

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA OPTIKY

# **HYPERMETROPIA**

Bakalárska práca

VYPRACOVALA:

Antónia Bežillová

Odbor 5345R008 OPTOMETRIE

Študijný rok 2014/2015

VEDÚCI BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

RNDr. František Pluháček, Ph.D.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne pod vedením RNDr. Františka Pluháčka, Ph.D. s použitím literatúry uvedenej v závere práce.

V Olomouci dňa 2.5.2015

.....

## Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcela pod'akovať svojmu vedúcemu práce RNDr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D. za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky, ktoré mi v priebehu písania práce poskytol.

Táto práca bola vypracovaná za podpory projektu IGA PŕF UP v Olomouci s názvom Optometrie a její aplikace č. IGA\_PrF\_2015\_016.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
<b>2. HYPERMETROPIA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Charakteristika hypermetropie .....	6
2.2 Príčiny hypermetropie .....	7
2.3 Prevalencia v populácii .....	8
<b>3. ROZDELENIE HYPERMETROPIE .....</b>	<b>9</b>
3.1 Rozdelenie podľa príčiny .....	9
3.1.1 Fyziologická hypermetropia .....	10
3.1.2 Patologická hypermetropia .....	11
3.1.3 Funkčná hypermetropia .....	11
3.2 Rozdelenie podľa stupňa hypermetropie .....	12
3.3 Rozdelenie podľa pôsobenia akomodácie .....	12
<b>4. PROBLÉMY SÚVISIACE S NEKORIGOVANOU HYPERMETROPIOU .....</b>	<b>14</b>
4.1 Prejavy hypermetropie .....	14
4.2 Symptómy .....	15
4.3 Problémy spojené s nekorigovanou hypermetropiou .....	16
<b>5. KOREKCIA .....</b>	<b>17</b>
5.1 Realizácia korekcie .....	17
5.1.1 Problémy s korekciou.....	19
5.2 Vyšetrenie .....	20
5.2.1 Objektívna refrakcia .....	20
5.2.2 Subjektívna refrakcia .....	23
<b>6. HYPERMETROPIA V DETSTVE .....</b>	<b>28</b>
6.1 Korekcia detí .....	29
<b>7. ZÁVER .....</b>	<b>32</b>
<b>8. POUŽITÁ LITERATÚRA .....</b>	<b>33</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>37</b>

## 1. ÚVOD

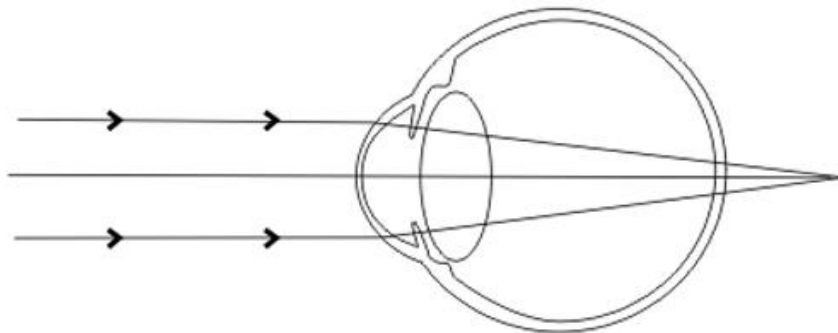
Ďalekozrakosti, alebo odborne hypermetropii, ako sférickej refrakčnej chybe, je venované menej pozornosti ako myopii napriek jej dostatočnému zastúpeniu v populácii. Pri screeningových testoch, ktoré podstupujú deti v školách alebo u obvodného lekára, sa ľahko odhalí krátkozrakosť, ale dieťa s miernou ďalekozrakosťou, ktoré na vzdialenosť 6 m vidí ostro, zostane neodhalené. Avšak, nekorigovaná hypermetropia u detí predstavuje riziko porúch binokulárneho videnia, ktoré môžu mať dopad na zrakové vnímanie jedinca. V dospelosti niektorí ľudia ani nevedia, že majú nejakú refrakčnú chybu vďaka schopnosti svojho oka akomodovať a týmto mechanizmom kompenzovať určité nedostatky vo vývoji oka. V niektorých situáciách, ale táto nenápadná chyba môže spôsobiť ťažkosti ľuďom, ktorí u seba predtým nepozorovali žiadne problémy s videním. Preto je dôležité nezanedbať jej diagnostiku, aby sa predišlo bolestiam hlavy a očí, únave a i., a aby sa u detí zachovali zrakové funkcie v normálnom stave.

Táto bakalárska práca má za úlohu priblížiť hypermetropiu ako bežnú refrakčnú chybu, predstaviť jej príznaky, možnosti riešenia a vyšetrenia, upozorniť na problémy s ňou spojené a možné riziká pri jej nedostatočnom zhodnotením u detí.

## 2. HYPERMETROPIA

### 2.1 Charakteristika hypermetropie

Hypermetropia je sférická refrakčná chyba, ktorá vzniká, keď oko nemá dostatočnú refrakčnú silu vzhľadom k svojej axiálnej dĺžke, a pri ktorej lúče (vychádzajúce z nekonečna) rovnobežne dopadajúce na rohovku oka pri uvoľnenej akomodácii tvoria ohnisko za sietnicou [1, 2]. Sietnicový obraz môže byť neostrý, zahmlený, a keďže vzniká bližšie k uzlovému bodu je aj menší než pri emetropii [1,4]. Imaginárne lúče vychádzajúce zo sietnice sú po prechode optickým systémom hypermetropického oka divergentné, nie paralelné. Z toho vyplýva, že takéto lúče vystupujúce z oka sa nepretínajú v nekonečne, ale za okom. To znamená, že vytvorenie ostrého obrazu je nemožné, pokiaľ nie je zvýšená konvergentná sila optického systému, buď okom samým pomocou akomodácie, alebo s použitím konvexných šošoviek (kontaktné šošovky, okuliare), zvýšením refrakčnej sily oka zostrmením zakrivenia rohovky pomocou lasera, nahradením očnej šošovky za silnejšiu umelú šošovku (známe ako výmena šošovky) alebo implantovaním doplnkovej umelej kladnej šošovky [13].



Obr. 1 Refrakcia hypermetropického oka

Účinky hypermetropie sa líšia v závislosti od veľkosti refrakčnej chyby, veku jedinca, stavu akomodačného a vergenčného systému a od požiadaviek kladených na zrakový systém [10]. Termín *hypermetropia* pochádza zo slov *hyper*, ktoré znamená „navyššie“, *met* znamenajúce „merať“ a *opia* znamenajúce „oko“. Ľudový pojem „ďalekozrakosť“ sa až tak nevzťahuje na označenie schopnosti vidieť na väčšie

vzdialenosti ako je bežné, ale na fakt, že akomodačný stres je pre hypermetropov menší a komfort pri pohľade do diaľky väčší ako pri pohľade do blízka. [2]

Prvý, kto sa zmienil o existencii hypermetropie bol matematik Kastner v roku 1755, ale nebol schopný rozlíšiť hypermetropiu a presbyopiu. Až Donders, oftalmológ z Utrechtu, v roku 1864 objasnil rozdiely medzi týmito dvomi refrakčnými stavmi [5]. Presbyopia nie je refrakčná chyba, ale prirodzený fyziologický proces starnutia oka, ktoré stráca schopnosť akomodovať, a preto nedokáže dostatočne zaostrovať na blízke predmety. [18]

## 2.2. Príčiny hypermetropie

Refrakčné chyby, vrátane hypermetropie, sa môžu rozlišovať podľa stupňa odchýlky od modelu optických komponentov oka a ich vzťahu k axiálnej dĺžke oka. Skorý refrakčný vývin oka zobrazuje predlohu rastu a zmeny, v ktorom celková axiálna dĺžka oka a rôzne optické komponenty sú zosúladené na minimalizovanie refrakčnej chyby zrakového systému. Výsledkom toho dlhšie oči majú sklon k vytvoreniu plochej rohovky a kratšie oči zase k strmšej rohovke. Táto koordinácia slúži k udržaniu ostrého binokulárneho videnia a má za následok snahu o emetropizáciu oka. [10]

Medzi najčastejšie príčiny vzniku hypermetropie patrí krátke oko, kedy svetelné lúče nedopadajú na sietnicu, ale až za ňu. Rohovka alebo šošovka majú malú refrakčnú silu spôsobenú zväčšeným polomerom zakrivenia alebo zmenami v indexe lomu šošovky, abnormálnou polohou šošovky smerom dozadu alebo absenciou konvergujúceho média v oku, tzv. afakia, alebo patologickými stavmi ako poranenia, nádory, zápal, atď. [15]

Dedičné faktory majú veľký vplyv na vznik fyziologickej hypermetropie spolu so životným prostredím, ktoré hrá určitú rolu pri vplyve na rozvoj a stupeň refrakčnej chyby, avšak má menší význam [10]. Existencia hypermetropie v rodine zvyšuje riziko jej výskytu. Je spojená s fajčením matky počas tehotenstva, predčasného narodenia alebo nízkej pôrodnej hmotnosti. Hypermetropia je spajovaná s nižším štandardom gramotnosti u detí. Štúdia, ktorá prebehla vo Veľkej Británii odhalila, že kvocient výsledkov intelligenčných testov bol nižší u hypermetropických pacientov ako u myopických. Život na vidieku je viac spájaný s vyšším výskytom hypermetropie ako život v meste. Taktiež môže byť spôsobená cukrovkou. [17]

## **Emetropizácia oka**

Najčastejšou príčinou hypermetropie je odchýlka od normálneho vývoja oka, ktorý je predstavovaný procesom emetropizácie. Počas života oko prechádza viacerými fázami v snahe o dosiahnutie emetropie, kedy refrakčná sila oka zodpovedá jeho axiálnej dĺžke a to vyúsťuje v zaostrený obraz vzdialeného predmetu na sietnici bez pôsobenia akomodácie. Oko prechádza dvomi hypermetropickými obdobiami – pri narodení a po 40. roku života. Novorodenci majú tendenciu sa narodiť s hypermetropickými očami (+2,00 až +3,00 D), ktoré postupne s pribúdajúcim vekom narastajú a zvyšuje sa prevalencia emetropie. [15] Proces emetropizácie využíva hypermetropický defokus ako stimul k nárastu axiálnej dĺžky oka. Je to spojené so sploštením rohovky, prehĺbením prednej komory a znížením optickej mohutnosti šošovky [31]. V školskom veku má výskyt a veľkosť hypermetropie tendenciu sa pomaly, ale nepretržite znižovať, avšak okrem vysokých hypermetropov, u ktorých sa refrakčná chyba viac-menej nemení. S nástupom presbyopie po 40. roku života, keď sa latentná zložka hypermetropie mení na manifestnú, fakultatívna na absolútnu, ľudia, ktorí pôvodne nevyžadovali korekciu, ju začnú potrebovať na vzdialenosti do diaľky aj do blízka. Je dokázané, že u ľudí v strednom a staršom veku má hypermetropia stúpajúci trend. Je to spôsobené spomínaným nárastom manifestnej hypermetropie, ochabnutím ciliárneho svalu, zmenami v tvare a indexe lomu očnej šošovky. [10]

### **2.3 Prevalencia v populácii**

Prevalencia hypermetropie závisí na veku a na našom chápaní, čo je hypermetropia, preto je náročné určiť mieru jej výskytu v populácii. Väčšina detí sa narodí ako mierne hypermetropické (cca +2,00 D až +3,00 D), avšak predčasne narodené deti a novorodenci s nízkou pôrodnou hmotnosťou majú tendenciu k ľahkej hypermetropii alebo myopii (cca +0,24 D). Približne 4-9 % detí vo veku 6-9 mesiacov má hypermetropiu väčšiu ako +3,25 D, ale s pribúdajúcim vekom sa jej výskyt znižuje. U jednoročnej populácie je pravdepodobnosť takto vysokej refrakčnej chyby už len 3,6 %. V priebehu vývoja dieťaťa sa prejavuje taktiež astigmatizmus, ktorý je spojený s existenciou strednej a vysokej hypermetropie, avšak tieto chyby oka postupne klesajú, až nadobúdajú minimálnych hodnôt okolo 5. roku. Počas nasledujúcich 10 až 15 rokov hypermetropia naďalej klesá v snahe o emetropizáciu oka, pričom sa môže prehupnúť do stavu myopie. V praxi platí, že väčšina ľudí nedosiahne ideálny stav refrakcie, ale



zostane im mierna hypermetropia, ktorú však oko dokáže samo eliminovať pomocou akomodácie, a preto sa tento stav nepovažuje za refrakčnú poruchu, ale za emetropický stav. S narastajúcim vekom a rozvojom presbyopie klesá akomodačná schopnosť oka a latentná hypermetropia sa stáva manifestnou, a to má za následok jasný nárast hypermetropie v obyvateľstve.

Neboli spozorované žiadne rodové rozdiely vo výskyte hypermetropie, ale zistilo sa, že je ovplyvnený etnikom. Pôvodní Američania, Africkí Američania a Pacifickí ostrovania sa radia medzi skupiny s najvyššou prevalenciou hypermetropie, zatiaľ čo Aziati a Kaukazania k skupine s najmenším výskytom. Štúdia 1880 čínskych školákov v Malajzii ukázala, že výskyt hypermetropie väčšej ako +1,25 D je iba 1,2 %. [10,17,18]

### **3. ROZDELENIE HYPERMETROPIE**

Hypermetropia sa delí z viacerých hľadísk na skupiny: podľa príčiny, stupňa hypermetropie a pôsobenia akomodácie. V nasledujúcej kapitole budú tieto rozdelenia podrobnejšie rozpísané.

#### **3.1 Rozdelenie podľa príčiny**

Podľa publikácie [14] sa hypermetropia môže deliť na :

- fyziologická
  - axiálna
  - refrakčná
    - krivostná (kurvatórna)
    - indexová
- patologická
- funkčná

Niektoré publikácie a internetové zdroje uvádzajú tranzitívnu hypermetropiu ako ďalší typ. Je to prechodná, dočasná hypermetropia, ktorá vzniká ako výsledok užívania niektorých liekov (napr. pri začiatku liečby diabetu môže dôjsť k nabobtnaniu šošovky). [6]

Medzi ďalšie faktory, ktoré majú vplyv na vznik hypermetropie sa radí absencia refrakčného člena (šošovky), takzvaná afakia, ktorá môže byť navodená operačným

odstránením šošovky alebo jej posunom smerom dozadu [5] a môže dosahovať hodnôt +12 D. Ďalším činiteľom môže byť posunutie refrakčného elementu následkom choroby, úrazu alebo od narodenia (napr. posun vnútroočnej šošovky do strany vytvárajúci čiastočnú afakiu). [2]

### 3.1.1 Fyziologická hypermetropia

Jedná sa o normálnu biologickú odchýlku optického systému pri vývoji očnej bulvy [11]. Hypermetropia môže byť výsledkom relatívne plochej rohovky, nedostatočnej sily šošovky, väčšej hrúbky šošovky alebo kratšej axiálnej dĺžky oka, ako by zodpovedalo refrakčným komponentom oka, aby lúče svetla dopadali na vrstvu fotoreceptorov na sietnici. Väčšina prípadov hypermetropie je fyziologickej povahy. [10]

Fyziologická hypermetropia sa delí na axiálnu a refrakčnú, ktorá sa ďalej delí na krivosťnú a indexovú.

1. **Axiálna hypermetropia** – je to najčastejší typ hypermetropie. Predozadný priemer oka je menší ako u normálneho emetropického oka, t.j. 24 mm [5]. Oko je kratšie, než je potrebné pre jeho refrakčný systém, aby svetelné lúče presne dopadali na sietnicu a vytvárali dokonalý obraz [6], preto ho môžeme považovať za neúplne vyvinuté, ktoré sa oneskorilo vo svojom vývoji [1]. Pri narodení sú všetky oči ďalekozraké a postupne s rastom celého tela narastá aj predozadná dĺžka oka [7]. Dieťa sa rodí s priemernou axiálnou dĺžkou oka asi 18mm, zatiaľ čo v 3 rokoch už dosahuje 23 mm. Do 14 rokov je rast oka už pomalý, asi 0,1 mm za rok. Splošťovaním rohovky a šošovky si oko kompenzuje nárast svojej predozadnej dĺžky. Teoreticky by sa mali všetky oči stať emetropickými, ale prakticky u viac ako 50% očí zostáva určitý stupeň ďalekozrakosti [1]. Zmena predozadnej dĺžky oka o 1 mm spôsobí zmenu refrakcie o 3 D. V praxi sa často nestretávame s hypermetropiou o veľkosti +6 D, čiže so zmenou axiálnej dĺžky väčšou ako 2 mm. Avšak, pri patologických stavoch môže chyba dosahovať až +20 D a viac [4].
2. **Refrakčná hypermetropia** - refrakčný systém oka je oslabený vzhľadom k normálnej dĺžke oka [2]. Tak ako sila akejkoľvek zakrivenej plochy závisí od jeho materiálu a tvaru, refrakčná hypermetropia má 2 možné príčiny [9] :

- a) **Kurvatórna (krivostná) hypermetropia** - narastajúci polomer jedného alebo viacerých refrakčných plôch má za následok zníženie refrakčnej sily [2]. Normálny polomer zakrivenia prednej plochy rohovky je 7,8 mm a zadnej plochy 6,5 mm. Polomer zakrivenia prednej plochy šošovky je 10 mm a zadnej plochy 6 mm [5]. Zmenšením zakrivenia niektorej refrakčnej plochy (rohovky alebo šošovky) dochádza k vzniku hypermetropie. Zväčšenie polomeru zakrivenia rohovky o 1 mm vedie k zvýšeniu hypermetropie o 6 D [1]. Najčastejšou príčinou poruchy je rohovka, ktorá je sploštená od narodenia (cornea plana) alebo v dôsledku choroby alebo úrazu (získaná). Zriedkavo môže byť príčinou plochá šošovka (lens plana). [4]
- b) **Indexová hypermetropia** - je zapríčinená znížením indexu lomu tkaniva šošovky (jadro má index lomu 1,41 a kortex – kôra 1,386). Vyskytuje sa u starších ľudí [4]. Taktiež sa objavuje pri diabete, kde dôvodom je osmoticky podmienená zmena obsahu vody vo vrstvách šošovky s následným znížením jej lomivosti [8].

### 3.1.2 Patologická hypermetropia

Etiológia tejto hypermetropie sa odlišuje od normálnej biologickej odchýlky optických médií oka. Môže byť spôsobená nedostatočným vývinom oka počas prenatalného a ranného postnatalného obdobia, rôznymi zmenami rohovky a šošovky (sploštenie rohovky (cornea plana), menej časté sploštenie šošovky (lens plana)), zápalom chorioretíny, prítomnosťou cudzieho telesa v oku ako nádor, či už retrobulbárny, ktorý tlačí na oko, alebo vnútroočný, ktorý spôsobuje posunutie sietnice smerom dopredu a následne jej odchlípenie, krvácanie, edém (opuch), mikroftalmom alebo dôsledkom úrazu. V porovnaní s fyziologickou hypermetropiou je vzácna. [2,4,5,10] Kvôli súvislosti patologickej hypermetropie s potenciálne vážnymi očnými alebo systémovými poruchami môže byť správna diagnostika a liečba základnej príčiny rozhodujúca pre celkové pacientove zdravie [10].

### 3.1.3 Funkčná hypermetropia

Je dôsledkom paralýzy, nedostatku akomodácie, ktorej príčinou môže byť presbyopia, paralýza 3. hlavového nervu (n. oculomotorius) alebo vnútorná oftalmoplégia, čo je paralýza postihujúca iba ciliárny sval (m. ciliaris) a zvieráč

zreničky (m. sphincter pupillae), a tým dochádza k poruche akomodácie a paralytickej mydriáze. [10,11,19]

### 3.2 Rozdelenie podľa stupňa hypermetropie

Viaceré zdroje rozdeľujú hypermetropiu nasledovne :

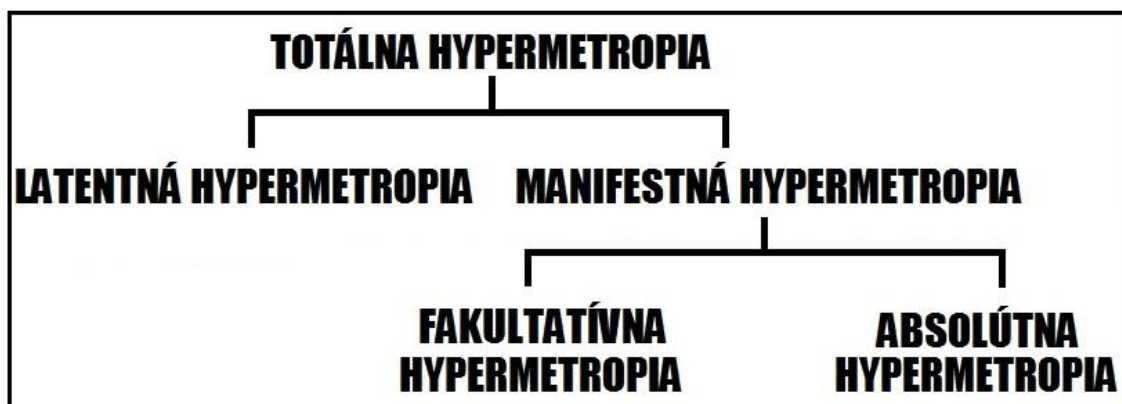
- nízka: do +3,00 D
- stredná: od +3,12 do +5,00 D
- vysoká: vyššia než +5,00 D

Toto delenie je však silne individuálne, pretože závisí od pacientovej schopnosti akomodácie, ako dokáže manipulovať s touto chybou [2].

Veľkosť hypermetropie je popísaná ako prídavná dioptrická sila konvergentných šošoviek potrebná na presunutie ohniska svetelných lúčov na sietnicu pri uvoľnenej akomodácii [10].

### 3.3 Rozdelenie podľa pôsobenia akomodácie

Hypermetrop si dokáže svojou schopnosťou akomodovať presunúť obrazové ohnisko spoza sietnice na sietnicu, a tým si úplne alebo čiastočne vykompenzovať svoju refrakčnú chybu. Rozmazanie videnia do diaľky sa prejaví, v dôsledku pribúdajúceho veku, kedy nastane pokles amplitúdy akomodácie. Hypermetrop musí akomodovať nielen pri paralelných lúčoch vychádzajúcich z nekonečna, ale taktiež pri divergentných lúčoch vychádzajúcich z blízkeho predmetu. Z toho vyplýva, že nadmerne využíva svoju akomodáciu pre akýkoľvek podnet videnia. [2]



Obr. 2 Rozdelenie hypermetropie podľa pôsobenia akomodácie

Celkové množstvo refrakčnej chyby stanovenej cykloplegickou refrakciou s použitím atropínu, tzv. **totálna hypermetropia**, sa delí na latentnú a manifestnú zložku.

**Latentná hypermetropia** (alebo taktiež nazývaná skrytá) je časť hypermetropie, ktorá je trvale kompenzovaná fyziologickým napätím ciliárneho svalu a je odhalená len pri cykloplégii, keď atropín uvoľní napätie akomodačného aparátu oka. Zvyčajne dosahuje hodnotu 1 D. U detí je najvyššia, ale postupne s vekom sa znižuje a mení sa na manifestnú.

**Manifestná hypermetropia** je udávaná najsilnejšou plusovou hodnotou korekčného skla, ktoré poskytuje maximálnu zrakovú ostrosť pri pohľade do diaľky. Je korigovaná akomodáciou a spojnými šošovkami. Skladá sa z fakultatívnej a absolútnej zložky hypermetropie.

Vyšetrujúci zistí pri skiaskopii (objektívnej refrakcii), že mladý hypermetrop má refrakčnú chybu o veľkosti 3 D, ale pomocou subjektívnej refrakcie namerá iba 2 D. Z toho vyplýva, že 2 D odhalené subjektívnou refrakciou zodpovedajú manifestnej hypermetropii človeka a 1 D, ktorá bola kompenzovaná akomodáciou, predstavuje latentnú akomodáciu.

**Fakultatívna hypermetropia** predstavuje časť hypermetropie, ktorá je kompenzovaná zvýšeným akomodačným úsilím a zabezpečuje ostré videnie. Môže byť zistená necykloplegickou refrakciou.

**Absolútna hypermetropia** nemôže byť prekonaná vlastnou akomodáciou. Je to časť refrakčnej chyby, ktorá presahuje amplitúdu akomodácie a k neostrému videniu do blízka sa pridáva aj rozmazané videnie do diaľky. Vyjadruje sa najslabšou konvexnou šošovkou, ktorá umožní najlepšiu zrakovú ostrosť.

Ak má človek hypermetropiu o veľkosti 3 D a 1 D akomodácie, 2 D, ktoré nemôžu byť prekonané akomodáciou, predstavujú absolútnu hypermetropiu. Zvyšná dioptria predstavuje fakultatívnu hypermetropiu. S narastajúcim vekom a znižujúcou sa amplitúdou akomodácie sa fakultatívna zložka hypermetropie mení na absolútnu.

Osoba s latentnou hypermetropiou môže trpieť ťažkými astenopickými problémami dovedy, kým sa táto zložka hypermetropie neodhalí a následne sa koriguje vhodnými

šoškami pre dosiahnutie optimálneho videnia. S pribúdajúcim vekom sa amplitúda akomodácie znižuje (okolo 40. roku), keď šošovka a jej puzdro strácajú svoju elasticitu, a preto sa latentná zložka hypermetropie mení na manifestnú. Z toho dôvodu niektorí nízki hypermetropovia, ktorí doteraz nepotrebovali okuliare (a nemali dostatok latentnej hypermetropie, aby im spôsobovala problémy s únavou očí) zisťujú, že postupným znižovaním amplitúdy akomodácie v závislosti od veku, sa okuliare stávajú potrebnou súčasťou k pohodlnému a ostrému videniu. Hypermetropia bola celý čas prítomná, ale zmenila sa na manifestnú v momente, keď sa amplitúda akomodácie výrazne znížila. Okolo 50. roku je latentná hypermetropia nahradená manifestnou.

Vyšetrojúci by si nemal popliesť fakultatívnu a latentnú hypermetropiu, pretože je medzi nimi rozdiel. Obe sú prítomné u relatívne mladého jedinca s primeraným množstvom akomodácie, ale zatiaľ čo fakultatívna hypermetropia môže byť kompenzovaná zvýšenou akomodáciou, latentná hypermetropia je kompenzovaná ako dôsledok zvýšeného tonusu ciliárneho svalu bez ohľadu na potreby človeka. [2,3,11,13]

#### **4. PROBLÉMY SÚVISIACE S NEKORIGOVANOU HYPERMETROPIOU**

##### **4.1 Prejavy hypermetropie**

Hypermetropické oko je typicky menšie nielen v predozadnom priemere, ale aj vo všetkých meridiánoch. Rohovka je menšia v porovnaní s emetropickým okom (taktiež môže byť cornea plana), predná komora je zvyčajne plytká. Kvôli normálnemu rastu šošovky s vekom takéto oči sú predisponované k vzniku glaukómu s uzavretým uhlom. Na túto skutočnosť by sa nemalo zabúdať pri aplikácii mydriatik starším osobám. [12,14]

Zraková ostrosť závisí od stupňa hypermetropie a schopnosti akomodácie človeka, ale prevažne je znížená pri pohľade do blízka. [5,12]

Pri zakrývacom teste sa manifestuje akomodačné konvergenčné škúlenie spôsobené nadmerným používaním akomodácie [12]. Taktiež je zmena v AC/A pomere, ktorý udáva pomer medzi akomodačnou konvergenciou (AC) a akomodáciou (A), ktorá túto konvergenciu navodila [25]. Požiadavka pre akomodáciu, ktorá presahuje mieru konvergenzie vedie k disociácii svalovej rovnováhy. Snaha o udržanie binokulárneho videnia v tejto situácii vedie k ďalšiemu napätiu. Hlavne u mladých jedincov, ak je schopnosť fúzie chybná alebo zle vyvinutá, môže dôjsť k zanedbaniu binokulárneho

videnia v prospech ostrého videnia. V tom prípade je jedno oko – to lepšie, používané ako náhrada toho druhého a vzniká amblyopia (tupozrakosť), ktorá môže byť anizometropická (pri jednostrannej hypermetropii), vyplývajúca zo škúlenia (rozvinutie akomodačného škúlenia u dieťaťa) alebo ametropická (pri nekorigovanej obojstrannej vysokej hypermetropii). [12,14]

Pravidelné výskyty jačmeňov, blefaritídy a chalazionu sú spôsobené častým šúchaním očí za účelom zbavenia sa únavy a následným možným zanesením infekcie [14].

Vyšetrenie očného pozadia odhalí malý zrkový terč, ktorý má šedo-červené zafarbenie s nejasnými a niekedy nepravidelnými okrajmi a môže sa zdať viac prekrvený, čím môže navodzovať dojem papilitídy (keďže žiaden opuch nie je prítomný, jedná sa o pseudopapilitídu). Sietnica má hodvábnny lesk, makula je situovaná vo väčšej vzdialenosti od optického disku, čím vytvára väčší pozitívny uhol alfa  $\alpha$  (uhol medzi zrkovou a optickou osou), a tým pripomína divergentné škúlenie (exotropiu). Cievky sú nadmerne točité a netypicky sa vetvia. Reflex na cievach môže byť zosilnený, čo môže navodiť nesprávny dojem arterosklerotických zmien. [5,12,14]

## 4.2 Symptómy

Rodičia malých detí môžu mať podozrenie na očné alebo zrkové problémy svojho dieťaťa, ak má dieťa opakovane začervenané, podráždené alebo slziace oči, problémy s ostrosťou alebo pohodlím videnia, alebo podozrenie na kríženie očí. Staršie deti sa môžu sťažovať na zrkové problémy alebo neuspjú na zrkových prehliadkach v školách či u detského lekára. Mladí ľudia majú väčšinou dostatočnú akomodačnú rezervu na zachovanie ostrého sietnicového obrazu bez vzniku astenopie. Avšak, v prípade, že rezervy sú nepostačujúce (napr. kvôli veku alebo únave) v porovnaní so stupňom hypermetropie, človek sa stáva symptomatickým. Začnú sa prejavovať červené až slziace oči, očná únava alebo astenopia, časté žmurkanie, nepretržité alebo občasné nejasné videnie, škúlenie a tvárové skrútenie počas čítania, problémy so zaostrovaním, zníženie binokularity a koordinácie oko-ruka a ťažkosti až odpor voči čítaniu. Prítomnosť a vážnosť týchto problémov sa značne líši. Dospelí ľudia s miernou hypermetropiou môžu trpieť problémami po značnom používaní očí a slabom osvetlení. Väčšina presbyopických pacientov udáva narastajúce ťažkosti najmä pri práci do blízka. [10]

Ďalekozrakosť u detí sa väčšinou neodhalí. Niektoré deti nikdy nevideli blízke predmety ostro, jasne a nie sú si vedomé skutočnosti, že sa dajú vidieť aj inak, lepšie. Hypermetropické deti môžu vidieť predmety v blízkej vzdialenosti ostro nevedomým namáhaním očí. U takých detí sú hlavným symptómom hypermetropie bolesti, a nie rozmazanie videnia. [16]

### **4.3 Problémy spojené s nekorigovanou hypermetropiou**

Emetropické oko využíva určité množstvo akomodácie potrebnej na ostré videnie na nejakú fixačnú vzdialenosť. Pre videnia na 6 m, čo je považované za optické nekonečno, je akomodácia úplne uvoľnená. Na čítanie a prácu do blízka, 40 cm, požadované množstvo akomodácie je 2,50 D. V prípade, že je oko s +1,00 D nekorigovanej hypermetropie, musí do diaľky použiť 1,00 D akomodácie a na 40 cm 3,50 D akomodácie s účelom ostrého videnia. Táto nadrámcová akomodácia je sprevádzaná s veľkou hodnotou akomodačnej konvergenie, ktorá môže spôsobiť silné bolesti hlavy a iné symptómy únavy očí. [3]

Nekorigovaný hypermetrop, ktorý nadmerne využíva svoju akomodáciu, má často problémy, ako neostré, rozmazané videnie a astenopia pri pohľade do blízka. V prípade pre-presbyopického hypermetropa sa neostré videnie najviac prejaví počas čítania alebo pri dlhodobej práci do blízka. Rozsah týchto problémov do blízka je priamo úmerný amplitúde akomodácie človeka – to znamená, že čím je nekorigovaný hypermetrop starší, tým je pravdepodobnejšie, že sú tieto neprijemnosti spôsobené nevykompenzovanou chybou. Ak podnet na akúkoľvek vzdialenosť presiahne využiteľnú amplitúdu akomodácie, prejaví sa to zhoršením zrakovej ostrosti. Hlavným prejavom nekorigovaného hypermetropa sú bolesti hlavy (zvyčajne frontálne) a astenopia (spôsobená nadmernou námahou). Pri subjektívnom popise alebo pri vyšetrení na štrbinovej lampe môže byť odhalené slzenie a podráždenie spojivky. Niektorí ľudia sa môžu sťažovať na potrebu neprimerane si šúchať oči po dlhodobej práci do blízka na odstránenie nepohodlia. U nekorigovaných hypermetropov sa môže prejavíť zaujímavý paradox. Kvôli kolísaniu akomodácie a prechodnému rozmazaniu obrazu, ktoré môže nasledovať a možnosti spazmu akomodácie, človek drží čítací materiál buď veľmi blízko (sekundárna myopická odpoveď), kedy si hypermetrop snaží zväčšiť sietnicový obraz, a tak si kompenzovať jeho nejasnosti, alebo príliš ďaleko, ako je požadované na zníženie akomodačného stimulu, pričom sa to prejavuje zvyčajne pri



nízkych stupňoch tejto chyby. Podstatný problém s hypermetropiou spočíva vo vzťahu medzi dostupnou amplitúdou akomodácie a preukazujúcou sa chybou. [2,12]

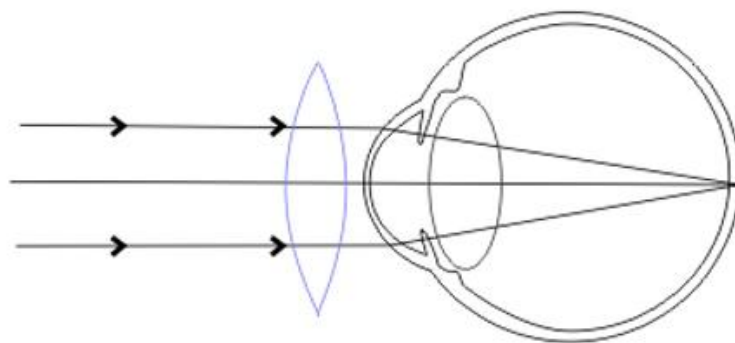
Extra akomodácia pri nekorigovanom človeku môže navodiť sekundárnu esofóriu alebo dokonca aj esotropiu. Tento sklon k sekundárnej esofórii alebo esotropii môže taktiež spôsobiť problémy s konvergenciou vyplývajúce z limitovanej alebo vyčerpanej fúznej rezervy. Oba výsledky pozitívnej (PRA) a negatívnej (NRA) relatívnej akomodácie budú trochu znížené, pretože akomodačná únava môže obmedzovať schopnosť človeka uvoľniť alebo stimulovať akomodáciu.

Ďalším problémom pri nekorigovanej hypermetropii je skorý nástup presbyopie, ktorý je spôsobený náhlou dekompenzáciou latentnej hypermetropie a nedostatkom akomodačných rezerv z dôvodu trvalej hyperfunkcie ciliárneho svalu u niektorých ľudí. Človek so skorým začiatkom presbyopie alebo vysokou presbyopiou neodpovedajúcou jeho veku by mal byť podrobený cykloplegickému retinoskopickému vyšetreniu na určenie presnej refrakčnej chyby oka. [15]

## 5. KOREKCIA

### 5.1 Realizácia korekcie

Najčastejšia a najpoužívanějšía korekcia hypermetropie pozostáva z plusových, konvexných šošoviek, či už vo forme okuliarov alebo kontaktných šošoviek [3], ktoré majú najväčšiu hrúbku v strede a na okraji sú tenké a tento ich tvar má za následok, že svetelné lúče po prechode šošovkou konvergujú, a tým umožňujú vznik ostrého obrazu na sietnici [28]. V dnešnej dobe sú čoraz populárnejšie chirurgické riešenia ďalekozrakosti, ako napr. využitie laserov PRK, LASIK, LASEK [27].



Obr. 3 Refrakcia hypermetropického oka korigovaného konvexnou šošovkou

Základné pravidlo pri predpisovaní korekcie hypermetropovi je, že sa mu stanoví veľkosť korekcie, ktorá odpovedá jeho potrebám, sťažnostiam. Inak povedané, ak je človek bez symptómov a nemá žiadne problémy s akomodačným a vergenčným systémom, nemusí mu byť stanovená žiadna korekcia, stačí, ak bude monitorovaný. Ale, ak už človek má problémy, určitá hodnota korekcie bude potrebná. [2] Plná korekcia je predpísaná presbyopom, ľuďom s esotropiou alebo esofóriou. Inak, predpísanie čiastočnej korekcie by malo byť dostatočné na odstránenie problémov. Veľkosť korekcie závisí od klientových symptómov, veku, manifestnej a latentnej hypermetropie [20].

Od narodenia do 6 rokov nemusí byť hypermetropia o veľkosti +2,00 D až +3,00 D korigovaná, iba v prípade, že má dieťa slabé binokulárne videnie, supresiu alebo slabé výkony v škole. Od 6. roku do 20. roku je plusová korekcia naordinovaná pri prítomnosti symptómov, ale opatrne. Ak je predpísaná plná korekcia, vysoká amplitúda akomodácie u mladého človeka môže mať za následok zhoršené, rozmazané videnie z dôvodu prekorigovania. Preto by mala byť korekcia znížená, aby sa uľahčila adaptácia na ňu. V rozmedzí 20. - 40. roku by mala byť refrakčná chyba stabilná a trvalá. V presbyopickom veku po 40. roku života, znižovanie amplitúdy akomodácie a nárast manifestnej hypermetropie má dopad na zhoršenom videní do diaľky a blízka a korekcia je potrebná. [2]

Po kontaktných šošovkách siahajú ľudia, ktorí z viacerých dôvodov odmietajú nosenie okuliarov – kvôli športu, pohodliu, výzoru, povolaniu. Kontaktné šošovky obmedzujú vznik anizeikonie a anizofórie (druh heterofórie, ktorá sa mení so smerom pohľadu) u ľudí s anizometriou, a tak zlepšujú binokulárne videnie. Využívajú sa pri nystagme (mimovoľný opakovaný kmitavý pohyb očí) a pri akomodačnej esotropii, kde znižujú akomodačné a konvergenčné nároky a zmenšujú mieru esotropie do blízka. [10,27,29,30]

Refrakčné operácie pomocou laserov sú založené na princípe laserovej fotoablácie rohovky – pretvarovaní rohovky v periférii. Tieto zákroky sú vhodné do veľkosti hypermetropie cca +5,00 D. [38] Možnými komplikáciami môžu byť keratitídy, infekcie, suché oko, neuspokojivý refrakčný výsledok, zahmlené videnie, problémy s videním za šera a v noci, haló efekty v okolí bodových zdrojov svetla alebo

keratektázia (nepravidelné zostrnenie centrálnej časti rohovky a následná myopizácia oka), ktorej jediným možným riešením je buď používanie tvrdých kontaktných šošoviek alebo dokonca transplantácia rohovky. Treba poznamenať, že tieto zákroky nemajú takú úspešnosť ako pri korekcii myopie. [27,37] Ďalšou možnosťou korekcie hypermetropie je implantácia fakickej šošovky, keď sa do oka vloží umelá vnútroočná šošovka bez narušenia pôvodnej šošovky do priestoru pred dúhovku alebo za ňu, pričom je zachovaná akomodácia oka. [39] Extrakcia čírej šošovky je založená na odstránení pôvodnej vnútroočnej šošovky a implantácii umelej šošovky. Nevýhodou je strata schopnosti akomodácie. Táto metóda je vhodná pre ľudí s malou hrúbkou rohovky. [37]

### **5.1.1 Problémy s korekciou**

Predpísanie plusovej korekcie nie vo všetkých prípadoch ovplyvní zrakovú ostrosť, preto je pre väčšinu pacientov ťažké si na ňu zvyknúť, keďže postrehnú iba malé zlepšenie videnia. V nekorigovanom stave môže nadmerné využitie akomodácie zlepšiť vnímanie kontrastu. Ak je toto zosilnenie kontrastu odstránené korekciou, pacientovo videnie môže byť neostré, aj keď nameraná zraková ostrosť sa nezmenila. Na minimalizovanie problémov pri adaptácii na korekciu by nameraná hodnota dioptrie mala byť slabšia pre udržanie časti zvýšeného kontrastu vďaka stálemu pôsobeniu akomodácie. Pri ďalších vyšetreniach sa môže hodnota korekcie postupne zvyšovať, až kým sa nedosiahne celková hodnota refrakčnej chyby.

Ak sa pacient pozrie do diaľky cez šošovku, vízus nie je zmerateľne znížený, ale subjektívne sa môže zdať, že áno. Človek musí byť poučený, že nosenie korekcie mu nezlepší videnie, ale poskytuje mu komfort vďaka tomu, že už nemusí zaostrovať s takou námahou a zmiernia sa až zmiznú prítomné symptómy.

Dynamika konvergenzie je dôležitým faktorom pri stanovovaní veľkosti kompenzácie potrebnej pre hypermetropa. Pri rozhodovaní, či nechať nekorigovaného hypermetropa podkorigovaného, sa musí zväziť pomer konvergenzie. Ak nadmerná akomodácia spôsobuje sekundárnu esofóriu, je dôležité zhodnotiť rozsah fúzných rezerv, či sú dostačujúce na kompenzáciu danej odchýlky. Esofória o veľkosti 2 pD do diaľky a blízka bude viac než dobre kompenzovaná rezervou 12 pD do diaľky a 25 pD do blízka.

Ak pomer medzi požiadavkou a rezervou nekorigovaného hypermetropického človeka s esofóriou je hraničný, použitie plusovej šošovky môže predísť vzniku symptómov. Na druhú stranu, vysoká esofória alebo sklon k nej budú potrebovať úplnú korekciu pre zachovanie binokulárneho videnia aj v prípade, že sa trochu rozmaže videnie do diaľky. Naopak, ak sa u človeka prejaví zreteľná exofória alebo sklon k nej, plusová hodnota musí byť znížená tak, že akomodačná konvergencia spôsobená nadmernou akomodáciou má za následok otáčanie očí smerom k nosu a tým sa zmenší sila exofórie.

## **5.2 Vyšetrenie**

Vyšetrenie zrakovej ostrosti človeka je možné vykonať viacerými spôsobmi. Najzákladnejšou súčasťou každého vyšetrenia je anamnéza človeka a symptómy, ktoré sa vyskytujú a často krát určia smerovanie vyšetovania. [20]

### **5.2.1 Objektívna refrakcia**

Objektívne meranie refrakčnej chyby, retinoskopiou, autorefraktometrom, koincidenčným refraktometrom alebo keratometrom, je jediné možné zhodnotenie videnia u nespolupracujúcich ľudí, ako napr. u mentálne zaostalých ľudí alebo detí. Slúži aj ako odrazový mostík pri subjektívnej refrakcii, aby mal vyšetrujúci aspoň nejakú predstavu o refrakčnom stave oka vyšetovaného človeka. Táto forma refrakcie však nie je veľmi presná. [20,21,22] Z týchto možností retinoskopia poskytuje oveľa presnejšie výsledky refrakčnej chyby ako napr. autorefraktometer, avšak na rozdiel od automatického refraktometru, ktorého výhodou je rýchlosť, ľahká ovládateľnosť a okamžitá detekcia astigmatizmu, umenie správnej retinoskopie vyžaduje roky tréningu a skúseností. Zásadnou nevýhodou autorefraktometru, na ktorú by sa nemalo zabúdať, je navodenie proximálnej akomodácie u detí a mladých hypermetropov, ktorá skresľuje výsledky viac do mínusu ako subjektívna refrakcia. Hovoríme o tzv. prístrojovej myopii, preto by sa toto vyšetrenie nemalo aplikovať na deťoch bez cykloplégie. Retinoskopia u mladých ľudí prezentuje trochu viac pozitívne výsledky, zatiaľ čo autorefraktometer viac myopické. Preto, ak je možné, objektívna refrakcia by mala byť doplnená subjektívnou pre upresnenie výsledkov. V presbyopickom veku sú hodnoty zistené retinoskopiou a subjektívnym meraním rovnaké. [20]

## **Suchá retinoskopia**

Uskutočňuje sa pomocou očného zrkadla, resp. elektrického retinoskopu, pričom je vyvolaný červený reflex v zrenici. Dioptrická chyba je vyhodnotená na základe pohybu červeného reflexu, prípadne na základe jeho neutralizácie pomocou predkladaných šošoviek (neutralizáciou sa rozumie stav, kedy pohyb reflexu prejde na obyčajné preblikávanie v zrenici). Podrobnejšie je táto metóda popísaná napr. v publikácii [20]. Vyšetrovaný sa pozerá na vzdialenú značku, ktorú dokáže rozlíšiť, aj keď dôjde k rozmazaniu obrazu. Pred nevyšetrované oko sa odhadom na základe rýchlosti reflexu predradí plusová šošovka dovtedy, kým sa červený reflex v zrenici buď zneutralizuje alebo dosiahne nesúhlasný pohyb v zrenici. Od tohto momentu, môžeme vyšetrovať druhé oko s istotou, že akomodácia je uvoľnená. [20,22]

## **Cyklolegická refrakcia (mokrú retinoskopia)**

Táto technika meria celkovú hodnotu hypermetropie vrátane latentnej zložky s použitím cykloplegického činidla, ktoré úplne alebo čiastočne paralyzuje akomodáciu človeka [10]. Aplikuje sa pri náročných pacientoch, mentálne zaostalých ľuďoch, deťoch s poruchou pozornosti a mladých hypermetropov, keď latentná hypermetropia skresľuje namerané výsledky [2]. Používa sa pri podozrení na nadmernú alebo kolísavú akomodáciu počas merania refrakcie. Fluktuácie akomodácie, ktoré sa prejavujú meniacou sa šírkou zrenice alebo reflexom pri retinoskopii, môžu viesť k nesprávnym výsledkom pri meraní objektívnej a subjektívnej refrakcie. Okrem toho, nadmerná akomodácia, najmä počas subjektívnej refrakcie, môže dospieť k prekorigovaniu do mínusu (alebo podkorigovaniu do plusu). U hypermetropického človeka môže byť nameraná myopická korekcia zapríčinená pôsobením nadmernej akomodácie počas merania refrakcie a takíto ľudia sú charakterizovaní ako pseudomyopia [20].

Pri mokrej retinoskopii je dôležité sa sústrediť na reflex v centre pupily (3-4 mm), pretože v periférnej časti dilatovanej zrenice je pohyb reflexu odlišný od toho v centrálnej časti kvôli aberáciám [20].

Cykloplegické (anticholinergické) činidlá ako atropín, cyklopentolát a tropikamid sú bežne používané pri cielej paralyze ciliárneho svalu [10]. Atropín (0,5% a 1% roztok) bol dlhé roky jediné dostupné cykloplegické činidlo. Pre dosiahnutie plnej cykloplégie sa musia kvapky aplikovať 3 dni pred vyšetrením a jeho účinky pretrvávajú

7-10 dní a doprevádzaná mydriáza až 2 týždne. Cyklopentolát, napr. Cyclogyl (0,5% a 1% roztok) je krátko trvajúce, najpoužívanjšie cykloplegikum, ktoré zaberá po 30-45 minútach a jeho účinok pôsobí 24 hodín. Avšak pri vyššej dávke môže mať nepriaznivé účinky a alergické reakcie ako halucinácie, ataxia (porucha koordinácie pohybov), nezrozumiteľná reč. Tropikamid, napr. Mydriacyl (0,5% a 1% roztok) je taktiež krátko trvajúce cykloplegikum, ktoré účinkuje do 30 minút a náprava trvá 2-6 hodín. [3,20]

### **Indikácie k cykloplegickej refrakcii**

- Deti

Ak sa u dieťaťa (často u predškolača) prejaví konvergentný strabizmus, je dôležité zistiť, či je to zapríčinené účinkom akomodácie. Jednoduchý a spoľahlivý spôsob, ako to zistiť, je použitím cykloplegickej refrakcie. Ak sa pri cykloplegickej refrakcii odhalí malá alebo žiadna hypermetropia, nejde o akomodačný strabizmus a s najväčšou pravdepodobnosťou bude nutná operačná náprava. Avšak, ak sa objaví zopár dioptrií, hovoríme o akomodačnom strabizme a nasadená plná korekcia (s možnou adíciou do blízka) značne až úplne eliminuje prítomnú esotropiu. Použitie tohto spôsobu refrakcie by mal byť zvážený aj pri deťoch, ktorým sa pri binokulárnom stimule nevytáča oko smerom k nosu, ale až v momente, keď je fúzia narušená – obzvlášť, ak je esofória prítomná na vzdialenosti 40 cm. Keďže kombinácia hypermetropie a esofórie do blízka je zodpovedná za astenopické problémy a nechť k čítaniu, akákoľvek latentná hypermetropia nájdená pri cykloplégii by mala byť riešená. [3]

- Mladí ľudia

U mladých ľudí, medzi 18 a 40 rokom, predstavuje niekedy latentná hypermetropia problém. Jej prítomnosť by mala byť vždy na pamäti, keď sa človek sťažuje na bolesti hlavy alebo iné symptómy spojené s prácou do blízka (problémy so zaostrovaním pri zmenenej pracovnej vzdialenosti, rozmazané videnie do diaľky po dlhej práci do blízka), ale má malú alebo žiadnu nekorigovanú hodnotu hypermetropie, a taktiež nemá žiadne iné refrakčné alebo binokulárne anomálie. V prípade, že zahmlievajúce metódy nepomohli odhaliť predpokladanú latentnú hypermetropiu, použije sa cykloplégia. [3,20]

- Staršie osoby

Potreba cykloplegickej refrakcie sa znižuje úmerne s vekom. Amplitúda akomodácie výrazne klesá po 40. roku života a v 55. roku už v podstate neexistuje. Takže, u ľudí starších ako 40 rokov sa ani nepredpokladá, že by mali latentnú hypermetropiu, ktorá by nebola odhalená pomocou bežných zahmlievajúcich techník. [3]

### **5.2.2 Subjektívna refrakcia**

Subjektívna refrakcia je závislá na aktívnej spolupráci vyšetrovaného človeka a poskytuje presnejšie výsledky. Pozostáva z troch fáz. Prvá fáza sa zameriava na odhalenie a korekciu sférickej časti refrakčnej chyby, pričom sa uľahčí zistenie prítomnej astigmatickej zložky. Je potrebné si uvedomiť, že aj keď je astigmatizmus často prítomný, refrakčná chyba môže byť čisto sférická. Druhá fáza pozostáva zo zistenia astigmatickej chyby a tretia zahŕňa vyváženie a úpravu korekcie pre zaistenie optimálneho zrakového vnímania a pohodlia klienta.

Počas subjektívnej refrakcie nesmie klientova akomodácia kolísat'. Oko by malo byť čo najviac uvoľnené, aby zmeny v akomodácii neovplyvnili konečný výsledok. Komunikácia s klientom by mala byť čo najjednoduchšia, aby sa predišlo možným pochybeniam pri meraní. Najvhodnejšie a najbežnejšie je používanie písmenkových optotypov v kombinácii so skúšobnou obrubou alebo foropterom a jednoduché dotazovanie sa na zmeny vo videní pri predkladaní šošoviek. [9]

Subjektívne meranie sa môže vykonávať dvomi zásadnými spôsobmi – monokulárne alebo binokulárne.

#### **Monokulárna subjektívna refrakcia**

Na stanovenie najlepšej sférickej korekcie u hypermetropa sa používajú dve rôzne metódy – zahmlievacia metóda a metóda bez zahmlenia. Obe techniky pozostávajú z monokulárnej korekcie, kde sa jedno oko, tradične ľavé (pretože pravé oko je bližšie k vyšetrujúcemu), zakryje pri vyšetrovaní druhého oka. V prípade, že ľavé oko má výrazne horší vízus z dôvodu amblyopie alebo nejakej patológie alebo pravé oko je zreteľne dominantné, prvé by malo byť vyšetrované ľavé oko. [9,20]

- **Zahmlievacia metóda** má tú výhodu, že pri vyšetovaní mladých ľudí je akomodácia dobre kontrolovaná a uvoľnená. Princíp merania je založený na pridaní plusovej hodnoty k nameranej hodnote z objektívnej refrakcie. [20] Ak pacient prečíta s objektívnou refrakciou riadok o vízu 0,6-1,0, pred vyšetované oko sa začne pridávať šošovka o veľkosti +0,25 D dovedy, kým sa trvalo nezhorší zraková ostrosť vyšetovaného oka o dva riadky. Následne sa znižuje hodnota zahmlenia predkladaním -0,25 D a vyšetovaný odpovedá, či sa mu videnie zlepšilo. Pokračuje sa do chvíle, kedy sa zlepšenie už neudáva. Očakáva sa, že každá pridaná -0,25 D zlepši vízus o jeden riadok na optotype. [23] Táto metóda využíva hĺbku ostrosti človeka k zaisteniu maximálneho rozsahu ostrého videnia. Avšak, pri používaní tejto techniky je človek jemne podkorigovaný v mínuse alebo prekorigovaný do plusu o 0,16 D, pretože vzdialenosť optotypu od vyšetovaného je 6 m a nie nekonečno, kedy je akomodácia plne relaxovaná. U mladých ľudí môže dôjsť ku chybe výslednej korekcie o +0,25 D kvôli aktívnej akomodácii, ale u starších ľudí, ktorí už nemajú schopnosť akomodovať, nenastanú žiadne zmeny. Komplikácie v odchyľkách korekcie môžu nastať aj v prípade, že vyšetrenie prebieha na optotype s najmenším (najspodnejším) riadkom o víze 1,0 a vyšší vízus sa nedá dosiahnuť, a tak je pacientovi znižovaná hodnota iba do najmenšieho riadku na danom optotype. [20]
- **Metóda bez zahmlenia** je jednoduchšia ako predchádzajúca technika monokulárnej subjektívnej refrakcie, ale na druhú stranu nedokáže do takej miery ovládať akomodáciu [20]. Pred jedno oko predkladáme spojné šošovky a pýtame sa vyšetovaného, či sa písmenká zhoršili, rozmazali alebo zostali rovnaké. Plusové šošovky buď uvoľňujú akomodáciu a obraz sa nemení, alebo už rozmazávajú sietnicový obraz, a tak dochádza k zhoršeniu zrakového vnímania. Cieľom je nielen zlepšenie videnia u ľudí s absolútnou hypermetropiou, ale aj uvoľnenie akomodácie u tých s fakultatívnou hypermetropiou, pričom sa videnie nijako nezhorší. Základné pravidlo pri výmene šošoviek v skúšobnom ráme je, že nesmie dôjsť k stimulácii akomodácie počas merania, pretože by výsledné hodnoty korekcie boli skreslené a človek, obzvlášť mladý človek, by naďalej využíval svoju akomodáciu, ktorá by mu mohla spôsobiť problémy. Pri výmene sklíčok sa využíva tzv. výmenný trik, keď šošovka s novou hodnotou musí byť vložená do rámu skôr,



než sa vyberie tá predchádzajúca. Inak povedané, nesmie sa znížiť refrakčná sila pred vyšetrovaným okom. [9]

**Duochromatický** alebo **bichromatický test** sa zvyčajne používa na overenie najlepšej sférickej korekcie pri monokulárnej aj binokulárnej refrakcii. Tento test je založený na optickej chybe oka, tzv. axiálnej chromatickej aberácii, ktorej podstatou je odlišná lomivosť rôznych vlnových dĺžok optickým systémom oka. Kratšia vlnová dĺžka (napr. zelené svetlo) sa láme viac ako svetlo o väčšej vlnovej dĺžke (napr. červené svetlo). Súčasťou testu je červený a zelený filter o veľkosti vlnových dĺžok 535 nm a 620 nm s rovnakým jasom. Dioptrická vzdialenosť ohnisk týchto vlnových dĺžok je približne 0,44 D. Mierne myopické oko (napr. -0,25 D) uvidí terčik jasnejšie, kontrastnejšie v červenom poli, zatiaľ čo mierne hypermetropické oko (napr. +0,25 D) zase v zelenom poli. Tento test by mal byť iba kontrolný, pretože niektorí ľudia preferujú jednu farbu bez ohľadu na zmeny v refrakcii. Starší ľudia s malou zreničkou a zvýšenou absorpciou nízkych vlnových dĺžok šošovkou (hlavne pri nukleárnej katarakte) sa prikláňajú k červenému poľu. Ľudia s poruchami farbocitu nedokážu objektívne posúdiť, v ktorom poličku sú znaky výraznejšie a černejšie. Navyše, nie každý optotyp má vhodné rozlíšenie červeného a zeleného svetla. [20]



Obr. 4 Duochromatický test

### **Binokulárna rovnováha**

Binokulárna rovnováha slúži k vyváženiu akomodácií oboch očí [15]. Počas monokulárnej refrakcie môže okluzor navodiť proximálnu akomodáciu a akomodáciu spôsobenú vergenciou (ako pri zakrývacom teste) u zakrytého oka, a teda aj vyšetrované oko môže akomodovať. Vykonáva sa po monokulárnej refrakcii s cieľom uvoľniť a vyvážiť akomodáciu oboch očí [3]. V porovnaní s monokulárnym vyšetrením sú výsledky buď rovnaké, alebo mierne pozitívne. Hoci v prípade latentnej hypermetropie môže byť vyžadovaná vyššia hodnota plusovej šošovky. Využíva sa, ak je zrková

ostrosť oboch očí relatívne podobná [20]. Test sa nemusí používať u ľudí, ktorí nemajú binokulárne videnie, jedno oko majú výrazne dominantné alebo sú starší ako 60 rokov, pseudofakickí a nemajú žiadnu akomodáciu. [3]

- **Metóda disociácie vnemov očí pomocou priziem.** Pred obe oči sú umiestnené 3 pD – pred pravé oko bázou dolu, pred ľavé oko bázou hore. Vyšetrovaný uvidí dva optotypy vertikálne oddelené, horný optotyp uvidí pravé oko. Pred obe oči sú pridané spojné šošovky o veľkosti +0,75 D alebo +1,00 D tak, aby riadok o víze 0,4-0,5 bol ľahko rozlíšiteľný. Porovnáva sa ostrosť oboch očí. Ak vyšetrovaný povie, že jeden riadok je ostrejší, jasnejší, pred to oko sa pridá +0,25 D, kým nie sú oba obrazy rovnako rozmazané. Potom sa vyberú prizmy (človek zatvorí oči) a postupne sa binokulárne znižuje hodnota zahmlenia až do chvíle, kedy sa dosiahne maximálnej zrakovej ostrosti. Disociácia prizmami umožňuje plné oddelenie vnemov očí, čím fúzna vergencia nie je prítomná a akomodácia nemusí byť na rovnakej úrovni ako pri binokulárnom pohľade. [3,20]
- **Striedavá oklúzia** je technika, pri ktorej sú obe oči zahmlené rovnakou dioptriou a porovnáva sa efekt zahmlenia vízu medzi oboma očami [24]. Využíva sa okluzor, táto metóda sa podobá zakrývaciemu testu a nedochádza k binokulárnemu videniu, takže jej užitočnosť v porovnaní s monokulárnou refrakciou nie je príliš významná [20]. Obe oči sú zahmlené rovnakou dioptriou (+0,75 D alebo +1,00 D). Človek sa pozerá na riadok, ktorý dokáže rozlíšiť a striedavo sa zakrýva raz jedno, raz druhé oko a klient porovnáva, či sú obrazy rovnako rozmazané, alebo je jeden jasnejší. Ak je určitý rozdiel medzi obrazmi oboch očí, pred lepšie vidiace oko sa pridá +0,25 D a pokračuje sa dotedy, kým nebudú rovnako nejasné. Následne sa binokulárne pridáva -0,25 D, pokiaľ sa nedosiahne maximálne videnie. [24]
- **Polarizačné testy** sú založené na oddelení vnemov oka polarizáciou. Zahŕňajú centrálny aj periférny fúzny podnet, ktoré stimulujú binokulárne videnie [25]. Pred obe oči sa umiestnia polarizačné filtre a pridá sa +0,50 D. Človek popisuje, či sú obrazy rovnako neostré, alebo je niektorý z nich kontrastnejší. V tom prípade sa pred dané oko pridá +0,25 D, kým nie sú rovnako rozmazané. Polarizačné filtre sa odstránia a postupne sa znižuje hodnota zahmlenia do

momentu dosiahnutia maximálneho videnia. Tieto testy môžu byť používané v kombinácii s duochromatickým testom. [20]

Tieto testy priamo porovnávajú videnie oboch očí naraz a sú orientované na rovnováhu akomodácie. Aby bolo toto vyšetrenie možné, je potrebná rovnaká zraková ostrosť na oboch očiach. [20]

- **Humphrissova metóda** funguje na princípe monokulárneho zahmlenia za binokulárnych podmienok. Jedno oko sa zahmlí pomocou spojnej šošovky +0,75 D alebo +1,00 D a druhé oko sa jemne sféricky dokoriguje predložením  $\pm 0,25$  D. Potom sa to isté zopakuje na druhom oku. Táto technika sa používa pri vyvážení akomodácie u ľudí s nerovnakou monokulárnou zrakovou ostrosťou. [20,26]

Pri polarizačnom teste a Humphrissovej metóde sú vnemy očí minimálne oddelené a zameriavajú sa na zistenie sférickej korekcie za normálnych zrakových podmienok tak, že vergencia a veľkosť zrenice sú nezmenené, sú vo svojom normálnom binokulárnom stave. [20]

### **Binokulárna subjektívna refrakcia**

Subjektívna refrakcia by mala byť vykonávaná za podmienok, ktoré čo najviac simulujú normálnu situáciu pri pohľade do diaľky u človeka (vrátane vergencie, akomodácie a veľkosti zreničky). Hlavná výhoda binokulárnej refrakcie spočíva v lepšej kontrole a väčšiemu uvoľneniu akomodácie počas merania. Táto vlastnosť je obzvlášť dôležitá pri vyšetovaní ľudí s hypermetropiou, pseudomyopiou alebo antimetropiou (jedno oko je ďalekozraké a druhé krátkozraké). Taktiež je táto metóda uprednostňovaná pri meraní refrakcie u ľudí s latentným nystagmom, pretože pri použití okluzoru pri monokulárnej refrakcii sa prejaví nystagmus, a tým sa sťažuje subjektívna refrakcia. Navyše je táto technika rýchlejšia, keďže binokulárna rovnováha nie je potrebná. Na druhú stranu, nie je možné ju použiť u ľudí bez binokulárneho videnia, u ľudí s jedným veľmi dominantným okom, pretože nedokážu subjektívne odpovedať pri vyšetovaní nedominantného oka. Pre ľudí s kataraktou je vyšetrenie na polarizovaných testoch náročné kvôli zníženému osvetleniu spôsobeného polarizačnými filtrami.

- **Monokulárne zahmlenie** je jednou z metód binokulárnej refrakcie. Pred ľavé oko alebo výrazne dominantné oko sa predloží +0,75 D alebo +1,00 D, ktorá rozmaže 3-4 riadky na optotype. Ďalej sa stanoví najlepšia sféra už zmieňovanými technikami (viď kap. 5.2.2). Zmeria sa jedno oko, následne druhé, až sa nakoniec vyberú plusové šošovky zo skúšobného rámu alebo foropteru, a zraková ostrosť sa zmeria binokulárne.
- **Polarizačná binokulárna refrakcia** je založená na disociácii vnemov oboch očí pomocou polarizačných filtrov. Polarizačné testy využívajú optotypy, ktoré majú jednu polovicu znakov polarizované v jednom smere svetla a druhú polovicu v kolmom smere. Pri pozeraní cez polarizačné filtre jedno oko vidí jednu polovicu optotypu a druhé oko druhú, pričom je zapojený aj vnem oboch očí a tie vidia stredovú čiaru. Nevýhodou týchto testov je, že svetlo prechádzajúce týmito filtermi je zredukované na polovicu. To má za následok zníženie kontrastu znakov, čo môže spôsobovať problém napríklad pri vyšetrení ľudí s kataraktou. [20]

## 6. HYPERMETROPIA V DETSTVE

Hypermetropia sa u detí pri screeningových testoch zrakovej ostrosti kvôli veľmi aktívnej akomodácii neodhalí a môže predstavovať problémy pre dieťa a jeho zrakové vnímanie. Ak je pre dosiahnutie jasného videnia potrebné nadmerné množstvo akomodácie, optický systém oka môže na tento stav reagovať nasledovne :

1. Dôjde k rozmazaniu písmen, čím sa znemožní čítanie.
2. Veľakrát už bolo spomínané, že akomodácia je sprevádzaná akomodačnou konvergenciou, ale v momente, keď oko už nedokáže tento stav kompenzovať, tak s cieľom úľavy od námahy očí táto situácia vyústi do esotropie, tzv. skríženého oka, keď sa jedno oko stočí smerom k nosu, čo na jednu stranu pomôže napätiu očí, ale na druhú stranu vznikne dvojité videnie. Oko v snahe o zachovanie jednoduchého videnia môže začať ignorovať informácie prichádzajúce z vytočeného oka smerom dovnútra, a to môže viesť k supresii sietnicového obrazu vychýleného oka, ktorá sa prejaví pri binokulárnom pohľade, a následne k vzniku amblyopie, tzv. tupozrakosti, keď sa oko stane nečinným z dôvodu dlhodobého nepoužívania.

3. Jednoduché binokulárne videnie môže byť zachované, ale za cenu obrovského napätia, stresu zavineného neustálou snahou zabrániť očiam nadmieru konvergovať, a tak zabrániť dvojitému videniu.

Všetky tieto tri alternatívy sú príčinami problémov detí v škole, ktoré sa neradi učia, neradi čítajú, majú negatívny vzťah nielen k škole, ale aj učiteľom, vyrušujú ostatné deti počas vyučovania, majú nízke výsledky v inteligenčných testoch a svoj voľný čas trávajú predovšetkým vonku [3].

Deti sa vyšetrujú dvomi spôsobmi – v cykloplégii (viď kap. 5.2.1) alebo Mohindrovou retinoskopiou. Výhodou Mohindrovej metódy je, že je rýchlejšia a umožňuje kompletne vyšetrenie zraku na rozdiel od cykloplégie, ktorá znemožňuje následné vyšetrenie motility očí, akomodácie a videnia do blízka. Vyšetrenie je možné vykonať iba v úplnej tme, kedy je akomodácia uvoľnená. Pracuje sa na vzdialenosť 50 cm a od výslednej zistenej hodnoty sa odpočítava 1,25 D. U detí do 2 rokov sa odčíta 0,75 D a u starších detí 1,00 D. Výsledky z Mohindrovej retinoskopie sú porovnateľné s tými z cykloplégie. [32] Dôležité je vyšetrenie opakovať jedenkrát ročne, pretože sa refrakcia s vekom mení a mohlo by dôjsť k prekorigovaniu dieťaťa do plusu. [1]

## 6.1 Korekcia detí

Veľká časť novorodencov majú miernu hypermetropiu, avšak existuje aj malé množstvo prípadov s vysokou hypermetropiou. Aj keď emetropizácia má za následok postupné znižovanie veľkosti tejto refrakčnej chyby u väčšiny jedincov, tieto zmeny sa rýchlejšie objavujú u ľudí s vysokým stupňom hypermetropie. Deti s vysokou hypermetropiou majú väčšiu pravdepodobnosť zotrvať významne ďalekozraké počas svojho detstva; u detí s výrazným hypermetropickým astigmatizmom, hlavne proti pravidlu, je znižovanie refrakčnej chyby menšie ako u tých detí bez prítomnosti výrazného astigmatizmu. [10]

Hypermetropia, ktorá nie je v spojení so strabizmom, by mala byť korigovaná, ak v 1. roku presiahne +6,00 D, v 2. roku +5,00 D a v 3. roku +4,50 D. V prípade, že sa jedná o hypermetropiu so strabizmom, mala by sa riešiť ak je do 2. roku nad +2,00 D a nad +1,50 D v 3. roku. Anizometropia sa odporúča korigovať, ak je v 1. roku vyššia ako +2,50 D, +2,00 D v 2. roku a v 3. roku vyššia ako +1,50 D. [32]

Deti s miernou až vysokou hypermetropiou majú 13-krát väčšiu pravdepodobnosť, že sa u nich do 4. roka života rozvinie strabizmus a sú 6-krát pravdepodobnejšie mať zníženú zrakovú ostrosť oproti deťom s nízkou hypermetropiou alebo emetropiou. Asociácia vysokej hypermetropie s vyšším rizikom vzniku amblyopie a strabizmu je hlavný dôvod všeobecného zrakového vyšetrenia u malých detí. Existuje aj výrazná (skoro 90%) asociácia medzi miernym stupňom hypermetropie a detskou esotropiou. Anizometrická hypermetropia pretrvávajúca dlhšie ako do 3. roku dieťaťa je taktiež rizikovým faktorom na rozvoj strabizmu a amblyopie. [10]

Gawecki a Adamski vo svojej štúdií objavili koreláciu medzi sférickou chybou alebo sférickým ekvivalentom väčším ako +3,00 D a zníženou stereopsiou na Titmusovom teste u detí v školskom veku. Pri sférickej hypermetropii väčšej ako +3,00 D dochádza narušeniu schopnosti stereopsie, preto by malo byť zvážené predpísanie potrebnej korekcie pre zachovanie binokulárneho videnia. [33]

Štúdie zameriavajúce sa na korekciu hypermetropie u detí sa vo svojich názoroch odlišujú.

Štúdie uskutočnené na zvieratách zistili, že rozmazanie videnia ovplyvňuje vývoj oka a proces emetropizácie a nosenie plnej cykloplegickej korekcie môže brániť správne vývinu detského oka. Optické rozostrenie malo za následok kompenzačné zmeny v axiálnej dĺžke, ktoré zmenšili hodnotu indukovanej refrakčnej chyby. Opice, ktoré nosili mínusovú korekciu, zažili posun k myopii vyplývajúci z nárastu axiálnej dĺžky oka, zatiaľ čo opice s plusovou korekciou sa stali viac hypermetropickými ako dôsledok skráteného axiálneho predĺženia. Tieto výsledky poukazujú na precitlivosť rastu oka na efekt optického rozostrenia a to, že okuliarová korekcia môže ovplyvniť a svojím spôsobom narušiť proces emetropizácie. Smith a Hung odporúčajú nosenie čiastočnej korekcie, aby bolo zachované určité zrakové rozmazanie, a teda sa stimuloval rast oka. [34]

Ďalšia štúdia zastáva názor, že u nestrabických hypermetropických detí sa plná korekcia nepredpisuje. Sila korekcie je znížená o 1,00 D alebo na 2/3 celej hodnoty korekcie z dvoch dôvodov - plná korekcia môže zapríčiniť ťažký návyk na ňu a rozmazané videnie a táto neznášanlivosť korekcie môže viesť k zvýšenému riziku vzniku amblyopie alebo, môže potlačiť normálny proces emetropizácie. U strabických detí sa riešenie chyby odlišuje. Predpisuje sa plná hypermetropická korekcia na základe

výsledkov z cykloplegickej refrakcie, čo má za cieľ prerušiť pôsobenie akomodácie, zmenšiť uhol odchýlky pri esotropii a podporiť potenciálnu obnovu a pokračovanie vývoja jednoduchého binokulárneho videnia. [36]

Ďalšia štúdia skúšala zoslabovať korekciu u detí s akomodačným strabizmom. Zistilo sa, že u niektorých detí došlo k úplnému odloženiu okuliarov a u tých, ktoré aj naďalej potrebovali korekciu, sa zmenšil uhol esotropie v nekorigovanom stave a boli schopné kontrolovať zvyškovú esotropiu s nižšou hypermetropickou korekciou. Avšak nebolo dokázané, či oslabovanie korekcie má účinok na zefektívnenie procesu emetropizácie. [34]

Napriek všetkému, neboli urobené štúdie, ktoré by potvrdili nevhodnosť korekcie. Nie je zaručené, že hypermetropický defokus je spúšťačom emetropizácie v detstve. Veľké množstvo štúdií uvádza, že deti v rozmedzí 3-6 mesiacov môžu akomodovať rovnako a efektne ako staršie hypermetropické deti. V tomto prípade, dojčatá nezažijú rozostrenie obrazu v pomere k ich hypermetropii, ktorá má navodiť predĺženie oka. Jedna štúdia tvrdí, že skorá korekcia zasahuje do procesu emetropizácie, zatiaľ čo druhá nepreukazuje žiaden efekt. Ak je emetropizácia približne po jednom roku ukončená a refrakčná chyba sa nemení, je nepravdepodobné, že by korekcia narušila systém, ktorý je stabilný. [35]

Prvé dve štúdie prezentujú názor o závislosti normálneho vývoja oka procesom emetropizácie a použitím korekčnej pomôcky. Tretia štúdia deklaruje o pozitívnom účinku zoslabovania korekcie u detí s akomodačným strabizmom, ale nenašla súvislosť s vplyvom na proces emetropizácie, keďže štúdia bola uskutočnená na malej skupine detí s určitými vlastnosťami. Posledná štúdia hovorí o tom, že keď dochádza k noseniu korekcie, proces emetropizácie je už z veľkej časti ukončený, takže by nemal mať vplyv na zastavenie vývoja oka.

## 7. ZÁVER

Bakalárska práca si kládla za úlohu ozrejmiť problematiku menej známej, ale nie menej dôležitej refrakčnej chyby v porovnaní s myopiou - hypermetropiou.

Prvá časť tejto práce pojednáva o hypermetropii, jej rôznych príčinách vychádzajúcich buď z normálneho procesu vývoja oka, alebo z rôznych patologických stavov. V nasledujúcich častiach sú popísané zložky a delenia hypermetropie, jej symptómy a problémy, ktoré sú spôsobené jej nekorigovaním, nielen u dospelých ľudí, ale aj u detí, kde tieto problémy môžu mať ďalekosiahle dôsledky. Včasné zistenie hypermetropie u detí môže zabrániť vzniku strabizmu a amblyopie, a tým zachovať binokulárne videnie v detskom veku. Taktiež je v práci predstavená problematika rôznych metód vyšetrenia a rôznych možností korekcie.

Prínosom tejto práce je poukázať na problém hypermetropie a jej výskyt v populácií, na dôležitosť a správnosť riešenia z dôvodu možných rizík, ktoré vplývajú na kvalitu zrakového vnímania, a iné spôsoby vyšetrenia, ktoré sa pri hypermetropii špecifické.



## 8. POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3.vyd. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. 96 s. ISBN 80-7013-402-X.
- [2] BENJAMIN, W. J. *Borish's Clinical Refraction*. 2<sup>nd</sup> edition. Butterworth-Heinemann, 2006. 1712 s. ISBN 978-0-7506-7524-6
- [3] GROSVENOR, T. *Primary Care Optometry*. 5<sup>th</sup> edition. Elsevier Health Sciences, 2007. 510 s. ISBN 978-0-7506-7575-8
- [4] KRAUS, H. a kol. *Kompendium očního lékařství*. 1.vydanie. Praha : Grada Publishing, 1997. 341 s. ISBN 80-7169-079-1
- [5] Subtrata Roy. *Optometry education* [online]. ©2011 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://www.optometryeducation.blogspot.sk/>
- [6] Videnie.sk. *Videnie.sk* [online]. ©2010 [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <http://www.videnie.sk/>
- [7] Videnie.sk. *Videnie.sk* [online]. ©2009 [cit. 2009-06-01]. Dostupné z: <http://www.videnie.sk/>
- [8] Videnie.sk. *Videnie.sk* [online]. ©2010 [cit. 2010-04-16]. Dostupné z: <http://www.videnie.sk/>
- [9] KEIRL, A., CHRISTIE, C. *Clinical Optics and Refraction : A Guide for Optometrists, Contact Lens Opticians and Dispensing Opticians*. 1<sup>st</sup> edition. Elsevier Health Sciences, 2007. 368 s. ISBN 978-0-7506-8889-5
- [10] MOORE, B.D. et al. *Optometric Clinical Practice Guideline: Care of the Patient with Hyperopia*. American Optometric Association, 2008. Dostupné z: [www.aoa.org/documents/CPG-16.pdf](http://www.aoa.org/documents/CPG-16.pdf)
- [11] Hossein Mirzaie. *Slideshare.net* [online]. ©2012 [cit. 2012-06-13]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net>
- [12] AGARWAL, S. et al. *Textbook of Ophthalmology*. 1<sup>st</sup> edition. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd, 2002. 3000 s. ISBN 81-7179-884-5

- [13] GOES, F. J. *The Eye in History*. 1<sup>st</sup> edition. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd, 2013. 502 s. ISBN 978-93-5090-274-5
- [14] KHURANA, A.K. *Ophthalmology*. 3<sup>rd</sup> edition. New Delhi : New Age International, 2003. 552 s. ISBN 81-224-1471-0
- [15] CHAUDHURI, Z., VANATHI, M. *Postgraduate Ophthalmology*. 1<sup>st</sup> edition. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd, 2012. 2339 s. ISBN 978-93-5025-270-3
- [16] CHealth. *CHealth* [online]. Dostupné z: <http://chealth.canoe.ca/>
- [17] Nathan Carpenter. *EyeWiki* [online]. ©2015 [cit. 2015-06-01]. Dostupné z: <http://eyewiki.aao.org/>
- [18] AUGUSTIN, J. *Vývoj refrakčních vad (obecně) – výukové materiály k predmetu Brýlová optika*, Vyšší odborná škola v Pardubicích, Pardubice, 2012.
- [19] Velký lékařský slovník. *Velký lékařský slovník* [online]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/>
- [20] ELLIOT, D.B. *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. 4<sup>th</sup> edition. Saunders Ltd, 2013. 336 s. ISBN 978-0-7020-5194-4
- [21] POLÁŠEK, J. *Technický sborník oční optiky*. 1.vydanie. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974. 579 s.
- [22] KVAPILÍKOVÁ, K. *Vyšetřování oka*. Univerzita J.E. Purkyně, 1968. 51 s.
- [23] WILKINSON, M.E., DOAN, A.P. *Essential Optics Review for the Boards*. 2<sup>nd</sup> edition. MedRounds Publications, 2006. 194 s. ISBN 0976968916
- [24] ROSENFELD, M., LOGAN, N. *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*. 2<sup>nd</sup> edition. Butterworth-Heinemann, 2009. 568 s. ISBN 978-0-7506-8778-2
- [25] PLUHÁČEK, F. *Vyšetřovací postupy BV a akomodace – výukové materiály k předmětu Korekce zraku II*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2013.

- [26] VAŇHAROVÁ, Z. *Optometrie v praxi: diplomová práce*. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, 2013.
- [27] Videnie.sk. *Videnie.sk* [online]. ©2010 [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <http://www.videnie.sk/>
- [28] Glasgow Caledonian University. *The Eye Clinic* [online]. Dostupné z: <http://www.gcu.ac.uk/>
- [29] WikiSkripta. *WikiSkripta* [online]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/>
- [30] FRIEDENWALD, J.S. *Diagnosis and Treatment of Anisophoria*. Archives of Ophthalmology, Vol. 15, 1936, No. 2, pp 283-307.
- [31] SIEGWART, J.T, NORTON, T.T. *Perspective: How Might Emmetropization and Genetic Factors Produce Myopia in Normal Eye?* Optometry and Vision Science Journal, Vol. 88, 2011, No. 3, pp 365-372.
- [32] ANTON, M. *Korekce refrakčních vad u dětí*. Česká oční optika, roč. 48, 2007, vyd. 4, str. 18-19. ISSN 1211-233X
- [33] YANG, J.W. et al. *The effects of hyperopic and astigmatic ametropia on stereoacuity by Titmus stereo test*. Taiwan Journal of Ophthalmology, Vol. 2, 2012, No. 1, pp 22-24.
- [34] HUTCHENSON, K.A., ELLISH, N.J., LAMBERT, S.R. *Weaning children with accommodative esotropia out of spectacles: a pilot study*. British Journal of Ophthalmology, Vol. 87, 2003, No. 1, pp 4-7.
- [35] MUTTI, D. *To Emmetropize or Not to Emmetropize? The Question for Hyperopic Development*. Optometry and Vision Science, Vol. 84, 2007, No. 2, pp 97-102.
- [36] MACEWEN, C.J., LYMBURN, E.G. *Is the maximum hypermetropic correction necessary in children with fully accommodative esotropia?* British Journal of Ophthalmology, Vol. 92, 2008, No. 10, pp 1329-1332.
- [37] KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8

[38] SHER, N.A. *Hyperopic Refractive Surgery*. *Current Opinion in Ophthalmology*, Vol. 12, 2001, No. 4, pp 304-308.

[39] Thomas M. Harvey. *EyeWiki* [online]. ©2015 [cit. 2015-19-01]. Dostupné z: <http://eyewiki.aao.org/>

## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 dostupný z: <a href="http://www.pixshark.com">www.pixshark.com</a> .....	6
Obr. 2 dostupný z: AGARWAL, S. et al. <i>Textbook of Ophthalmology</i> .....	12
Obr. 3 dostupný z: <a href="http://www.imgbuddy.com">www.imgbuddy.com</a> .....	17
Obr. 4 dostupný z: <a href="http://www.fatauntie.blogspot.sk">www.fatauntie.blogspot.sk</a> .....	25