

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

# **Anizometropická amblyopie**

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Michaela Vondrusová

Obor R13533 OPTOMETRIE

Studijní rok: 2015/2016

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Mgr. František Pluháček, Ph.D.

**Čestné prohlášení:**

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

V Olomouci dne

.....

Michaela Vondrusová

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi během psaní bakalářské práce pomáhali, především RNDr. Mgr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D. za odborné rady a pomoc.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem "Optometrie a její aplikace" č. IGA\_PrF\_2016\_015.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Vývoj zrakové dráhy</b> .....	<b>7</b>
2.1	Vývoj jednoduchého binokulárního vidění .....	7
2.2	Popis zrakové dráhy .....	8
2.2.1	Primární zraková dráha .....	8
2.2.2	Sítnice .....	8
2.2.3	Receptivní pole sítnicových buněk .....	8
2.2.4	Nervová vlákna sítnice.....	9
2.2.5	Corpus geniculatum laterale .....	9
2.2.6	Zraková kůra .....	9
2.2.7	Zorné pole .....	9
<b>3</b>	<b>Poruchy binokulárního vidění a adaptační procesy</b> .....	<b>11</b>
3.1	Diplopie.....	11
3.1.1	Monokulární diplopie .....	11
3.1.2	Binokulární diplopie .....	11
3.2	Konfúze .....	12
3.3	Suprese .....	12
3.4	Excentrická fixace .....	12
3.5	Anomální retinální korespondence (ARK) .....	13
3.5.1	Harmonická anomální retinální korespondence (HARK) .....	13
3.5.2	Disharmonická anomální retinální korespondence (DARK).....	13
3.6	Amblyopie.....	13
3.6.1	Klasifikace amblyopie .....	13
<b>4</b>	<b>Anizotropická amblyopie</b> .....	<b>16</b>
4.1	Definice anizotropie .....	16
4.2	Popis anizotropické amblyopie .....	17
4.3	Etiologie anizotropické amblyopie.....	17
4.4	Charakteristika anizotropické amblyopie.....	17
4.4.1	Zraková ostrost (vízus) .....	17
4.4.2	Zrakové funkce u anizotropické amblyopie.....	18
4.5	Klasifikace anizotropické amblyopie .....	21
4.6	Prevalence (výskyt) anizotropické amblyopie .....	23
<b>5</b>	<b>Vyšetřování anizotropické amblyopie</b> .....	<b>24</b>
5.1	Měření zrakové ostrosti .....	24

5.1.1	Měření zrakové ostrosti pomocí celého řádku písmen .....	25
5.1.2	Měření zrakové ostrosti pomocí samotného ohraničeného písmene .....	26
5.1.3	Noniová rozlišovací mez .....	27
5.2	Doplňující vyšetření .....	28
5.2.1	Vyšetření zrakové ostrosti po předložení 2.0 šedého filtru .....	28
5.2.2	Vyšetření stereopse .....	28
5.2.3	Vyšetření kontrastní citlivosti .....	30
<b>6</b>	<b>Řešení anizometropické amblyopie.....</b>	<b>31</b>
6.1	Korekce refrakční vady .....	31
6.1.1	Korekce refrakční vady pomocí brýlí .....	32
6.1.2	Korekce refrakční vady pomocí kontaktních čoček (KČ) .....	32
6.1.3	Řešení refrakční vady pomocí refrakční chirurgie .....	32
6.2	Pasivní léčba.....	33
6.2.1	Okluze.....	33
6.2.2	Atropin .....	34
6.3	Aktivní léčba .....	35
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>36</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>37</b>
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>43</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>44</b>

# 1 Úvod

Amblyopie nebo česky tupozrakost, značí stav, kdy dochází k poklesu zrakové ostrosti bez patologického nálezu na oku. Amblyopii můžeme dělit podle několika různých kritérií, například podle období vzniku nebo podle hodnoty zrakové ostrosti (vízu), nejčastěji se však dělí podle příčiny vzniku na organickou a funkční. Právě jedné z funkčních anizometropické amblyopii je věnována tato bakalářská práce.

Jak už název napovídá, anizometropickou amblyopii způsobuje stav, který se nazývá anizometropie. Jedná se o nestejnou hodnotu dioptrií na každém oku. Bez vhodného řešení tohoto stavu se sníží, případně znemožní běžné binokulární funkce. Amblyopii nejčastěji způsobuje střední nebo těžká anizometropie, to znamená o hodnotě dioptrického rozdílu větším než 1 D.

Tato bakalářská práce se skládá ze dvou částí. V první části se čtenář může dozvědět informace o zrakové dráze, obsahující popisy jednotlivých částí zrakové dráhy, na což navazuje kapitola binokulárních poruch a adaptačních procesů, které většinou předcházejí vzniku amblyopie.

Druhá část obsahuje tři stěžejní kapitoly. Nejdůležitější z nich je kapitola třetí, v níž se čtenář může stručně seznámit s etiologií, prevalencí a charakteristikou anizometropické amblyopie. Tato kapitola obsahuje taktéž přehled optických funkcí u oka s anizometropickou amblyopií, jež představují důležitý diagnostický bod pro odlišení anizometropické amblyopie od ostatních typů amblyopií.

Poslední dvě kapitoly popisují vyšetřování a léčbu tohoto typu amblyopie. Tyto dvě kapitoly jsou užitečné především pro optometristu či oftalmologa, nicméně mohou dobře posloužit i laikovi k představě o řešení této problematiky.

Toto téma jsem si pro svou bakalářskou práci vybrala, neboť se mi amblyopie, a to zejména její etiologie, jeví jako velice zajímavé téma. Protože se na vzniku amblyopie podílí několik různorodých faktorů, zaměřila jsem se na jeden z nejčastějších, a to anizometropii.

Cíl bakalářské práce spočívá v přiblížení tématu anizometropické amblyopie. Pro širší veřejnost, jež není odborníkem v oboru optometrie a očního lékařství, má tato bakalářská práce význam především v poukázání na nejrůznější příčiny a projevy tohoto typu amblyopie. Stejně tak může být přínosná pro odborníky, kteří jejím včasným odhalením mohou předejít případným problémům.

## 2 Vývoj zrakové dráhy

Fyziologie zrakového orgánu úzce souvisí s problematikou strabismu (šilhání), binokulárního vidění a amblyopie (tupozrakost).

Pokud hovoříme o systému „oko – mozek“, pak zrak není považován pouze za funkci oka, ale též za funkci mozku. Schopnost rozlišení barev a tvarů obrazu zrakovým systémem představuje důležitý aspekt při vyšetřování zrakových funkcí.

Při zjišťování příčin snížení zrakové ostrosti je v některých případech žádoucí brát v potaz, že vývojová odchylka kontrastní citlivosti může způsobit snížení zrakové ostrosti. [1, 2]

### 2.1 Vývoj jednoduchého binokulárního vidění

Člověk se nerodí s binokulárním viděním, tato schopnost se u lidí vyvíjí postupně s přibývajícím věkem.

Mezi stupně jednoduchého binokulárního vidění (JBV) patří superpozice, kdy existuje schopnost překrýt dva nestejně velké obrazy oběma očima. Dalším stupněm je fúze, kdy se v centrální nervové soustavě spojují dva stejné obrazy v jeden vjem. Stereopse představuje poslední stupeň JBV a jedná se o schopnost jedince vnímat prostorový vjem, který vznikne spojením lehce disparátních bodů sítnice.

Vývoj jednotlivých funkcí JBV je popsán v tabulce 1. [3]

Vývoj JBV	
Věk	Zrakové funkce
do 2. měsíce	pouze monokulární fixační reflex
od 2 měsíců	binokulární fixační reflex
3. měsíc	vývoj konvergence a divergence
4. měsíc	vývoj akomodace
6. měsíc	reflex fúze

Tabulka 1: Vývoj JBV [3]

## **2.2 Popis zrakové dráhy**

### **2.2.1 Primární zraková dráha**

Jedná se o neurologickou dráhu, skládající se ze sítnice, sítnicových receptorů a sítnicových buněk, optického nervu, chiasma opticum, corpus geniculatum laterale, optického traktu, optické radiace a zrakové kůry v okcipitálním laloku mozku.

Vlákna nacházející se v optickém nervu a optickém traktu jsou sítnicové gangliové buňky. Synapse jejich axonů ústí do corpus geniculatum laterale na genikulární buňky.

Jednou ze zajímavých vlastností nervové zrakové dráhy od sítnice až po zrakovou kůru zůstává udržení nervové identity se sítnicí. [2]

### **2.2.2 Sítnice**

Nejvnitřnější obal oční koule se dvěma částmi – slepou částí (pars coeca retinae), umístěnou před ekvátorem, a optickou částí (pars optica retinae), umístěnou za ekvátorem. Tyto dvě části od sebe odděluje zubovitá část (ora serrata).

Histologicky se optická část sítnice skládá z deseti vrstev – 1. pigmentový epitel, 2. vrstva fotoreceptorů (tyčinek a čípků), 3. vnější membrána, 4. zevní jaderná vrstva, 5. zevní plexiformní vrstva, 6. vnitřní jaderná vrstva, 7. vnitřní plexiformní vrstva, 8. vrstva gangliových buněk, 9. vrstva nervových vláken a 10. vnitřní hraniční membrána.

Ve vnitřní vrstvě sítnice se nacházejí fotoreceptory (tyčinky a čípky) a neurony, které prostřednictvím zrakového nervu odvádějí informace z fotoreceptorů do mozku.

V sítnici rozlišujeme čtyři typy buněk – gangliové, bipolární, horizontální a amakrinní. [4]

### **2.2.3 Receptivní pole sítnicových buněk**

Jedná se o část sítnice, která, pokud je stimulována, vyvolává vzrušivou nebo zpomalenou reakci v neuronu.

Receptivní pole sestávají na základě vzájemného propojení neuronů ve zrakové dráze. Čím blíže se receptivní pole buněk nachází k sítnici, tím jsou menší, čím dále od sítnice a blíže ke zrakové dráze, tím jsou větší.

V centrální oblasti jsou receptivní pole malá, v periférii větší. Zraková ostrost souvisí s velikostí receptivních polí. [2]



#### **2.2.4 Nervová vlákna sítnice**

Rozdělení axonů gangliových buněk sítnice lze popsat pomocí dvou důležitých hledisek.

Vlákna, pocházející z makuly, mají tvar známý jako vřetenovitý makulo-papilární svazek. Jedna třetina všech gangliových buněk se soustřeďuje právě do makulo – papilárního svazku.

Z temporální části sítnice vychází obloukové rozdělení axonů, které dává název obloukovým vláknům. Oblouková vlákna jsou od sebe oddělena pomocí anatomické hranice, tzv. horizontálního švu. [2]

#### **2.2.5 Corpus geniculatum laterale**

Existují dva typy, a to pravé a levé CGL, které slouží ke zrakovému přenosu z center v hypothalamu. Dále také přispívá k přesnému odhalení obrysů a tvarů zrakových podnětů.

Koronální oblast CGL se skládá ze šesti vrstev nervových buněk. První dvě z těchto vrstev se nazývají magnocelulární<sup>1</sup>, protože obsahují velké buňky. Tento typ vrstev napomáhá motorice. Ostatní vrstvy jsou parvocelulární<sup>2</sup> a skládají se z menších buněk než magnocelulární. Tyto vrstvy slouží k hodnocení centrálního vidění.

Projekce axonů se děje odděleně pro každou sítnici, jak pro vlákna nezkřížená, tak pro vlákna zkřížená. [1, 2]

#### **2.2.6 Zraková kůra**

Tato oblast je známá jako “rýhovaná” kůra. „Rýhovaný“ vzhled kůry způsobují pruhy nebo strie (čili rýhy) přítomných dendritů a axonů.

Ve zrakové kůře se nachází šest vrstev vyznačujících se druhem buňky, kterou je možné nalézt v každé vrstvě. Vývoj zrakové kůry charakteristicky následuje model vývoje ostatních částí mozkové kůry. Ve zrakové kůře se nachází centrum fúze (viz kapitola 2.1). [2]

#### **2.2.7 Zorné pole**

Zorným polem se rozumí část prostoru, která se promítá přes optický systém oka na zrakovou část sítnice. To znamená, že zorné pole je viditelnou částí prostoru.

---

<sup>1</sup> Magnus latinsky znamená veliký

<sup>2</sup> Parvus latinsky znamená malý

Jeho rozsah se zaznamenává ve stupních odchylky od základní pohledové linie a přibližně se rozšiřuje 100° temporálně, 60° nasálně, 60° nahoru a 70° dolů.

K omezení zorného pole dochází u všech směrů, avšak v temporální části je to nejvíce zaviněno vlivem přítomnosti obočí, nosu a tváří. [2]

### **3 Poruchy binokulárního vidění a adaptační procesy**

Mezi poruchy binokulárního vidění patří diplopie a konfúze, které jsou obvykle důsledkem strabismu, nekorigované refrakční vady nebo operace. Zrakový systém může vznik a účinek těchto nežádoucích poruch zamezit vytvořením adaptačních procesů.

Mezi adaptační procesy patří suprese (útlum), excentrická fixace, amblyopie nebo anomální retinální korespondence (ARK). ARK se od ostatních adaptačních procesů liší tím, že vzniká binokulárně. [5]

#### **3.1 Diplopie**

Pojem diplopie znamená dvojité vidění, tj. vyšetřovaná osoba vnímá subjektivně dva obrazy jednoho sledovaného předmětu. Dvojité vidění může představovat odlišné projevy u různých jedinců.

Na začátku testování vyšetřující zjistí, zda jsou obrazy oddělené, jaký má diplopie charakter a zda se jedná o monokulární nebo binokulární diplopii. To lze stanovit pomocí okluze jakéhokoli oka. [5, 6, 7]

##### **3.1.1 Monokulární diplopie**

K monokulární diplopii dochází na jednom nebo na obou očích a postižený jedinec vidí dva obrazy jedním okem.

Způsobuje ji anomálie optických medií, např. vady slzného filmu, rohovky, onemocnění sítnice, běžné refrakční vady nebo změny optické hustoty přední a zadní vrstvy čočky vlivem počínajícího šedého zákalu (tzv. polyopia).

Neobvyklou příčinou monokulární diplopie jsou poranění mozku a cévní mozková příhoda. [6, 7]

##### **3.1.2 Binokulární diplopie**

Tento typ diplopie vznikne vlivem neschopnosti spojit obrazy z obou očí. Existují dva typy binokulární diplopie, a to nezkřížená (levé oko vidí levý a pravé oko vidí pravý obraz) nebo zkřížená (pravé oko vidí levý obraz a levé oko vidí pravý obraz).

Směr diplopie může být horizontální (esotropie nebo exotropie), vertikální (hypotropie nebo hypertropie), torzní, případně šikmý (cyklotropie).

K její kompenzaci zrakový systém vytvoří např. útlum jednoho oka (supresi, viz kapitola 3.3) nebo anomální retinální korespondencí (ARK viz kapitola 3.5). [6, 7]

### 3.2 Konfúze

Konfúze znamená zrakové vnímání, kdy obě fovey mají stejnou směrovou hodnotu (tj. obrazy z obou foveí jsou v mozku kombinovány do jednoho vjemu), ale (např. díky strabismu) odlišný pohledový směr. Jedinec pak vidí dva různé objekty, jako by se překrývaly.

Vlivem konfúze vzniká již zmíněná diplopie (viz kapitola 3.1). Konfúze představuje velmi rušivý jev, který se zrakový systém snaží vhodně potlačit pomocí příslušných adaptačních procesů (supresí viz kapitola 3.3 nebo anomální retinální korespondencí viz kapitola 3.5). [6]

### 3.3 Suprese

Supresi lze definovat jako aktivní útlum informací z celé nebo z některých částí (centrum, periferie) sítnice. Jedná se o proces, který způsobuje útlum informace pod prahovou hodnotu a jedinec utlumeným okem nevnímá.

Obvykle (vzhledem k příčinám) je suprese přítomna pouze při binokulárním vidění. Výskyt konfúze a odstranění diplopických obrazů (v případě chybějící fúze – většinou u dětí) představuje jednu z hlavních příčin vzniku suprese. Suprese se objevuje i u osob s anizometrií (viz kapitola 4.1).

Dlouhodobá suprese v dětském věku vede k amblyopii. Podle postižené oblasti ji dělíme na centrální a periferní.

Supresi považujeme za centrální, pokud je oblast útlumu rovna  $5^\circ$  a méně. S oblastí útlumu nad  $5^\circ$  ji považujeme za periferní. [6, 7]

### 3.4 Excentrická fixace

Monokulární adaptační jev, kdy oko i při monokulárním vidění (vidění jedním okem) využívá na sítnici k fixaci jiný bod než foveu. Tento senzorický posun tedy vzniká na sítnici, obvykle u jedinců s amblyopií ze strabismu. [8].

Znalost stupně a stability excentricity slouží k odlišné diagnóze amblyopie a lze díky ní kontrolovat účinek léčby.

Avšak studie [9] zaznamenala u excentrické fixace nestabilitu, takže ji obvykle nelze přesně změřit. Přítomnost excentrické fixace zhoršuje prognózu pro úspěšnou léčbu amblyopie. [5]

### 3.5 Anomální retinální korespondence (ARK)

Jedná se o binokulární adaptační jev, jehož hlavní účel spočívá v tom, aby bod na sítnici zdravého (lepšího) oka korespondoval s novým bodem na sítnici šilhajícího oka, přičemž se vytváří patologické binokulární vidění. Nejedná se o přirozený proces.

Název anomální *retinální* korespondence (ARK) je často kritizován, a to z toho důvodu, že tento adaptační proces vzniká kortikálně a ne na sítnici.

ARK se vyskytuje především u dětí, které mají značnou neurologickou plasticitu a schopnost velkých posunů v retinální korespondenci k vykompenzování strabismu. [5, 7]

#### 3.5.1 Harmonická anomální retinální korespondence (HARK)

Harmonická anomální retinální korespondence (HARK) se objevuje tehdy, pokud jsou nově vzniklé korespondující body nastavené na úhel strabismu, tedy úhel odchylky oka je shodný s úhlem anomálie.

Úhlem anomálie se rozumí úhel, který odchýlí retinální korespondenci od normálu. Přesný mechanismus HARK není znám.

Jedním z typů HARK je normální retinální korespondence (NRK) s diplopií nebo souhrnnou supresí. [7]

#### 3.5.2 Disharmonická anomální retinální korespondence (DARK)

Jedná se o velmi vzácný typ ARK, při němž se mohou u stabilního strabismu, vykompenzovaného pomocí HARK, i po několika letech (např. po úrazu nebo paréze očního svalu) projevit změny úhlu strabismu s následkem diplopie. DARK se také někdy objeví druhotně po operaci (např. strabismu). [7]

### 3.6 Amblyopie.

Amblyopii lze definovat jako pokles zrakové ostrosti na oku bez zjevných patologických změn ve zrakové dráze s plnou korekcí a vízem 6/9 a méně, případně rozdílem ve dvou řádcích mezi oběma očima.

Většinou k amblyopii dochází pouze na jednom oku, avšak přítomná může být na i na obou očích. [2, 10]

#### 3.6.1 Klasifikace amblyopie

##### Klasifikace podle příčiny vzniku:

1. Organická amblyopie: Způsobená patologickými nebo anatomickými abnormalitami sítnice [11]. Organickou amblyopii dále rozdělujeme [2, 5]:

- a) *Způsobená chorobami sítnice* – např. receptorová dystrofie, vrozené makulární (makula - žlutá skvrna) krvácení.
- b) *Nutriční amblyopie* – vzniká vlivem nedostatku výživy nejčastěji z důvodu metabolických poruch či mentální anorexie nebo bulimie.
- c) *Toxická amblyopie* – vzniká vlivem otravy (např. arzenikem, olovem nebo chininem), kdy jed poškodí nejprve gangliové buňky a pak vlákna optického nervu. O alkoholové a tabákové amblyopii se stále spekuluje, zda by měly být klasifikovány jako druh toxické nebo nutriční amblyopie, přesto se častěji klasifikují jako toxické.
- d) *Idiopatická nebo vrozená amblyopie* – amblyopie vzniklá z neznámé příčiny. Dnes pomocí moderního elektrofyziologického testování a zobrazovacích technik lze odhalit patologickou příčinu vzniku této amblyopie. V některých případech může být přítomna kortikální a subkortikální patologie.

2. **Funkční amblyopie:** U amblyopie tohoto typu nejsou přítomny žádné organické léze. Funkční amblyopii dělíme následovně [2, 5, 10]:

- a) *Stimulační (též zraková) deprivací amblyopie* - ztráta zraku způsobená zákalem, rohovkovou jizvou nebo okluzí optického média (např. kongenitální katarakta, ptóza). Může vzniknout i na oku bez amblyopie při okluzní či atropinové terapii (viz kapitola 6.2.1 a 6.2.2), tedy vlivem nadměrné okluze.
- b) *Amblyopie při strabismu* – vzniká na oku, které nefixuje vlivem strabismu během kritického období (viz kapitola 4.4.3.). Stupeň amblyopie při strabismu závisí na době vzniku strabismu během kritického období. Po osmém roce života většinou tento typ amblyopie nelze efektivně řešit, a to z důvodu již nepřizpůsobivé plasticity zrakového systému. Toto se však individuálně liší. Amblyopie způsobená strabismem se nazývá *amblyopie ex anopsia*.
- c) *Anizometropická amblyopie* – vzniká vlivem rozmazaného obrazu více ametropického oka, obvykle vzniklého nekorigovanou anisometrií, a to hypermetropickou. Tomuto typu amblyopie se podrobně věnuje tato bakalářská práce. Charakteristika, vyšetřování a léčba anizometropické amblyopie jsou popsány v kapitolách 4, 5 a 6.
- d) *Refrakční amblyopie* – vzniká vlivem oboustranného rozmazaného obrazu způsobeného nekorigovanou refrakční vadou. Obvykle při hypermetropii

zahrnuje také meridionální amblyopii, která se vyskytuje u hlavního/ch řezu/ů vysokého nekorigovaného astigmatismu.

- e) *Psychogenní (hysterická) amblyopie* – amblyopie psychologického nebo neurologického původu, kdy dochází ke zrakovým adaptačním reakcím.
- f) *Isoametropická amblyopie* – vzniká za přítomnosti vysoké, přesto klinicky stejné, nekorigované refrakční vady na obou očích a to vlivem oboustranné (bilaterální) zrakové deprivace. Amblyopii způsobují oboustranně výrazně rozmazané sítnicové obrazy.

### **Klasifikace podle hodnoty zrakové ostrosti:**

Amblyopii lze také dělit podle hodnoty zrakové ostrosti na „postiženém“ oku na amblyopii lehkou (6/9 až 6/18), amblyopii střední (6/24 až 6/60) a amblyopii těžkou (6/60). [3]

## 4 Anizometropická amblyopie

Mezi jedince, kteří trpí amblyopií, patří i ti, kteří mají amblyopii vzniklou vlivem vysokého rozdílu v hodnotě korekce refrakční vady na obou očích (anizometropie viz kapitola 4.1), kdy není oko s vyšší hodnotou ametropie správně nebo vůbec korigováno a tím není stimulováno. Pokud je tento problém ponechán bez korekce, centrální oblasti suprese mohou rozvinout rozmazané vidění, což vede k narušení binokulárního vidění.

Anizometropie o hodnotě 1,5 D a více vede k zvýšenému riziku vzniku poruch binokulárních funkcí (avšak různí se to s typem refrakční vady, viz kapitola 4.5).

Protože u mnoha pacientů s anizometropickou amblyopií se strabismus nevyskytuje, její léčba vyžaduje pouze nepatrné úpravy v postupu korekce obou očí. [2, 5, 10, 11]

### 4.1 Definice anizometropie

Anizometropie je stav, ve kterém se liší dioptrická hodnota refrakční vady na pravém a levém oku. Tento stav se také může nazývat antimetropie, pokud je na jednom oku myopie a na druhém hypermetropie.

I když nelze najít úplnou shodu mezi odborníky, anizometrii lze klasifikovat jako nízkou, střední a těžkou. Anizometropie o hodnotě nižší než 1 D se považuje za nízkou a pravděpodobně nepůsobí anizometropickou amblyopii, protože významně neovlivňuje binokulární vidění. Přítomnost nekorigované anizometropie o rozsahu 0,25 - 0,75 D v kritickém období pravděpodobně nezasahuje do vývoje binokulárního vidění.

Nicméně hodnota více jak 1,0 D hypermetropické anizometropie, více jak 3 D myopické anizometropie a 1,5 D astigmatické anizometropie může způsobit amblyopii na oku s vyšší hodnotou refrakční vady. [2, 12]

<b>Klasifikace anizometropie podle stupně</b>	
<b>Anizometropie - hodnota v D</b>	<b>Stupeň</b>
0,25 - 0,75	nízká
1,00 - 2,00	střední
2,25 a více	těžká

**Tabulka 2: Klasifikace anizometropie [2]**



## 4.2 Popis anizotropické amblyopie

Jedná se o jednostranný pokles zrakové ostrosti, který se vyskytuje spolu s nepravidelnou a nekorigovanou refrakční vadou, jež je přítomna před šestým rokem života. Obrazy očí s anizotropií se liší ve tvaru, kontrastu a velikosti, což způsobuje nedostatek zrakové stimulace oka s vyšší hodnotou refrakční vady.

U nižšího stádia anizotropie se obvykle nevytváří strabismus, avšak ponechání oka s vyšší refrakční vadou bez korekce může způsobit jeho rozvoj. U anizotropie se obvykle diagnostikuje mikrostrabismus<sup>3</sup>.

Projevy anizotropické amblyopie se liší s věkem jedince. Velmi malé děti si mohou začít mnout oči, starší děti nebo dospělí mohou šilhat, aby zlepšili svůj zrak. Anizotropická amblyopie se dále může projevit bolestmi hlavy, rozmazáním obrazu a zrakovým nepohodlím, nicméně tyto příznaky se vůbec nemusí objevit nebo spolehlivě nepoukazují na anizotropickou amblyopii.

Stupeň anizotropie (viz tabulka 2), nutné k rozvoji jednostranné amblyopie, se liší spolu s jednotlivými typy refrakčních vad (viz kapitola 4.5). [12, 13, 14]

## 4.3 Etiologie anizotropické amblyopie

Obecně hlavním faktorem, který nejčastěji způsobuje anizotropickou amblyopii, je jednostranný rozmazaný sítnicový obraz. Rozmazaný sítnicový obraz vytváří nedostatečnou stimulaci zrakového systému u oka s vyšší hodnotou refrakční vady a vede k rozvoji amblyopie vlivem střední nebo těžké anizotropie (viz tabulka 2).

Rozdíl refrakční vady mezi oběma očima o minimální hodnotě 1 D narušuje neurofyziologický vývoj zrakové dráhy a zrakové kůry. Dva nestejně obrazy narušují, nebo znemožňují fúzi a na více ametropickém oku se rozvíjí suprese (viz kapitola 3.3).

Studie [15] prokázaly, že riziko vzniku anizotropie vzrůstá i se závažností retinopatie nedonošených. [10, 12, 13]

## 4.4 Charakteristika anizotropické amblyopie

### 4.4.1 Zraková ostrost (vízus)

U anizotropické amblyopie ubývají zbytky zrakové ostrosti po dobu ponechání zásadního refrakčního stavu bez léčby (tedy bez správné korekce

---

<sup>3</sup> Mikrostrabismus je strabismus s odchylkou oka do 5°, kosmeticky nenápadný. Další informace viz [5, 12]

anizotropie). Hodnocení zrakové ostrosti u anizotropické amblyopie také závisí na schopnosti monokulární fixace.

U anizotropické amblyopie dochází ke snížení centrální a periferní citlivosti, zatímco u amblyopie při strabismu (a anizotropické amblyopie se strabismem) je ztráta zrakové ostrosti převážně omezena na foveální oblast. Hodnota zrakové ostrosti anizotropické amblyopie před zahájením léčby se různí od 6/6 do níže než 6/60.

Prognóza pro obnovení zrakové ostrosti u anizotropické amblyopie je obecně dobrá, protože zraková ostrost se zlepšila i během léčby dospělých. Kapitoly 5.1 a 5.2 popisují měření zrakové ostrosti u anizotropické amblyopie. [10, 16, 17]

#### **4.4.2 Zrakové funkce u anizotropické amblyopie**

##### **Barevné vidění, zorné pole**

Barevné vidění je normální, ale zornicové reflexy se u amblyopie při strabismu nepatrně liší od anizotropické amblyopie [18].

Zorné pole (viz kapitola 2.2.7) u anizotropické amblyopie nevykazuje žádné patologie, avšak vlivem vysoké refrakční vady může rozmazat obraz v centrální části zorného pole. [5]

##### **Kontrastní citlivost**

Kontrastní citlivost v prostoru amblyopického oka nabývá téměř běžných hodnot při nízkých prostorových frekvencích (hrubý detail), ale při vysokých prostorových frekvencích (jemný detail) se kontrastní citlivost výrazně snižuje, přičemž tyto ztráty narůstají se závažností amblyopie, avšak nevyplývají z optických faktorů, nestabilních fixačních pohybů oka nebo excentrické fixace [19].

U samostatné anizotropické amblyopie při hodnotě pěti cyklů/stupeň bude kontrastní citlivost v pořádku, ale ve spojení s mikrostrabismem se kontrastní citlivost zhoršuje. Pro tyto jedince představuje nošení brýlí při řízení výhodu, především ve ztížených kontrastních podmínkách (např. v mlze). V takovém případě mají lepší kontrastní citlivost s použitím obou očí než s použitím zdravého oka samostatně. [2, 5]

##### **Optické zpracování**

Optické zpracování probíhá v návazných paralelních dráhách s dvěma hlavními subsystemy: P-systém a M-systém (viz kapitola 2.2.5). Typ zrakového deficitu u amblyopie naznačuje, že P-systém je ovlivněn a M-systém je téměř neovlivněn [20].

Elektrofyzilogické studie [21] anizotropické amblyopie zjistila pokles funkce P-systému, ale normální funkci u M-systému.

Čím vyšší je stupeň anizotropie, tím vyšší je pravděpodobnost zobrazení rozdílných velikostí obrazů ve zrakové kůře (viz kapitola 2.2.6). V takovém případě se zvažuje řešení anizotropie pomocí kontaktních čoček (viz kapitola 6.1.2). [2, 5]

### **Charakteristika fixace u anizotropické amblyopie**

Téměř ve všech případech anizotropické amblyopie je fixace centrální a nestálá především u vysoké refrakční vady. Excentrická fixace se u anizotropické amblyopie objevuje velmi vzácně, a to z toho důvodu, že ztráta zrakové ostrosti je stejná v centrální i periferní části. Nicméně u vysokého procenta jedinců se závažnější myopií byla excentrická fixace diagnostikována [22]. Všeobecný popis excentrické fixace obsahuje kapitola 3.4.

Studie [23] neprokázala žádný případ excentrické fixace u dvaceti případů ortoforické anizotropické amblyopie a u 58 % případů kombinované amblyopie. Anizotropická amblyopie bez oční odchylky vykazuje přítomnost excentrické fixace pouze za přítomnosti mikrostrabismu, což představuje důležitý diagnostický bod, protože prognóza pro úspěšnou léčbu je ve spojení s mikrostrabismem nižší. [5, 10, 24]

### **Charakteristika stereopse u anizotropické amblyopie**

Cooper konstatoval [25], že stimulace pomocí Random Dot Stereotestu představuje efektivní řešení screeningu anizotropické amblyopie pouze v případě spojení s mikrostrabismem. Studie [26] na předškolních dětech (od tří do pěti let) prokázala zhoršení stereopse díky rozmazanému vidění vlivem refrakční vady.

Samotná korekce refrakční vady může zlepšit stereopsi na očekávanou úroveň. Odložení korekce refrakční vady a aktivní léčby amblyopie nevede ke slabší stereopsi, což bylo zjištěno přehodnocením výsledků po dvanácti měsících. [13]

### **Charakteristika suprese u anizotropické amblyopie**

Pratt – Johnson [27] provedl vyšetření suprese u třinácti pacientů s anizotropickou amblyopií. Testování probíhalo za binokulárních podmínek, deset ze třinácti vyšetřovaných mělo v oku s amblyopií malou foveální supresi.

Oblast suprese nikdy nebyla absolutní a vyšetřovaný vždy za binokulárních podmínek vnímal daný podnět bez ohledu na jeho zrakovou ostrost.

Jampolski [28] při dosažení podobných výsledků uvedl velkou variabilitu mezi věkem vyšetřovaného, hloubkou suprese, fixační vzdáleností a velikostí oblasti suprese. [10]

### **Crowding fenomén**

Crowding fenomén popisuje klinický nález, vyjadřující souvislost mezi schopností oka rozlišit sledovaný znak a blízkosti (nahuštěním - anglicky crowding) dalších okolních znaků – s klesající vzájemnou vzdáleností znaků se výrazně snižuje schopnost sledovaný znak rozlišit. Pokud jsou písmena vhodně umístěna, pak jsou lépe čitelná než v případě jejich „nahuštění“. Výrazný crowding lze též pozorovat u normálních očí při periferním vidění.

Zvláště důležitý je v případě amblyopie při strabismu (v tomto případě dochází k nižší schopnost správně identifikovat samotný znak oproti ohraničenému).

U anizometropické amblyopie nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl v crowding fenoménu mezi jedinci bez amblyopie a jedinci s anizometropickou amblyopií.

Crowding fenomén dobře slouží k odlišné diagnóze amblyopie při strabismu a anizometropické amblyopii. [10, 29, 30]

### **Kritické a senzitivní období**

Nesouměrnost mezi dvěma obrazy má nejhorší následky na rozvoj vidění v raném věku. Studie na zvířatech [31, 32] zjistily, že existuje vývojová etapa anizometropické amblyopie, která pravděpodobně trvá prvních deset let života.

Kritické období představuje poměrně krátkou dobu maximální citlivosti s možností trvání až do tří let života. Deprivace jednoho oka vlivem rozmazaného obrazu po část nebo celé kritické období způsobuje anizometropickou amblyopii. Avšak v případě brzké korekce dítěte v kritickém období zůstává možnost se tomuto typu amblyopie úplně vyhnout.

Během dlouhotrvajícího senzitivního období je zrakový systém stále citlivý na změny, ale poškození postupně nabývá menší závažnosti. Citlivé období pravděpodobně začíná okolo tří let života a může trvat až do deseti let. Pozdější nerovnováha je potlačena nebo bezúčinná. [10]

### **Plastická doba**

Jedná se o období, během kterého stále existuje možnost úspěšné léčby amblyopie. Kritické období vzniku amblyopie se nemusí samozřejmě nutně spojit s plastickým obdobím.

Klinické důkazy prokázaly, že plastická doba zrakového systému trvá po dobu podstatně delší, než jen prvních několik let života. Například pacienti s anizometropickou amblyopií dramaticky reagovali na léčbu [33] amblyopie a to potvrzuje, že zbytky plasticity zůstávají ve zrakovém systému po delší dobu, než je kritické období pro rozvoj amblyopie.

Několik základních výzkumných studií [34] prokázalo, že plastické období, během kterého systém stále může podstoupit změny, sahá až do dospělosti. [10]

#### 4.5 Klasifikace anizometropické amblyopie

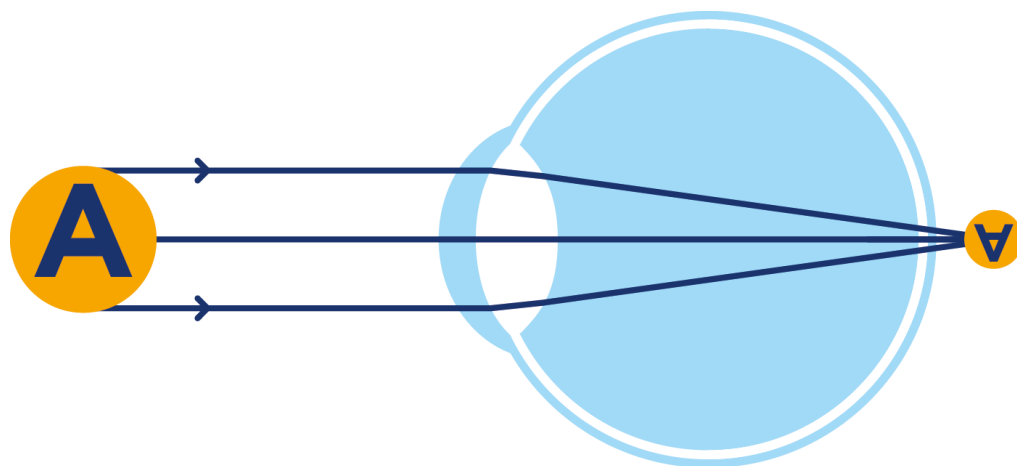
Anizometropická amblyopie je klasifikována podle typu refrakční vady na:

##### 1. Hypermetropická anizometropická amblyopie

Hypermetropie je sférická refrakční vada, kdy se obraz nevytvoří na sítnici, ale za sítnicí. Příklad hypermetropie je zobrazen na obr. 1. Hypermetropie, astigmatismus nebo obě vady současně mají vyšší účinek na zrakovou ostrost než myopie. Hodnota 1,5 D rozdílu mezi oběma očima ovlivňuje riziko vzniku hypermetropické anizometropické amblyopie (např. korekce na levém oku + 2,0 D a vize 6/6 a na pravém oku + 4,0 D s vizem 6/24).

U oka s vyšší hypermetropií se obraz více rozostřuje a jedinec používá k akomodaci oko s nižší hodnotou refrakční vady, což má za následek supresi oka s vyšší hodnotou refrakční vady. To může vést ke zvýšenému riziku vzniku amblyopie během kritického období (viz kapitola 4.4.2).

Vyšší předpoklad pro výskyt hypermetropické anizotropie je způsoben především následkem nestejného jasu obrazů a nestejně akomodační odezvy. [10, 13, 35, 36]

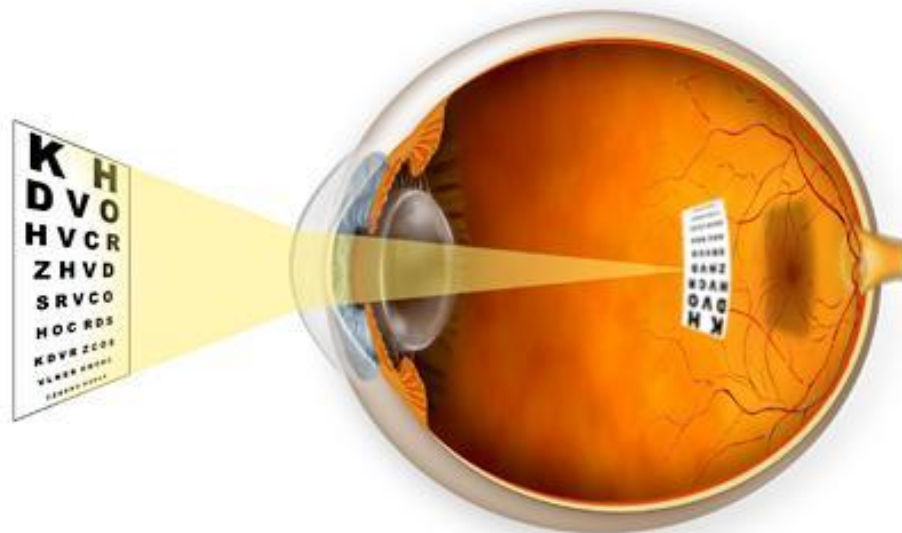


Obrázek 1: Příklad hypermetropie [37]

## 2. Myopická anizometrická amblyopie:

Myopie je sférická refrakční vada, kdy se obraz nevytvoří na sítnici, ale před sítnicí. Obrázek 2 zobrazuje myopii. Myopická anizometropie vykazuje pozvolnější základ ke vzniku amblyopie. Amblyopie v případě myopické anizometropie vznikne za předpokladu, že hodnota rozdílu mezi oběma očima je minimálně rovna 3 D.

Tento typ refrakční vady často nezpůsobuje amblyopii, protože jedinec používá oko s nižší hodnotou myopie při fixaci do dálky a oko s vyšší hodnotou myopie při fixaci do blízka. Avšak při hodnotě rozdílu vyšším než 4 D fixuje méně myopické oko jak do dálky, tak do blízka. [10, 12, 13]



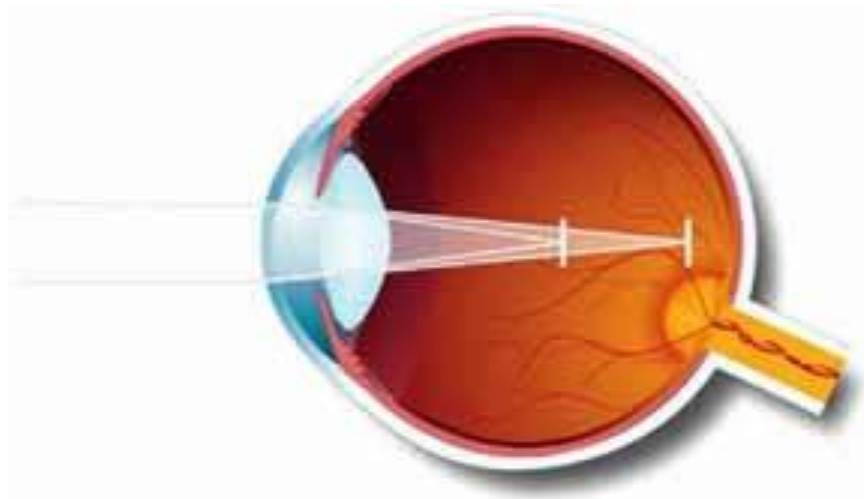
Obrázek 2: Příklad myopie [38]

## 3. Astigmatická amblyopie:

Astigmatismus je asférická refrakční vada, kdy se bod nezobrazí jako bod, ale dvě na sebe kolmé přímky – fokály. Problém nastává v zakřivení rohovky (není kulová). Příklad astigmatismu zachycuje obrázek 3. Rozdílný astigmatismus mezi oběma očima někdy přispívá k rozvoji amblyopie. Nekorigovaný astigmatismus o hodnotě 1,5 D a více (v závislosti na postavení očních os) může způsobit amblyopii v důsledku dlouhodobě rozmazaného obrazu od okamžiku, kdy není možné kompenzovat refrakční vadu akomodací.

Jedinci s astigmatismem proti pravidlu mají vyšší předpoklad ke vzniku amblyopie a vyžadují dlouhodobější léčebné režimy s horším výsledkem zlepšení zrakové ostrosti než v případě astigmatismu podle pravidla.

Astigmatismus ve spojení s hypermetropickou anizometrií může narušit fúzi více než samotná hypermetropická anizometrie. [10, 13, 39, 40]



**Obrázek 3: Příklad astigmatismu [41]**

#### **4.6 Prevalence (výskyt) anizotropické amblyopie**

Celkově amblyopií „trpí“ přibližně 3 % populace. Z těchto 3 % mělo anizotropickou amblyopii 50 % zkoumaných, což se zjistilo během studie [42].

Flom a Neumaier provedli průzkum [43], ve kterém sledovali výskyt amblyopie u 2 762 dětí školního věku a to od školek až po šestou třídu. Zjistili, že užitím kritéria monokulární nekorigované zrakové ostrosti o hodnotě 6/12 a horší, s rozdílem mezi očima o více než jeden řádek, trpělo amblyopií 1 % populace. Všechny děti s amblyopií měly také další vadu. U 38 % dětí byl prokázán strabismus a u 28 % dětí anizotropie spojená se strabismem.

Z důvodu častějšího výskytu anizotropie než jednostranného strabismu se anizotropická amblyopie v populaci vyskytuje častěji. [5, 10]

## 5 Vyšetřování anizometropické amblyopie

Správná diagnóza amblyopie, především vyloučení možné patologie (např. reakce zornic, pečlivá oftalmoskopie v pravidelných intervalech, u malých dětí rozšířená funduskopie, obvykle po cykloplegické refrakci - viz kapitola 5.1), představuje první a nejdůležitější fázi v jejím hodnocení. V nejlepším případě vyšetřovaný vyhledává negativní znaky patologie (tzn. oftalmoskopie, zornicové reflexy, zorné pole) a pozitivní znaky amblyopických faktorů (např. anizotropie a/nebo strabismus).

Pokud si pacient stěžuje na snížení zrakové ostrosti, mělo by být provedeno běžné oční vyšetření, ke kterému se přidají i doplňkové testy potřebné k diagnóze s ohledem na určitý typ amblyopie.

Studie [44] prokázala snížení tloušťky nervových vláken u oka s amblyopií v porovnání s okem bez amblyopie. Avšak pouze v případě anizometropické amblyopie, nikoli amblyopie při strabismu. [5]

### 5.1 Měření zrakové ostrosti

Vyšetření zrakové ostrosti představuje první diagnostický bod při vyšetřování amblyopie. Při podezření na anizometropickou amblyopii se zraková ostrost nejprve vyšetřuje bez cykloplegie a poté s cykloplegií (krátkodobé znemožnění funkce corpus ciliare – řasnatého tělesa, vyloučí se akomodace). Vyšetření na dálku se provádí ze šesti metrů a každé oko se vyšetřuje zvlášť. Na zrakovou ostrost má vliv osvětlení, kontrast a typ používaného testu. Počáteční měření zrakové ostrosti stanovuje přítomnost nebo rozsah amblyopie.

S věkem vyšetřovaného se může do určité míry lišit postup vyšetření, především malé děti vyžadují odlišný přístup. [5]

Při vyšetření amblyopie se nejčastěji používají tyto typy měření zrakové ostrosti.

#### **Minimální úhlové rozlišení (MÚR nebo MAR).**

Měření zrakové ostrosti pomocí úhlového rozlišení daného znaku. Jedná se o schopnost oka odlišit od sebe dva body. Dva body jsou od sebe odlišeny jako dva pouze tehdy, je-li mezi jejich obrazy, které dopadají do center dvou čípků, alespoň jeden nestimulovaný čípek.



Limit rozlišení lidského oka činí  $MÚR = 0,82'$  (tedy zaokrouhleně  $1'$ ), z toho vychází bezrozměrná veličina visus  $V = \frac{1}{MÚR}$ . Detail znaku je zkonstruován do  $1'$  a šířka znaku je pětkrát větší než jeho výška, tzn.  $5'$ . [2, 30]

### **Lokalizační zraková ostrost**

Měření zrakové ostrosti z velké části založené na kortikálním zpracování (ve zrakové kůře viz kapitola 2.2.6), kdy se podnět vychýlí z rovnoběžnosti, přičemž je posun mnohem menší, než je průměr a vzdálenost čípků. Název vyplývá z 5 – 10 krát vyššího rozlišení než u MÚR.

Práh úhlové velikosti pro rozlišení může vykazovat nižší hodnotu jak  $0,5'$  (v řádu od řádu od  $5''$  do  $10''$ ). Za jednu z těchto ostrostí lze označit Noniovou rozlišovací mez (viz kapitola 5.1.3). [5, 13]

#### **5.1.1 Měření zrakové ostrosti pomocí celého řádku písmen**

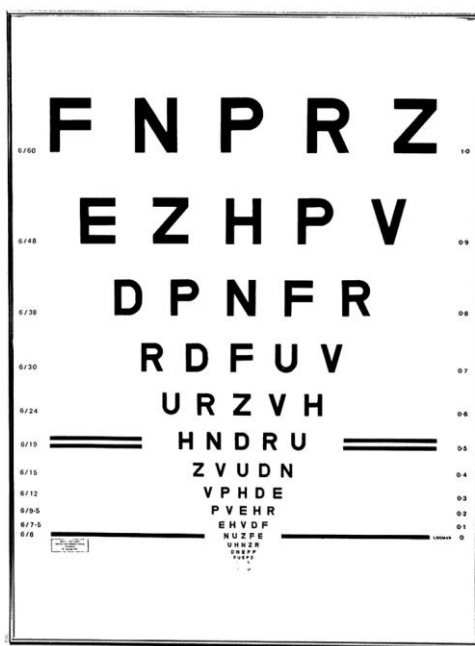
Při tomto testování zrakové ostrosti se ke čtení využívá celý řádek písmen na principu minimálního úhlového rozlišení (MÚR viz kapitola 5.1). Čtení celého řádku znaků je mnohem složitější neurologický úkol, než čtení pouze jednoho písmene, a to z důvodu působení crowding fenoménu (viz kapitola 4.4.2.). Řádek se považuje za přečtený, pokud vyšetřovaný přečte alespoň 60 % znaků.

K vyšetření amblyopie se používají Glasgow karty, prostřednictvím kterých lze zjistit přesnou hodnotu zrakové ostrosti. Konstrukci jejich zpracování popsaly Bailey a Lovie - Kitchinová (viz obr. 4) [45]. Citlivost na změny zrakové ostrosti u amblyopie se zvyšuje se snižující se vzdáleností mezi písmeny.

U těchto čtecích tabulek se nachází, stejně jako u většiny z nich, menší crowding fenomén u písmen na konci řádku než v jeho středu, což představuje nežádoucí jev a hustota písmen se pak lépe kontroluje pomocí speciálních optotypů.

Aby si vyšetřovaný nezapamatoval písmena při vyšetření, měl by se vyšetřující nejprve zaměřit na zrakovou ostrost amblyopického oka a nejlépe použít počítačové optotypy s náhodnou projekcí písmen.

Při přítomnosti excentrické fixace může vést malý centrální skotom k absenci písmen nebo snadnějšímu čtení písmen zprava doleva než běžně zleva doprava. [5]



**Obrázek 4: Optotyp zkonstruovaný podle Baileyho a Lovie - Kitchinové [46]**

### **Rozdíly při měření zrakové ostrosti pomocí celého řádku písmen u různých druhů funkční amblyopie**

U amblyopie při strabismu, stimulační (deprivační) amblyopie a anizometropické amblyopie je zraková ostrost při čtení celého řádku obvykle snižena na jednom oku.

U ostatních typů se charakter zrakové ostrosti při čtení celého řádku liší. Idiopatické/vrozené amblyopie vykazují vždy sníženou zrakovou ostrost, v některých případech oboustranně. U toxické/nutriční je zraková ostrost vždy na obou očích nesouměrně a oboustranně snižena. Psychogenní (hysterická) vykazuje zrakovou ostrost při čtení celého řádku sniženu, proměnlivou a lišící se pro různé testovací vzdálenosti.

Klasifikaci amblyopie podle typu obsahuje kapitola 3.6.1. [5]

#### **5.1.2 Měření zrakové ostrosti pomocí samotného ohraničeného písmene**

Zraková ostrost se měří při čtení jednoho písmene nebo znaku. K tomuto vyšetření slouží E-háky a Scheridan – Gardner test, jež představují dobrou vyšetřovací metodu pro měření zrakové ostrosti u velmi malých dětí. U samotného písmene (znaku) nedochází ke crowding fenoménu od sousedících písmen (znaků).

Pokud si vyšetřovaný přečte pouze samotný optotypový znak, potom ideální vyšetřovací metoda spočívá v projekci znaku ohraničeného ze všech čtyř stran. Toho lze dosáhnout např. v počítačovém programu Test Chart 2000. [5]

### **Rozdíly při měření zrakové ostrosti pomocí jednoho samostatného písmene u různých typů funkční amblyopie**

U amblyopie při strabismu a stimulační (deprivační) amblyopie je zraková ostrost při čtení samotného písmene nižší, než je hodnota zrakové ostrosti při čtení celého řádku písmen. Anizometropická amblyopie vykazuje stejné nebo nepatrně lepší hodnoty při čtení jednoho písmene oproti čtení celého řádku písmen.

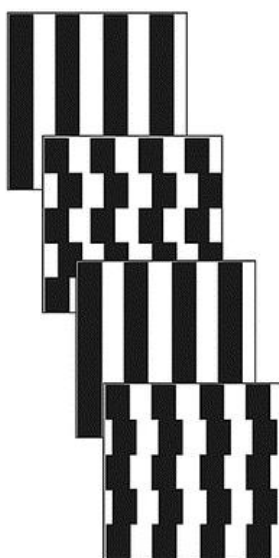
U idiopatické/vrozené amblyopie je hodnota zrakové ostrosti při čtení samotného písmene stejná jako v případě zrakové ostrosti při čtení celého řádku. Toxická/nutriční amblyopie vykazuje opět stejnou hodnotu obou typů měření zrakové ostrosti. V případě psychogenní (hysterické) amblyopie je zraková ostrost při čtení jednoho písmene proměnlivá.

Klasifikaci amblyopie podle typu obsahuje kapitola 3.6.1. [5]

#### **5.1.3 Noniová rozlišovací mez**

Jedná se o schopnost zrakového systému zaznamenat vzniklé odchýlení mezi prvky podnětu v porovnání s podnětem bez takového vychýlení. Lidské oko vykazuje lepší schopnost zaznamenat vychýlení než rozeznání přilehlých obrysů (viz MÚR).

Při určování tohoto typu zrakové ostrosti vyšetřovaný nejčastěji určuje okamžik odchýlení z rovnoběžnosti dvou původně rovnoběžných úseček (nebo čárek, viz obr. 7). Prahové hodnoty u normálních pozorovatelů jsou v rozmezí od 2'' do 10''. [5, 13]



**Obrázek 5: Rovnoběžné a vychýlené úsečky, pomocí kterých se měří noniová zraková mez [47]**

## **5.2 Doplnující vyšetření**

### **5.2.1 Vyšetření zrakové ostrosti po předložení 2.0 šedého filtru**

Tento typ měření zrakové ostrosti slouží k účinné kontrole reakce oka na změnu úrovně osvětlení po několikaminutové adaptaci. Pomocí šedého filtru lze odlišit amblyopii při strabismu od ostatních typů amblyopie, protože amblyopie při strabismu není při testu nijak ovlivněna.

U očí s nepoškozenou zrakovou ostroostí produkuje ztmavnutí snížení zrakové ostrosti o přibližně jeden řádek optotypových znaků, k čemuž dochází i u anizometropické amblyopie. [5]

### **Rozdíly při měření zrakové ostrosti předložením 2.0 šedého filtru**

I u vyšetření pomocí šedého filtru existují rozdílné výsledky mezi různými typy amblyopie.

Amblyopie při strabismu vykazuje nižší nebo stejnou hodnotu jako v případě měření zrakové ostrosti při čtení celého řádku písmen, což platí i pro stimulační (deprivační) amblyopii.

U anizometropické amblyopie je zraková ostrost nepatrně horší než u měření zrakové ostrosti při čtení celého řádku písmen.

U idiopatické/vrozené ale také toxické/nutriční amblyopie hodnota zrakové ostrosti po předložení šedého filtru vykazuje nižší hodnoty, než v případě měření zrakové ostrosti při čtení celého řádku písmen.

Psychogenní (hysterická) amblyopie má při předložení šedého filtru zrakovou ostrost proměnlivou a nepředvídatelnou.

Klasifikace amblyopie dle typu je obsažena v kapitole 3.6.1. [5, 24]

### **5.2.2 Vyšetření stereopse**

TNO stereo test (obr. 7) představuje nejlepší způsob včasného odhalení anizometropické amblyopie. Jedná se o jediný stereotest, který využívá anaglyfické Random Dot stereogramy s požadavkem využití červeno – zeleného filtru.

Na tomto testu se vyšetřuje ve vzdálenosti 40 cm s rozsahem 2000". Dále TNO obsahuje dva další testy – test suprese a test stupňující se stereopse (rozsah od 480" do 15"). Tento test také výborně slouží k zaznamenání binokulárních odchylek u amblyopie.

Stereopse se také zkoumá po ukončení léčby amblyopie ke stanovení prognózy udržení dosažené zrakové ostrosti. U vyšetřovaných, kteří dosáhnou některého ze stupňů Random Dot Stereo testu nebo lépe než 70'' na řádkovém stereogramu (např. Titmus stereo test viz obr. 8), je předpoklad, že u nich bude uchována jejich zraková ostrost po absolvování léčby. [13, 48, 49]



Obrázek 6: TNO stereo test [50]



Obrázek 7: Titmus fly stereotest [51]

### 5.2.3 Vyšetření kontrastní citlivosti

V případě mírného stupně anizometropické amblyopie je velmi důležité vysvětlit vyšetřovanému, že výkon oka nemusí být omezen v případě, kdy kontrastní citlivost vykazuje normální hodnotu pět cyklů/stupeň.

Ačkoli tito jedinci by během refrakce nevnímali zlepšení zrakové ostrosti při odkrytí amblyopického oka a následném obnovení binokulárního vidění, přesto u vyšetření pomocí optotypu s proměnným kontrastem zaznamenají binokulárně zlepšení kontrastní citlivosti v porovnání s případem, kdy je vyšetřováno zdravé oko samostatně.

K vyšetření kontrastní citlivosti se hojně používá Pelli - Robsonův optotyp (viz obr. 9), kdy se vyšetřuje na vzdálenosti jednoho metru s úrovní kontrastu písmen od 100 % do 0,56 %. [2, 30]



Obrázek 8: Pelli – Robson optotyp k vyšetření kontrastní citlivosti [52]

## 6 Řešení anizometropické amblyopie

Anizometropická amblyopie (samostatně bez strabismu – ortoforická) vykazuje nejlepší prognózu úspěšné léčby a neexistuje u ní žádná zábrana ve zlepšení zrakové ostrosti. Čím kratší dobu působí amblyopické faktory, tím vyšší je pravděpodobnost obnovení zrakové ostrosti. Nicméně u několika jedinců s amblyopií se prokázala zachovalá kortikální plasticita až do dospělosti.

Doporučení pro léčbu anizometropické amblyopie se skládá ze tří základních kroků:

1. plná léčba refrakční vady – použití brýlové korekce, kontaktních čoček (KČ) nebo refrakční chirurgie,
2. pasivní terapie s využitím dvou až šestihodinové přímé okluze zdravého (lepšího) oka za den, nebo s využitím atropinové penalizace,
3. aktivní zraková terapie, sloužící ke zlepšení binokulárních funkcí a rozvoji nejlepší zrakové ostrosti.

Obecně se u hypermetropické a astigmatické anizometropické amblyopie zlepši zraková ostrost v 80 – 90 % případů. U myopické anizometropické amblyopie se bohužel zraková ostrost zlepši pouze v 55 – 80 % případů, avšak dříve se zlepšení u toho typu anizometropické amblyopie považovalo za nemožné.

Nejlepší hodnota zrakové ostrosti, ke které se dospělo korekcí refrakční vady, byla 6/12 a lepší. Avšak při kombinaci anizometropické amblyopie a strabismu se tato hodnota pohybuje okolo 6/24. [5, 12, 53, 54, 55, 56, 57]

### 6.1 Korekce refrakční vady

Korekce refrakční vady u anizometropické amblyopie představuje první krok v její léčbě, a to především u malých dětí. U 25 % jedinců, s počáteční zrakovou ostroší 6/18 a lépe bez strabismu, se zaznamenalo spontánní zlepšení zrakové ostrosti pouze vlivem stálého nošení korekce [58, 59, 60]. Stálá akomodace na každém oku představuje důležité hledisko při určování hodnoty refrakční vady, především v případě hypermetropické anizometropické amblyopie. V případě hypermetropie by měla být tedy zvažována plná korekce.

Jedinci s astigmatickou anizometropickou amblyopií reagovali hůře na léčbu, především v případě astigmatismu proti pravidlu. Výsledky léčby astigmatické anizometropické amblyopie u dětí od tří do sedmi let jsou popsány ve článku [61]. Cíl

léčby anizometropické amblyopie tedy spočívá v přesné korekci refrakční vady na obou očích. [5, 10]

### **6.1.1 Korekce refrakční vady pomocí brýlí**

Ke korekci refrakční vady na obou očích v případě anizometropické amblyopie se mohou používat brýle. Samotné nošení brýlí po dobu osmnácti týdnů před zahájením okluze vedlo ke zlepšení zrakové ostrosti až o dva a půl řádku. Avšak tento typ korekční pomůcky není příliš vhodný v případě vysoké hodnoty anizometropie mezi oběma očima.

Při korekci pomocí brýlí docházelo u vysokého stupně anizometropie ke značné aniseikonii<sup>4</sup> (od 2,5 % do 20 % rozdílu velikosti obrazů mezi oběma očima napříč vyšetřovaných). Při korekci anizometropie může být navozeno prisma (v případě, že se jedinec nedívá přes střed brýlových čoček). Hlavně vertikálně navozené prisma o hodnotě 0,5 pD někdy způsobí diplopii (viz kapitola 3.1) nebo znemožní stereopsi. Vysoká hodnota anizometropie mezi dvěma očima také způsobuje rozdílný akomodační požadavek na každém oku, což může vést k jiné korekci na každém oku. Všechny tyto situace lze řešit snížením dioptrické hodnoty na oku s vyšší hodnotou refrakční vady a to asi o třetinu.

Při zlepšení zrakové ostrosti pomocí této metody se výsledky sledují ještě následujících dvanáct měsíců. [2, 5, 10, 62]

### **6.1.2 Korekce refrakční vady pomocí kontaktních čoček (KČ)**

Korekce refrakční vady pomocí kontaktních čoček se osvědčila jako dobré řešení v případě vysoké anizometropie, a to zejména kvůli zachování binokulárního vidění, především v kritickém období (viz kapitola 4.4.2).

Tento typ korekce je estetický, v menší míře navozuje nežádoucí prisma a aniseikonie je žádná nebo minimální, proto se kontaktní čočky nejčastěji aplikují novorozencům s vrozenou afakií (stav oka bez oční čočky).

Článek [63] popisuje aplikaci KČ spolu s okluzí v případě vysoké anizomyopické amblyopie. [2, 5, 10]

### **6.1.3 Řešení refrakční vady pomocí refrakční chirurgie**

---

<sup>4</sup> Aniseikonie znamená rozdíl sítnicových obrazů na obou očích. Obrazy mohou mít rozdílný tvar, velikost, jas, barvu nebo zkreslení. Další informace viz [10]



Používá se fotorefrakční keratektomie (PRK) a laser in situ keratomileusis (LASIK). Využívá se u jedinců s vysokým stupněm především myopické anizometropie nebo nepřizpůsobivých jedinců. Avšak refrakční chirurgie se jako dobré řešení jeví i v případě, kdy se pomocí léčby dokázala zraková ostrost zlepšit na hodnotu 6/9 a refrakční chirurgií se její hodnota stabilizovala.

Efektem PRK u dětí s vysokou myopickou anizometrií, kdy se toto řešení použilo za účelem stabilizace dosaženého binokulárního vidění s nošením snesitelné korekce, a to z důvodu intolerance kontaktních čoček a nesnášenlivosti plné korekce, se podrobně zabývá článek profesora Rudolfa Autraty [64].

Řešení myopické anizometropie pomocí LASIKU u 14 dětí od 7 do 12 let prokázalo efektivní a bezpečný způsob léčby myopické anizometropické amblyopie. U dospělých, kdy nejlepší brýlová korekce zlepšila stereopsi a zrakovou ostrost o dva řádky, došlo vlivem refrakční chirurgie ke stabilizaci asi u jedné třetiny jedinců.

Článek [65] popisuje vliv LASIKU na jedince s anizomyopickou i anizohypermetropickou amblyopií ve věku od šesti do čtyřiceti dvou let, kdy se u přibližně 79 % zraková ostrost zlepšila až o dva řádky. [10, 13]

## **6.2 Pasivní léčba**

Pasivní terapie obvykle zahrnuje okluzi nebo penalizaci oka s lepší zrakovou ostroostí (bez amblyopie). V obou případech léčba spočívá v „donucení“ používat k fixaci amblyopické oko. To vede k reakci zrakové dráhy a stimulaci zraku.

Tento typ terapie se u anizometropické amblyopie využívá až v případě, že samotná korekce refrakční vady nezlepšila zrakovou ostrost. [10]

### **6.2.1 Okluze**

Přímá okluze oka bez amblyopie představuje nejčastější metodu v léčbě amblyopie. Terapie spočívá ve stimulaci amblyopického oka prostřednictvím zakrytí oka s lepší zrakovou ostroostí, což nutí oko s amblyopií fixovat. K okluzi se využívají okluzní náplasti, okluzní kontaktní čočky, klipy na brýle či matné filtry.

U ortoforické anizometropické amblyopie se léčba pomocí okluze může zahájit kdykoli, avšak měla by jí předcházet korekce refrakční vady (viz kapitola 6.1) po dobu alespoň osmnácti týdnů.

Pro jedince s anizometropickou amblyopií se používá částečná okluze, doba nošení pak záleží na závažnosti amblyopie. U mírného stupně amblyopie (zraková

ostrost lepší než 6/30) se doporučuje začít na dvou hodinách denně. U těžkého stupně amblyopie (zraková ostrost horší než 6/30) by se mělo začínat na šesti hodinách denně.

Nejvíce se zraková ostrost zlepšila během několika prvních týdnů okluze. Lepší výsledky léčby se prokázaly u jedinců s výchozí zrakovou ostroší o hodnotě 6/18 a těch, kteří ještě nedovršili šesti let. Nicméně úspěch léčby byl zaznamenán i u adolescentů a dospělých.

Velikou nevýhodou okluze zůstává možnost nahlížení pod okluzor, dále může okluze vést k diplopii (dospělí) nebo k narušení binokulárního vidění (děti). [5, 10, 13, 17, 36, 58, 59, 66, 67]



Obrázek 9: Nalepovací okluzor [68]

### 6.2.2 Atropin

Anizotropickou amblyopii lze také řešit pomocí atropinové penalizace. Využívají se farmakologické preparáty, kdy jednu z metod představuje cykloplegie – použití 1 % atropinové masti (vyloučení akomodace) na obě oči a předložení + 3,0 D před oko bez amblyopie, což umožní používat amblyopické oko k fixaci na dálku a oko bez amblyopie k fixaci na blízko.

V případě léčby anizotropické amblyopie pomocí atropinu trvá déle, než se zlepší hodnota zrakové ostrosti. Nicméně celkové zlepšení zrakové ostrosti při použití atropinu je srovnatelné s léčbou pomocí okluze. Studie [69] prokázala, že aplikace jedné kapky 1 % atropinu dvakrát týdně vykazovala stejný účinek jako denní aplikace.

Tento typ léčby podporují především rodiče předškolních a školních dětí, protože děti často u okluzorové terapie špatně spolupracují. U atropinu nelze nahlížet

mimo okluzi a jedinec musí nosit brýle, pokud chce vidět ostře. Přesto i tato léčba má nevýhody, ale běžně k nim nedochází (např. zvýšení krevního tlaku, suchost v ústech a hrdle, snížení nervově - svalové koordinace).

Nejlepší výsledky této léčby se dosáhly u vysoké hypermetropie a mírné amblyopie (zraková ostrost 6/30 nebo lepší). [5, 10, 13]

### **6.3 Aktivní léčba**

Dalším typem léčby je aktivní monokulární nebo binokulární amblyopická terapie. Aktivní léčba oproti pasivní léčbě (viz kapitola 6.2) zabírá celkově méně času k dosažení nejlepší hodnoty zrakové ostrosti. Cíl léčby spočívá v posílení binokulárních funkcí amblyopického oka a snížení suprese.

Léčba probíhá při okluzi zdravého (lepšího) oka vyšetřovaného a cíl spočívá v využití různých technik, které vedou ke stimulaci oka s amblyopií. Doba léčby by se měla pohybovat okolo dvaceti minut denně. Konstrukce stimulu při monokulární terapii spočívá ve stimulaci fovey amblyopického oka. Již dříve se během aktivní léčby prokázalo zvýšení rozlišovací schopnosti, rozvoj běžných pohybů oka a akomodace u oka s amblyopií.

U anizometropické amblyopie běžně dochází k mírné centrální supresi, proto se, jakmile je to možné, u tohoto typu amblyopie doporučuje binokulární antisupresní léčba. Terapii je nutné vykonávat alespoň patnáct minut denně. [10, 17]

## 7 Závěr

Závěrem bych chtěla shrnout dosažené cíle, ke kterým jsem v této bakalářské práci dospěla. Tato bakalářská práce je zaměřena na jeden konkrétní typ amblyopie, jeho charakteristiku a porovnání s ostatními typy amblyopie. Hlavní cíl této práce spočíval nejen v popisu a charakteristice mechanismu vzniku anizotropické amblyopie, ale i v přiblížení diagnostických a léčebných metod aplikovaných na tento konkrétní typ amblyopie. Toto vše stručně popisují tři stěžejní kapitoly bakalářské práce.

Tento typ amblyopie se od ostatních typů velmi liší nejen v etiologii, ale i v charakteristických znacích např. supresi (útlum), crowding fenoménu, excentrické fixaci či měření zrakové ostrosti, díky kterému lze anizotropickou amblyopii dobře odlišit od ostatních typů amblyopií. Také léčba anizotropické amblyopie vykazuje jiné výsledky, než tomu běžně bývá u amblyopie. Výrazné zlepšení zrakové ostrosti a reakce na léčbu se prokázala i u osob, které již dovršily věku osmi let. Věk nad osm let je běžnou kontraindikací k zahájení léčby u jiných typů amblyopie.

Ve srovnání s dalším nejčastějším typem amblyopie, vzniklé vlivem strabismu, u níž mají dobrou prognózu ke zlepšení zrakové ostrosti většinou jen jedinci do pěti let, ortoforická anizotropická amblyopie má dobrou prognózu i u dospělých. To je dáno především plastickou dobou, jež se u anizotropické amblyopie nespojuje s kritickým obdobím vzniku amblyopie a vzácnou přítomností excentrické fixace u anizotropické amblyopie.

Pro optometry je toto téma všeobecně velmi zajímavé a důležité především proto, že ve spolupráci s oftalmology mohou po včasném odhalení problému zlepšit výsledky terapie.

## Seznam použité literatury

- [1] KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8
- [2] TUNNACLIFFE, A. H. *Introduction to visual optics*. 4th ed. Canterbury: Association of British Dispensing Opticians, 1993. ISBN 978-09-000-9928-1
- [3] ŠIMIČÁK, J. *Pedooftalmologie - výukové materiály k předmětu Klinická oftalmologie*. Oční klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc 2016.
- [4] SYNEK S., SKORKOVSKÁ Š. *Fyziologie oka a vidění*. 2. dopl. a přeprac. vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [5] EVANS B. J., PICKWELL D. *Pickwell's binocular vision anomalies*, 5th edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth - Heinemann, 2007. ISBN 978-07-506-8897-0
- [6] VON NOORDEN G. K., CAMPOS E. C. *Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus*, 6th edition. Mosby: 2001. ISBN 978-03-230-1129-7
- [7] EFRON, N. *Optometry A – Z*, 1st edition. Butterworth - Heinemann, 2007. ISBN 978-07-506-4913-1
- [8] HESS, R. F. *The relationship between strabismic amblyopia and eccentric fixation*. British J. of Ophthalmology, Vol. 61, 1977, pp. 767 - 773
- [9] CLEARLY M., THOMPSON C. M. *Diagnosis of eccentric fixation using a calibrate ophthalmoscope: defining clinically significant limits*. Ophthalmic and Physiological Optics, Vol. 21, 2001, pp. 461 - 469
- [10] SCHEIMAN M., WICK B. *Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*, 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. ISBN 978-07-817-7784-1
- [11] RUTSTEIN R. P., CORLISS D. *Relationship between anisometropia, amblyopia, and binocularity*. Optometry and Vision Science, Vol. 76, 1999, pp. 229 - 233
- [12] ROUSE, M. W. et al. *Care of patients with amblyopia – Optometric Clinical Practice Guideline*. American Optometric Association, 1994.

- [13] DUCKAM, R. H. *Visual development, diagnosis and treatment of the pediatric patients*, 1st edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2006. ISBN 978-07-817-5288-6
- [14] CIUFFREDA K. J., LEVI D., SELENOW A. *Amblyopia: Basic clinical aspects*. Stoneham: Butterworth – Heinemann 1991, pp. 1 – 38
- [15] LAWS D., SHAW D. E., ROBINSON J. et al. *Retinopathy of prematurity: a prospective study. Review at six months*. Eye London, Vol. 6, 1992, No. 5, pp. 477 – 483.
- [16] HESS R. F., POINTER J. S. *Differences in the neural basis of human amblyopia: the distribution of the anomaly across the visual field*. Vision Research, Vol. 25, 1985, pp. 1577 - 1594
- [17] WICK B., WINGARD M., COTTER S. et al. *Anisometropic amblyopia. Is the patient ever too old to treat?* Optometry and Vision Science, Vol. 69, 1992, pp. 866 - 878
- [18] BARBUR J. L., HESS R. F., PINNEY H. D. *Pupillary function in human amblyopia*. Ophthalmic and Physiological Optics, Vol. 14, 1994, pp. 139 - 149
- [19] FLYNN, J. T. *Amblyopia revisited*. Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Vol. 28, 1991, pp. 183 - 201
- [20] NELSON, J. *Amblyopia: the cortical basis of binocularity and vision loss in strabismus*. In Optometry (edition Edwards & Llewellyn), London, 1988, pp. 189 - 216
- [21] SHAN Y., MOSTER M. L., ROEMER R. A., SIEGFRIED J. B. *Abnormal function of the parvocellular visual system in anisometropic amblyopia*. Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Vol. 37, 2000, pp. 73 - 78
- [22] PRIESTLY B. S., HERMANN J. S., BLOOM M. *Amblyopia secondary to unilateral high myopia*. American J. Ophthalmology, Vol. 56, 1963, pp. 926 - 932
- [23] STEWART C. E., FIELDER A. R., STEPHENS D. A., MOSELEY M. J. *Treatment of unilateral amblyopia: factors influencing visual outcome*. Investigative Ophthalmology and Visual Science, Vol. 46 2005, pp. 3152 - 3160
- [24] EVANS B., DOSHI S. *Binocular Vision and Orthoptics: Investigation and Management*, 1st edition. Oxford: Butterworth - Heinemann, 2001. ISBN 978-07-506-4713-7

- [25] COOPER J. *Clinical stereopsis testing: contour and RDS*. Journal of American Optometric Association, Vol. 50, 1979, No. 11, pp. 41 – 46.
- [26] RICHARDSON S. R., WRIGHT C. M., HRISOS S. et al. *Stereoacuity in unilateral visual impairment detected at preschool screening outcomes from a randomized controlled trial invest*. Ophthalmological Visual Science, Vol. 46, 2005, No. 1, pp. 150 - 154.
- [27] PRATT - JOHNSON J. A., LUNN C. T., POP A. E. et al. *The significance and characteristics of ametropic amblyopia*. Trans. Pacific Coast Otol. Ophthalmology Soc., Vol. 49, 1968, pp. 231 - 242
- [28] JAMPOLSKY A. *Characteristics of suppression in strabismus*. Arch. Ophthalmology, Vol. 54, 1955, pp. 683 - 696.
- [29] MARAINI G., PASINO L., PERALTA S. *Separation difficulty in amblyopia*. American J. of Ophthalmology, Vol. 56, 1963, pp. 922 - 925
- [30] ROSENFELD M., LOGAN N., EDWARDS K. *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*. New York: Elsevier Butterworth – Heinemann, 2009. ISBN 978-07-506-8778-2
- [31] HARWERTH R. S., SMITH E. L. III, DUNCAN G. C., CRAWFORD M. L.J., VON NOORDEN G. K. *Multiple sensitive periods in the development of the primate visual system*. Science, Vol. 232, 1986, No. 4747, pp. 235 - 238.
- [32] HARWERTH R. S., SMITH E. L. III, CRAWFORD M. L. J., VON NOORDEN G. K. *Behavioral studies of the sensitive periods of development of visual functions in monkeys*. Behavioral Brain Research, Vol. 41, 1990, No. 3, pp. 179 - 198.
- [33] KUPFER C. *Treatment of amblyopia ex anopsia in adults*. American J. Ophthalmology, Vol. 43, 1957, No. 6, pp. 918 - 922.
- [34] CHINO Y. M., SMITH E. L. III, LANGSTON A. L. et al. *Rapid reorganization of cortical maps in adult cats following restricted deafferentation in retina*. Vision Research, Vol. 32, 1992, No. 5, pp. 789 - 796.
- [35] JAMPOLSKY A., FLOM M. C., WEYMOUTH F. W. et al. *Unequal corrected visual acuity as related to anisometropia*. Arch. Ophthalmology, Vol. 54, 1955, No. 6, pp. 893 - 905.
- [36] CALOROSO E. E., ROUSE M. W. *Clinical management of strabismus*. Stoneham: Butterworth - Heinemann 1993, pp. 113 - 125 a 178
- [37] <http://www.pointvisionlyon-montrochet.fr/chirurgie-laser-hypermetropie>

- [38] <http://www.andrewwatkins.com.au/myopia.php>
- [39] AMOS, J. *Refractive amblyopia*. In: AMOS, J., ed. *Diagnosis and management in vision care*. Boston: Butterworth - Heinemann 1987, pp. 369 - 407.
- [40] SOMER D., BUDAK K., DEMIRCI S. et al. *Against-the-rule (ATR) astigmatism as a predicting factor for the outcome of amblyopia treatment*. American J. Ophthalmology, Vol. 133, 2002, No. 6, pp. 741 - 745.
- [41] <http://www.visionplus.at/fehlsichtigkeiten/astigmatismus.html>
- [42] ATTEBO K., MITCHELL P., CUMMING R. et al. *Prevalence and causes of amblyopia in an adult population*. Ophthalmology, Vol. 105, 1998, pp. 154 - 159
- [43] FLOM M. C., NEUMAIER R. W. *Prevalence of amblyopia*. American J. Ophthalmology, Vol. 43, 1966, No. 11, pp. 732 - 751.
- [44] YEN M. Y., CHENG C. Y., WANG A. G. *Retinal nerve fiber layer thickness in unilateral amblyopia*. Investigative Ophthalmology Visual Science, Vol. 45, 2004, pp. 2224 - 2230
- [45] BAILEY I. L., LOVIE - KITCHIN J. E. *New design principles for visual acuity letter charts*. American J. of Optometry and Physiol. Optics, Vol. 53, 1976, pp. 740 - 745
- [46] <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/charts>
- [47] MIRABELLA G., KJAER P. K., NORCIA A. M., GOOD V. W., MADAN A. *Visual development in very low birth weight infants*. Pediatric Research, Vol. 60, ©2006, pp. 435 - 439 [online] [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [www.nature.com/pr/journal/v60/n4/full/pr2006267a.html](http://www.nature.com/pr/journal/v60/n4/full/pr2006267a.html)
- [48] LARSON, W. L. *Effect of TNO red-green glasses on local stereoacuity*. American J. Optometry Physiol. Optics, Vol. 65, 1988, No. 12, pp. 946 - 950
- [49] CIUFFREDA K. J., LEVI D. M., SELENOW A. *Amblyopia: basic and clinical aspects*. Butterworth - Heinmann, Boston, 1992
- [50] <http://www.graftonoptical.com/products/775-tno-stereo-test.html>
- [51] <http://michaelduplessie.com/examination-eye-eye-chart-dilated-retinal-fundus-exam/>
- [52] <http://www.psych.nyu.edu/pelli/pellirobson/>
- [53] BEARDSELL R., CLARKE S., HILL M. *Outcome of occlusion treatment for amblyopia*. Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Vol. 36, 1999, pp. 19 - 24



- [54] KIVLIN J. D., FLYNN J. T. *Therapy of anisometropic amblyopia*. Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Vol. 18, 1981, pp. 47 - 56.
- [55] LITHANDER J., SJOSTRAND J. *Anisometropic and strabismic amblyopia in the age group 2 years and above: a prospective study of the results of treatment*. British J. Ophthalmology, Vol. 75, 1991, pp. 111 - 116.
- [56] SEN, D. K. *Results of treatment of anisohypermetropic amblyopia without strabismus*. British J. Ophthalmology, Vol. 66, 1982, pp. 680 - 684.
- [57] SEN, D. K. *Results of treatment in amblyopia associated with unilateral high myopia without strabismus*. British J. Ophthalmology, Vol. 68, 1984, pp. 681 - 685
- [58] PEDIATRIC EYE DISEASE INVESTIGATOR GROUP (PEDIG). *Randomized trial of treatment of amblyopia in children age 7 to 17 years*. Arch. Ophthalmology, Vol. 123, 2005, pp. 437 - 447
- [59] COTTER S. A., EDWARDS A. R., WALLACE D. K. et al. *Treatment of anisometropic amblyopia in children with refractive correction*. Ophthalmology, Vol. 113, 2006, pp. 895 - 903
- [60] STEELE A. L., BRADFIELD Y. S., KUSHNER B. J. et al. *Successful treatment of anisometropic amblyopia with spectacles alone*. J AAPOS, Vol. 10, 2006, pp. 37 - 43
- [61] CHOU Y. S., TAI M. CH., CHEN P. L., LU D. W., CHIEN K. H. *Impact of cylinder axis on the treatment for astigmatic amblyopia*. American J. Ophthalmology, Vol. 157, 2014, No. 4, pp. 908 - 914
- [62] PICKWELL, L. D. *The management of amblyopia without occlusion*. British J. of Physiol. Optics, Vol. 31, 1976, pp. 115 - 118
- [63] METS M., PRICE R. L. *Contact lenses in management of myopic anisometropic amblyopia*. American J. Ophthalmology, Vol. 91, 1981, No. 4, pp. 484 - 489.
- [64] AUTRATA R., ŘEHŮŘEK J., HOLOUŠOVÁ M. *Fotorefrakční keratektomie při vysoké myopické anizometrii u dětí*. Čs. Oftalmologie, Vol. 55, 1999, No. 54, pp. 216 - 221
- [65] EL-NAHAS H. S., ELGHARIEB M. E., KHALIFA Y. M., ABOU EL-ELA S. A. *The visual outcome of anisometropic amblyopia after laser-assisted in-situ keratomileusis surgery*. Journal of Egypt Ophthalmology Soc., Vol. 106, 2013, No. 3, pp. 123 - 128.

- [66] STEWART C. E., FIELDER A. R., STEPHENS D. A. et al. *Treatment of unilateral amblyopia: factors influencing visual outcome*. Invest Ophthalmology Vision Science, Vol. 46, 2005, pp. 3152 - 3160
- [67] REPKA M. X., BECK R. W., HOLMES J. M. et al., and PEDIATRIC EYE DISEASE INVESTIGATOR GROUP. *A randomized trial of patching regimens for treatment of moderate amblyopia in children*. Arch. Ophthalmology, Vol. 121, 2003, No. 5, pp. 603 - 611
- [68] <http://www.cascadehealthcaresolutions.com/curad-eye-patches-p/cur13610.htm>
- [69] PEDIATRIC EYE DISEASE INVESTIGATOR GROUP (PEDIG). *A randomized trial of atropine regimens for treatment of moderate amblyopia in children*. Ophthalmology, Vol. 111, 2004, pp. 2076 - 2085

## **Seznam obrázků**

Obr. 1 Schéma hypermetropického oka se zobrazením nízkého lámání paprsků, které se spojují až za sítnicí

Obr. 2 Schéma myopického oka se zobrazením vysokého lámání paprsků, které se spojí před sítnicí.

Obr. 3 Schéma astigmatismu, kdy se jedná o astigmatismus compositus myopicus (obě fokály se nachází před sítnicí).

Obr. 4 Logaritmický optotyp zhotovený podle konstrukce Bailyho a Lovie - Kitchinové k přesnému měření zrakové ostrosti u amblyopie.

Obr. 5 Noniová zrková mez se měření pomocí dvou úseček, které jsou v počátečním stavu rovnoběžné a během vyšetření se vychýlí o velikost menší, než je průměr a vzdálenost čípků.

Obr. 6 TNO stereotest nejčastěji používaný k odhalení anizometropické amblyopie.

Obr. 7 Titmus fly stereotest používaný především k zjištění výsledků v hodnotě stereopse po ukončení léčby anizometropické amblyopie.

Obr. 8 Pelli – Robsonův optotyp s proměnným kontrastem sloužící k vyšetření kontrastní citlivosti.

Obr. 9 Nalepovací okluzor, který se používá u pasivní terapie anizometropické amblyopie

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Vývoj JBV

Tab. 2 Klasifikace anizometropie