázek 4-7 : Bagoliniho skla. [Vlastní zpracování] .....	26
Obrázek 4-8 : Anaglyfní Mallettův test pro horizontální forii (vlevo) a pro vertikální forii (vpravo). [Vlastní zpracování] .....	27
Obrázek 6-1 : Jednotka do blízka Oculus a zkušební obruba s čirým Maddoxovým cylindrem. [Vlastní zpracování] .....	33
Obrázek 6-2 : Test fixační disparity pro zjištění horizontální (vpravo) a vertikální (vlevo) asociované forie. [Vlastní zpracování] .....	33
Obrázek 6-3 : : Jednotka do blízka NV-100 pro vyšetření Horizontální a vertikální asociované forie se zkušebnímu obrubou a lineárními polarizovanými předsádky. [Vlastní zpracování] .	34
Obrázek 6-4 : Zastoupení vyšetřených žen a mužů. [Vlastní zpracování] .....	34
Obrázek 6-5 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie. [Vlastní zpracování] .....	35
Obrázek 6-6 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální a vertikální forie. [Vlastní zpracování] .....	35
Obrázek 6-7 : Velikost rozdílu prizmatické hodnoty pravého a levého oka. [Vlastní zpracování] .....	36
Obrázek 6-8 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na dálku na Maddoxově cylindru. [Vlastní zpracování] .....	36
Obrázek 6-9 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na Maddoxově cylindru do dálky. [Vlastní zpracování] .....	37
Obrázek 6-10 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na Maddoxově cylindru do dálky. [Vlastní zpracování] .....	37
Obrázek 6-11 : Ovlivnění rozdílu v horizontální forii, pokud byl Maddoxův cylindr před dominantním okem na dálku. [Vlastní zpracování] .....	38
Obrázek 6-12 : Hodnoty rozdílu prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do dálky. [Vlastní zpracování] .....	38
Obrázek 6-13 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na blízko na Maddoxově cylindru. [Vlastní zpracování] .....	39
Obrázek 6-14 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na Maddoxově cylindru do blízka. [Vlastní zpracování] .....	39

Obrázek 6-15 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na Maddoxově cylindru do blízka. [Vlastní zpracování] .....	40
Obrázek 6-16 : : Ovlivnění rozdílu v horizontální forii, pokud byl Maddoxův cylindr před dominantním okem na blízko. [Vlastní zpracování] .....	40
Obrázek 6-17 : Hodnoty rozdílu mezi pravým a levým okem do blízka. [Vlastní zpracování] .....	41
Obrázek 6-18 : : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování].....	41
Obrázek 6-19 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování].....	42
Obrázek 6-20 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na testu fixační disparity do dálky. [Vlastní zpracování].....	42
Obrázek 6-21 : Hodnoty rozdílu prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do dálky. [Vlastní zpracování] .....	43
Obrázek 6-22 : Procentuální zastoupení heteroforie a ortoforie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování].....	43
Obrázek 6-23 : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u horizontální forie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování].....	44
Obrázek 6-24 : : Hodnoty naměřené pro pravé a levé oko u vertikální forie na testu fixační disparity do blízka. [Vlastní zpracování].....	44
Obrázek 6-25 : Hodnoty rozdílu prizmatické hodnoty mezi pravým a levým okem do blízka. [Vlastní zpracování] .....	45

# Příloha A

## PROTOKOL NA MĚŘENÍ HETEROFORIE A ASOCIOVANÉ FORIE

Jméno: \_\_\_\_\_ Ročník narození: \_\_\_\_\_

Anamnéza

Osobní (oční): \_\_\_\_\_ Osobní(celková): \_\_\_\_\_

Rodinná (oční): \_\_\_\_\_ Rodinná(celková): \_\_\_\_\_

Farmaka: \_\_\_\_\_ Dosavadní korekce: \_\_\_\_\_

OP: \_\_\_\_\_

Řidič: Ano/Ne PC: Ano/Ne OL: \_\_\_\_\_

### Objektivní refrakce

	sph	cyl	osa
OP			
OL			

### Subjektivní refrakce

	sph	cyl	osa	adice	visus
OP					
OL					

	Cover-Uncover	Cross-Cover	Worth
D			
B			

NPC	/
NPA	/ //
Dominance	

Heteroforie      Pravé oko      Levé oko

	Horizont.	Vertikál.	Horizont.	Vertikál.
Schober				
Maddox (dálka)				
Maddox (blízko)				

Asociovaná forie      Pravé oko      Levé oko

	Horizont.	Vertikál.	Horizont.	Vertikál.
„Mallet“(dálka)				
„Mallet“(blízko)				

Závěr :