

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra optiky**

# **Anizometropie v dětském věku**

**Bakalářská práce**

**VYPRACOVALA:**

Renáta Pecháčková

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2011/2012

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:**

Bc. Lenka Musilová, DiS.

**KONZULTANT:**

MUDr. Marta Karhanová, FEBO

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Bc. Lenky Musilové, DiS. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci 3. 5. 2012

.....

Renáta Pecháčková

### **Poděkování**

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Bc. Lence Musilové, DiS. a konzultantce MUDr. Martě Karhanové, FEBO za ochotnou spolupráci, za všechny jejich rady a cenné připomínky, které mi poskytovaly během psaní mé práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>5</b>
<b>1 VÝVOJ REFRAKČNÍCH VAD.....</b>	<b>6</b>
1.1 Fyziologické změny .....	6
1.2 Patologické změny .....	7
<b>2 ANIZOMETROPIE.....</b>	<b>8</b>
2.1 Rozdělení anizometropie .....	9
2.2 Příčiny vzniku anizometropie .....	10
2.3 Vliv anizometropie na vývoj binokulárního vidění .....	10
<b>3 ANISEIKONIE .....</b>	<b>12</b>
3.1 Dělení aniseikonie.....	12
3.2 Příčiny vzniku aniseikonie.....	13
3.3 Projevy aniseikonie.....	14
<b>4 VYŠETŘENÍ DĚTSKÝCH PACIENTŮ.....</b>	<b>15</b>
4.1 Metody vyšetření .....	17
4.1.1 Neverbální metody.....	17
4.1.2 Verbální metody .....	18
4.2 Techniky pro zjištění refrakce .....	20
4.3 Další potřebné vyšetření .....	22
<b>5 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ ANIZOMETROPIE.....</b>	<b>24</b>
5.1 Brýlová korekce .....	24
5.2 Kontaktní čočky .....	27
5.3 Laserové operace .....	28
5.3.1 Druhy operací .....	29
5.3.2 Komplikace .....	33
5.3.3 Výsledky operací .....	34
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>39</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>40</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>42</b>

## ÚVOD

Zrak je naším nejdůležitějším smyslem, díky němu můžeme přijmout až 80 % informací z okolí. Proces vidění je fyziologický děj. Člověk se nerodí s dokonalým viděním. Během prvních let života se vidění postupně vyvíjí a až v sedmi letech má dítě dokonale upevněný zrak. Vývoj je ovlivněn několika vnitřními a vnějšími podmínkami, které tento proces mohou negativně ovlivnit.

Problémy spojené s viděním trápily lidstvo už v historii. Za první pokusy o korekci lze uvést zvětšovací krystaly (čtecí kameny), které jsou staré už několik tisíc let. První brýle tzv. nýtované se datují k 13. století. Dnes běžně používané kontaktní čočky „vymyslel“ již v 16. století Leonardo da Vinci. V dnešní době zažívá velký rozvoj laserová refrakční chirurgie, a to jak u dospělých, tak i u dětí. Laserové operace jsou velice užitečné při intoleranci brýlové korekce a kontaktních čoček. Samozřejmě je mohou využívat i lidé, kteří brýle a kontaktní čočky jen nechťejí nosit.

Práce je zaměřena na anizometrii v dětském věku. Na začátku je popsán vývoj refrakčních vad a hlavně rozebrána anizometropie a aniseikonie z různých hledisek. Vysoká anizometropie u dětí může vést až k amblyopii a následné poruše binokulárního vidění. Toto je závažný problém, který se musí nutně co nejrychleji řešit. Aby se mohlo začít s léčbou anizometropie, musí být nejdříve zjištěna, tedy je důležité provést vyšetření zraku u dětí, a to i u těch, které nemají žádné potíže. V této práci jsou shrnuty různé vyšetřovací metody a jejich zásady při vyšetřování dětí. Také je popsána korekce anizometropie, a to jak brýlemi, tak kontaktními čočkami i laserovou refrakční chirurgií. V poslední části práce jsou hodnoceny výsledky fotorefrakční keratektomie u dětí s vysokou myopickou anizometrií. Dále jsou porovnávány výsledky korekce dětí pomocí chirurgické léčby (PRK, LASEK) a kontaktních čoček. Jako podklad posloužily výsledky studie od doc. MUDr. Rudolfa Autraty, CSc., MBA, který se touto problematikou zabývá.

# 1 VÝVOJ REFRAKČNÍCH VAD

Refrakce oka udává poměr mezi délkou oka a optickou mohutností lomivých prostředí. Stav, kdy rovnoběžně vstupující paprsky do oka se lámou přímo na sítnici, se nazývá emetropický (optická mohutnost odpovídá délce oka). Stav, kdy se paprsky lámou mimo sítnici, se označuje jako ametropie (optická mohutnost oka je větší nebo menší, než by odpovídalo dané délce oka). Ametropické oko má některou z refrakčních vad: hypermetropie, myopie nebo astigmatismus. Refrakce většinou není konstantní, neměnnou hodnotou. Podléhá pomalým, obvykle nevelkým fyziologickým změnám, ale i změnám patologickým.

[1, 2]

Důležitým bodem určujícím refrakci dětského oka je narůstání předozadní délky oka, které probíhá ve dvou fázích. Do tří let (infantilní fáze) narůstá oko z 18 mm na 23 mm. Změna délky je kompenzována změnami lomivosti rohovky a čočky, jinak by nárůst navozoval myopii asi -15 D. Od 3 asi do 15 let probíhá pomalý, juvenilní růst oka, a to za jeden rok asi o 0,1 mm. Během této doby naroste oko asi o 1mm, což odpovídá myopizaci asi 3 D. Tímto procesem se stává původně hypermetropické oko emetropickým.

## 1.1 Fyziologické změny

Během života můžeme pozorovat dvě fáze hypermetropizující (v předškolním a v dospělém věku) a dvě fáze myopizující (ve školním věku a ve stáří) s relativně stabilním obdobím mezi 20. až 50. rokem. Od narození do 8. roku života dochází k hypermetropizaci, kterou vystřídá myopizace mezi 8. a 20. rokem. Druhá hypermetropizační fáze přichází mezi 50. a 65. rokem a po ní následuje druhá myopizační fáze. Pomalý, plíživý průběh je charakteristický pro tyto fyziologické změny. Jakákoliv náhlá změna refrakce vzbuzuje podezření na chorobnou příčinu a vyžaduje důkladné vyšetření.

[2, 3]

## 1.2 Patologické změny

Patologické změny bývají většinou náhlé a nečekané, mohou vést až ke ztrátě zraku. Příčin patologických změn je mnoho. Zjednodušeně se rozlišují tři skupiny: oční onemocnění a úrazy, celková onemocnění, léky.

Zánětlivá onemocnění rohovky mohou vést k nepravidelnému astigmatismu. Těžká skleritida a choroiditida může vést k myopii. Traumatické změny polohy čočky vedou ke změnám sférické složky (posunutím čočky vzad vznikne hypermetropie, posunutím vpřed vznikne myopie) i cylindrické složky refrakce (subluxace do strany).

Z celkových onemocnění je to cukrovka, která je zdrojem náhlých změn refrakce. Při zvýšení hladiny glukózy v krvi dochází k myopizaci až 9 D, náhlý pokles naopak k hypermetropizaci až 5 D. U onemocnění spojených s omezením příjmu potravy, u hladovění, při násilném odtučňování, ale i chřipce a revmatismu je častá myopizace.

Refrakci mohou významně ovlivnit i farmaka a neurologická onemocnění, které vedou ke spasmu nebo paralýze akomodace. Nakapání atropinu vede k hypermetropizaci, pilokarpin navozuje myopii. Léky většinou působí na řasnaté tělísko (miotika, mydriatika, antidepressiva, ...). Po léčích může myopizace dosahovat až 5 D. Většinou se objevuje po několika dnech, někdy i po několika minutách. Ustupuje 4 - 5 dní po vysazení léku.

[1, 2]

## 2 ANIZOMETROPIE

Anizometropie je stav, kdy refrakce na obou očích není stejná. Velmi častým nálezem je malý rozdíl refrakce. Absolutně shodná refrakce obou očí je velice vzácná. Isometropie je zřídka používaný termín a znamená, že refrakční vada obou očí je stejná. Antimetropie znamená, že pacient má jedno oko myopické a druhé hypermetropické. Jako obecné pravidlo platí, že anizometropie je považována za existující, jestliže se refrakce očí liší o 1 D a více.

[1, 4]

### *Výskyt anizometropie*

Výskyt anizometropie se v literatuře liší u jednotlivých autorů. Diepes uvádí výsledky Trotterových výzkumů ze 70. let. Ten zjistil anizometrii do 1,0 D v 91,1 % u vybrané populace, anizometrii 1,0 – 1,75 D v 5,2 %, anizometrii 2,0 – 2,75 D ve 2 % a anizometrii 3,0 D a více v 1,6 % (viz. Tab. 1). Almeder (1990) ve své 10leté studii u 686 dětí ve věku od 3 měsíců do 9 let zjistil anizometrii ve 2,8 % případech. Hirsch našel anizometrii 1 D a více u 2,5 % dětí vstupujících do školy a u 5,6 % dětí ve věku 16 a 19 let. Výskyt anizometropie 1 D a více u donošených novorozenců byla hlášena na 1 % až 2 %. Prevalence anizometropie nejméně 1 D rozdílu u ročních dětí byla hlášena mezi 2,7 % - 11 %.

Bylo prokázáno, že prevalence anizometropie se zvyšuje s věkem. Vyšší prevalence anizometropie byla také zjištěna u pacientů s oční patologií. Například ve větší míře byla anizometropie nalezena u pacientů s ptózou. Dále je vyšší výskyt hlášen u předčasně narozených dětí a u mentálně postižených lidí.

[5, 6]

Tab. 1: Procentuální výskyt anizometrií v závislosti na velikosti anizometropie. (Trotter, 1967) [6]

<b>Rozdíl</b>	<b>Počet</b>	<b>%</b>
Do 1,0 D	629	91,2
1,0 – 1,75 D	36	5,2
2,0 – 2,75 D	14	2,0
3,0 D a více	11	1,6



## 2.1 Rozdělení anizometropie

Anizometropie se dělí podle různých kritérií. Např. podle klasifikace, typu refrakční vady a velikosti.

### **Klasifikace anizometropie**

- Systémová (refrakční): délka očí je stejná, ale každé oko má různou lomivost optických prostředí
- Osová (axiální): obě oči mají stejnou lomivost optických prostředí, ale různou délku
- Smíšená

### **Rozdělení anizometropie podle typu refrakční vady**

- Hypermetropická
- Myopická
- Astigmatická
- Smíšená (antimetropie)

Jednoduchá anizometropie astigmatická, dalekozraká a krátkozraká nastane tehdy, když jedno oko je astigmatické, dalekozraké nebo krátkozraké a druhé emetropické.

Složená astigmatická, hypermetropická nebo myopická anizometropie existuje, když obě oči jsou astigmatické, hypermetropické nebo myopické, ale mají různý stupeň vady na obou očích.

[5, 6]

### **Rozdělení anizometropie podle velikosti**

Gettes uvádí, že symptomy pacientů se obvykle liší podle dioptrického rozdílu mezi oběma očima.

- Nízká (0 až 2 D): pacient obvykle snáší plnou korekci.
- Vysoká (2 až 6 D): pacient má pravděpodobně problémy s binokulárním viděním.
- Velmi vysoká (> 6 D): pacient je obvykle bez příznaků, protože je přítomna centrální suprese.

[5]

## 2.2 Příčiny vzniku anizometropie

Přestože je vývoj anizometropie často podmíněn genetickou složkou, příčiny nejsou jasné. Tong a kolegové tvrdí, že anizometropie je výsledkem rozdílu v osové délce spíše než rozdíl rohovkové refrakční síly. Faktory spojené s rozvojem binokulárních anomálií, jako jsou amblyopie a strabismus, se také ukázaly být spojeny s anizometrií. Například Abrahamsson a spolupracovníci uvádějí, že se často vyskytuje anizometropie po začátku strabismu. Domnívali se, že k tomu dochází z důvodu narušení procesu emetropizace u strabického oka.

Na základě etiologie může být anizometropie dále klasifikována jako dědičná a získaná. Příčinou dědičných anizometrií je vrozený glaukom, vrozený šedý zákal, dále špatné uzavření víček, způsobené ochrnutím třetího hlavového nervu, ptóza a otok měkkých tkání v okolí očnice. Mezi získané anizometropie patří následky po traumatu jako je extrakce monokulární čočky (jednostranná afakie), refrakční chirurgie, perforující keratoplastika.

[5]

### *Příznaky*

Nekorigované anizometropie, dokonce i mírné, mohou způsobovat únavu očí vlivem toho, že není možné pro akomodační mechanismus udržovat ostrý obraz na sítnici obou očí najednou. U dětí nekorigovaná anizometropie nepůsobí žádné obtíže. U anizometropie s malým refrakčním rozdílem se oči v dominanci střídají. Na druhou stranu velké množství vyšších anizometrií je většinou bez příznaků, protože zde nastává amblyopie, a tudíž už není žádné úsilí k udržení jediné binokulární funkce.

[4, 6]

## 2.3 Vliv anizometropie na vývoj binokulárního vidění

Při malých anizometriích binokulární vidění nebývá narušeno. Každých 0,25 D v refrakci má za následek 0,5 % rozdílu ve velikosti obou sítnicových obrazů. Horní hranici snášenlivosti je obvykle rozdíl 5 % (2,5 D). Při tomto rozdílu už vzniká mezi oběma očima nestejná velikost obrázků na sítnici, která narušuje binokulární spolupráci očí a nazýváme ji aniseikonií. Vidění při anizometrii může být binokulární, alternující nebo monokulární.

Při vyšší anizometrii nedochází vlivem vznikající aniseikonie a nestejného prizmatického účinku k fúzi a vidění je buď alternující nebo monokulární. Alternující vidění nastane, je-li refrakce každého oka „výhodná“ na jinou vzdálenost. Tento stav nevyžaduje zapojení akomodace a konvergence, proto může být subjektivně příjemný. Arteficiálně lze navodit alternující vidění pomocí kontaktních čoček či implantací nitroočních čoček. Konečný stav se označuje jako „monovision“.

Při vysoké refrakční vadě může být jedno oko úplně vyřazeno z vidění. Supresi (útlumem) jeho obrazu dochází u mladých pacientů s anizometrií k amblyopii a rozvíjí se jen monokulární vidění.

[1, 3]

### *Anizometropie a amblyopie*

Při anizometrii vznikají problémy s fúzí a při rozdílu nad 3 D se nemůže dobře vyvíjet binokulární vidění. Více ametropické oko je utlačované a vyvíjí se anizometropická amblyopie, především u hypermetropie. Flynn a Ingram dokázali, že sférická či cylindrická anizometropie nad 1 D může vést k amblyopii. Každou takovou anizometrii musíme korigovat, při rozdílech větších jak 3 D je brýlová korekce nemožná. Tento problém je možné korigovat kontaktními čočkami.

Několik roků už se začíná problém vysokých anizometrií vedoucí k amblyopii řešit fotorefrakčním keratektomickým excimerovým laserem, přičemž se popisuje velmi dobrý efekt při dalším pozorování. Paysse dokázal snížit hypermetropickou anizometrii u dětí s amblyopií až o 4 D, čímž vytvořil dobré podmínky pro léčbu amblyopie a získání binokulárních funkcí.

Myopická anizometropie normálně nezpůsobuje výraznější amblyopii až při rozdílu nad 5 D. Dobré zrakové funkce se vysvětlují používáním jednoho oka do dálky a druhého do blízka.

Hypermetropická anizometropie, která je častější v dětském věku, může vyvolat těžkou amblyopii. Na vznik amblyopie stačí malý rozdíl, nad 2 D. Vysvětlení se zakládá na tom, že hypermetropie se vyskytuje ve fázi raného vývoje zraku a méně hypermetropické oko se používá víc než více hypermetropické, které vyžaduje vyšší akomodační schopnosti, a tak nastává suprese.

[7]

### 3 ANISEIKONIE

Jako aniseikonie se označuje nestejná velikost sítnicových obrazů v obou očích. Pokud jsou obrázky stejně velké, hovoří se o izeikonii. Největším problémem je uměle vytvořená aniseikonie, která vzniká při korekci anizometropie. Aniseikonie vadí od 1 - 2 % velikostního rozdílu. Rozdíly velikosti obrazů do 5 % umožňují většinou binokulární vidění. Při vyšších rozdílech narušuje binokulární spolupráci očí. Mladí lidé se obvykle od obtíží osvobozují supresí jednoho oka.

Aniseikonie se vyšetřuje na eikonometrech. Princip přístrojů je předkládání předmětů stejných rozměrů s malými, dobře odlišitelnými nesrovnalostmi.

Snížení aniseikonie lze dosáhnout redukcí anizometropické korekce, snížením vrcholové vzdálenosti brýlových skel nebo použitím kontaktních čoček. V některých případech lze použít soustavu speciálních izeikonických korekčních skel. Tyto brýlové čočky mají zvětšující efekt bez doprovodného refrakčního efektu.

[2, 3]

#### 3.1 Dělení aniseikonie

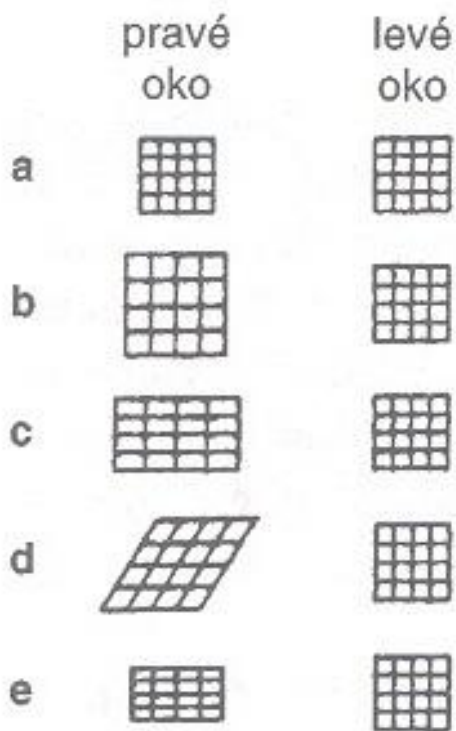
Rozeznává se aniseikonie statická a dynamická. Statická je klasická aniseikonie, která udává vnímavý rozdíl velikosti obrazů při fixovaném směru pohledu. Dynamická aniseikonie je tzv. vyvolaná anizoforie, která označuje rozdíl velikosti obrazů způsobený prizmatickým efektem při pohledu do periferie přes anizometropickou brýlovou korekci.

[8]

Aniseikonie fyziologická vzniká při asymetrické konvergenci, kdy při pozorování stranou ležícího předmětu je sítnicový obraz blíže k oku ležícího předmětu větší. V temporální polovině sítnice jsou světločivé elementy rozloženy hustěji. Funkční aniseikonie znamená, že lze vnímat stejně velké předměty jenom takové, které podráždí stejný počet smyslových buněk. Dioptrická aniseikonie je ovlivněna refrakcí oka. U brýlové aniseikonie záleží na poloze a sklonu brýlové korekce.

Dále se aniseikonie dělí podle osy vady, při aniseikonii vertikální nebo horizontální se obrazy liší jen v jedné rovině. U šikmé aniseikonie (obliqua) je zkreslení v rovině šikmé a při smíšené aniseikonii (mixta) je obraz v jedné rovině menší a v druhé větší.

[2]



Obr. 1: Velikostní změny obrazu při jednotlivých druzích aniseikonie: a - iseikonie, b - aniseikonie totalis, c - aniseikonie horizontalis, d - aniseikonie obliqua, e - aniseikonie mixta (zmenšení ve vertikálním směru, zvětšení v horizontálním směru nebo opačně).

### 3.2 Příčiny vzniku aniseikonie

Příčiny vzniku aniseikonie mohou být optické a neoptické.

Optické příčiny způsobují různou velikost obrazů na sítnici obou očí. Tyto příčiny lze dělit na přirozené a uměle vyvolané. Mezi přirozené optické příčiny se řadí nesouměrnost očí nebo nesouměrná konvergence. K umělým optickým příčinám patří korekce brýlovými skly.

K neoptickým příčinám aniseikonie se řadí stranově nesouměrná hustota rozdělení sítnicových elementů (čípků) a dále různé rozdíly mezi činiteli ve zrakových korových centrech. Aniseikonii může také navodit nestejná adaptace očí na světlo.

[4]

### 3.3 Projevy aniseikonie

Aniseikonie způsobuje světloplachost, diplopii a astenopické potíže (bolest hlavy, rozmazané vidění, bolest očí, únava). Hlavní problém je v poruše binokulárního a hlavně prostorového vidění. Poruchy odhadu vzdálenosti a zkreslování obrazu je možné přirovnat k latentní heteroforii stávající se manifestní po zrušení fúze. Jedná se tedy o trvalou vadu, kterou lze do jisté míry kompenzovat, a která se stává manifestní jen za určitých podmínek (např. po únavě).

Bannon a Triller po vyšetření 500 pacientů s anizometrií, zjistili nejčastější symptomy doprovázející aniseikonii, které jsou uvedeny v Tab. 2. Michaelse říká, že rozdíl 1 % ve velikosti obrazů může být již klinicky významný. Rozdíl nad 3 - 5 % ve velikosti obrazů je téměř vždy doprovázen průvodními symptomy.

[2, 6]

Tab. 2: Nejčastější symptomy doprovázející aniseikonii. [6]

<b>Symptomy</b>	<b>Zastoupení</b>
Astenopie	67 %
Fotofobie	27 %
Obtíže při čtení	23 %
Nevolnost	15 %
Diplopie	11 %
Nervozita	11 %
Závratě	7 %
Malátnost	7 %
Dezorientace	6 %

## 4 VYŠETŘENÍ DĚTSKÝCH PACIENTŮ

Vykorigování refrakční vady u dětí minimalizuje riziko vzniku defektů, jako je strabismus a amblyopie, zlepšuje zrakovou ostrost a binokulární vidění.

Spolupráce při vyšetřování refrakce u dětí může být velmi dobrá, ale také nesnadná. Vždy je velmi důležitá přítomnost rodičů a také jejich spolupráce. Při vyšetřování dávají malé děti přednost sezení na klíně rodičů. Po navázání kontaktu s rodiči i dítětem napomáhají dále ke zjištění refrakce dotazy na možné zdravotní problémy např. při porodu, po narození, při orientaci v zevním prostředí, při sledování televize a při dětských hrách. Udržet pozornost dítěte pomáhají různé nápadné hračky, předměty a zvuky.

Při vyšetřování zrakové ostrosti u dítěte je nutné respektovat polohu dalekého bodu, který není u novorozenců v nekonečnu, ale přibližně v 6/300. Ve třech měsících života bývá obvykle zraková ostrost 6/60, v šesti měsících 6/36, v jednom roce 6/18, ve dvou letech 6/12 – 6/9, ve třech letech 6/9 – 6/6 a ve čtyřech až pěti letech 6/6 – 6/5.

Při vyšetření dítěte je důležitá především trpělivost. Dítě totiž velmi brzy ztrácí soustředěnost. Při vyšetřování zrakové ostrosti většinou rychle pochopí, co se po něm chce, a rychle se učí znaky optotypů z paměti. Proto jsou výhodnější projekční optotypy, u nichž si není tak snadné znaky zapamatovat.

[9]

Neonatolog (specializovaný dětský lékař), který při prvním vyšetření dítěte ještě v porodnici hodnotí změny oka, okolí oka, víčka, přítomnost obou očí, jejich velikost, polohu očí ve vztahu k očnici, úchylku očních os (šilhání), nystagmus, ale také pomocí oftalmoskopu vyvolává červený reflex od pozadí. Pokud není reflex výbavný, předává ihned dítě do péče na specializované oftalmologické pracoviště.

Následující oční prohlídky dětí jsou součástí předepsaných kontrol u dětského lékaře ve 3, 6, 12 a 18 měsících. Při nich lékař věnuje pozornost postavení očí, nystagmu, monokulární fixaci a sledování pohyblivého i nepohyblivého předmětu.

Ve 3. a 5. roce lze zkoušet monokulární vidění na optotypech. Používají se obrázkové optotypy či Pflügerovy háky, při nichž během vyšetření dítě určuje, kam „ěčko“ ukazuje.

Další vyšetření zraku je také součástí prohlídek u dětského lékaře v 7, 9, 11, 13, 15 a 17 letech na normálních Snellenových optotypech.

[10]

Myopie je u malých dětí méně častá než hypermetropie. S přibývajícím věkem se počet myopických dětí zvyšuje. Ve školním věku musí být myopie plně korigovaná na dálku. U malých hypermetropů je nutné se přesvědčit o stavu akomodace, ta rozhoduje o korekci refrakční vady.

[11]

Tab. 3: Doporučení ke korekci refrakčních vad u dětí. [12]

pacient	oboustranná refrakční vada		
	hypermetropie	myopie	astigmatismus
věk do 2 let	+5 D a více	-5 D a více	±3 D a více
věk od 2 do 6 let	+5 D a více	-3 D a více	±2 D a více
věk od 6 let	+5 D a více	-1 D a více	±1 D a více
anizometropie	+1,5 D a více	-3 D a více	±1 D a více
amblyopie	plná cykloplegická korekce		
afakie	plná korekce, od 3 let bifokální korekce a add. +2,5 až +3,5 D		
astenopie	plná cykloplegická korekce s přičtením hodnoty +3 D		

Kojenci a děti s vysokým rizikem očních problémů by měli být pozorováni očním lékařem od narození, např. děti, které jsou předčasně narozené, děti s předpokladem vrozené katarakty, retinoblastomu, a metabolického nebo genetického onemocnění, dále ti, kteří mají významnou vývojovou vadu nebo neurologické obtíže a děti se systémovým onemocněním souvisejícím s očními abnormalitami. Protože děti si nestěžují na vizuální problémy, měření zrakové ostrosti je důležitou součástí kompletní dětské péče.

Děti s Downovým syndromem nebo mozkovou obrnou mají velmi často poruchu akomodace. U těchto dětí bývá většinou narušen proces emetropizace. Hypermetropie je u těchto dětí nutné korigovat plně, děti s Downovým syndromem většinou velmi dobře snášejí bifokální brýle.

[11, 13]



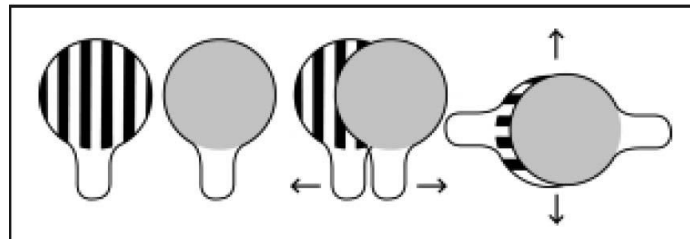
## 4.1 Metody vyšetření

Metody vyšetření lze dělit na verbální a neverbální, podle věku a inteligence dítěte.

### 4.1.1 Neverbální metody

Ke zjištění vidění u dětí již v batolecím věku lze použít metodu **preferential looking** – PL (test preferenčního vidění). Princip testu je velice jednoduchý, za určitých světelných podmínek a na určitou vzdálenost jsou dítěti předkládány podněty v podobě černých a bílých pruhů různé hustoty ve srovnání s neutrální šedou plochou. Dítě fixuje podnět opakovaně. Pokud nedokáže podnět rozlišit, nereaguje. Na formulář, na kterém jsou vyznačena pásma průměrných hodnot určitého věku vyšetřující zaznamenávána každou pozitivní reakci dítěte. Cardiffův test používá obrysy objektů (dům, auto), které jsou zajímavé pro dítě. Fotografie jsou umístěny buď na horní nebo dolní části šedé karty. Oba tyto testy jsou založeny na stejném principu.

[10, 14]



Obr. 2: Test preferenčního vidění.

**Zrakové evokované potenciály (VEP)** objektivizují zrakovou ostrost vyvoláním kortikální odpovědi na zábleskový nebo šachovnicový stimul. VEP nevyžaduje od dítěte motorickou odpověď, přesto jde o nejpřesnější senzitivní metodu měření. Vizuální percepce zahrnuje vyšší úroveň kortikálních procesů, jako je VEP schopná zachytit. Kortikální funkce dozrávají podstatně pomaleji než zrakový kortex, a proto VEP přeceňuje hodnotu zrakové ostrosti u dítěte.

**Optokinetický nystagmus (OKN)** se využívá u malých dětí do jednoho roka s podezřením na nedostatečnou fixaci. Jde o vyvolání nystagmoidního pohybu oka pomocí pohyblivého válce s různě intenzivními pruhy. Rychlá složka směřuje k podnětu, návrat bulbu do původního postavení očí je pomalejší. Čím je zraková ostrost lepší, tím jemnější pruhy dítě vnímá, což se projeví vyvoláním fyziologického nystagmu, který se objevuje přibližně při zrakové ostrosti od 1/60. Jeho vyvolání představuje minimální zrakovou ostrost 1/60. Nevyvolání může však znamenat i snížení pozornosti dítěte a ne zrakové funkce.

[7]



Obr. 3: Pohyblivý válec na vyvolání nystagmoidního pohybu.

#### 4.1.2 Verbální metody

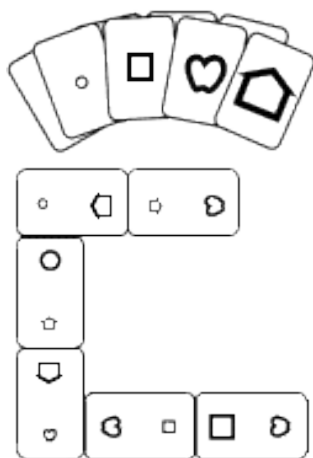
Pro měření zrakové ostrosti u starších dětí má pediatr k dispozici různé testy. Různé obrázkové testy jako jsou LEA symboly, lze použít pro děti od 2 do 4 let věku. Pro děti starší 4 roků jsou nástěnné optotypy (Snellenovy optotypy, Pflügerovy háky, Landoltovy kruhy).

[13]

Lea symboly jsou vhodné pro většinu malých dětí a jsou k dispozici v mnoha formátech. Lea symboly se skládají z jednoduchých tvarů, které děti znají: kruh,

čtverec, dům, jablko. Pomocí těchto testů se může zraková ostrost měřit na dálku i na blízko. Symboly jsou také k dispozici v trojrozměrném formátu, který může být snadnější pro některé děti. Zraková ostrost je měřena použitím jednoduché Lea hrací karty nebo Lea Domino, které odhalují, jaký nejmenší symbol může dítě rozeznat. Toto je velmi důležitá informace, která může říci, zda jsou oči amblyopické. Zraková ostrost pro vidění na dálku se měří na vzdálenost tří metrů. Pokud je tato vzdálenost příliš velká pro malé dítě, testování může být provedeno na vzdálenosti dvou metrů. U starších dětí je měření prováděno ve vzdálenosti až šesti metrů. Na těchto optotypech jsou dvě nebo tři sady symbolů v nižších řadách proto, aby binokulární a monokulární měření mohlo být provedeno pomocí různých sad symbolů. Tím se zabrání zapamatování znaků. Grafy s více sadami symbolů ve spodních řadách jsou příliš těžké pro 3 - 4leté děti. Pro ně stačí graf s 10 řádky a pouze jeden soubor symbolů.

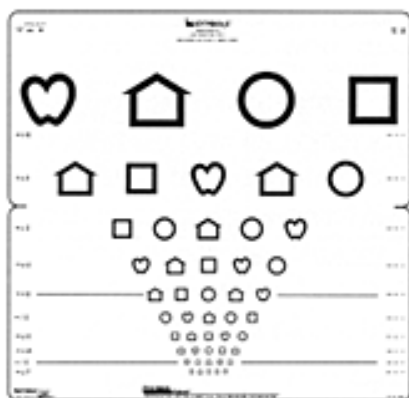
[15]



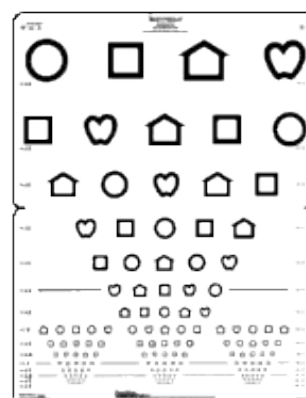
Obr. 4: Lea karty + Lea domino.



Obr. 5: Symboly v trojrozměrném formátu.



Obr. 6: Optotyp s jednou sadou znaků.



Obr. 7: Optotyp se třemi sadami symbolů.

U starších dětí se předkládají Pflügerovy háky - různě polohované „E“, které lze natáčet do čtyř poloh: nahoru, dolů, doleva a doprava. Tento směr může dítě ukazovat vlastní rukou nebo namalovaným „E“ či vidličkou. V dospělosti a školním věku se místo Pflügerových háků vyšetřuje zraková ostrost na Snellenových optotypech (písmena).

[16]



Obr. 8: Pflügerovy háky - různě polohované „E“.

#### 4.2 Techniky pro zjištění refrakce

**Skioskopie** stále zůstává základním vyšetřením kojenců a malých dětí, kteří odmítají spolupráci na automatických přístrojích. Také se využívá u těžšího stupně amblyopie a výraznou excentrickou fixací, toto onemocnění není na autorefraktometru vyšetřeno přesně. Skioskopie dále napomáhá při kontrole latentní hypermetropie po nasazení brýlí či při zlepšení vizu v průběhu pleoptické léčby amblyopie. U vyšetření má dítě nasazené brýle a není potřeba cykloplegických kapek. Princip vyšetření je založen na nepoměru lomivosti optických prostředí a délky oka. Vyšetřující vyvolá retinoskopem reflex od očního pozadí vyšetřovaného. Stín se může pohybovat souhlasně nebo nesouhlasně s pohybem retinoskopu. Předkládáním čoček ve skioskopické liště postupně pohyb stínu ustane. Nakonec se k hodnotě naměřené retinoskopem přičte převrácená hodnota vzdálenosti mezi vyšetřovaným a vyšetřujícím.

Mohindrova **retinoskopie** (skioskopie) umožňuje následné vyšetření motility a akomodace. Tato metoda je prováděna v úplné tmě, kdy obě oči mají uvolněnou akomodaci. Vyšetřuje se monokulárně. Světlo skioskopu je ztlumeno a při sledování reflexu svědčí stálá dilatace zornice o tom, že oko neakomoduje. Vyšetřování se provádí ze vzdálenosti 50 cm a Mohindra doporučuje odečíst 1,25 D od zjištěné hodnoty. U dětí do 2 let doporučují Saunders a Westall odečíst 0,75 D a u starších dětí 1,0 D. Tito autoři potvrzují, že výsledky měřené Mohindrovou metodou jsou stejné jako při cykloplegii.

[11, 12]

**Cykloplegická refrakce**, výhodou cykloplegie je široká zornice, která usnadňuje vyšetření nitra oka. Po cykloplegii nelze vyšetřovat motilitu, akomodaci a vidění do blízka. U dětí mladších se k cykloplegii většinou používají 0,5% atropinové kapky, u starších dětí pak 1% kapky. U dětí se světlou duhovkou poskytuje 1 kapka 1% roztoku dostatečnou cykloplegii po 20 minutách, komplexní pak nastane po 30 - 40 minutách. Děti s tmavou duhovkou potřebují obvykle 2 kapky. U cykloplegie jsou vedlejší účinky vzácné (halucinace, tachykardie). Dilatace zornic přetrvává několik hodin a je provázena světloplachostí. Dříve se aplikovala 1% atropinová mast (1x denně po 3 dny před vyšetřením). Tato cykloplegie byla kompletní a déletrvající, ale mohla být provázena zrychlenou a nepravidelnou srdeční činností. Dilatace zornice napomáhá k vyšetření očního pozadí. Děti obvykle sledují světlo oftalmoskopu, proto je vyšetření binokulárním oftalmoskopem jednodušší.

[9]

**Vision Screener** (screeningový autorefraktometr) se vyvinul teprve nedávno, zpřesnil přístroj pro rychlé a přesné vyšetření zraku u malých dětí. Přístroj pracuje na základě počítačové analýzy obrazu sítnicového reflexu při změně polohy světelného zdroje. Přístroje využívající tento princip existovaly už dříve, ale tento typ byl výrazně vylepšen o výpočet algoritmu refrakce ze získaných dat, přístroj poskytuje přesné hodnoty vady zraku. Vyšetření je velice jednoduché, rychlé a pro dítě šetrné a bezbolestné.

Speciální kamera zaměří na oči vyšetřovaného ze vzdálenosti jednoho metru a snímá odraz infračerveného světla od očního pozadí, který se vytváří na zornici. Z charakteru obrazce jsou vypočteny sférické hodnoty refrakce. Měření je opakováno ve třech meridiánech, aby mohla být také určena cylindrická složka korekce. Oko infračervené světlo nevnímá, takže vyšetřovaná osoba není oslněna. Výsledky z tohoto přístroje se shodují s hodnotami skiaskopie při zúžených zornicích. Přístroj dokáže vyhodnotit refrakční vady (hypermetropii, myopii, astigmatismus), dále pak postavení očí, strabismus, rohovkové reflexy a průměry zornic. Vyšetření je bezkontaktní, binokulární a bez nutnosti rozkapání očí. Pro udržení pozornosti malých dětí přístroj bliká a hraje melodii. Při dobré spolupráci bývá vyšetření hotové během 5 - 10 vteřin. U malých dětí (do jednoho roku) se musí většinou vyšetření opakovat, než se zachytí výsledek.

[17, 18]



Obr. 9: Vyšetření pomocí Vision Screeneru.

#### 4.3 Další potřebné vyšetření

**Zakrývací test** se používá k zjištění forie a tropie a jejich směrů. Zakrytí a rychlé odkrytí oka odhalí latentní odchytku nebo stranovou tropii. Při zakrytí vedoucího oka začne fixovat strabické oko, které se po odkrytí buď okamžitě vrací do odchytky nebo při alternujícím strabismu podrží fixaci. Při alternujícím zakrývacím testu je třeba podržet okluzi 2 - 3 sekundy, aby se disociovala fúze, potom se okluzi dá před druhé oko. Disociací binokulární fúze je možné určit odchytku, případně latentní forii.

[7]

Vyšetření **motility** se provádí v devíti směrech, ve čtyřech základních rovinách (doprava, doleva- funkce horizontálních svalů, nahoru a dolů- společná funkce zvedáčů a skláněčů), a čtyřech šikmých rovinách (samostatně se hodnotí vertikální a šikmé svaly). Nakonec se hodnotí i konvergentní souhyb. Při vyšetření se dítěti nechá fixovat drobný barevně kontrastní obrázek, připevněný např. na tužce.

Pro vyšetření **jednoduchého binokulárního vidění** se používá troposkop, pro jednotlivé stupně se používají rozdílné obrázky, které lze vyměňovat. Zahnuté tubusy troposkopu se zrcadly a čočkami podmiňují vidění přímo vpřed a také zároveň odstraňují akomodaci, tedy dávají pocit vidění do dálky. Tubusy jsou na otočných stupnicích, které umožňují měřit úhel šilhání. Objektívni úhel strabismu se měří podle

pohybu oka v krycím testu, jenž se vyvolává střídavým zapnutím osvětlení obrázků. Subjektivní úhel strabismu je údaj, který udává postavení oka podmíněným vnímáním obrazů samostatným pacientem. K vyšetření se používají rozdílné obrázky.

**Stereoskop** je založen na principu rozdělení binokulárního zorného pole podélnou přepážkou, která rozděluje dva obrázky se stejnou konturou, ale liší se v detailech. Vyšetřovaný by je měl spojit v jeden vjem. Hodnotí se, zda vidí všechny detaily, chybění znamená supresi oka. Pozorována je také stálost fixace očí.

[12]

Pro vyšetření **barvocitu** se používají barevné tabulky, na kterých jsou místo čísel různé obrázky (kruhy, hvězdy, čtverce).

**Zorné pole** se obvykle vyšetřuje u 6 - 7letých dětí. U menších dětí se vyšetřující snaží odhadnout zorné pole tak, že sedí proti dítěti a za dítětem stojí osoba, která se snaží z periferie upoutat jeho pozornost nápadným předmětem.

[9]

## 5 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ ANIZOMETROPIE

Možnosti řešení se liší podle toho, zda je anizometropie myopická nebo hypermetropická. Práce je více zaměřena na řešení myopické anizometropie. Při léčbě myopické anizometropie u dětí platí, že se předepisuje plná korekce sférické a cylindrické složky refrakční vady. U většího rozdílu refrakční vady a ověřené nemožnosti plné brýlové korekce je aplikována kontaktní čočka. U vyššího astigmatismu se osvědčila kombinace brýlové čočky s cylindrem a kontaktní čočky pro korekci sférické složky refrakční vady. U vysoké myopické anizometropie je přítomna téměř vždy amblyopie. Její léčba zahrnuje kromě plné korekce refrakční vady i důslednou pleoptickou léčbu s okluzí dominantního oka. Po úspěšné pleoptické léčbě přichází ortoptické cvičení se snahou o obnovení porušeného jednoduchého binokulárního vidění. Včasné odhalení anizometropické amblyopie je důležitou podmínkou úspěšné léčby. Dětem s vysokou myopickou anizometrií je možné dát plnou brýlovou korekci proto, že jejich snášenlivost plné korekce je individuální a je větší než u dospělých. Některé děti mohou mít v brýlích rozdíl až 5 D a nemají žádné problémy, ve výjimečných případech mohou mít i větší rozdíl, což je u dospělých téměř nemožné. Některé děti mohou mít potíže vyplývající z aniseikonie při vyšším dioptrickém rozdílu mezi pravým a levým okem.

[19]

### 5.1 Brýlová korekce

U brýlové korekce anizometropie vzniká aniseikonie a nestejný prizmatický efekt při pohledu mimo středy brýlových čoček. Prizmatický odklon vede k anizoforii (porucha svalové rovnováhy) při změně pohledového směru. Problematické binokulární vidění se u vyšší anizometropie může projevovat astenopickými potížemi, nevolností a diplopií. Anizometropie do 3 D většinou nečiní obtíže, větší rozdíly (5 – 7 D) snášejí dobře děti a mladí lidé. Snášenlivost bývá individuální a s věkem klesá. Někdy se podkorigováním jednoho oka vytvoříme kompromis mezi zrakovou ostrostí a snášenlivostí korekce.

[3]

Čočky do anizometropických brýlí do dálky se centrují ve svislém směru zásadně na střed zornice, hlava pacienta je přirozeně nakloněná a pohled musí směřovat do dálky. Optické středy u brýlí na čtení musí být podstatně níž. Při korekci anizometropie



brýlemi se lze setkat se stížnostmi od zákazníků, že brýle jsou nevzhledné, těžké, zužují zorné pole – nutí k pohybům hlavou. Ke snížení těchto potíží pomohou plastové brýlové čočky s vysokým indexem lomu, malým průměrem, malou středovou tloušťkou a aplikované co nejbližše k rohovce nebo pak speciální iseikonické čočky. Lidé s korigovanou anizotropií pomocí brýlových čoček je vhodné upozornit, aby spíše než oči, natáčeli celou hlavu ve směru pohledu.

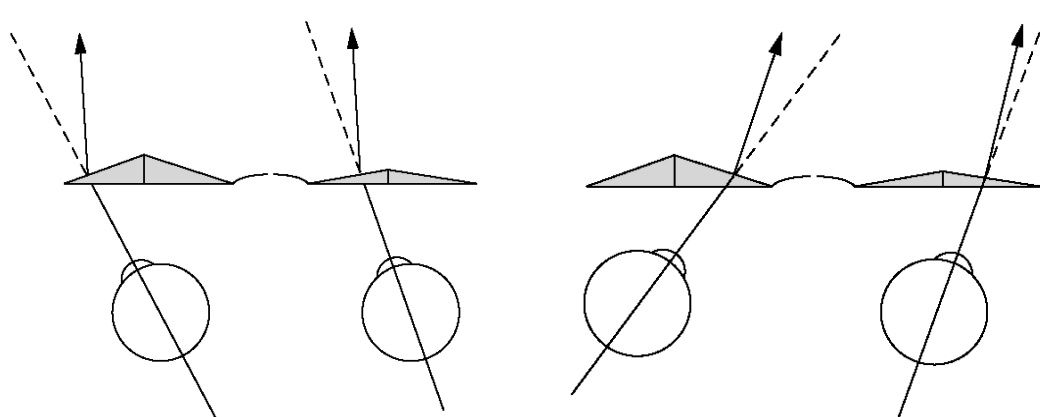
[2, 6, 20]

Pacientům s anizotropií větší než 2 D vzhledem k prizmatickému účinku skel není vhodné předepisovat bifokální brýle. Okraj čočky totiž působí při pohledu dolů jako prizma a může docházet k dvojitému vidění. V případě zájmu o tento druh korekce je potřeba objednat speciální úpravu jedné z čoček. Úprava se provádí speciálním klínovým zabroušením slabší spojné (silnější rozptylné) čočky v její spodní části tak, aby se klínové účinky obou čoček ve vztažném bodě korekce do blízka rovnaly. Tato bifokální čočka má na přední ploše v úrovni předělu charakteristické vodorovné zalomení přední plochy.

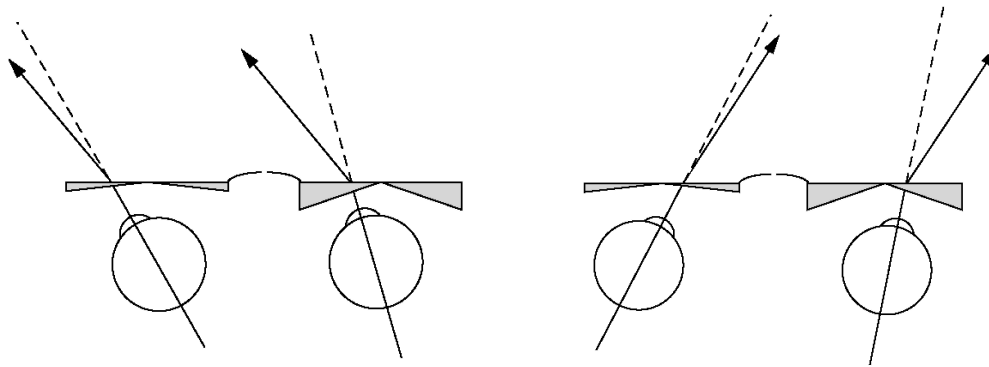
[3, 20]

Při pohledu do stran jsou oči vystaveny nestejnému klínovému účinku. Na obr. 10 a 11 je vidět, že kritičtější směr pohledu, při kterém by u uživatele brýlí pro zachování jednoduchého binokulárního vidění pohledové osy musely jít do divergence, nastává ve směru silnější spojné čočky, resp. slabší rozptylné korekce.

[20]



Obr. 10: Ve směru pohledu silnější spojky je oční pár nucen do divergence – více kritický směr. Ve směru pohledu slabší spojky jsou oči nuceny do konvergence – méně kritický směr.



Obr. 11: Ve směru pohledu slabší rozptylky jsou oči nuceny do divergence – kritický směr. Ve směru pohledu silnější rozptylky je oční pár nucen do konvergence – méně kritický směr.

#### *Anizodistanční úprava brýlí*

Nižší stupeň aniseikonie lze korigovat upravenými brýlemi tzv. anizodistančními. Po nasazení brýlí se brýlové čočky budou nacházet před očima v různé vzdálenosti. Je známo, že vzdalování plusové čočky od oka obraz na sítnici roste a vzdalováním rozptylky se zmenšuje. Proto se chce technickým způsobem dosáhnout vzájemného předozadního osového posunutí obou čoček v brýlovém středu tak, aby na sítnici byly stejně velké obrazy. Pro tuto změnu velikosti obrazu na sítnici, platí vztah:

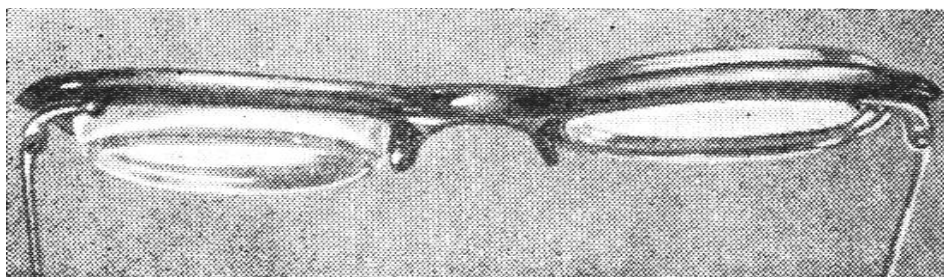
$$\beta = 1 - \Delta d * S'_{\xi}$$

- $\beta$  - zvětšení
- $\Delta d$  - změna vzdálenosti v metrech (při posunu čočky k oku se dosazuje záporná hodnota, při posunu od oka kladná)
- $S'_{\xi}$  - vrcholová vzdálenost brýlové čočky v D

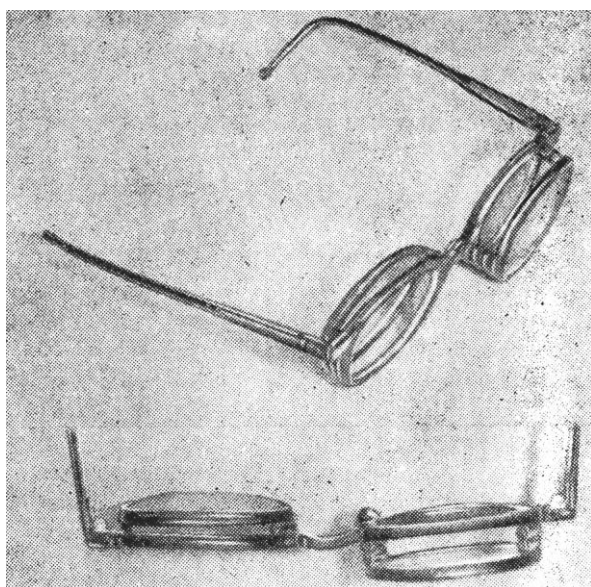
Existuje mnoho řešení posunu čoček, avšak každé z nich zhorší vzhled brýlí. Proto se tyto brýle zhotovují jen výjimečně. Úpravu lze provést např.:

- deformací nosníku,
- posunutí hrany fazety na jedné čočce u její přední plochy, na druhé u její zadní plochy,
- zdvojením jedné z očí a předsazení čočky do vzdálenější polohy.

[21]



Obr. 12: Anizodistanční úprava brýlové obruvi pomocí rozdílné polohy fazety brýlových čoček.



Obr. 13: Anizodistanční úprava brýlí pomocí zdvojení očí.

## 5.2 Kontaktní čočky

Kontaktní čočky jsou kvalitní léčebnou alternativou optické korekce vyšší anizometropie. Kontaktní čočky mají své výhody, a to především: zanedbatelnou vrcholovou vzdálenost lomivých ploch od rohovky, neutrální prizmatický efekt při pohledu do stran, absence anizoforie, neomezené zorné pole a minimální aniseikonii při anizometropii. Při testování kontrastní senzitivity u vyšší myopie jsou lepší výsledky korekcí kontaktními čočkami než brýlovými čočkami.

Výrazně vyšší aniseikonii při korekci brýlemi než při korekci kontaktní čočkou prokázal A. Bradley při studiu jedinců s vysokou axiální anizometrií. Vzhledem k zanedbatelné vrcholové vzdálenosti lomivých ploch kontaktních čoček lze dosáhnout u axiální anizometropie významné redukce aniseikonie na minimální úroveň, která není překážkou vývoje binokulárního vidění.

[19]

Lze kombinovat brýlové a kontaktní čočky, kdy vznikne tzv. holandský dalekohled (afokální systém, ohniska objektivu a okuláru splývají). Kombinací spojky a minusové kontaktní čočky se dosáhne zvětšení obrazu, ke zmenšení obrazu použitím plusové kontaktní čočky a rozptylné brýlové čočky.

[6]

V případě nesnášenlivosti plné brýlové korekce a vzniku intolerance kontaktní čočky u vysoké myopické anizometropie, kde není možný vývoj nebo udržení jednoduchého binokulárního vidění, se používá refrakční chirurgie.

[19]

#### *Komplikace spojené s nošením kontaktních čoček*

V souvislosti s aplikací kontaktních čoček je nutné si uvědomit, že kontaktní čočka vlastně představuje cizí těleso na povrchu oka, které zasahuje do přirozeného prostředí rohovky. Komplikace při nošení kontaktních čoček zahrnují různá hlediska – systém péče o čočky, dokonalá hygiena, dodržování doporučené doby nošení a režim výměny.

Mezi komplikace při nošení kontaktních čoček se řadí např. dysfunkce Meibomských žláz, hyperémie spojivky (překrvení), papilární konjunktivitida, neovaskularizace na rohovce, mikrocyty, infiltráty, akantamébová keratitida.

[22]

### 5.3 Laserové operace

Začátky fotorefrakční keratektomie (PRK) spadají do 80. let 20. století. S. L. Trokel publikoval v roce 1983 výsledky experimentálního působení laserového záření na povrch rohovky. Dále byl také přesně popsán specifický systém excimerového laseru využívající se jako laserové medium argon - fluorid, emitující záření o vlnové délce 193 nm. T. Seiler v roce 1986 – 1987 poprvé klinicky využil excimerový laser, kdy odstranil patologický povrch rohovky a vytvořil lineární keratotomii. Technologie excimerových laserů byla výrazně modernizována v průběhu 90. let. Korekce myopie a astigmatismu pomocí fotorefrakční keratektomie (PRK) excimerovým laserem se stala vysoce uznávanou a používanou. Tato metoda je vzhledem k vlastnostem excimerového laseru přesná a efektivní. V posledních letech se objevily možnosti, které řeší využití fotorefrakční keratektomie ke korekci dětských pacientů s vysokou myopickou anizometropií. V případě nesnášenlivosti kontaktních čoček je možné použít metody

refrakční chirurgie jako je fotorefrakční keratektomie (PRK) nebo laser in situ keratomileusis (LASIK). Většina zahraničních studií prezentuje uspokojivé výsledky laserové refrakční chirurgie u dětských pacientů.

V dosud jediné zahraniční studii byla prokázána dostatečná efektivita a bezpečnost metody PRK v léčbě myopické anizometropické amblyopie u předškolních dětí, které měly problémy s kontaktními čočkami. Během posledních let jsou velmi povzbudivé výsledky relativně nové metody, povrchové fotoablace excimerovým laserem – laser subepithelial keratomileusis (LASEK) u dospělých pacientů pro korekci myopie a astigmatismu.

Jestliže vznikne u vysoké myopické anizometropie intolerance kontaktní čočky a nesnášenlivost plné brýlové korekce, není možný vývoj nebo udržení jednoduchého binokulárního vidění. U těchto dětí se používá metoda fotorefrakční keratektomie (PRK) ke korekci vysoké myopické anizometropie nad -6 D se snahou o udržení či zlepšení předoperačních hodnot a dosažené úrovně binokulárního vidění. Ve světě se zájem o tuto problematiku u dětí velmi zvyšuje. Existuje rozšíření indikací kromě myopické anizometropie také o hypermetropii do +5 D. Z metod refrakční chirurgie užívaných u dospělých byly pro korekci vysoké myopické anizometropie u dětí použity s prvními pozitivními výsledky jak PRK, tak LASIK a implantace fakických nitroočních čoček. Hypermetropická anizometropie se také může po selhání tradičních léčebných metod řešit pomocí chirurgické léčby. Refrakční laserová léčba dalekozrakosti je obtížnější, protože ablační zóna je jiná než u myopie. U myopie se laseruje periférie rohovky a u hypermetropie střední zóna rohovky.

[19, 23]

Obecně platí, že PRK pro korekci myopie a astigmatismu se provádí po dosažení věku 18 – 20 let a stabilizaci refrakční vady. Výjimkou jsou děti s vysokou myopickou anizometropií s intolerancí kontaktní čočky a nesnášenlivostí plné brýlové korekce.

[24]

### 5.3.1 Druhy operací

#### **PRK – photorefractive keratectomy**

Základní princip fotorefrakční keratektomie je provedení povrchové laserové fotoablace po předchozím mechanickém odstranění epitelu. Mechanické metody pro odstranění epitelové vrstvy rohovky se dělí na ty s použitím ostrých nebo na ty s použitím tupých nástrojů. Nejčastěji používaný nástroj se nazývá „hokejka“. Nástroj ji

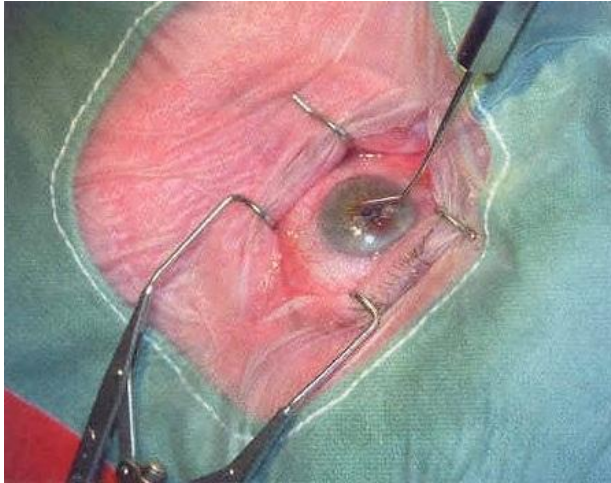
svým tvarem i sklonem čepele skutečně připomíná. Abraze se zahajuje většinou uvnitř vyznačené optické zóny a postupně se škrábáním odstraňuje epitelová vrstva. V případě, že se řeší i astigmatismus, provádí se abraze v příslušné ose až do periferie. Další možností je chemická abraze, která využívá účinků alkoholu na epitel. K rohovce se přitiskne marker naplněný 20% etylalkoholem a nechá se 15 sekund působit. Tím dochází k dehydrataci epitelové vrstvy rohovky, která se pak snadno odloučí. Seškrábaný povrch rohovky se nepolévá. Po abrazi následuje vlastní laserová fotoablace. Tento krok je stejný jako při metodě LASIK.

Způsob provedení vlastní fotoablace se liší podle typu excimerového laseru. U prvních systémů tvar fotoablace připomínal z profilu obrácenou pyramidu. Tento způsob se také nazývá multizonální. Používala se nižší frekvence pulzů (kolem 15 Hz) a laserovaná plocha měla maximálně 7 mm. Operační zákrok probíhá v několika krocích, kdy se postupně zvětšuje širší abladované zóny (od 3 mm do 7 mm). Novotvořený povrch není ideálně hladký, proto je jednou z nevýhod, že jednotlivé kroky fotoablace byly po operaci patrné i na topografické mapě rohovky, což pacientům přináší spoustu vedlejších vizuálních problémů. S vývojem technologie přichází i změna přístupu k opracování rohovky. K fotoablacii se používá systému tzv. tančícího paprsku, také označován jako „létající bod“. U tohoto způsobu bylo nutno zvýšit frekvenci pulzů na 25 Hz, ale také se současně zmenšila stopa pulzu na 1 – 2 mm. Na první pohled chaotický skenovací pohyb paprsku je naopak přesně vypočten tak, že fotoablací dochází k hladkému a přesnému opracování rohovky.

[12]

Hned po zákroku dostává pacient antibiotika. Na rozdíl od LASIKU je zde po provedeném zákroku nutná aplikace kontaktní čočky. PRK je poměrně bolestivá kvůli regeneraci epitelu rohovky, která trvá minimálně 4 dny. Celková stabilizace je asi 3 měsíce. Ke komplikacím PRK patří např. regrese, prodloužená doba hojení, to zvyšuje riziko vzniku infekční keratitidy a haze (zjizvení rohovky a zkalení jejích povrchových vrstev).

[12, 25]



Obr. 14: Mechanická abraze epitelu při PRK.

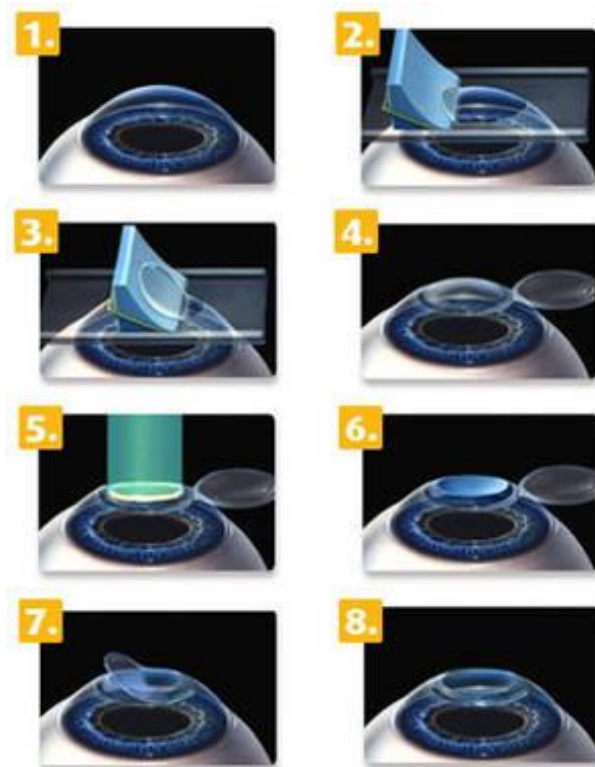
### **LASIK – Laser in situ keratomileusis**

Metoda LASIK patří v současné době mezi nejužívanější laserové metody. LASIK se používá pro korekci myopie nad -4 D, její horní hranice je maximálně -15 D. Pro hypermetropii lze tuto metodu využít v rozsahu +2 až +7 dioptrií. Principem metody je seříznutí rohovkové lamely, jejíž tloušťka se pohybuje v rozmezí 130 – 180  $\mu\text{m}$  a následné fotoablaci excimerovým laserem. Podle typu a velikosti refrakční vady se volí velikost a rozložení fotoablace. Zásadním pravidlem laserové fotoablace je zachování alespoň 250  $\mu\text{m}$  intaktní rohovkové tkáně. Hojení rány je velmi rychlé, zraková rehabilitace trvá jen několik dnů. Nezbytnou součástí předoperačního vyšetření je pachymetrie, protože tloušťka rohovky hraje důležitou roli v rozhodování, kolik dioptrií lze odstranit.

Samotná operace probíhá následovně: po očištění víček a okolí oka dezinfekčním prostředkem se incizní folií zakryjí řasy a nasadí se víčkový rozvěrač. Na povrch rohovky se vyznačí pomocí metylenové modře orientační značky. Na oko se nasadí přísavný kroužek, jehož přísátím se fixuje bulbus a udržuje se stabilní nitrooční tlak (tlak nesmí klesnout pod 65mmHg), který je důležitý ke správnému seříznutí lamely. Po spojení mikrokeratomu (technické zařízení, které slouží k vytvoření rohovkové lamely o pravidelné tloušťce) s přísavným kroužkem se seřízne lamela. Následně se rohovková lamela odklopí a nyní následuje samotná fotoablace stromatu rohovky. Orientace lamely se liší podle typu mikrokeratomu. Po důkladném očištění stromatu se přiklopí lamela zpět na své místo (k přesné orientaci slouží značky na rohovce). Potřebná doba k přilnutí lamely je cca 2 – 3 minuty, lamelu není třeba šít ani krýt kontaktní čočkou. Ukázalo se, že ta by mohla naopak způsobit decentraci mechanickým způsobem.

Nakonec se aplikují antibiotika. V časně pooperační péči se podávají antibiotika, kortikosteroidy a umělé slzy.

[12, 25, 26]



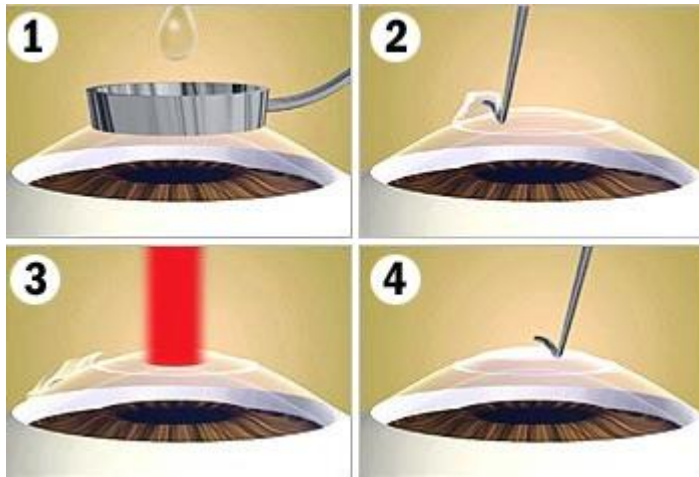
Obr. 15: Operace LASIK, 2. – 3. Odříznutí rohovkové lamely pomocí mikrokeratomu, 4. Odklopení rohovkové lamely, 5. Fotoablace rohovkového stromatu, 7. – 8. Přiklopení lamely na původní místo.

### **LASEK - laser subepithelial keratomileusis**

Metoda LASEK představuje zvláštní formu operace PRK, kdy rohovkový epitel není mechanicky odstraněn, nýbrž sloupnutý od povrchu stromatu. Laserová refrakční operace LASEK využívá tzv. epitelový flap. Na začátku operace se na povrch rohovky přiloží marker ve tvaru kroužku a do něho se aplikuje 18% alkohol na dobu 30 sekund. Poté se alkohol odsaje a rohovka opláchne. Vytvoří se epiteliální lalok, který se sroluje mimo ablační zónu. Po shrnutí celého epiteliálního laloku se pokračuje laserovou fotoablací jako u metody PRK. Po ukončení fotoablace se rohovkové stroma opláchnou a epitelový lalok se opět umístí na původní místo. Tato metoda je definitivně zakončena aplikací kontaktní čočky.

[12]





Obr. 16: Operace LASEK. 1. Přiložení markru a aplikace etanolu, 2. Srolování epitelového laloku, 3. Fotoablace laserem, 4. Nasazení lamely na původní místo.

### 5.3.2 Komplikace

Důležitá podmínka úspěchu léčby anizometropie u dětí je mimo jiné včasný záchyt a včasné zahájení komplexní léčby vysoké anizometropie, dokud není zafixována již neléčitelná amblyopie. O zákroku musí být rodiče důkladně informováni, o všech rizicích známých z těchto operací u dospělých a o velmi malém počtu takových zákroků provedených u dětí.

Operace může být provedena bez nutnosti celkové anestezie, ale také i v celkové anestezii. Dále musí být dítě hospitalizováno v nemocnici pár dní po zákroku. Součástí komplexního vyšetření je anamnéza, nekorigovaná a korigovaná zraková ostrost celkový ortoptický status, autorefraktometrie, keratometrie, počítačová topografie rohovky, Schirmerův test, biomikroskopie, bezkontaktní tonometrie, pachymetrie rohovky, vyšetření očního pozadí pomocí přímé a nepřímé binokulární oftalmoskopie. Dále je součástí předoperační přípravy opakovaný nácvik fixace pod operačním mikroskopem a navození pozitivního psychického stavu dítěte z pocitů strachu a úzkosti. Součástí pooperačního sledování je i hodnocení možných časných a pozdních pooperačních komplikací, např. průběh hojení epitelu rohovky, regrese a haze.

[24]

V případě, že nastanou problémy během operace s vytvořením a repozicí epiteliálního laloku při metodě LASEK, lze přestoupit na metodu PRK a tak zákrok i dokončit.

Hlavními problémy při PRK u vyšší myopie jsou tendence k vyššímu subepiteliálnímu zamlžení rohovky – haze a myopické regrese. K možné redukci haze

a myopické regrese se používá vícestupňový PRK s přechodnou zónou, ochlazování rohovky a pooperační lokální aplikací kortikosteroidů. Multizonální ablace snižuje tvorbu haze a míru regrese snižuje PRK s přechodnou zónou.

Možné pooperační komplikace lze dělit na časné a pozdní. Do časných komplikací patří prodloužené hojení epitelu, pooperační bolestivost, sterilní rohovkové infiltráty, bakteriální keratitidy, edém rohovky. Do pozdních komplikací se řadí překorigování, podkorigování, nepravidelný astigmatismus, decentrace ablační zóny, syndrom recidivující eroze rohovky.

Většina dětí nemá komplikovaný průběh. S terapeutickou kontaktní čočkou jsou oči v časném pooperačním období klidné.

[19]

### 5.3.3 Výsledky operací

Výsledky operací, které jsou zde uvedeny, jsou doc. MUDr. Rudolfa Austry, CSc., MBA, který se touto problematikou zabývá.

V této části jsou hodnoceny výsledky fotorefrakční keratektomie u ametropických dětí s vysokou myopií, u kterých je prokázána intolerance kontaktní čočky a nesnášenlivost plné brýlové korekce. Cílem léčby bylo udržení či zlepšení již dosaženého binokulárního vidění bez nebo se snesitelnou brýlovou korekcí. Soubor tvoří 13 dětí s průměrným věkem 11,5 roku v době operace. Průměrná hodnota myopie před operací byla -8,9 D na operovaném oku. Podmínkou, aby dítě mohlo podstoupit operaci, je intolerance kontaktní čočky, nesnášenlivost plné brýlové korekce a předchozí pleoptická léčba s nácvikem binokulárního vidění. Děti byly vždy hospitalizovány. Doba sledování po zákroku u všech dětí byla delší než dva roky.

Průměrná hodnota refrakční vady u dětí byla 2 roky po operaci -1,12 D. Dále se také porovnávaly výsledky binokulárních funkcí před a po operaci. Při hodnocení binokulárních funkcí bez korekce před zákrokem mělo 5 dětí superpozici. Dva roky po zákroku měly všechny děti superpozici (12 dětí mělo fúzi I, 9 dětí fúzi II, a 6 dětí fúzi III a stereopsi). Na tomto základě se PRK u dětí jeví jako efektivní a bezpečná metoda pro korekci vysoké myopické anizometropie při nesnášenlivosti kontaktní čočky nebo plné brýlové korekce. Tento zákrok je možností, jak u dětí dále zachovat předem vycvičený stupeň binokulárního vidění, nebo ho dokonce i zlepšit.

[24]

I ve světě má metoda PRK povzbudivé výsledky, které jsou bohužel limitovány nevelkým počtem dětí a omezenou dobou sledování po operaci. Např. D. Singh provedl fotorefrakční keratektomii u 6 dětí ve věku 11 – 14 let, které měly jednostrannou myopii. Za 5 - 24 měsíců po operaci udává průměrnou redukci myopie z předoperační myopie -12,1 D na -2,9 D. Dále H. D. Nano udává výsledky PRK u myopické anizometropie u 5 dětí s intolerancí kontaktní čočky a s amblyopií, jejichž průměrný věk byl 12,4 let. Průměrná sférická vada u dětí byla -7,9 D před operací a po operaci se změnila na -1,55 D (sledováno 12 měsíců po operaci). J. L. Alio zhodnotil výsledky PRK pro léčbu myopické anizometropie a amblyopií u 6 dětí ve věku 5 - 7 let. Výchozí refrakční vada operovaných očí byla průměrně -9,58 D. Při poslední kontrole za 2 - 3 roky se refrakce snížila v průměru na -2,13 D. Tato doba sledování je ze všech zahraničních studií nejdelší.

[19]

V další studii jsou srovnávány výsledky korekce dětí s vysokou myopickou anizometropií pomocí chirurgické léčby (PRK, LASEK) a kontaktní čočky. Skupinu A tvoří 43 dětí (43 očí), u kterých byla provedena korekce excimerovým laserem na více myopickém oku s amblyopií. Tyto děti nesnášely plnou brýlovou korekci a kontaktní čočku, a také u nich byla léčena amblyopie. Z těchto dětí jich 14 podstoupilo multizonální PRK a 29 jich podstoupilo metodu LASEK. Ve skupině B je 37 dětí léčených pomocí kontaktní čočky nebo kombinací kontaktní a brýlové čočky. Skupina B byla kontrolním souborem pro srovnání konečných výsledků zrakové ostrosti a kvality binokulárního vidění. Obě skupiny byly sledovány 24 měsíců. Předoperační data jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 4: Předoperační data na začátku léčby u obou skupin. [19]

	Skupina A (PRK, LASEK)	Skupina B (kont. čočky)
<b>Celkový počet dětí/očí</b>	43/43	37/37
<b>Průměrný věk ± SD (rozsah, roky)</b>	5,4 ± 2,1 (3 až 7)	5,1 ± 1,8 (3 až 7)
<b>Průměrný SE ± SD (rozsah, D)</b>	-8,25 ± 2,37 (-6,0 až -11,25)	-7,95 ± 2,11 (-5,75 až -11,5)
<b>Průměrná anizometropie (rozsah, D)</b>	-7,68 ± 2,09 (-5,25 až -10,5)	-7,41 ± 1,85 (-5,0 až -10,75)
<b>Průměrný astigmatismus (rozsah, D)</b>	-1,85 ± 1,51 (-0,25 až -3,5)	-1,62 ± 1,44 (-0,5 až -2,75)
<b>Průměrná NKZO ± SD</b>	0,23 ± 0,21	0,16 ± 0,19
<b>Stereopse (% dětí)</b>	0 %	0%

Pozn.:

PRK = fotorefrakční keratektomie

LASEK = laser subepithelial keratomileusis

SE = sférický ekvivalent refrakce

SD = standardní odchylka

NKZO = nejlepší korigovaná zraková ostrost v decimálním vyjádření = průměrná hodnota SE cykloplegické refrakce více myopického oka s amblyopií = průměrný rozdíl ve sférickém ekvivalentu mezi oběma očima u cykloplegické refrakce

Předoperační vyšetření u dětí ve skupině A zahrnovalo naturální a nejlepší zrakovou ostrost s korekcí, vyšetření binokulárního vidění, aniseikonie, manifestní a cykloplegickou refrakci, biomikroskopii, počítačovou tomografii, pachymetrii, tonometrii, měření axiální délky oka pomocí ultrazvukové biometrie, Schirmerův test, vyšetření fundu. U všech dětí bylo u ortoptického vyšetření prokázáno paralelní postavení očí nebo horizontální úchylka maximálně do 5 PD (prizmatických dioptrií), vertikální úchylka maximálně do 2 PD.

Operace u dětí byly provedeny v celkové anestezii. U obou metod (PRK a LASEK) laserové refrakční fotoablace, byl použit stejný excimerový laser. Po operaci byly všechny děti kontrolovány denně v prvním týdnu po operaci, dále pak za 1, 3, 6, 9, 12, 18 a 24 měsíců. Opět se prováděla vyšetření, která jsou uvedena výše. Po operaci také všechny děti pokračovaly v léčbě amblyopie redukovanou okluzí dominantního oka.

Všechny děti ve skupině B byly také během celé doby sledovány a kontrolovány po 3 měsících. Součástí kontroly vždy bylo vyšetření vizu, ortoptický status a binokulární funkce, manifestní a cykloplegická refrakce, keratometrie a biomikroskopie.

Výsledkem studie ve skupině A bylo snížení sférického ekvivalentu z  $-8,25 \pm 2,37$  D na  $-1,48 \pm 1,13$  D za dva roky po chirurgickém zákroku. Na neoperovaném oku se za 2 roky změnil sférický ekvivalent refrakce z hodnoty  $-0,57 \pm 1,18$  D na  $-1,79 \pm 1,04$  D. A hodnota rozdílu sférického ekvivalentu mezi oběma očima se snížila z  $-7,68 \pm 2,09$  D na  $-0,31 \pm 0,28$  D. Operací bylo tedy dosaženo 96% redukce anizometropie.

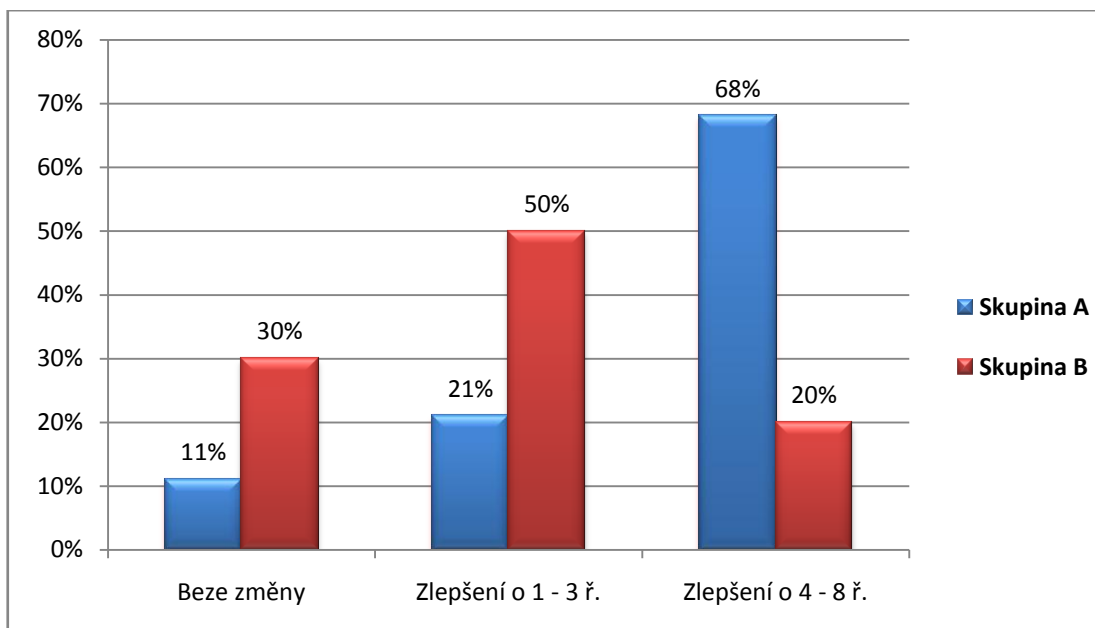
Tab. 5: Změny sférického ekvivalentu u skupiny A

	skupina A	
	před zákrokem	2 roky po operaci
<b>SE operovaného oka</b>	$-8,25 \pm 2,37$ D	$-1,48 \pm 1,13$ D
<b>SE neoperovaného oka</b>	$-0,57 \pm 1,18$ D	$-1,79 \pm 1,04$ D
<b>rozdíl SE mezi očima</b>	$-7,68 \pm 2,09$ D	$-0,31 \pm 0,28$ D

Pozn:

SE = sférický ekvivalent refrakce

Ve skupině A mělo nejlepší zrakovou ostrost s korekcí (NKZO) 11 % očí ošetřených laserem beze změny, 21 % se zlepšilo v rozsahu 1 - 3 řádky a 68 % očí mělo po operaci vizus lepší v rozmezí 4 až 8 řádků ve srovnání s předoperačními daty. Ve skupině B zůstal korigovaný vizus beze změny u 30 % očí, zlepšení v rozmezí 1 - 3 řádků bylo u 50 % očí a zlepšení v rozsahu 4 až 8 řádků bylo u 20 % očí. U žádného dítěte nedošlo ke zhoršení zrakové ostrosti. Předoperační zraková ostrost s korekcí ve skupině A byla v průměru  $0,23 \pm 0,21$  a zlepšila se na  $0,78 \pm 0,19$  za dva roky po operaci a pleoptické léčbě. Ve skupině B byla na začátku průměrná zraková ostrost s korekcí  $0,16 \pm 0,19$  a za dva roky léčby amblyopie a s korekcí kontaktní čočkou se zlepšila na  $0,42 \pm 0,15$ .



Obr. 17: Srovnání skupin v závislosti na změně vizu

Na začátku studie u vyšetření binokulárního vidění s plnou korekcí ve skupině A prokazovalo superpozici 18,5 % dětí a fúzi I 27,4 % dětí. Ve skupině B mělo na začátku léčby 13 % dětí superpozici a 6,6 % dětí fúzi I. Stereopse nebyla přítomna na začátku léčby v žádném případě. Po dvou letech léčby amblyopie se kvalita binokulárního vidění zlepšila v obou skupinách. Avšak vyšší procento dětí ve skupině A získalo fúzi nebo stereopsi (celkem 81 % dětí). Ve skupině B získalo fúzi nebo stereopsi celkem 33 % dětí. Tento rozdíl mezi oběma skupinami byl v kvalitě získaného binokulárního vidění za 2 roky léčby velmi statisticky významný. Úspěšnost léčby amblyopie u anizometropie ovlivňuje spoustu faktorů. Čím vyšší je anizometropie, tím závažnější je amblyopie. Pokud je léčba zahájena v co nejnižším věku, jsou výsledky pleoptické léčby lepší. Následná léčba závisí na dobré spolupráci s rodiči.

Lze říci, že obě metody povrchové laserové fotoablace (PRK i LASEK) představují efektivní a terapeutickou alternativu při korekci vysoké myopické anizometropie a při léčbě amblyopie u dětí ve věku 4 až 7 let, které nesnesou kontaktní čočky. U dětí s permanentní korekcí anizometropie pomocí laserové refrakční chirurgie byla zraková ostrost s korekcí i kvalita binokulárního vidění významně lepší než u dětí, které byly léčeny pomocí kontaktních čoček. Důležitá podmínka pro dosažení úspěšné léčby je dobrá spolupráce rodičů při dlouhodobém pleoptickém cvičení.

[19]

## ZÁVĚR

Anizometropie narušuje binokulární vidění, a to již od hodnoty 1 D. Hranice pro udržení binokulárního vidění je asi 2,5 D, což odpovídá asi 5 % aniseikonie. U nižších rozdílů můžou mít lidé astenopické potíže a diplopii. U vysoké anizometropie může dojít až k amblyopii. Tolerance v rozdílných dioptriích je individuální, děti většinou snesou větší rozdíl než dospělí.

Vyšetření zraku u dětí se liší od vyšetření dospělých pacientů, protože s dětmi je obtížnější komunikace a spolupráce. K vyšetření zrakové ostrosti u dětí existují speciální pomůcky. Je velmi důležité vyšetřit malé pacienty co nejdříve, aby se vada odhalila a mohla se začít správně léčit. Včasné řešení je velice důležité, protože zrak se upevňuje již v sedmi letech života.

Laserové operace u dětí lze použít pro zlepšení zrakové ostrosti při intoleranci brýlové korekce a kontaktních čoček. U srovnávání metod léčby myopické anizometropie u dětí se jeví chirurgická léčba jako účinná. Bohužel u chirurgické léčby nejsou známy dlouhodobé výsledky, zatímco u korekce kontaktními čočkami je dlouhodobé působení na oko známo a ví se, že pacienta nezatěžuje.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KRAUS H. a kolektiv, Kompendium očního lékařství, Praha, Grada Publishing 1997, ISBN 80-7169-079-1
- [2] ANTON M., Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, 3. vydání, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2004, ISBN 80-7013-402-X
- [3] AUTRATA R., ČERNÁ J., Nauka o zraku, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2006, ISBN 80-7013-362-7
- [4] GROSVENOR THEODORE, Primary Care Optometry, Butterworth Heinemann, Elsevier, 5. edice, 2007, ISBN 978-0-7506-7575-8
- [5] BENJAMIN WILLIAM J., Borish's Clinical Refraction, Butterworth Heinemann, Elsevier, 2. edice, 2006, ISBN 0-7506-7524-1
- [6] ANTON M., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 3/2006, str. 16 – 19
- [7] GERINEC A., Detská oftalmológia, Osveta, spol. s r. o., Martin, Slovenská republika, 2005, ISBN 80-8063-181-6
- [8] <http://www.opticaldiagnostics.com/info/aniseikonia.html>
- [9] ANTON M., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 3/2007, str. 22 – 23
- [10] BRŮNOVÁ B., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 3/2010, str. 20 – 22
- [11] ANTON M., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 4/2007, str. 18 – 19
- [12] KUCHYNKA P. a kolektiv: Oční lékařství, Praha: Grada Publishing 2007, ISBN 978-80-247-1163-8
- [13] [http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/ClinicalStatements\\_Content.aspx?cid=e57de45b-2c03-4fbd-9c83-02374a6c09e0](http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/ClinicalStatements_Content.aspx?cid=e57de45b-2c03-4fbd-9c83-02374a6c09e0)
- [14] <http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/vi&multi/cpvi/ch6.html>
- [15] <http://www.lea-test.fi/en/vistests/pediatric/vactests/vatests.html>



- [16] <http://www.ortoptika.eu/system/files/prirucka.pdf>
- [17] <http://www.bryle.cz/deti-a-bryle/detske-ocni-vady/ma-smysl-provadet-preventivni-vysetreni-zraku.html>
- [18] KROULÍKOVÁ V., NĚMEC M., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 2/2011, str. 44 – 46
- [19] ROZSÍVAL P., Trendy soudobé oftalmologie, svazek 6, nakladatelství Galén, Praha 5, první vydání, 2010, ISBN 978-80-7262-661-8
- [20] NAJMAN L., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, ISSN 1211-233X, č. 1/2005, str. 58 – 59
- [21] NAJMAN L., Dílenská praxe očního optika, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001, ISBN 80-7013-328-7
- [22] PETROVÁ S., MAŠKOVÁ Z., JUREČKA T., Základy aplikace kontaktních čoček, 2. vydání, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2008, ISBN 978-80-7013-470-2
- [23] ASTLE W. F., HUANG P. T., Journal of Cataract & Refractive Surgery, Feb2010, p260-267, ISSN:08863350
- [24] AUTRATA R., ŘEHŮŘEK J., HOLOUŠOVÁ M., Česká a Slovenská oftalmologie, Vydává Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, ročník 55, červenec/1999, ISSN 1211-9059, str. 216 – 221
- [25] ROZSÍVAL P. a kolektiv, Oční lékařství, Praha: Nakladatelství Galén 2006, ISBN 80-7262-4040
- [26] KUČHYNKA P., Trendy soudobé oftalmologie, svazek 1, nakladatelství Galén, Praha 5, první vydání, 2000, ISBN 80-7262-043-6

## SEZNAM OBRÁZKŮ

**Obr. 1:** Velikostní změny obrazu při jednotlivých druzích aniseikonie.

KRAUS H. a kolektiv, Kompendium očního lékařství, Praha, Grada Publishing 1997, ISBN 80-7169-079-1, str. 302

**Obr. 2:** Test preferenčního vidění.

<http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/vi&multi/cpvi/ch6.html>

<http://www.amazon.com/Gratings-Preferential-Looking-Infant-Test/dp/B000ELZ6IG>

**Obr. 3:** Pohyblivý válec na vyvolání nystagmoidního pohybu.

<http://www.eyesfirst.eu/OKN-drum>

**Obr. 4, 6, 7:** Lea karty + Lea domino.

Optotyp s jednou sadou znaků.

Optotyp se třemi sadami symbolů.

<http://www.lea-test.fi/en/vistests/pediatric/vactests/vatests.html>

**Obr. 5:** Symboly v trojrozměrném formátu.

<http://amcon.wordpress.com/2010/05/16/what-are-lea-symbols%C2%AE-and-why-are-they-used/>

**Obr. 8:** Pflügerovy háky - různě polohované „E“.

<http://www.ortoptika.eu/system/files/prirucka.pdf>

**Obr. 9:** Vyšetření pomocí Vision Screeneru.

<http://www.plusoptix.com/lang-en/vision-screener.html>

**Obr. 10, 11:** Kritické směry při pohledu přes brýlové čočky.

NAJMAN L., Česká oční optika, Nakladatelství EXPO DATA spol. s r. o., Výstaviště 1, 648 03, Brno, 2005, ISSN 1211-233X, č. 1, str. 58 - 59

**Obr. 12, 13:** Anizodistanční brýle.

POLÁŠEK J. a kol., Technický sborník oční optiky, Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací SIP-41304/03112-301-05-2, vytiskla Státní tiskárna, n. p., závod 3, Jungmannova 15, Praha 1, 1975

**Obr. 14:** Mechanická abraze epitelu při PRK.

KUCHYNKA P. a kolektiv: Oční lékařství, Praha: Grada Publishing 2007, ISBN 978-80-247-1163-8

**Obr. 15:** Operace LASIK.

<http://www.citylasik.de/behandlungsmethoden/lasik/>

**Obr. 16:** Operace LASEK.

<http://www.ivo.gr/en/patient/lasek/lasek.html>