

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA OPTIKY

Heteroforie a její kompenzace

VYPRACOVALA:

Bc. Lenka Drahorádová
obor N5345, Optometrie
studijní rok 2011/2012

VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:

RNDr. František Pluháček, Ph.D.

Olomouc, duben 2012

Čestné prohlášení

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

V Olomouci dne 25. dubna, 2012

.....

Bc. Lenka Drahorádová

Poděkování

Děkuji za odborné vedení práce, poskytnutí cenných rad, doporučení odborné literatury a pomoc při vypracování panu RNDr. Františku Pluháčkovi, Ph.D.

Obsah:

1. ÚVOD	6
2. HETEROFORIE	7
2.1 PŘÍČINY HTF	7
2.2 DĚLENÍ HTF	8
2.2.1 Podle komitance.....	8
2.2.2 Dělení dle Wicka.....	9
3. KOMPENZOVANÁ A DEKOMPENZOVANÁ HETEROFORIE	11
3.1. KOMPENZOVANÁ HTF	11
3.2. DEKOMPENZOVANÁ HTF	11
3.3 ZHODNOCENÍ KOMPENZACE HTF.....	13
3.4 SOUVISEJÍCÍ POJMY	16
3.4.1 Fixační disparita (FD)	16
3.4.2 Asociační forie.....	18
3.4.3 Fúzní rezervy	18
3.4.4 Stereopse.....	19
3.4.5 AC/A	20
3.4.6 Relativní akomodace.....	20
3.4.7 NPC - blízký bod konvergence	21
3.4.8 Suprese.....	21
4. TESTY NA HETEROFORII	23
4.1 TESTY NA DÁLKU.....	23
4.2 TESTY NA BLÍZKO	24
5. TESTY NA FIXAČNÍ DISPARITU A ASOCIAČNÍ FORII	26
5.1 TESTY NA DÁLKU.....	26
5.1.1 Mallettův test na dálku	26
5.1.1.1 Polarizační konstrukce	27
5.1.1.2 Anaglyfické provedení.....	28
5.1.2 Křížový test s centrální fixací.....	28
5.1.3 Woolf card.....	30
5.2 TESTY NA BLÍZKO	30
5.2.1 Mallettova jednotka na blízko	30
5.2.2 Wesson card.....	31
5.2.3 American vectographic card	32
5.3.4 Saladin near point balance card	32
5.3.5 Sheedyho disparometr	33
5.3 MKH.....	34
6. ŘEŠENÍ HTF	37
7. PRAKTICKÁ ČÁST	39
7.1 ÚVOD A CÍLE VÝZKUMU	39
7.2 METODIKA	39
7.2.1 Postup vyšetřování:.....	40

7.2.2 Cílová skupina	40
7.2.3 Použité statistické metody	40
Průměr	41
7.3 VÝSLEDKY	41
7.3.1 Vzájemné srovnání jednotlivých testů	42
7.3.2 Porovnání stability testu v čase	44
7.3.3 Variabilita měření asociační forie	46
Shrnutí výsledků	47
8. ZÁVĚR	49
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	50
Obrázky	50
Tabulky.....	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	51
Monografie	51
Internetové zdroje.....	52
PŘÍLOHY.....	53

1. Úvod

V současné době, kdy značná část lidské práce sestává z práce u monitorů počítačů, stále větší počet lidí trpí různými vadami zraku. Mnohé vady by v minulosti nebylo třeba řešit, avšak se zvyšující námahou zraku se manifestuje stále více potíží. Nejčastěji se jedná o vady refrakční, často se projevující v nižším věku nebo bez závislosti na genetických předpokladech. Refrakční vady však nejsou jedinou překážkou pro bezproblémové vidění. Dalšími překážkami jsou neprůhledná oční média, jako jsou čočka a sklivec, poškozená sítnice, například jizvou, popřípadě anomální komunikace oka se zrakovými centry v mozku. Nezanedbatelnou roli pro správné vidění hrají samozřejmě okohybné svaly. Jejich anomální funkčností vzniká mnoho problémů, které přispívají k subjektivnímu nepohodlí. Nejznámější poruchou tohoto typu je heterotropie, neboli zjevné šilhání. Další poruchou je heteroforie, v české literatuře se uvádí jako latentní, skryté šilhání. Heteroforie může způsobovat mnoho problémů, i s očima nespojovaných. Může také způsobit anomální retinální korespondenci. Proto bychom na ni neměli v optometristických vyšetřovacích zapomínat. Můžeme tím předejít značným problémům.

Cílem této práce je přesné rozdělení typů heteroforie a souhrn všech poznatků o nich a o možnostech jejich kompenzace. Současně se experimentální část bude zabývat testováním heteroforie pomocí Mallettova testu ve třech různých provedeních a porovnáním jejich validity a variability.

2. Heteroforie

Jak již bylo uvedeno výše, heteroforie (dále jen HTF) se překládá jako skryté (latentní) šilhání. HTF je vcelku běžný nález, který se projeví změnou postavení očí při zrušení jednoho fúzního podnětu. Z toho je zřejmé, že se jedná o poruchu binokulární fixace. Při zhodnocování velikosti a případných komplikacích HTF musíme zohlednit i míru konvergence, věk, celkový zdravotní i psychický stav a pracovní zátěž.

Běžná je HTF bez projevů a zjevných komplikací, v tom případě se mluví o kompenzované heteroforii.

Různé situace mohou ale individuálně vyvolávat obtíže. Tyto obtíže se nazývají astenopické. Typické jsou bolesti hlavy, zvětšená únavnost očí, slzení, pálení a jiné nepohodlí. Dalšími problémy jsou diplopie a různé jiné deformace obrazu.

Projevy HTF se pozorují u dekompenzované heteroforie.

Pro vymezení termínu HTF je třeba připomenout ortoforii. Ortoforie je ideální stav, kdy se obě oči nacházejí v rovnovážném postavení. Tento stav je zachovaný i při disociaci vjemů obou očí, tzn. testy jsou vnímány v rovnovážném postavení.

HTF je především záležitost funkčnosti okohybných svalů a okulomotorických nervů. Pokud některá z těchto složek má nesprávnou funkci, může vzniknout HTF, popřípadě heterotropie (zjevné šilhání). Avšak ani při dysfunkci svalů a nervů nemusí po většinu života žádné potíže nastat. [3, 5, 12]

2.1 Příčiny HTF

Poruchy okulomotorických funkcí mají mnoho příčin. Pohledy různých „škol“ na dělení příčin HTF jsou do jisté míry odlišné. Ve většině publikací se HTF dělí na šest druhů.

Pro dělení HTF se používá etiologie, vznik, funkce svalů, směr odchylky, dále se rozlišuje na vzácné formy HTF a také se dělí podle funkce vergenčního systému.

Podle etiologie se HTF dělí na statickou, kinetickou a neurogení.

Podle vzniku na vrozenou a získanou.

Poruchami funkce svalů rozumíme slabost jednoho svalu, nefyziologické upnutí jednoho svalu, zvětšenou sílu antagonistního svalu, poruchy akomodace, poruchy konvergence, poruchy inervace.

Podle směru odchylky se HTF dělí na horizontální, vertikální a cykloforii.

Vzácné formy HTF jsou anizoforie a arteficiální HTF.

Dle funkce vergenčního systému dělíme HTF na kompenzovanou a dekompenzovanou.

Prvními pěti jsem se zabývala ve své bakalářské práci Testy a postupy pro vyšetřování heteroforie z roku 2009. Poruchami funkce vergenčního systému se budu podrobněji zabývat v této práci. [2, 3, 5, 11, 12]

2.2 Dělení HTF

2.2.1 Podle komitance

Dle Elliota (Assesment of Binocular Vision) by se v první řadě mělo vyšetřit, zda se jedná o inkomitantní či konkomitantní HTF.

Inkomitantní (či paralytická) HTF je získaná porucha. Příčinou je částečná nebo úplná obrna okohybných nervů. Může vzniknout kdykoliv v průběhu života. V různých směrech pohledu se mění velikost úchylky. Sekundární úchylka většinou bývá větší, než primární. Největší problémy nastávají ve směru působení postiženého svalu (svalů).

Konkomitantní (dynamická) HTF je méně obvyklým stavem. Vzniká v raném dětství, do 4 let věku. Ve většině případů jejího vzniku se obtíže vyvinou do heterotropie (zjevného šilhání). Etiologie konkomitantní HTF je nejasná, častá je genetická zátěž. Dále ji doprovázejí vyšší refrakční vady, popř. rozdílná refrakce obou očí, zákaly čočky a anomálie očnice a okohybného aparátu. Ve všech směrech jsou úchylky stejné. Na sítnicích vznikají nestejně obrazy a tím dávají možnost vývinu amblyopie a anomálních retinálních korespondencí. Z toho plyne suprese a při dlouhodobém neřešení tupozrakost daného oka, popřípadě obou. Inkomitantní HTF je zjištěna častěji než konkomitantní. [2, 11, 12]

2.2.2 Dělení dle Wicka

Jiné pohledy na dělení HTF uplatňuje Wick. Dělí na základě závislosti odchylky na vzdálenosti, tj. při klasifikaci zohledňuje vliv vzdálenosti na odchylku a tedy i akomodace.

Základem Wickova přístupu jsou tři skupiny: EXO odchylky, ESO odchylky a ostatní.

O EXO odchylkách hovoříme v případě, že je na dálku nebo na blízko je zjištěna exoforie. Rozlišujeme její 3 typy: základní exoforie, insuficience konvergence a exces divergence.

Základní exoforie je charakteristická shodností velikosti odchylky HTF na dálku i na blízko. Dále pak nabývá normální AC/A poměr. Dalším charakteristickým znakem je redukovaná fúzní vergence na obě vzdálenosti. U dekompenzovaných stavů je zjištěna fixační disparita (dále jen FD) též na obě vzdálenosti. Základní exoforie je způsobena abnormalitami v anatomii okohybného aparátu nebo nízkou tonickou vergencí.

Insuficience konvergence je v podstatě nedostatečná schopnost konvergovat. Do dálky je většinou změřena ortoforie, případně menší exoforie než do blízka. Na blízko je zjištěna středně velká až velká odchylka ve směru exo. Může nastat občasná manifestace – exotropie, popřípadě doprovázená supresií. AC/A poměr je nízký, pozitivní fúzní vergence jsou omezeny zejména na blízko. NPC neboli blízký bod konvergence je dál, než je obvyklé pro danou věkovou skupinu. Jak již z popisu tohoto typu vyplývá, FD může být zjištěna jen na blízko. V etiologii této odchylky můžeme nalézt uzavřené úrazy hlavy, systémové onemocnění a selhání akomodačně vergenčního vztahu. Dalším typickým znakem je presbyopický věk.

Exces divergence je oproti předchozímu typu nadměrná rozbíhavost os pohledu. Jak z názvu vyplývá, problémy nastávají při pohledu do dálku. Může se projevit i jako exotropie – manifestovat se. Na blízko je často zjištěna ortoforie, popřípadě je odchylka menší, než na dálku. V tomto případě je AC/A vysoký, fúzní vergence ve směru báze out (báze ven) jsou oslabeny na dálku. Z toho plyne, že NPC nabývá normálních hodnot a FD bude zjištěna při pohledu do dálky. Příčiny jsou nejisté.

V případě ESO odchylek se dá říci, že je to přesný opak EXO odchylek. Jedná se také o tři typy: základní esoforie, exces konvergence a insuficience divergence.

Základní esoforie je charakteristická stejnou, nebo velmi podobnou velikostí HTF ve směru esoforie, zjištěná HTF je na obě vzdálenosti. AC/A je normální, FD je zjištěna na obě vzdálenosti. Fúzní vergence je redukována s bází dovnitř (negativní fúzní vergence). Do etiologie této odchylky patří zejména nekorigovaná hypermetropie. Dále ji může způsobit anatomická porucha a vysoká tonická vergence.

Exces konvergence vyvolává potíže při pohledu na blízko. To znamená, že do dálky je zjištěna ortoforie, popřípadě drobná esoforie. A na blízko je zjištěna až vysoká ESO odchylka. Jako u EXO poruch, může i tato manifestovat v tropii, případně se jedno oko utlumí. Z potíží s viděním na blízko vyplývá i vysoký AC/A poměr. Dále pak se redukuje fixační vergence ve směru negativním na obě vzdálenosti. FD může být zjištěna při pohledu na blízko i na dálku. Na blízko je vždy. Z popisu se může stanovit i etiologie. Tuto poruchu způsobuje nadměrná akomodace, zejména u nekorigovaných hypermetropů a dlouhodobé práci na blízko.

Insuficience divergence způsobuje zejména potíže při pohledu na dálku. Z toho vyplývá, že HTF na blízko bude mít nulovou nebo mírně ESO hodnotu. Na dálku je ESO odchylka větší. Může se i manifestovat. AC/A poměr je nižší, fúzní vergence je redukována na blízko a fixační disparita je zjištěna ve směru ESO na dálku. Etiologicky jde opět o nekorigovanou hypermetropii a vysokou tonickou vergenci. V tomto případě se může hledat příčina i v psychickém stavu pacienta.

Do skupiny ostatních HTF se řadí dysfunkce fúzní vergence a vertikální forie. Jsou to poruchy, jejichž příčina se nedá jednoznačně stanovit a ani jeden znak není typický.

Dysfunkce fúzní vergence je charakterizována pouze redukovanou fúzní vergencí jak negativní (báze dovnitř), tak pozitivní (báze ven) na dálku i na blízko. Tím můžeme stanovit křivku FD, která v tomto případě bude velmi strmá. HTF je na obě vzdálenosti nulová nebo velmi drobná do ESO či EXO. AC/A je také normální. Etiologie tohoto typu je nejasná.

Vertikální forie má HTF ve vertikálních směrech. Často ji poznáme již dle náklonu hlavy ve směru lepšího oka. FD je také ve vertikále. Etiologie této poruchy je často neznámá. V menší míře je způsobena parézami svalů nebo jinou mechanickou překážkou. [3, 11, 12]

3. Kompenzovaná a dekompenzovaná heteroforie

Většina lidí trpí určitým stupněm HTF, proto je nejdůležitější se rozhodnout, které případy vyžadují léčbu. To znamená, že je nutné rozlišovat kompenzaci od dekompenzace. Je-li HTF kompenzována, není třeba ji dále hodnotit. Stačí si jen poznamenat zjištěný stav. Pokud je dekompenzovaná, je nutné další hodnocení konkrétního pacienta, čímž můžeme odhalit příčinu dekompenzace a zahájit vhodnou léčbu. Proto je důležité rozpoznání určitých znaků. I nepatrný oční problém může ukazovat na HTF.

3.1. Kompenzovaná HTF

Když za běžného života vergenční systém může HTF sám překonat, nazýváme ji HTF kompenzovanou.

Pokud může vergenční systém HTF za běžného života překonat sám, je bez symptomů. Po disociaci vjemů levého a pravého oka nastává plynulý návrat očí do normálního postavení. Pacient má stabilní binokulární vidění a odpovídající fúzní rezervy. Stejně tak je bez fúzních disparit, bez suprese a má dobrou stereopsi.

U tohoto typu HTF může nastat dekompenzace při dlouhodobém stresu, úrazu či oslabení kompenzačních mechanismů. HTF se v takové situaci dekompenzuje snáze, než u nezatižených zdravých jedinců.

3.2. Dekompenzovaná HTF

Na rozdíl od kompenzované HTF je vergenční systém neschopný HTF překonat. Z toho vyplývá, že je symptomatická. Hlavním znakem je pomalý návrat očí do normálního postavení po disociaci. U slabších dekompenzací může být přítomno binokulární vidění, většinou je ale nestabilní. Pacienti vykazují neodpovídající fúzní rezervy. FD je vždy přítomna. Asi v šesti procentech případů může nastat suprese a dále malá stereopse.

Sami pacienti často uvádějí rozmazané vidění, distorzi (stáčení) a diplopii jako vizuální subjektivní symptomy. V dalších potížích uvádějí typické astenopické potíže, jako jsou bolesti hlavy, pálení očí, celkovou podrážděnost, nevolnosti, závratě, zvracení a někdy i ztrátu koncentrace. Při binokulárním vnímání mají problém při stereopsi (odhadu vzdáleností) a přeastřování.

Mnohdy uvádějí ústup problémů při koukání monokulárně. Pro snažší orientaci můžeme vycházet z níže uvedené tabulky.

Faktor	Kompenzovaná HTF	Dekompenzovaná HTF
Symptomy	Žádné odpovídající	Odpovídající
Zraková hlediska pracovních podmínek	Žádné nedávné změny	Nedávné změny, které mohou vést ke stresu zraku
Zakrývací test	Rychlý a plynulý návrat oka	Pomalý a váhavý návrat oka
AF (Mallettovo kritérium)	< 1 pD (pod 40 let) < 2 pD (nad 40 let)	≥ 1 pD (pod 40 let) ≥ 2 pD (nad 40 let)
Nekorigovaná refrakční vada	Žádná významná	Významná
Sheardovo kritérium (pro odpovídající FR)	FR (blur point) ≥ 2 HTF	FR (blur point) < 2 HTF
Percivalovo kritérium	Menší FR > ½ větší FR	Menší FR < ½ větší FR
Foveální suprese	Ne	Ano
Stereopse	Dobrá	Redukovaná
Binokulární visus	Lepší než monokulární	Ne tak dobrý jako monokulární

Tab. 1: Souhrn hlavních faktorů pro vyhodnocení kompenzace HTF [9]

Evans dělí dekompenzovanou HTF do tří kategorií. První kategorii označuje jako vizuální symptomy. Druhá jsou astenopické potíže a třetí skupina jsou binokulární obtíže. Tyto potíže mohou také vzniknout na podkladě mnoha jiných příčin. Proto je důležité provést důkladně všechny dostupné testy na HTF a fixační disparitu.

Vztah FD a HTF

Je-li zjištěna FD, upozorňuje to na možnost výskytu HTF. Ačkoliv je FD malá porucha bifoveolární fixace, může být nálezem i u pacientů s normální retinální korespondencí. Nejčastěji se pozoruje fixace vedoucím okem a nedominantní oko, které má také často sníženou zrakovou ostrost, se posune ve směru HTF. Z toho plyne, že výsledný „fixovaný bod“ se nachází jinde než bod na horopteru, ale je ještě v rámci Panumův prostor. Pacienti s FD nemusí mít potíže, ale často mají redukovanou

stereopsi. Po terapeutické stránce FD také nelze ovlivnit. FD, na rozdíl od HTF, se stanovuje vždy na testech s centrálním podnětem (viz kapitola 5.).

Pokud se zjištěná hodnota FD rovná nule, či je velmi blízká nule, zjistíme vždy HTF kompenzovanou. V případě, že FD není rovna nule, většinou nalezneme u pacienta dekompenzovanou HTF. V malé míře můžeme diagnostikovat i kompenzovanou HTF.

Z toho plyne, že u dekompenzované HTF je vždy FD. [2, 3, 9, 11, 12, 15]

3.3 Zhodnocení kompenzace HTF

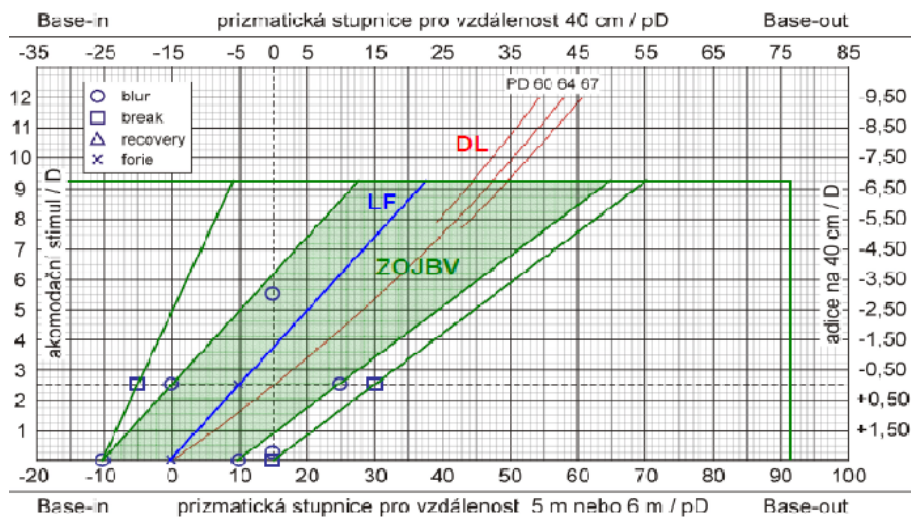
Kompenzaci hodnotíme podle velikosti, stability a dekompenzace či kompenzace. Nesmíme zapomenout na prizmatickou adaptaci.

K dobrému zhodnocení a následnému řešení HTF nám pomáhají testy (viz kapitoly 4. a 5.). Nezanedbatelné jsou též grafické analýzy, kritéria dle Shearda a Percivala a analýzy fixační disparity/ asociační forie. Nesmíme zapomenout ani na normativní analýzy.

Normativní analýzy srovnávají naměřené hodnoty s normami, popřípadě skupinou odpovídajících dat. Normy můžeme nalézt v Optometric Extension Program a integrační analýze.

Grafická analýza se často považuje za klasický přístup. Zejména pak v anglo-amerických zemích. Tento způsob hodnocení je založen na sledování HTF na dálku i blízko při čemž se sledují fúzní rezervy. Dalšími hodnotami jsou relativní akomodace, blízký bod konvergence. Při dodržení vyšetřovací vzdálenosti na blízko se dobře eliminuje akomodace. Změřené hodnoty se zakreslují do grafu, kde se střed stanovuje dle daného PD. Graf s těmito parametry se nazývá A-V diagram (obr. 1.)

Z výsledného grafu můžeme vyčíst rozsah jednoduchého binokulárního vidění, užší zónu ostrého jednoduchého vidění a také na jakou vzdálenost potíže mohou nastat. Dále můžeme odvodit stav HTF a kompenzace. Matematicky stav můžeme hodnotit pomocí kritérií (viz dále).



Obr. 1: Konstrukce A-V diagramu. DL je Dondersova linie (ideální pohyb očí), LF je linie forií (linie, kde se oči skutečně pohybují) [10]

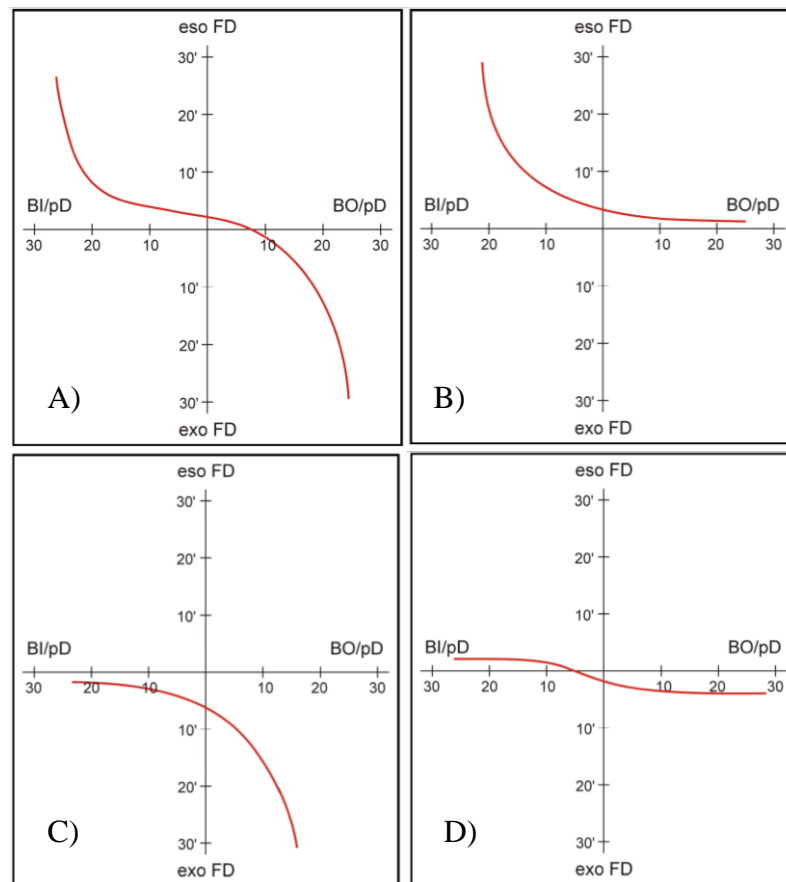
Další možností grafické analýzy je křivka fixační disparity.

Křivka fixační disparity je jeden z přístupů zhodnocení stavu vergenčního systému. Ke konstrukci křivky jsou zapotřebí testy na vzdálenost 40 cm (do blízka) se stupnicí ke zjištění hodnot fixační disparity, jako jsou například na blízko Wesson card, Saladin near point card, disparometr a Mallettova jednotka na blízko. Na dálku se využívá Wolf card či Mallettova jednotka na dálku. Vyšetřování fixační disparity se děje v asociovaných podmínkách, tedy v přítomnosti fúze. Měření se provádí pomocí zkušebních prizmat, která předkládáme bází ven i dovnitř. Střídáme směry báze a velikost prizmat. Postupně navyšujeme po dvou či třech prizmatech do úplné diplopie (rozdvojení pacientova vjemu). Po každém předsazení nové prizmatické čočky zjišťujeme v úhlových minutách hodnotu vzájemného posunutí rysky a stupnice daného testu. Poté můžeme sestavit křivku do grafu.

Křivka popisuje změnu fixační disparity v závislosti na vloženém prizmatickém sklu. Křivku hodnotíme dle parametrů: typ, sklon v průsečíku s osou y, průsečíky s osou x a y a dále střed symetrie. K dispozici jsou 4 typy křivek. První typ můžeme vyšetřit zhruba u 60 % pacientů, je to normální stav, kdy jsou pacienti bez problémů (obr. 2. A)). Typ 2. se obvykle nazývá eso křivka (obr. 2. B)), bývá přibližně u 25 % pacientů.

U dalších 10 % osob lze zjistit typ 3. exo (obr. 2. C)). Čtvrtým typem je nestabilní křivka. Její průběh může být nezávisle nahodilý (obr. 2. D)). Najdeme ho přibližně u 5 % pacientů. Typy křivky závisí zejména na vergenční adaptaci. Dále rozpoznáváme

průsečík s křivkou x, který udává asociační forii, a průsečík s osou y udávající velikost fixační disparity. Dle polohy průsečíků můžeme rozeznat jednotlivé typy.



Obr. 2: Typy křivek asociční forie: A) typ I. Normální stav, B) typ II. ESO křivka, C) typ III. EXO křivka, D) typ IV. nestabilní křivka [9]

Při konstruování křivky záleží na zvoleném testu. Velikost a typ fúzního podnětu může výrazně měnit průběh křivky. Výsledky z testů bez centrálního fúzního podnětu vykazují nestálé výsledky. Pokud se při opakovaném měření a sestavování křivky výsledky neshodují, jedná se o symptomatické pacienty.

Dle výsledného tvaru křivky můžeme také stanovit vhodnou terapii, případně korekci.

Nejznámější kritéria stanovení kompenzace HTF jsou dvě: Sheardovo kritérium a Percivalovo pravidlo. Méně užívané je Mallettovo kritérium. Kritéria jsou matematická stanovení (de)kompenzace HTF.

Sheard říká, že fúzní rezervy musí být rovny nebo větší než dvojnásobek HTF, aby nezpůsobovaly komplikace, a tím by HTF byla dekompenzovaná. Fúzní rezervy jsou měřeny po blur point (bod rozmazání). V případě EXO se měří pozitivní fúzní rezervy, v případě ESO negativní fúzní rezervy. Sheard vytvořil i vzorec pro výpočet

ideální prizmatické korekce. Z pozorování vyplývá, že tento způsob více vyhovuje odchyškám typu EXO.

Percival stanovuje kompenzaci pomocí vzorce: menší FR je větší než polovina větší FR. Opět jsou fúzní rezervy měřeny po blur point. V tomto případě je stanovení prizmatické korekce závislé na velikosti větší a menší fúzní rezervy. Percivalovo pravidlo lépe vyhovuje pro ESO do blízka.

Dále pak se užívá Mallettovo kritérium pro HTF. Toto kritérium rozděluje pacienty dle věku, do 40 (před presbyopický věk) a nad 40 let (presbyopický věk). Dle velikosti asociační forie se poté může usoudit na dekompenzaci HTF. V případě pacienta do 40let a zjištěné asociační forii nad 1 prizmatické dioptrie (dále jen pD) je HTF dekompenzovaná. U pacienta nad 40 let jsou hraniční 2 pD.

Analýzy fixační disparity a asociační forie využívají také metodu MKH. Podle MKH mohou být potíže způsobeny i samotnou fixační disparitou, i bez HTF. Dále MKH uvažuje reverzibilitu sensorické adaptace i ve stáří. MKH dělí fixační disparitu na dvě skupiny. Fixační disparita 1. a 2. typu (viz. 5.3 MKH.)

Při stanovení kompenzace HTF pomocí FD se musí stanovit, zda velikost zjištěné odchyšky je způsobena drobnou chybou ve vergenčním systému, tzv. chybový model FD, nebo zda je velikost zjištěné FD příznak stresu, napětí ve vergenčním systému, tzn. stresový model FD. Pokud je HTF dekompenzovaná, je vždy nálezem FD. U HTF kompenzované je FD rovná nule.

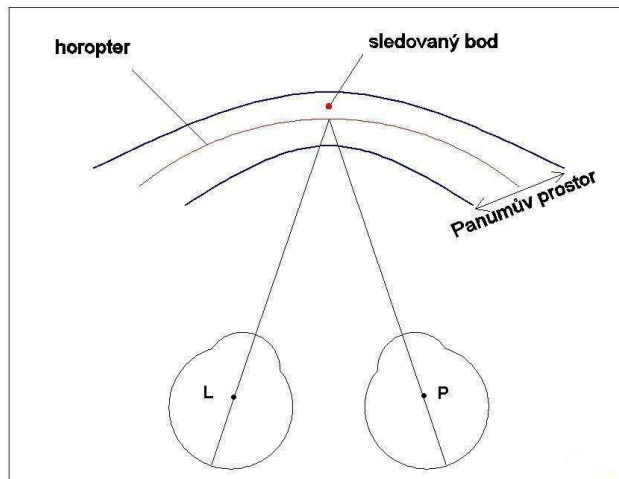
Pro perfektní stanovení kompenzace musíme také znát všechny související pojmy. Jsou to zejména fixační disparity, asociační forie, fúzní rezervy, AC/A, stereopse, relativní akomodace a suprese. Základní informace k vybraným pojmům jsou uvedeny v následující kapitole. [2, 3, 9, 10, 11, 13, 15]

3.4 Související pojmy

3.4.1 Fixační disparita (FD)

Fixační disparita je malá fixační odchyška, která způsobuje malou disparitu. Může se objevit i u pacientů s normální retinální korespondencí. Zrakové osy se při tomto postižení neprotínají na sledovaném objektu, ale v jiném – disparátním místě, ale stále se ještě protínají v rámci Panumového prostoru a tudíž nezpůsobuje

diplopii (obr. 3.). Sledovaný bod předpokládáme na ideálním horopteru (zhruba uprostřed Panumova areálu). Odchytky mohou být v rovině horizontální (ESO a EXO) a také v rovině vertikální (HYPER a HYPO). FD může mít formu nezkřížené (esoforie) nebo zkřížené (exoforie) diplopie. V případě zjištění fixační disparity můžeme zjistit i dekompenzovanou HTF. Velikost disparity se udává v úhlových minutách.



Obr. 3: Schéma sledování bodu v případě FD (bod neleží na horopteru, ale je v rámci Panumova prostoru) [9]

Fixační disparitu mohou trvale ovlivňovat fúznívergence a ty udržují oči v dané fixační pozici. To vede k tomu, že původně disparátní místa sítnic obou očí začnou korespondovat, byť s nekvalitním obrazem odchýleného oka. Tento stav se nazývá anomální retinální korespondence. Může vést k utvrzení, vzniku pseudofovey, popřípadě až k supresi uchýleného oka. V určitých případech tento stav vede k astenopickým potížím a často redukuje stereopsi.

V německy mluvících zemích se aplikuje metoda MKH a ta dělí FD na dva typy: FD 1. a 2. Stupně. (viz 5.3 MKH)

Bifoveolární fixace se tak časem úplně vytrácí. Při větších nárocích na senzomotorický aparát nemusí oči již motoricky dokorigovat rozdílnoť vjemu. Jako následek se vytváří útlumový skotom. S tím souvisí i zhoršení až ztráta stereoskopického vnímání.

V literatuře se setkáváme s pojmem chybovým modelem FD. V tomto případě je FD drobná chyba ve vergenčním systému, při opakovaných měřeních nebývá stejně velká, ani se nemusí vždy projevit.

Dalším pojmem je tzv. stresový model FD. V takovém případě je FD příznakem dekompenzované HTF, tj. příznak stresu ve vergenčním systému. Dekompenzovaná HTF vede k FD.

Testy na FD jsou zejména Mallettův test, křížový test s centrálním fúzním bodem, Woolf card, american vectografic card (vše na dálku) a dále testy se stupnicí (zejména testy do blízko): Saladin near point card, Wesson card. Všemi těmito testy se budu zabývat v samostatné kapitole.

3.4.2 Asociační forie

K úplné kompenzaci FD je potřeba určitá individuální minimální hodnota prizmatické korekce. Ta se nazývá asociační forie. Tato hodnota se nedá stanovit tabulkově. Dvěma stejným FD nemusí vyhovovat stejně velké korekční prizmatické dioptrie.

Asociační forie nám může pomoci stanovit dekompenzaci HTF. V případě podobných zjištěných hodnot HTF a asociační forie můžeme usoudit, že fúzní vergence jsou nedostatečné a poukazují na dekompenzaci. V případě rozdílných hodnot HTF a asociační forie je fúzní vergence schopna překonat obtíže. To ukazuje na kompenzovanou HTF.

Asociační forie se zjišťuje na testech s centrálním fúzním podnětem a prizmaty vkládanými proti směru odchylky, do zarovnání vjemu.

3.4.3 Fúzní rezervy

Fúze je schopnost spojení téměř stejných sítnicových obrazů v jeden binokulární smyslový vjem. Fúzní rezervy udávají, jak moc rozdílné obrazy mohou být vnímány oběma očima zároveň a přitom být spojeny v jeden vjem. Fúzní rezervy mohou být negativní nebo pozitivní. V případě pozitivní nutíme oči koukat k nosu (testovací prizmatické čočky vkládáme bází ven). Při negativní rezervě nutíme oči koukat ven (testovací prizmatické čočky dáváme bází dovnitř). Tento rozsah odpovídá zóně jednoduchého binokulárního vidění. Níže uvádím normativní tabulku fúzních rezerv. V praxi je nejdůležitější bod rozmazání. Ten udává, jak moc můžeme konvergovat/divergovat, abychom vnímali obraz jednoduše. Bod rozdělení je hranice pro binokulární vidění. Bod spojení udává, kdy je jedinec schopen po výpadku binokulárního vidění znovu vnímat jednoduše. Může nám napovědět možnou

dekompenzaci ve zrakovém systému, např. dekompenzovanou HTF. Tyto body se získají postupným navyšováním prizmat před obě oči a ž po rozdvojení. Bod spojení získáme postupným snižováním prizmatického účinku. V praxi se běžně stanovují rezervy na dálku (5-6m) a na blízko (40cm). Přehled hodnot uvádím v následujících tabulkách.

Bod	Pozitivní	Negativní
rozmazání	12-16 pD	Není (jinak chyba korekce)
rozdvojení	18-22 pD	6-12 pD
spojení	14-18 pD	4-8 pD

Tab. 2: Tabulka normativních fúzních rezerv na dálku, báze předložená směrem out. [20]

Bod	Pozitivní	Negativní
rozmazání	20-28 pD	6-10 pD
rozdvojení	26-34 pD	12-18 pD
spojení	22-30 pD	8-14 pD

Tab. 3: Tabulka běžných hodnot fúzních rezerv na blízko, báze předložená směrem in. [20]

Můžeme také stanovovat vertikální fúzní rezervy, supravergenci a infravergenci. V českých praxích se však nevyužívají.

Fúzi a s ní její rezervy mohou ovlivňovat složky motorické a senzorické. Motorická složka ovlivňuje pohyb očí, to znamená, že odpovídá za pohyby vedoucí k zaměření pohledových os na sledovaný objekt. Senzorická složka je založena na psychickém a fyziologickém stavu a spojuje obraz pozorovaného objektu i bez pohybu očí.

Velikost fúzních rezerv zjišťujeme pomocí běžného optotypu a prizmatické lišty popřípadě plynule proměnného prizmatu (ve foropteru). Prizmata se před oči předkládají rovnoměrně a výsledná hodnota se sčítá.

3.4.4 Stereopse

Stereopse umožňuje binokulární vnímání hloubky. Díky ní vidíme prostorově, toto vnímání lze nazvat „pravé“ prostorové vnímání. Steropse je založena na fyziologické disparitě obrazů dopadajících na sítnici. Oblast stereopse mírně přesahuje Panumův prostor. Proto, aby byla stereopse kvalitní, musí zrakové osy svírat tzv. stereoskopickou paralaxu. Ta udává, jak je velká daná disparita. Záleží

na vzdálenosti pozorovaného bodu a pupilární distanci osoby. Paralaxa se udává v úhlových sekundách. Práh vnímání je matematicky 20'', v praxi se udává spíše 40''. Pokud je disparita, potažmo paralaxa, menší než 20'' (40''), stereopse není přítomna. Dále není výbavná, pokud pozorovaný předmět leží příliš daleko od Panumova prostoru. Stereopse také nenastane, když bude předmět příliš daleko od oka.

V případě, že daný objekt není sledován v pohledu přímo v před, nastává vertikální geometrická disparita. Ta nevede k steropsi, naopak může způsobit zkreslení, tzv. distorzi obrazu. V praxi můžeme sledovat i chromatickou stereopsi. Ta je způsobena barevnou zobrazovací vadou oka. Jedinec s větší vadou může sledovat například modré vystupující a červené ustupující části testu.

Pro stanovení kvality stereopse využíváme stereogramy. Testy jsou založeny na principu disociace obrazu pomocí filtrů (polarizačních, anaglyfických). Předkládaný obraz po spojení dvou částí se má jevit prostorově. To je dosaženo určitým posunem jednotlivých obrázků vůči pozadí.

3.4.5 AC/A

AC/A poměr je poměr akomodační konvergence a akomodace. Akomodační konvergence je konvergence způsobená akomodací. Při akomodaci je současně dodáván impuls vergenčnímu systému. Při poruše tohoto impulsu k celkové konvergenci jej musí nahradit jiné složky.

AC/A udává, jak silný konvergenční podnět je vytvořen danou akomodací. Jednotky jsou v prizmatických dioptriích. Normální hodnotou je poměr 3:1 až 4:1.

Při zjištění abnormálního AC/A poměru můžeme usoudit na HTF. Slabý AC/A poměr ukazuje na problémy ve směru ESO odchylky (exces konvergence, viz kapitola 2.2.2). Naopak silný AC/A poměr je zjištěn u EXO forie (insuficience konvergence, viz kapitola 2.2.2).

Vyšetření se provádí pomocí standardních zkušebních čoček a testu na von Grafoho prizma na blízko (číselná lišta s šipkou, často součást čtecích tabulek). Měříme změnu konvergence.

3.4.6 Relativní akomodace

Relativní akomodace udává, o kolik můžeme změnit akomodaci na danou pozorovací vzdálenost, aniž by se porušilo jednoduché binokulární vnímání.

Relativní akomodaci dělíme na pozitivní a negativní.

Pozitivní zesiluje akomodaci. Takový stav navodíme to pomocí rozptylných čoček. S tím se zvyšuje i akomodační konvergence. Hranice je rozmazání vjemu. Normální hodnoty jsou průměrně -2,37 D.

Negativní oslabuje akomodaci. Stav vyvoláme pomocí spojných čoček (umělá akomodace). S tím se uvolňuje i akomodační konvergence. Hranice je vyčerpání akomodačního výkonu, subjektivně rozmazání/rozdvojení obrazu. Norma je v rozsahu +1,75D až +2,25D.

Relativní akomodace se vyšetřuje vždy binokulárně na 40 cm na optotypu s pomocí běžných korekčních čoček.

3.4.7 NPC - blízký bod konvergence

Blízký bod konvergence je bod nejbližší k očím, který je pacient ještě schopen vnímat jednoduše a ostře. To znamená, na kterou vzdálenost jsou oči schopny přesně konvergovat. Tuto vzdálenost měříme od kořene nosu.

Stanovení NPC můžeme realizovat dvěma způsoby: subjektivně a objektivně. Obě metody jsou založeny na sledování přiměřeně malého optotypu, např. tužky, přibližovaného rovně k nosu.

3.4.8 Suprese

Suprese je útlum jednoho oka, je to vada monokulární. Jedná se o útlum informace z části, nebo z celé sítnice. Útlum je vyvolán snahou o dosažení jednoduchého zrakového vjemu bez rušivé diplopie. V případě útlumu části sítnice můžeme pozorovat útlumové skotomy v zorném poli daného oka. Z toho vyplývá, že není přítomno binokulární vidění.

Supresi můžeme dělit na centrální a periferní.

Centrální suprese utlumuje celou centrální oblast, brání konfúzi. Může nastat při mono i binokulárním vidění.

Naproti tomu periferní suprese způsobuje útlum v oblasti mimo centrum ostrého vidění jednoho oka. Druhé oko však vnímá v celé oblasti zorného pole normálně. Nevzniká diplopie, suprese se projeví jen při binokulárním vidění.

Suprese může být pozorována i u jedinců bez subjektivních problémů. Projevuje se to střídavou supresí při předložení dvou mírně odlišných obrazů, výsledný vjem „přeblikává“, případně se částečně obrazy doplňují a míchají (konfúze).

V případě poruchy binokulárního vnímání suprese brání konfúzi a diplopii potlačením jednoho oka (většinou slabšího, s deformovaným, rozmazaným obrazem). Nejčastější poruchy binokulárního vidění jsou heterotropie, dekompenzovaná HTF, anisometropie a amblyopie.

Amblyopie bývá následkem dlouhodobé suprese jednoho oka, zejména v dětství.

Suprese lze vyšetřit pomocí Worthových světél (nejvyužívanější), Bagholinyho skel a dále červenozelených, případně polarizovaných filtrů. [2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 15]

4. Testy na heteroforii

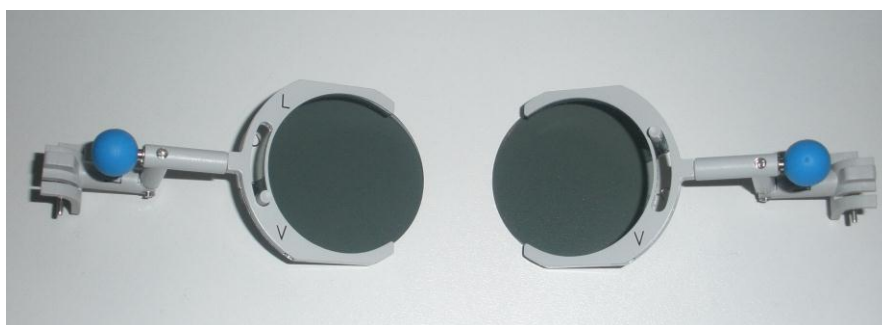
V této kapitole jsou uvedeny všechny způsoby testování HTF. Jednotlivé testy (skupiny testů) jsou založeny na různých fyzikálních zákonech. Základem je vždy oddělení vjemů jednoho a druhého oka. Úplné disociace očí se dosáhne tím, že tyto testy nemají společný centrální fúzní podnět. Zjištěnou HTF pak nazýváme disociovanou. Disociovaná HTF znamená, že fixační linie očí se nacházejí v odchýleném postavení (vůči ortoforickému postavení) a oči nefixují žádný bod (jsou bez fúzních podnětů). Pokud oči v odchýleném postavení fixují (fúze je přítomna), pak hovoříme o asociované HTF. Asociovanou HTF zjišťují tedy testy s centrálním fúzním podmětem (viz kapitola 5.)

Velikost HTF se měří dvěma způsoby. První, přímá metoda, je měření pomocí disociačního systému s vhodně doplněnou stupnicí. K tomuto typu patří Maddoxův systém. Druhou metodou je stanovení odchylky přímo prizmaty. To znamená, že odchylka je rovna velikosti vložených prizmat (bází proti odchylce).

4.1 Testy na dálku

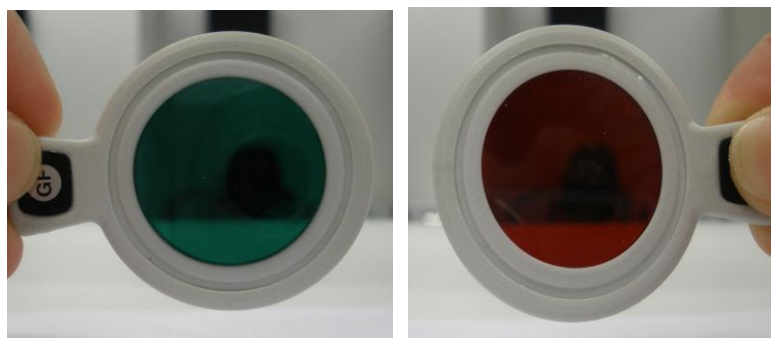
Testem nejjednodušším je zakrývací test. Je to test orientační, založený na zakrývání jednoho, popřípadě střídavě obou očí.

Další skupinou jsou testy využívající polarizaci. Pacient pozoruje dané testy přes polarizační filtry. Před každým okem má filtr, ty se však liší polarizací o 90°. V anglické literatuře se můžou překládat jako křížově polarizované filtry. Nejznámější z těchto testů je POLA-test, dále pak křížový test či Schoberův polarizační test.



Obr. 4: Polarizační filtry [vlastní fotografie]

Třetí skupina testů využívá červeno-zelených filtrů. Na tomto principu jsou založena Worthova světla a Schoberův (anaglyfický) test.



Obr. 5: Červeno-zelné filtry [vlastní fotografie]

Další používané typy testů využívají mechanické principy. V praxi to znamená vyšetření na troposkopu, pomocí Bagholiniho skel, TIB-testem a diploskopem.

V neposlední řadě se uvádím testy využívající prizmatický efekt již k vyšetření. Jsou to Graefova zkouška a Maddoxův cylindr ve spojení s Maddoxovým křížem. Do této skupiny se lze zařadit i výše zmíněný zakrývací test.

O výše uvedených testech se hovoří jako o disociačních testech. Nemají žádný fúzní podnět. Velikost HTF se měří s pomocí prizmatických čoček, popř. prizmatických lišt. U zakrývacího testu neutralizujeme pohyb oka a tím i stanovíme počet prizmatických dioptrií pro korekci HTF.

Do odlišné skupiny spadá Malletův test. Tento test není disociační. Má společné fúzní podněty pro obě oči, ačkoliv jsou před očima filtry. Z tohoto důvodu se zabývám Malletovým testem v samostatné kapitole a v praktické části této práce.

4.2 Testy na blízko

Testy na blízko se velmi podobají testům na dálku. Jsou založeny na stejných principech. Jejich velkou nevýhodou je nemožnost kontroly akomodace. Hůře se také zjišťují horizontální odchylky a s tím souvisí i horší možnosti jejich kompenzace.

Nejznámějším testem na blízko je Malletova jednotka na blízko. Ta pracuje s centrálním fúzním podnětem a blíže je popsána v kapitole 5. Testy na fixační disparitu a asociační forii.

Dalšími testy jsou zakrývací test a von Grafeho prizma. Tyto testy jsou prováděny stejně, jako v případě testování na dálku. Testové znaky jsou ve vzdálenosti 40 cm od pacienta. [7, 11, 13]

5. Testy na fixační disparitu a asociační forii

Testy na fixační disparitu a asociační forii se konstrukcí neliší od testů na běžnou HTF. Jediným a hlavním rozdílem je fúzní bod. Vždy je centrální, někdy bývá významný i fúzní bod v periférii.

Jsou to testy: Mallettův test na dálku i na blízko, křížový test s centrálním fúzním bodem, Woolf card na dálku. Na blízko se využívá Wesson card, American vectografic card, Saladin near point card a Sheedyho disparometr. Samostatnou skupinu tvoří MKH testy.

Testy detekují fixační disparitu. Je potřeba zdůraznit, že tyto testy se velmi liší od disociačních testů, které měří velikost HTF. Tyto testy měří asociační forii. Měření se provádí prizmatickými čočkami, kterými zjistíme velikost asociační forie a tak i velikost případných korekčních prizmatických čoček ke kompenzaci FD, případně HTF.

5.1 Testy na dálku

5.1.1 Mallettův test na dálku

Při vyšetření Mallettovým testem vidí obě oči velmi podobné obrazy, které napomáhají senzoričké fúzi. V periferní části testu je společné fúzní prostředí – okolí samotného testu - a dále centrální fúzní podnět (OXO). Metody docílení disociace a společných fúzních bodů jsou různé (viz. níže). Právě kvůli společnému fúznímu podnětu hovoříme o asociaci.

Zatímco v disociačních testech je pro oči normální, že vnímají nevyrovnané obrazy, v asociačním Mallettově testu oči vnímají vyrovnaně.

Protože tento test pomáhá hlavně určení fixační disparity a velikosti asociační forie, můžeme z něho usoudit i de/kompenzaci, popřípadě velikost HTF. Vyjdeme-li z pravidla, že asociační forie vždy doprovází dekompenzovanou HTF, avšak nebývá přítomna u kompenzované HTF, můžeme z Mallettova testu usoudit velikost nejen asociační forie, ale i dekompenzovanost.

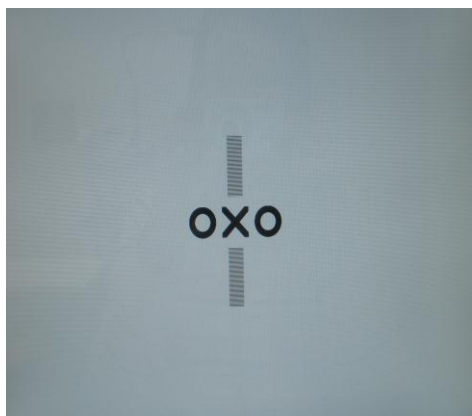
V praxi zjišťujeme, že jakékoliv odchýlení pozorovaná na tomto testu jsou abnormální a často jsou příznakem dekompenzované HTF.

Při vyšetřování je důležité klást velmi cílené dotazy na sebemenší pohyb, který vyšetřovaný v testu vnímá, protože, jak již bylo zmíněno výše, pro různé odchylky nemusí platit stejná korekce.

Konstrukce testu je nejčastěji prováděna na bázi polarizace. V České republice dostupný v souboru i.Polatest®. V menší míře se tyto testy používají v anaglyfickém provedení.

5.1.1.1 Polarizační konstrukce

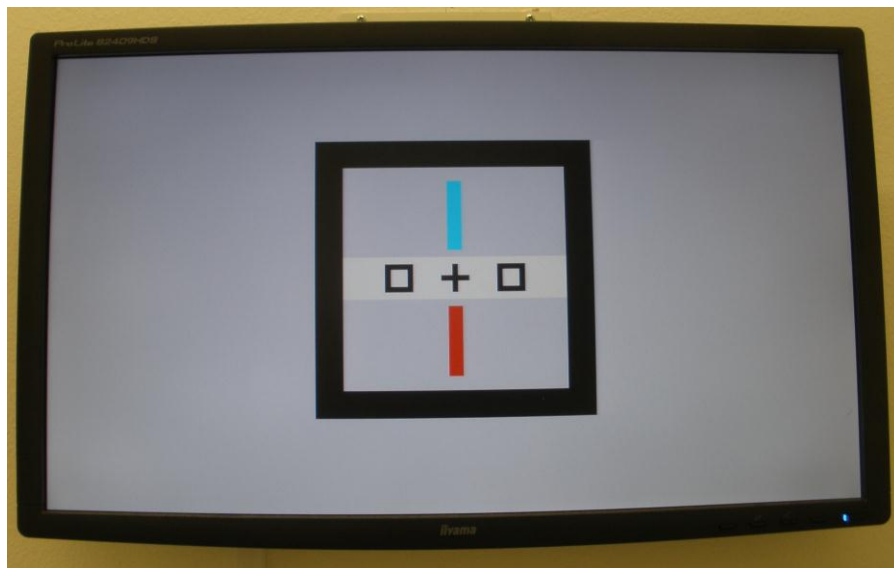
Polarizační konstrukce využívá vlastnosti filtrů na světlo. Část testu je konstruována filtrem s polarizačním účinkem v ose 45° a druhá s osou 135° . Centrální fúzní podnět je polarizačně neutrální. V případě periferních podnětů (např. okraj testu) jsou používány nerušivé barvy nebo jsou v dostatečné vzdálenosti od testů. Běžnějším provedením testů je pozitivní konstrukce, tzn. černé (tmavé) znaky na bílém podkladu. V některých případech bývá test doplněn stupnicí. To bývá pro snadnější určení úhlové odchylky FD. V případě následné korekce odchylky prizmaty, stanovíme asociační forii. Aby pacient mohl být na těchto testech vyšetřen, musí mu být předsazena polarizační předsádka s odpovídajícím natočením filtrů. Jak z popisu vyplývá, část testu bude vnímat levým okem, část pravým a centrální, popř. periferní, fúzní podnět oběma očima. Každým okem zvlášť tedy uvidí mírně posunutý obraz. Díky centrálnímu bodu vjem spojí v jeden obraz. V případě ortoforie či kompenzované HTF uvidí pacient test v nedeformovaném postavení, bez jakéhokoliv pohybu. V případě jakéhokoliv odchylky jej bude vnímat deformovaně, případně s pohybem.



Obr. 6: Mallettův test v provedení na i.Polatestu® od firmy Zeiss [vlastní fotografie]

5.1.1.2 Anaglyfické provedení

Anaglyfické provedení je založena na testování s pomocí červenozelených filtrů. Sám test má část červenou a část zelenou. Černá část testu je vnímána jako centrální fúzní podnět, zpravidla je ve tvaru OXO a doplňkových čar. Provedení anaglyfických testů se také mírně liší v Velké Británii a České republice. Obě provedení se využívají na dálku i na blízko. Na blízko je velikost redukována a samotný test je doplněn periferním fúzním podnětem. Testování se provádí zpravidla na 40 cm.



Obr. 7: Anaglyfická verze Mallettova testu [vlastní fotografie]

Korekci prizmatickými čočkami provádíme i při nepatrném odchylení. Na horizontální odchyly se předsazuje po 1 prizmatické dioptrii rovnoměrně děleno před obě oči. Při vertikálních odchylnkách se postupuje po půl prizmatické dioptrii. Bázi vkládáme vždy proti odchylce.

Pro přesnou korekci se doporučuje doplnit vyšetření na Mallettově jednotce dalšími vyšetřeními. Jsou to zejména vyšetření akomodace- AC/A poměr, amplituda akomodace, a také vyšetřenívergence- fúznívergence pozitivní a negativní, fúzní facilitu. Někdy se přidává i blízký bod konvergence (NPC). [4, 9, 6, 13, 14, 15]

5.1.2 Křížový test s centrální fixací

Dalším testem fixační disparity na dálku je křížový test s centrálním fúzním podnětem. Často se setkáváme s označením projekčním test. Tento test se dá považovat za předchůdce Mallettova testu. Je jednodušší na konstrukci i interpretaci.

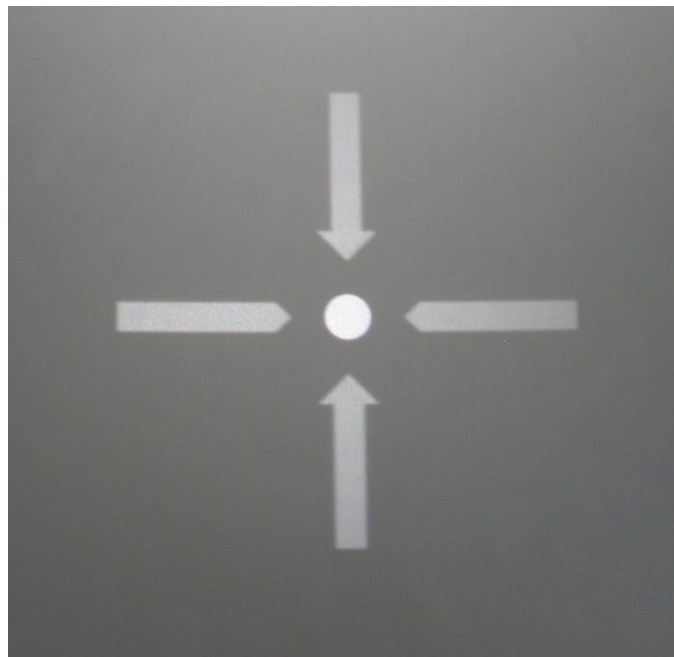
Princip konstrukce spočívá v kříži, kde prostřední část je nahrazena centrálním fúzním bodem. Každé oko vnímá centrum a část periferie, dle shodné předsazené polarizace či barevného filtru. Křížový test odhalí sensoricky adaptovanou odchylku. Měří asociační forii.

Křížový test bývá součástí sad testů na projekčních optotypech. V tomto případě je konstruován s pozitivní polarizací. Zpravidla jsou jednotlivá ramena kříže zakončena šipkou ukazující na střed. Oproti běžnému křížovému testu, kde jedno oko vidí svislou část a druhé oko vodorovnou, v tomto případě jedno oko vnímá horní a levou šipku, druhé spodní a pravou šipku. Současně vnímají podnět. V projekčním provedení bývá problém s nedostatečným kontrastem obrazu.

Test v sadě na LCD monitoru je zpravidla také v polarizačním provedení. Oproti projektoru má lepší kontrast a pro pacienty je příjemnější.

Křížový test můžeme také použít v anaglyfické verzi. V tomto případě je test pozorován přes červenozelený filtr.

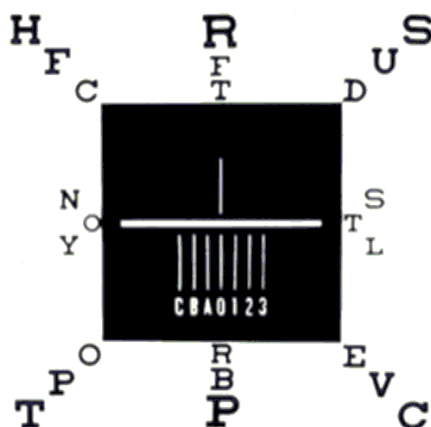
Korekce a interpretace výsledků se na jednotlivých typech neliší. [9, 11, 13]



Obr. 8: Křížový test s centrálním fúzním podnětem, projekční, polarizovaný
[vlastní fotografie]

5.1.3 Woolf card

Tento test se často využívá pro konstrukci křivky FD. Vyšetřuje se na běžně používanou vzdálenost šesti metrů. Vyšetřovaný pozoruje opět za asociovaných podmínek přes polarizační analyzátoři svíslé noniové* čáry (např. šipka a stupnice) a hledá se prizmatická hodnota, která pozorované znaky zarovná v případě, že test přes polarizační filtry byl vnímán v nesymetrickém postavení. Jako centrální fúzní podnět funguje vodorovná čára, znaky kolem černého pole slouží jako periferní podnět.



Obr. 9: Woolf Card [21]

*noniové: čáry o tloušťce odpovídající šířce jedné úhlové minuty.

5.2 Testy na blízko

5.2.1 Mallettova jednotka na blízko

Mallettův test existuje i v provedení na vyšetření na blízko. Součástí vyšetřovací jednotky jsou testy na vertikální i horizontální odchylky. Obě části testu, jak na horizontální tak na vertikální odchylky, mají dva fúzní podněty. Centrální ve formě OXO. Periferní je tvořen textem, ve kterém je uprostřed umístěn černá kruh. Uprostřed černého kruhu je podnět OXO v bílém poli. Dvě testové značky (obdélníky) jsou ve vertikálním či horizontálním směru ve středu černého kola, kolmo na X. Mallettova jednotka bývá v provedení polarizačním. Test je prováděn na standardní vyšetřovací vzdálenost 40cm. Korekce pomocí Mallettovy jednotky je obdobná, jako v případě testování forií na dálku. [6, 11, 13]



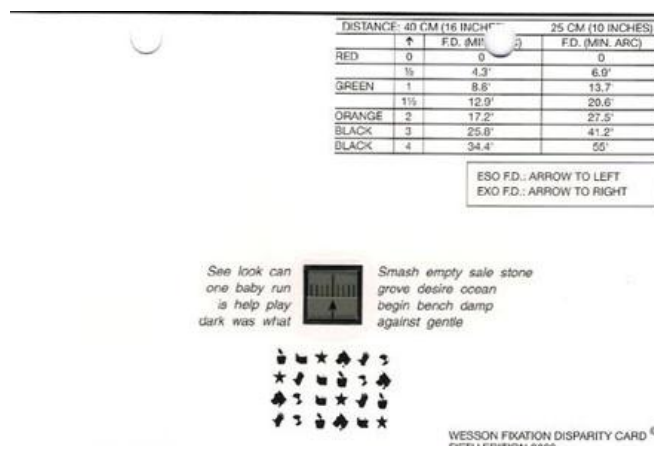
Obr. 10: Mallettova jednotka na blízko [vlastní fotografie]

5.2.2 Wesson card

Tento test se využívá pro zjištění křivky FD. Tento test detekuje FD a měří asociační forii. Měření se provádí na vzdálenost 40cm. Test je provede na principu polarizace.

Pacient pozoruje obrázek stupnice a šipky v rámečku. Kolem rámečku je jednoduchý text jako periferní fúzní podnět. Stupnice a šipka mají opačnou polarizaci, proto při pozorování testu přes filtr s vhodnou polarizací může pacient vidět vzájemný posun obrazu. Dle posunu (pacient hlásí, kam šipka „ukazuje“) odečteme z tabulky velikost FD v úhlových minutách (obr. 11.).

Popřípadě můžeme pacientovi předsadit odpovídající prizmatickou čočku, která pacientův vjem zarovná. Tím získáme hodnotu asociační forie.

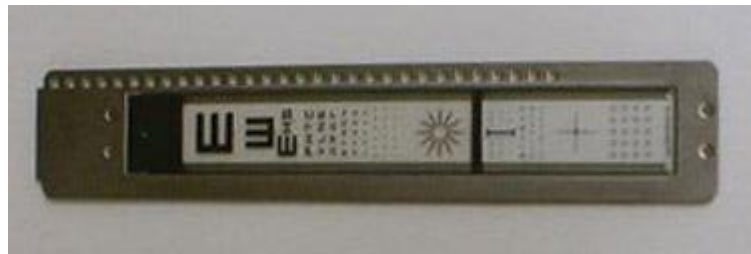


Obr. 11: Wesson card [18]

5.2.3 American vectographic card

American vectographic card je soubor testů na refrakční vady, astigmatismus, stereopsi i na vergenční poruchy. Test, v provedení na blízko, má několik částí. Horní část lišty se zaměřuje na refrakční vady. Spodní část testu slouží k testování stereopse a asociační forii. Tato část je provedena v pozitivní polarizaci. Testem na asociační forii v tomto provedení je křížový test s centrálním fúzním podnětem. Okraje testu působí jako periferní fúzní podnět. Postup vyšetření je obdobný, jako na ostatních testech.

Tento test se v ČR nevyužívá. (Můžeme ho nalézt i pod názvem stereoptický vectografický projektor.)



Obr. 12: American vectographic card [17]

5.3.4 Saladin near point balance card

Tento test je opět pro detekci FD a měření asociační forie. S předsazeným Maddoxovým cylindrem můžeme stanovit rovnou HTF.

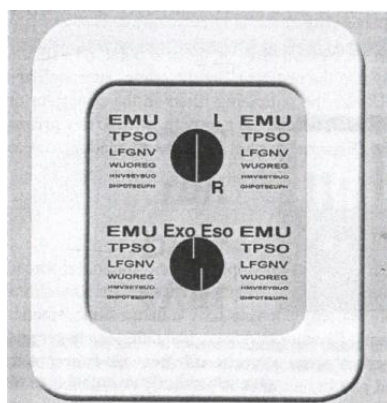
Saladin card umožňuje měření horizontálních i vertikálních úhlů FD, případně velikosti HTF a asociační forie. V anglo-amerických zemích je velmi oblíben.



Obr. 13: Saladin near point bance test s polarizačními brýlemi a okluzí. [16]

5.3.5 Sheedyho disparometr

Disparometr využívá ke zjištění velikosti FD odlišný přístup, než výše zmíněné testy. Test sice využívá polarizaci, ale rozdíl je v konstrukci a důrazu na subjektivitu měření. Test je rozdělen na dvě části. Horní díl slouží pro detekci vertikálních FD, spodní díl pro horizontální FD. Jednotlivé poloviny jsou tvořeny černým kruhem s dvěma pohyblivými bílými čarami. V okolí kruhů jsou periferní fúzní podněty ve formě textu. Vyšetřovací vzdálenost je 40 centimetrů a vyšetřovaný svírá pohledový úhel 1,5°. Před samotným vyšetřením se musí čáry nastavit do koincidence. Pokud vyšetřovaný nevidí test ve správném postavení, sám si pohybuje s linkami, pomocí šroubků tak, aby je subjektivně vnímal ve správném postavení. Na stupnici, která jsou částí disparometru, vyšetřující odečte hodnotu a směr disparity. Poloha čar nám může dát i informaci, které oko je více zatíženo poruchou. Pohledové osy očí při fixaci odpovídají polohám čar. Disparometr udává skutečnou odchylku! [15]



Obr. 14: Sheedyho Disparometr [15]

5.3 MKH

MKH je soubor testů a řešení HTF a fixační disparity na komplexní a plné kompenzaci

(Mess und korektion metode von Haase), jak již plný název napovídá, tato metoda vznikla v německy mluvících zemích. Do dnes v těchto zemích na tuto metodu kladou velký důraz. MKH má základ v adaptaci senzorického systému na vzniklou fixační disparitu. Vergenční systém se nezatěžuje změnami prizmatického efektu. Fúze se také více nezatěžuje. MKH nehodnotí motorický systém, jen senzorický systém. Díky tomu detekuje i sebemenší FD při HTF. MKH je založeno na testování na nekonečnou vzdálenost a omezuje se jen na prizmatickou korekci FD.

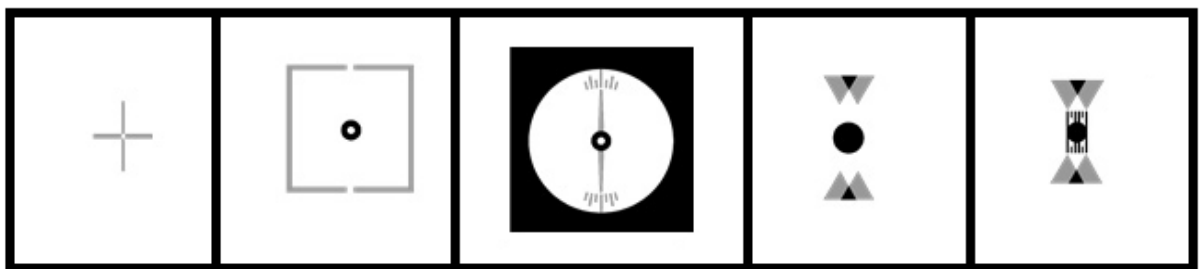
MKH je soubor jednotlivých testů, souhrnně také zvané POLA-test. Testy jsou seřazena od nejjednodušších po náročnější. Jsou takto seřazeny hlavně pro možnost detekce od menších k větším vadám. Na prvním testu, křížovém bez jakéhokoliv společného fúzního podnětu, snadno detekujeme motoricky kompenzovanou HTF a můžeme rozpoznat i FD prvního stupně. U všech následujících testů v sadě jsou ortopetální podněty fúze. Tyto podněty vychází z nedisociovaných centrálních nebo periferních částí testu a neumožňují tak zjistit motorickou složku HTF. Prvním testem z této skupiny je test ručičkový. Tímto testem můžeme již stanovit FD druhého stupně, spíše lehčí formy. Hákový test je další ze skupiny testů s centrálním fúzním bodem. Kromě aniseikonie (nestejného obrazu) můžeme poznat další formy druhého stupně FD. Další test zaměřený zejména na stereopsi, nazývá se Stereotestem. Pomůže nám stanovit rozsah Panumových areálů během zkřížené a nezkřížené polarizaci (test je pozorován střídavě přes otáčené polarizační filtry, tím se mění vjem levého a pravého oka na levou a pravou část testu). Taktéž můžeme diagnostikovat utvrzenou FD II. Tento test může být v sadě doplněn ještě Stereovalenčním testem, pro podrobnou analýzu.

FD 1. charakterizují Panumovy areály v původní velikosti, bez adaptace. Obraz objektu je zpracováván na okraji Panumova areálu. Korespondující místa sítnice jsou od sebe navzájem posunuta o 10' až 20'. Uplatňuje se senzorická složka fúze. Dále pacienti s tímto typem udávají astenopické potíže a zjišťujeme u nich oslabenou stereopsi.

FD 2. typ se vyvine z FD 1. typu. Fixační korespondence se při měření uplatňuje kolem disparátních míst sítnice jednoho oka, které spolupracují se sítnicí fixujícího oka.

Původně se to netýká perifernějších míst, kde nastupuje sensorická fúze. Stav FD se časem rozšiřuje do vzdálenějších míst sítnice uchylujícího se oka. Toto nastává, pokud se zatížené hranice Panumových prostorů protáhnou z 1° - 2° na 5°.

FD 2. dělíme na 6 podtypů. Každý podtyp má deformované Panumovy areály. Do jaké míry jsou deformovány a jakou adaptaci zjistíme, podle toho definujeme podtyp. Nejvyšší stupeň charakterizuje vznik pseudofovey, anomální retinální korespondence v centrální oblasti a pokročilá adaptace i mimo centrum. Tento stav nazýváme fixační disparita 2. utvrzená.



Obr. 15: Soubor základní testů MKH na i.Polatestu® [13]

Test funguje na základě pozitivní polarizace. To znamená, že máme černé znaky na bílém pozadí. Polovina znaku je polarizována jedním směrem, druhá opačným. Nejčastěji v úhlu 45° a 135°. Pacient má předsazen polarizační filtr o odpovídající polarizaci. Každý test pomocí prizmatických čoček vykorigujeme do správného postavení. Po případném dokorigování na Stereovalenčním testu se testování vrací na křížový test pro kontrolu korekce. V některých případech, i přes precizní práci, nemusí výsledná korekce vyhovovat.

Vyhodnocení a stanovení korekce na dálku se řídí několika pravidly (v případě dálky).

- Po posledním testu jsou všechny testy představeny znovu. Pokud pacient neudává žádné deformace ani rozdíly barevnosti, výsledná korekce bude vyhovovat.
- Po skončení stereotestů je křížový test vnímán překorigovaně (v jiném postavení než na začátku) a ostatní v pořádku, detekujeme FD druhého stupně a také anomální retinální korespondenci. Výsledná korekce prizmaty nemusí být přijata.
- Po skončení stereotestů jsou všechny testy vnímány špatně. Značí to přítomnost utvrzené a dlouhodobé FD druhého stupně. Prizmatická korekce nebude tolerována. Případně můžeme testy opakovat a nezahrnovat do testování stereotest.

Riziko nesnášenlivosti výsledné korekce se zvyšuje v případech, kdy každý test musíme dokorigovávat prizmaty.

Vyhodnocení na blízko. Vždy po skončení testování dálky, musíme vyzkoušet i korekci na blízko. Přezkoušení na blízko se provádí i v případech, kdy potíže na blízko pacienti nemají (např. insuficience divergence, exces divergence).

- V případě, že stanovená korekce vyhovuje i na testech na blízko, bude pravděpodobně dobře snášena na běžné celodenní užívání.
- Stanovená korekce na blízko se liší od korekce na dálku, musíme přezkoumat, zda korekce na blízko, vyhovuje i na dálku. Popřípadě se musí ověřit dlouhodobá tolerance. Vždy se musí individuálně zvažovat situace! [9, 13, 14]

6. Řešení HTF

Základem řešení HTF je samozřejmě perfektní stanovení její velikosti a de/kompenzace. Bez toho nestanovíme, zda a jak řešit HTF. Řeší se jen stavy s obtížemi, tzn. dekompenzovaná HTF.

Nejprve se volí korekce i sebemenší refrakční vady. Samozřejmostí je perfektní zhotovení korekční pomůcky, zejména přesná centrace.

Dalším krokem je prizmatická korekce.

Pokud prizmatická korekce nevyhovuje, volíme úpravu běžných korekčních skel. To znamená různé kombinace brýlí na dálku a blízko, antikorekce a bifokální brýle. V některých případech se doporučuje zrakový trénink (terapie).

Terapie spočívá v zátěži okohybných svalů cviky na konvergenci (nejjednodušší je zaostřování na hrot tužky) a akomodaci (např. přibližování a oddalování dostatečně malých předmětů). Tento trénink je možný provádět doma nebo v ortoptických cvičebnách, kde lze využít i přístrojů, např. troposkop. Cvičení má daný individuální průběh a intenzitu. Do skupiny zrakového tréninku můžeme zařadit i oční jógu, komplexní cvičení na okulomotorický aparát. Zatím však oční jóga není dostatečně klinicky testována.

Pro zjednodušení volby řešení se pro ESO i EXO doporučují tři základní korekce.

V případě EXO odchylky se doporučuje hlavně trénovat. Dále pak aplikovat prizmatické čočky bází nazálně. To ale jen v případě, že trénink nepomůže, nebo pacient odmítá cvičení. Poslední možností je úprava sférické korekce do „mínusu“. K tomu je potřeba přistupovat velmi opatrně, neboť hrozí astenopické či jiné obtíže.

ESO odchylky řešíme dle toho, na jakou vzdálenost způsobují problémy. V žádném případě se nedoporučuje trénink vzhledem k tomu, že doposud nebyl prokázán pozitivní vliv na zlepšení zraku. V případě potíží při vidění na dálku předepisujeme prizmatickou korekci bází temporálně. Při potížích s viděním na blízko se předepisuje úprava sférické korekce do „plusu“ neboli adicí.

Při potížích kombinovaných se i řešení kombinují. Adice se v těchto případech předepisuje až po stanovení prizmat. Pokud prizma dostatečně nepomůže vidění na blízko, přistupujeme k adici.

Shrnutí hlavních zásad pro korekci HTF:

HTF vyžaduje řešení, pokud vyvolává symptomy (astenospie a jiné potíže) a dále hrozí-li zhoršení stavu.

HTF se může manifestovat (dekompenzovat se) například při změně pracovního prostředí, při abnormálním stresu, po změně ve zrakovém systému nebo při změnách systémových faktorů.

Dále je důležité pozorovat i nescifické symptomy a využívat více testů k hodnocení de/kompenzace, zejména pak zakrývací test, testy s centrálním fúzním podnětem a vyšetření stereopse a suprese. [2, 3, 5, 9, 10, 11, 13]

7. PRAKTICKÁ ČÁST

7.1 Úvod a cíle výzkumu

Cílem praktické části této diplomové práce je srovnání hodnot asociační forie, zjištěných na různých provedeních jednoho typu testu. Jak již bylo zmíněno dříve, tímto testem je v různých modifikacích Mallettův test a křížový test s centrálním fúzním podnětem. Vyšetřování všech pacientů probíhalo ve cvičné vyšetřovně katedry optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Výběr testů odpovídá přístrojovému vybavení katedry.

V experimentu předpokládám naměření nevýznamně odlišných hodnot. Avšak vzhledem k subjektivnímu vnímání probandů, mohou rozdíly být značné.

Dalším cílem je stanovení stability výsledků v čase a variability měření asociační forie na studovaných testech.

7.2 Metodika

Testování sestává z úvodního proměření refrakčního stavu oka a následného provedení série dílčích testů. Série testů byla opětovně zopakována s odstupem minimálně jednoho týdne. S tím souvisí i důraz na dodržování přesného času a tím i stavu okulomotorického aparátu (stejná únava). Dále byly dodrženy světelné podmínky a pořadí testů.

Refrakce byla stanovena standardním postupem. Hlavní podmínka byla binokulární rovnováha a snášenlivost u pacienta.

Dílčí testy byly provedeny vždy v pořadí projekční křížový test s centrálním fúzním bodem s pozitivní polarizací, zn. Nidek, dále pak Mallettův test v provedení na i.Polatestu® od firmy Zeiss (dále jen pola-test). Jako poslední byl test proveden na projekčním Mallettově testu anaglyfickém. Mezi jednotlivými testy byla dodržována krátká pauza, minimálně 2 min.

Pro zhodnocení stability vyšetření v čase na jednotlivých testech bylo u každé osoby měření na každém testu provedeno dvakrát s časovým odstupem 1 týden.

Pro účely určení variability bylo u 7 náhodně vybraných osob, u kterých byla asociační forie nenulová, měření na každém testu zopakováno pětkrát. Interval pauzy mezi jednotlivými cykly byl zkrácen na 1 minutu. Variabilita byla u jednotlivých testů stanovena jako průměrná hodnota příslušné směrodatné odchylky.

7.2.1 Postup vyšetřování:

Vyšetřovaný seděl na vyšetřovacím křesle proti projekčnímu optotypu. Na zkušební obrubě měl předsazenou polarizační předsádku v případě polarizovaných testů a červeno-zelené filtry u anaglyfického testu. Po představení testu jsem v případě nenulové pozice noniových čar testu předsazovala prizmatické čočky až do normálního (nulového) postavení testu. Takto získané hodnoty asociační forie jsem zaznamenávala do záznamového archu. Záznam odchylek byl proveden v případě EXO se znaménkem mínus, popřípadě báze out, v případě ESO se znaménkem plus, báze in.

7.2.2 Cílová skupina

Do výzkumu jsou zahrnuti lidé jak s HTF tak i s ortoforií ve věku od 18-ti do 30-ti let.

Probandi byli zařazeni do výzkumu, pokud splňovali následující podmínky:

Věk v rozmezí 18 let až 30 let a poskytnutí souhlasu s prováděnými vyšetřeními.

Kontraindikace vylučující probanda:

Onemocnění (celkové či oční) mající vliv na refrakci, medikamenty ovlivňující spasmus svalstva, heterotropie, monokulus.

7.2.3 Použité statistické metody

Pro statistickou analýzu shodnosti jednotlivých souborů měření byl použit t-test párový dvouvýběrový, směrodatná odchylka a průměr.

T-test párový dvouvýběrový

Tento test statisticky významné závislosti se používá v případech, kdy se potřebuje porovnat dva soubory dat. Soubory dat musí být získány ze stejného vzorku, stejnou metodou a musí sledovat tentýž znak. T-test nám pomůže definovat, zda statisticky významný rozdíl u souboru je přítomen.

Při získávání dat je třeba velmi důrazně dbát na dodržení všech pravidel a podmínek, neboť by nedodržení mohlo vést k ovlivnění výsledku experimentu.

Při analýze dat pomocí t-testu si musíme stanovit hypotézy. Nulovou (v našem případě rovnost sledovaných dat) a alternativní (nerovnost dat), kterou přijmeme v případě, že je nulová hypotéza testem zamítnuta. Nulovou hypotézu zamítáme, pokud pravděpodobnost zamítnutí platné nulové hypotézy je menší než předem stanovená hodnota (tzv. hladina významnosti, obvykle 0,05, tj. 5 %).

Směrodatná odchylka výběrová

Směrodatná odchylka je ve statistice často používaná jako míra statistické variability. Jde o kvadratický průměr odchylek hodnot od jejich aritmetického průměru. Směrodatná odchylka vypovídá, jak moc se od sebe navzájem liší případy v souboru zkoumaných čísel. Je-li odchylka malá, jsou si prvky souboru většinou podobné, a naopak. Směrodatná odchylka je nejužívanější míra variability.

Výběrová směrodatná odchylka je skutečný výpočet odhadu směrodatné odchylky. Jedná se o odmocninu z výběrového rozptylu. Je aplikovatelná na empirická data.

Průměr

Ve statistice nejčastěji hovoříme o aritmetickém průměru. Je to hodnota, která v jistém smyslu vyjadřuje typickou hodnotu popisující soubor mnoha hodnot.

Výpočet nejjednodušší je podíl součtu všech hodnot celkovou četností souboru.

Výhodou aritmetického průměru je jednoduchost výpočtu a interpretace. Avšak pokud jsou ve statistickém souboru předpokládány, či zjištěny, velké odchylky či jedna velmi odlišná hodnota, není aritmetický průměr nejvhodnější statistická veličina. Pro tyto případy je vhodnější medián.

V mém experimentu mohu aritmetický průměr použít, aniž bych ovlivnila charakteristiku výsledku, protože mé výsledky nemají velký rozptyl. [1, 6]

7.3 Výsledky

V experimentální části se zabývám analýzou celého souboru probandů a dále dílčími skupinami. Dílčí skupiny jsem vytvořila dle Mallettova kritéria pro předpresbyopický věk. Podle tohoto kritéria odpovídají hodnoty asociační forie pod 1 pD kompenzované heteroforii a hodnoty nad touto mezí již heteroforii dekompenzované, viz kapitola 3.3.

V tabulce 4 jsou shrnuta vstupní data získaná na sledovaných testech za metodických podmínek, které jsou zmiňovány výše. Všechna vstupní data jsou v Příloze 1. Vstupní data byla analyzována pomocí aritmetického průměru a směrodatné odchylky výběrové. Z tabulky můžeme vyčíst, že mírné rozdíly mezi měřeními byly zjištěny.

Dle průměrné asociační forie, se dá říci, že při opakovaném měření jsou získané hodnoty o něco nižší. Nejmarkantnější rozdíl je u probandů s asociační forií vyšší než 1 pD. Hodnoty směrodatné odchylky výběrové jsou také menší při opakovaném měření. V následujících kapitolách jsou statisticky dokazovány tyto rozdíly mezi testy.

Souhrnná tabulka dat												
	1. měření						2. měření					
	Vše		do 1 pD		nad 1 pD		Vše		do 1 pD		nad 1 pD	
	Prům.	δ	Prům.	δ	Prům.	δ	Prům.	δ	Prům.	δ	Prům.	δ
M.T. p-t	0,86	2,69	0,07	0,25	3,46	4,94	0,59	2,13	0,02	0,26	2,46	4,05
K.T.	1,08	3,31	0,06	0,33	3,18	5,29	0,94	2,92	0,1	0,82	2,98	4,52
M.T. An.	0,98	2,99	0,01	0,27	3,69	5,05	0,6	2,17	0,01	0,28	2,28	3,86

Tab. 4: Souhrnná tabulka průměrně naměřených hodnot asociační forie a její směrodatné odchylky výběrové (δ) z prvního a druhého měření. Každé měření je analyzováno z celého souboru probandů a dílčích skupin do 1 pD a nad 1 pD. (M. T. p-t je Mallettův test na pola-testu, K. T. je křížový test s centrálním fúzním bodem, M. T. An. značí Mallettův test anaglyfický projekční). Hodnoty v tabulce jsou zaokrouhleny na 2 desetinná místa, jednotkou je prizmatická dioptrie.

7.3.1 Vzájemné srovnání jednotlivých testů

Cílem této části mého výzkumu bylo zjistit, zda jsou mezi testy významné odchylky. Pro srovnání testů bylo využito první provedené měření. Testy byly porovnány pomocí párového t-testu na hladině významnosti 5 %. U jednotlivých výsledků je vždy uvedena mezní hladina významnosti p , při které by hypotéza byla právě zamítnuta. Souhrn mezních hladin významnosti p je uveden v tab. 5.

Nulová hypotéza: Hodnoty asociační forie stanovené pomocí jednotlivých testů se neliší.

Alternativní hypotéza: Hodnoty asociační forie se statisticky významně liší.

Srovnání údajů bylo provedeno pro celý sledovaný soubor. Zjištěné výsledky jsou uvedeny níže v odstavcích Srovnání 1, 2 a 3.

Vzhledem k tomu, že pro zhodnocení kompenzace ve sledované věkové skupině je významná hodnota asociační forie 1 pD, byl dále sledovaný soubor rozdělen do dvou skupin. Kritériem pro dělení byl výskyt alespoň jednoho měření o velikosti 1pD a více.

Srovnání 1: Malletův test na pola-testu a křížový test s centrálním fúzním bodem

Mezi oběma testy nebyl nalezen významný rozdíl ($p = 28 \%$). Ani v případě skupiny probandů s významnou asociační forií (10 osob) nebo nižší asociační forií (20 osob) nebyly zjištěny signifikantní rozdíly ($p = 29 \%$, $p = 100 \%$). Ve všech případech tedy nulovou hypotézu nezamítáme.

Srovnání 2: Křížový test s centrálním fúzním bodem s Mallettovým testem projekčním anaglyfickým

Mezi těmito testy nebyl nalezen významný rozdíl ($p = 39 \%$). V případě dílčích skupin probandů (s vyšší asociační forií bylo 8 osob, s nižší 22 osob) také nebyl zjištěn významný rozdíl ($p = 33 \%$, $p = 54 \%$). Nulovou hypotézu ve všech případech nezamítáme.

Srovnání 3: Malletův test projekční anaglyfický s Mallettovým testem na pola-testu

Významný rozdíl ($p = 37 \%$) nebyl nalezen ani mezi těmito dvěma testy. Taktéž významný rozdíl ($p = 37 \%$, $p = 100 \%$) nebyl nalezen ani v případě dílčích skupin (významná asociační forie byla u 7 probandů, nízká či žádná zjištěná asociační forie byla u 23). I v těchto všech případech nulovou hypotézu nezamítáme.

	Celá skupina (30 os.)	Skupina s asociační forií větší než 1 pD	Skupina s asociační forií menší než 1 pD
M. T. p-t a K. T.	28 %	29 % (10 osob)	100 % (20 osob)
K. T. a M. T. An.	39 %	33 % (8 osob)	54 % (22 osob)
M. T. p-t a M. T. An.	37 %	37 % (7 osob)	100 % (23 osob)

Tab. 5: Přehled mezních hladin významnosti (p) pro párový t-test v případě vzájemného porovnání výsledků získaných na jednotlivých testech (M. T. p-t je Malletův test na pola-testu, K. T. je křížový test s centrálním fúzním bodem, M. T. An. značí Malletův test anaglyfický projekční)

Srovnání různých testů						
	vše		do 1 pD		nad 1 pD	
	prům. Δ	$\delta \Delta$	prům. Δ	$\delta \Delta$	prům. Δ	$\delta \Delta$
M. T. p-t a K. T.	-0,23	1,13	0	0,27	-0,68	1,9
K. T. a M. T. An.	0,11	0,67	-0,02	0,17	0,47	1,26
M. T. p-t a M. T. An.	-0,12	0,69	0	0,24	-0,88	1,38

Tab. 6: Shrnutí průměrných rozdílů (prům. Δ) a směrodatných odchylek rozdílů ($\delta \Delta$) celého souboru a dílčích skupin (do 1 pD a nad 1 pD). (M. T. p-t je Mallettův test na pola-testu, K. T. je křížový test s centrálním fúzním bodem, M. T. An. značí Mallettův test anaglyfický projekční)

Shrnutí: V žádném srovnání nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi dvěma různými testy, a to ani v jednotlivých sledovaných podskupinách. Můžeme říci, že největší shoda u celé skupiny probandů byla zjištěna u srovnání křížového testu s centrálním fúzním bodem s testem Mallettovým projekčním anaglyfickým. Toto potvrzuje tab. 6, kde průměrný rozdíl je nejbližší k nule a to ve všech třech sledovaných skupinách. Taktéž směrodatné odchylky výběrové mají nejnižší hodnotu.

Pro osoby s nižší asociační forií byla nejvyšší shodnost zjištěna u dvou srovnání Mallettova testu na pola-testu; jak křížovém testu s centrálním fúzním bodem, tak s Mallettovým testem anaglyfickým. Toto je potvrzeno nulovým průměrným rozdílem (tab. 6).

U skupiny probandů s vyšší odchylkou než 1 pD byl zjištěn mírně shodnější výsledek u srovnání Mallettova testu na pola-testu s Mallettovým testem anaglyfickým.

7.3.2 Porovnání stability testu v čase

Cílem bylo zjistit, zda jsou mezi jednotlivými měřeními na daném testu významné odchylky. Pro srovnání měření byla využita dvě měření provedené s týdenním odstupem se zachováním stejných měřících podmínek. Výsledky shody jednotlivých testů byly nakonec porovnány mezi sebou. Měření byla porovnána pomocí párového t-testu na hladině významnosti 5 %. U jednotlivých výsledků je vždy uvedena mezní hladina významnosti p , při které by hypotéza byla právě zamítnuta. Souhrn mezních hodnot p je uveden v tab. 7.

Nulová hypotéza: Hodnoty asociační forie stanovené pomocí jednotlivých měření se neliší.

Alternativní hypotéza: Hodnoty asociační forie se statisticky významně liší.

Srovnání údajů bylo provedeno tak jako v předešlém případě jednak pro celý sledovaný soubor a jednak pro dvě dílčí skupiny rozdělené podle naměřené hodnoty asociační forie. Za mezní hodnotu byla opět zvolena 1 pD.

Srovnání 1: Malletův test na pola-testu

Mezi oběma měřeními nebyl nalezen významný rozdíl ($p = 9 \%$). Ani v případě skupiny probandů s významnou asociační forií (7 osob) nebo nižší asociační forií (23 osob) nebyly zjištěny signifikantní rozdíly ($p = 12 \%$, $p = 49 \%$). Ve všech případech tedy nulovou hypotézu nezamítáme.

Srovnání 2: Křížový test s centrálním fúzním bodem.

Obě porovnávaná měření u celé skupiny probandů nevykazují významný rozdíl ($p = 45 \%$). V případě dílčích skupin (s vyšší asociační forií 8 probandů, s nižší 22) nebyl také nalezen signifikantní rozdíl ($p = 49 \%$, $p = 89 \%$). I v tomto případě nebyla zamítnuta nulová hypotéza.

Srovnání 3: Malletův test projekční anaglyfický

Významný rozdíl nebyl nalezen ani při srovnání tohoto testu ($p = 9 \%$). Pro dílčí skupiny probandů (9 osob s vyšší forií a 21 s nižší) nebyl nalezen směrodatný rozdíl ($p = 9 \%$, $p = 100 \%$). I v tomto porovnání nebyla zamítnuta nulová hypotéza pro všechny skupiny.

	Celá skupina (30 os.)	Skupina s asociační forií menší než 1 pD	Skupina s asociační forií větší než 1 pD
M. T. p-t	9 %	12 % (7 osob)	49 % (23 osob)
K. T.	45 %	49 % (8 osob)	82 % (22 osob)
M. T. An.	9 %	9 % (9 osob)	100 % (21 osob)

Tab. 7: Přehled mezních hladin významnosti (p) párového t-testu pro porovnání shodnosti získaných měření v čase na jednotlivých testech (M. T. p-t je Malletův test na pola-testu, K. T. je křížový test s centrálním fúzním bodem, M. T. An. značí Malletův test anaglyfický projekční)

Shrnutí: Ani při vzájemném srovnání výsledků, získaných na jednom testu v různém čase, nebyl pro žádný test zjištěn signifikantní rozdíl. Výsledky tedy můžeme považovat za stabilní v čase v rámci variability měření. Variabilita jednotlivých testů,

charakterizovaná prostřednictvím průměrné směrodatné odchylky z opakovaných měření se u jednotlivých vyšetření mírně liší (viz. 7.3.3 Variabilita měření).

Můžeme říci, že největší stabilita, v případě celé skupiny probandů, byla zjištěna u křížového testu s centrálním fúzním bodem. U dalších dvou sledovaných testů byla zjištěna vyšší nestabilita, ovšem stále nepřekračující hranici statistické významnosti.

V případě probandů s vyšší vadou byl taktéž zjištěn jako nejspolehlivější test křížový s centrálním fúzním bodem.

Pro skupinu osob bez vady, popř. s nízkou vadou, byl nejspolehlivější Mallettův test projekční anaglyfický.

7.3.3 Variabilita měření asociační forie

Cílem tohoto experimentu bylo zjistit, jak jsou dané testy variabilní, zejména u osob s asociační forií větší než 1pD. Pro srovnání měření byla využita náhodně vybraná skupina probandů. Pro stanovení míry variability měření byla zvolena průměrná hodnota směrodatné odchylky opakovaného měření na daném testu.

Tabulky naměřených hodnot jsou uvedeny v příloze č. 2.

Výsledné hodnoty jsou zaokrouhlovány na 1 desetinné místa.

Test 1: Mallettův test na pola-testu

Průměrná směrodatná odchylka měření na tomto testu byla 0,6 pD při průměrné asociační forii - 2,3 pD, tj. ve směru EXO.

Test 2: Křížový test s centrálním fúzním podnětem

Průměrná naměřená asociační forie zjištěná u testovaných byla - 2,5 pD, tj. ve směru EXO. Zjištěná průměrná směrodatná odchylka činila 0,5 pD.

Test 3: Mallettův test anaglyfický

Asociační forie na tomto testu byla v průměru - 2,5 pD. Průměrná směrodatná odchylka měření u skupiny testovaných měla hodnotu 0,9.

Č.	M.T. p-t	M.T. An.	K.T.
1.	0,54	0,45	0,27
2.	1,92	1,95	0,89
3.	0,65	2,59	0,84
4.	0,35	0,35	0,27
5.	0,25	0,33	0,14
6.	0,22	0,25	0,62
7.	0,18	0,27	0,25
Průměr	0,59	0,88	0,47

Tab. 8: Shrnutí variability směrodatné odchylky výběrové s její průměrnou hodnotou (M. T. p-t je Mallettův test na pola-testu, K. T. je křížový test s centrálním fúzním bodem, M. T. An. značí Mallettův test anaglyfický projekční)

Shrnutí: Z výsledných průměrných směrodatných odchylek plyne, že u testů polarizovaných se variabilita pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,6 pD. U testu založeného na anaglyfii byla tato odchylka zjištěna o velikosti 0,9 pD, což v možnostech zkušební sady čoček znamená odchylku 1 pD. Z toho vyplývá, že Mallettův test anaglyfický vykazuje nejvyšší míru variability výsledků a tudíž nestabilitu a možnou nevhodnou výslednou korekci. Tuto vyšší variabilitu může ovlivňovat barevná vada oka a tím ovlivňovat i získaná data.

Shrnutí výsledků

Ačkoliv v žádném sledovaném experimentu nebyl zjištěn statisticky významný výsledek, z medicínského pohledu a samotné praxe lze říci, že se nemůžeme plně spolehnout na výsledné hodnoty testů. Výsledné hodnoty a i drobné odchylky mohou být u jednotlivých pacientů ovlivněny nepřesným popisem vjemu při testování a to jak vyšetřujícím tak probandem. Svou roli v ovlivnění výsledných hodnot může hrát i osobní subjektivní vnímání probandů. Někteří pacienti sami udávali, že Mallettův test na pola-testu se jim vnímá lépe a snáz, než jiné testy. Avšak na křížovém testu s centrálním fúzním bodem probandi s vyšší asociační forií uváděli i mnohem menší odchylky. Podle jejich slov se jim lépe rozeznával pohyb či odchylka na značkách zakončených šipkou do středu, než rovnou hranou jako v případě Mallettova testu na pola-testu. Dále testování může ovlivnit snížený barvocit v případě anaglyfického testu.

Výsledné hodnoty vycházejí ze vzorku 30-ti probandů a jejich dělení do skupin. Tento vzorek je pro základní výzkum a případné další zkoumání dostatečný, ale pro detailnější statistické hodnocení by bylo zapotřebí početnějšího vzorku, zejména probandů s výraznější vadou.

8. Závěr

Předložená diplomová práce se zabývá problematikou dekompenzované heteroforie, její korekce a dalšími možnostmi řešení. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, na teoretickou a praktickou část.

Stěžejním tématem teoretické části je kompenzace a dekompenzace heteroforie a její vyhodnocení. Dále se věnuje popisu heteroforie a jejímu dělení dle různých směrů, testy na heteroforie a testy na asociační forii; na závěr teoretické části se věnuji možnostem řešení HTF.

V praktické části jsem se zaměřila na tři testy asociační forie, konkrétně na Mallettův test na pola-testu, křížový test s centrálním fúzním bodem a Mallettův test anaglyfický projekční. U každého z nich byla sledována míra shodnosti mezi jednotlivými měřeními po týdenní prodlevě. Dále byla porovnána shoda mezi jednotlivými testy navzájem. Testy byly porovnávány pomocí dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu. Posledním sledovaným parametrem byla variabilita měření asociační forie. Variabilita byla sledována pomocí průměrné směrodatné odchylky.

Z tabulky v Příloze 1 lze vyčíst určité rozdíly u jednotlivých testů. Nicméně na základě statistických závěrů praktické části nelze říct, že se testy neshodují. Toto nám dokazují zejména tabulky 5, 6 a 7. Z objektivního hlediska jsou sice měřitelné určité rozdíly, ale hlavně musíme mít na paměti subjektivní vnímání pacienta a jeho spokojenost s korekcí. Dalším faktorem k úspěšné korekci je pacientova ochota k složitějšímu vyšetření a delší době zvykání si na novou korekci.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázky

- Obr. 1 A-V diagram
- Obr. 2 Typy křivek asociační forie
- Obr. 3 Schéma sledování bodu v případě FD
- Obr. 4 Polarizační filtry
- Obr. 5 Červeno-zelené filtry
- Obr. 6 Mallettův test v provedení na i.Polatestu®
- Obr. 7 Anaglyfická verze Mallettova testu
- Obr. 8 Křížový test s centrálním fúzním podnětem polarizační
- Obr. 9 Woolf card
- Obr. 10 Mallettova jednotka na blízko
- Obr. 11 Wesson card
- Obr. 12 American vectografic card
- Obr. 13 Saladin near point balance test
- Obr. 14 Sheedyho disparometr
- Obr. 15 Soubor základních testů MKH na i.Polatestu®

Tabulky

- Tab. 1 Souhrn hlavních faktorů kompenzace HTF
- Tab. 2 Tabulka normativních fúzních rezerv na dálku
- Tab. 3 Tabulka normativních fúzních rezerv na blízko
- Tab. 4 Souhrnná tabulka průměrně naměřených hodnot asociační forie
- Tab. 5 Shrnutí statistických shodností t-testu mezi jednotlivými testy
- Tab. 6 Shrnutí průměrných rozdílů a průměrných směrodatných odchylek rozdílů
- Tab. 7 Shrnutí statistických shodností měření v čase na jednotlivých testech
- Tab. 8 Shrnutí variability

Seznam použité literatury:

Monografie

[1] Anděl, J.: *Statistické metody*, Matfyzpress, vydavatelství Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze, Praha, 2007, ISBN 80-7378-003-8

[2] Elliot, D.B.: *Assesment of Binocular Vision. Clinical Procedures in Primary Eye Care*, Elsevier - Health sciences, Butterworth Heinemann, 2007. ISBN: 978-0-7506-8896-3

[3] Evans, B.J.W.: *Pickwell's binocular vision anolamies*, 5. vydání, Elsevier – Health sciences, Butterwort Heinemann, 2007. ISBN: 978-0-7506-8852-9

[4] Harvey, W., Franklin, A.: *Routine eye eaxamination*, Elsevier – Health sciences, Butterwort Heinemann, 2005. ISBN: 978-0-7506-8852-9

[5] Hromádková, L.: *Šilhání*, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1995. ISBN 80-7013-207-8

[6] Chrástka, M.: *Metody pedagogického výzkumu – základy kvantitativního výzkumu*, Grada Publishing, a. s., Praha 2007, ISBN: 978-80-247-1369-4

[6] Karania, R., Evans B. J. W.: *The Mallett Fixation Disparity Test: influence of test instructions and relationship with symptoms*, Ophthalmic and Physiological Optics ročník 26, číslo 5, strany 507–522, září 2006

[7] Kuchynka, P. a kolektiv: *Oční lékařství*, 1. vydání, Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1163-8

[8] Pluháček, F.: *Akomodační dysfunkce*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[9] Pluháček, F.: *Analýza a řešení vergenčních dysfunkcí*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[10] Pluháček, F.: *Grafická analýza*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[11] Pluháček, F.: *Poruchy binokulárního vidění a akomodace*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[12] Pluháček, F.: *Normální binokulární vidění*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[13] Pluháček, F.: *Vyšetřování binokulárního vidění a akomodace*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. Katedra optiky

[14] Ruterle, M.: *Binokulární korekce na polatestu*, 1. vydání, NCO NZO, Brno, 2005, ISBN: 80-7013-302-3

[15] Scheiman M., Wick B.: *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*, 2nd edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2002, ISBN: 978-0-7817-7784-1

Internetové zdroje

[16] http://arapaho.nsuok.edu/~salmonto/vs3_materials/Lecture8.pdf, 7.3.2012

[17] <http://www.bernell.com/fullsize/1199/391>, 7.3.2012

[18] <http://www.bernell.com/product/2675/388>, 12.3.2012

[19] http://www.pioneerdoctor.com/Show_Image.cfm?ProductPricingID=111, 7.3.2012

[20] http://www.optometry.cz/obsah/materialy/prizmaticke_listy.pdf, 15.12.2011

[21] <http://www.optometryjaoa.com/article/S1529-1839%2806%2900646-4/fulltext>,
10.1.2012

Přílohy

Příloha číslo 1: Tabulka všech získaných hodnot asociační forie (v pD)

Proband	Mallett na pola-testu		Křížový test s centr.b.		Mallett anaglyfický	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1.	1,25	1	2,25	1	2,5	1,25
2.	13	10,5	14	13	14	9
3.	0,5	0	1,5	1	0	0
4.	0	1	1,5	2	1,5	1,5
5.	3	0	0,75	0	1	0
6.	0	0,75	0,5	3,5	0,5	1,5
7.	0	0	0	0	0	0
8.	0	0	-1	0	0	0
9.	0,75	-0,25	1,25	-0,5	0,5	-3
10.	-1	-1	-0,5	-0,75	-0,75	-0,5
11.	7	5,25	12	9	9	7
12.	0	0	0	0	0	-0,25
13.	0	0	0	0	0	0
14.	0	0	0	0	0,5	0
15.	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	0
16.	0,5	0,5	0	1,75	0,25	0,25
17.	0	0	0	0	0	0
18.	-0,25	0	-0,25	0	-0,25	0
19.	0	0	-0,25	-1	0	-0,5
20.	-0,5	-0,75	0	-0,75	-0,25	-0,5
21.	0	0	0	0	0	0
22.	0	0	0	0	0	0
23.	0	0	0	0	0	0
24.	0	0	0	0	0	0
25.	0	0	0	0	0	0
26.	0,25	0,25	0,75	0,25	0,5	1
27.	1	0,5	0,5	0,25	0,5	0,75
28.	0	0	0	0	0	0
29.	0,25	0	0	0	0,25	0,5
30.	0	0	0	0	0	0

Příloha číslo 2: Tabulka hodnot měření variability asociační forie (v pD)

Č.	MT 1	MT 2	MT 3	MT 4	MT 5
1.	-2	-1,5	-0,75	-1	-0,75
2.	-10	-8	-6	-7	-5
3.	-9	-7,5	-7,5	-7,75	-7,5
4.	1,5	1,25	0,75	0,75	0,75
5.	-0,75	-0,75	-0,5	-0,25	-0,25
6.	-0,5	-0,25	0	0	0
7.	-0,75	-0,5	-0,5	-0,5	-0,25

A) Výsledky z Mallettova testu na pola-testu

Č.	KT 1	KT 2	KT 3	KT 4	KT 5
1.	-1,5	-2	-1,5	-1,5	-2
2.	-5	-5	-5	-7	-6
3.	-10	-8	-9	-9	-10
4.	1,5	1,5	2	2	1,5
5.	-0,25	0	0	0	-0,25
6.	-2	-1	-1,25	-0,5	-0,5
7.	-1,5	-1,5	-1	-1	-1,25

B) Výsledky z křížového testu polarizačního s centrálním fúzním bodem

Č.	M An 1	M An 2	M An 3	M An 4	M An 5
1.	-2	-1,5	-1	-1	-1
2.	-9	-8	-5	-5	-5
3.	-12	-12	-7	-8	-7
4.	1	2	1,5	1,5	1,5
5.	-1	-0,5	-0,75	-0,5	-1,25
6.	-1	-1	-0,75	-0,5	-0,5
7.	0	0	-0,5	-0,5	-0,5

C) Výsledky z Mallettova testu anaglyfického