

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
1.LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav biofyziky a informatiky

**Efektivita regionálního
populačního fotoscreeningu
amblyogenních očních vad**

Diplomová práce

Vedoucí práce: MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.

Ing. Jaroslav Dušek

Diplomant: Bc. Alena Zárubová

PRAHA, 2007

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala **MUDr. Miroslavu Dostálkovi, Ph.D.** za odborné vedení, konzultace a přiblížení problematiky fotoscreeningu. Velice si cením jeho profesionálního a lidského přístupu.

Dále bych chtěla poděkovat **RNDr. Jaromíru Běláčkovi, Csc.** za vstřícnost, ochotu a čas věnovaný při konzultacích statistické části práce.

Poděkování patří také **Ing. Jaroslavu Duškovi** za zprostředkování odborníků a snahu při řešení problémů.

Na závěr bych ráda poděkovala **všem ostatním**, kteří mě po celou dobu vypracování diplomové práce podporovali.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu literatury přiloženém k diplomové práci.

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

V Praze dne

Podpis

Abstrakt

Tato práce se zabývá zhodnocením efektivity regionálního fotoscreeningu amblyogenních vad v dětské populaci mladší jednoho roku ze spádové oblasti Centra pro funkční poruchy vidění, Nemocnice Litomyšl. Fotoscreeningové testy zahrnuté do této studie byly provedeny v letech 2001 – 2005 u 1 275 dětí. Fotoscreening je založen na principu excentrické fotorefrakce. K fototestům byl používán upravený fotoaparát Yashica 109, který snímky zaznamenává na běžný kinofilm.

Abstract

This work deals with an evaluation of effectivity of regional photoscreening of amblyogenic factors in children's population younger one year from catchment area of Center for functional defects of vision, Hospital Litomyšl. Photoscreening tests included to this study was realizationed in 2001 – 2005 in 1 275 children. Photoscreening is based on principle of excentric photorefraction. A modified camera Yashica 109 was used for phototests, which photoes records on standard cine-film.

Obsah

Úvod	7
I TEORETICKÁ ČÁST	
I.A Obecná část	10
1 Anatomie a fyziologie zrakového orgánu	10
1.1 Anatomie oka	10
1.2 Fyziologie zraku	13
1.3 Binokulární vidění	15
1.3.1 Patologie binokulárního vidění	16
1.4 Vývoj vidění	17
1.5 Purkyňovy obrázky	18
2 Oční vady a onemocnění u dětí	20
2.1 Refrakční vady	22
2.1.1 Hypermetropie	23
2.1.2 Myopie	24
2.1.3 Astigmatismus	25
2.1.4 Anizometropie	26
2.2 Strabismus	27
2.3 Amblyopie	29
2.4 Nejzávažnější oční onemocnění	31
2.4.1 Vrozená katarakta	31
2.4.2 Vrozený glaukom	32
2.4.3 Retinoblastom	32
2.4.4 Vývojové anomálie oka	32
3 Pedooftalmologické vyšetření	34
3.1 Anamnéza	34
3.2 Makroskopické posouzení předního segmentu očí	34
3.3 Oftalmoskopie zadních očních segmentů	34
3.4 Centrální zraková ostrost	34
3.5 Refrakce	37
3.6 Motilita očí a konvergence	39

3.7	Hodnocení postavení očí a fixace očí	39
3.8	Binokulární vidění	40
I.B Speciální část		44
4	Fotoscreening amblyogenních faktorů	44
4.1	Úvod	44
4.2	Metody měření refrakce	44
4.2.1	Rozdělení metod	45
4.3	Metody měření postavení očí	49
4.4	Vyhodnocení fotoscreeningových snímků	50
4.5	Příklady používaných přístrojů při fotoscreeningu	51
4.5.1	Analogové	51
4.5.2	Digitální	52
4.6	Situace v České republice	55
4.7	Závěr	56
 II PRAKTICKÁ ČÁST		
5	Úvod	58
6	Materiál a metody	58
6.1	Cílová populace	58
6.2	Metodika fotoscreeningu	58
6.2.1	Vyhodnocení snímků	59
6.2.2	Indikace k pedooftalmologickému vyšetření	59
6.3	Dokumentace	60
6.4	Metody získání a zpracování dat	61
7	Výsledky	64
8	Diskuze	66
	Závěr	69
	Slovník užití terminologie	70
	Seznam zkratk	71
	Seznam použité literatury	73
	Seznam příloh	76

Úvod

Když jsem začínala psát tuto práci, o možnosti detekce a problematice **amblyopie (tupožrakosti)** jsem nic nevěděla. Sama tuto vadu mám, podle oftalmologa už od narození, ale zjistili mi jí až v dospělosti při podrobnějším vyšetření. Na otázku co se s tím dá teď dělat, mi lékařka odpověděla, že už nic... Dá se tato vada někdy léčit? Jak tupožrakost může vzniknout?

Amblyopie se často vyskytuje u nejmenších dětí a její prevalence se odhaduje kolem 5 % v dětské populaci. Pokud se včas nezjistí a neléčí se, zůstává zrak trvale zhoršen. Dříve se amblyopie zjistila až ve školním věku. Tento věk však už bývá horní hranicí, kdy se amblyopie už stěží dá úspěšně vyléčit. Proto je snaha se zaměřit na co nejmenší děti. Důležitou úlohu hraje vývoj zraku, neboť zrak se vyvíjí během prvního roku života a do šesti let se vidění zdokonaluje, a právě v tomto období lze amblyopii léčit.

U nejmenších dětí se setkáme s několika problémy ztěžujících vyšetření a to, že nemluví, udrží krátce pozornost a hůře se s nimi spolupracuje. Proto byla v 60. a 70. letech 20. století vyvinuta **metoda fotorefrakce**. Tato metoda umožňuje velmi rychlé vyšetření refrakce obou očí v témže okamžiku při minimální spolupráci vyšetřovaného. Začaly se navrhovat různé přístroje pracující na tomto principu. Jejich hlavním úkolem je detekovat oční vady způsobující amblyopii k nimž patří anizometropie, strabismus a zákal optických médií. Začíná se mluvit o **fotoscreeningu amblyogenních vad**.

V současnosti probíhají ve světě různé výzkumy sledující účinnost jednotlivých přístrojů. Pozornost se soustřeďuje i na hodnocení ekonomické a provozní efektivity populačního fotoscreeningu.

V České republice je prvním iniciátorem fotoscreeningu **MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.**, který se zasloužil o to, aby od roku 2000 probíhal dobrovolný fotoscreening amblyogenních vad ve spádové **oblasti Nemocnice v Litomyšli**. Fotoscreening je zaměřený na populaci kojenců mladších jednoho roku. Cílem mé práce je zhodnotit efektivitu tohoto výzkumu uskutečněného v letech **2001 - 2005**. Zhodnocení se provede prostřednictvím zpracování a vyhodnocení dat z dokumentace tzv. Průvodních dokladů fototestů.

S efektivitou souvisí i aplikace vhodného a dostatečně účinného přístroje. K fototestům se používá upravený fotoaparát Yashica 109, který snímky zaznamenává na běžný kinofilm.

Celá diplomová práce je **koncipována do dvou částí** – teoretické a praktické, které jsou rozděleny do jednotlivých kapitol. Stručná charakteristika jednotlivých kapitol je uvedena v úvodu každé části. Do praktické části jsem zahrnula výsledky z již zmíněného fotoscreeningu prováděného ve spádové oblasti Nemocnice v Litomyšli.

I TEORETICKÁ ČÁST

Teorie je rozdělená na *obecnou* a *speciální část*.

V úvodu **obecné části** se zmiňuji o *anatomii a fyziologii oka*. Člověk se nerodí s dokonalým viděním. V průběhu prvních měsíců a let života se vidění vyvíjí, zdokonaluje a upevňuje. Na toto období je fotoscreening zaměřený, protože při včasné detekci očních vad a následné léčbě lze zamezit ztrátě či poruše zraku. Proto v podkapitole o vývoji vidění nastiňuji tuto problematiku. Důležitá je zde podkapitola o Purkyňových obrázcích mající spojitost s metodou fotorefrakce. V kapitole o *očních vadách a onemocnění u dětí* rozepisuji výčet vad, které mohou být detekovány při fotoscreeningu. U jednotlivých očních vad se zmiňuji i o možnosti jejich léčby či korekce. Při suspektním nálezu při fotoscreeningu je dítě odesláno na komplexní oční vyšetření. Proto zde uvádím kapitolu o *pedooftalmologickém vyšetření*, ve které popisuji jednotlivé části dostupných vyšetření.

Speciální část je zaměřena na metodiku fotoscreeningu. Popisuji zde metody měření refrakce a uvádím zde příklady používaných přístrojů. Součástí je i kapitola o vyhodnocení fotoscreeningových snímků a nastínění situace v České republice.

I.A Obecná část

1 Anatomie a fyziologie zrakového orgánu

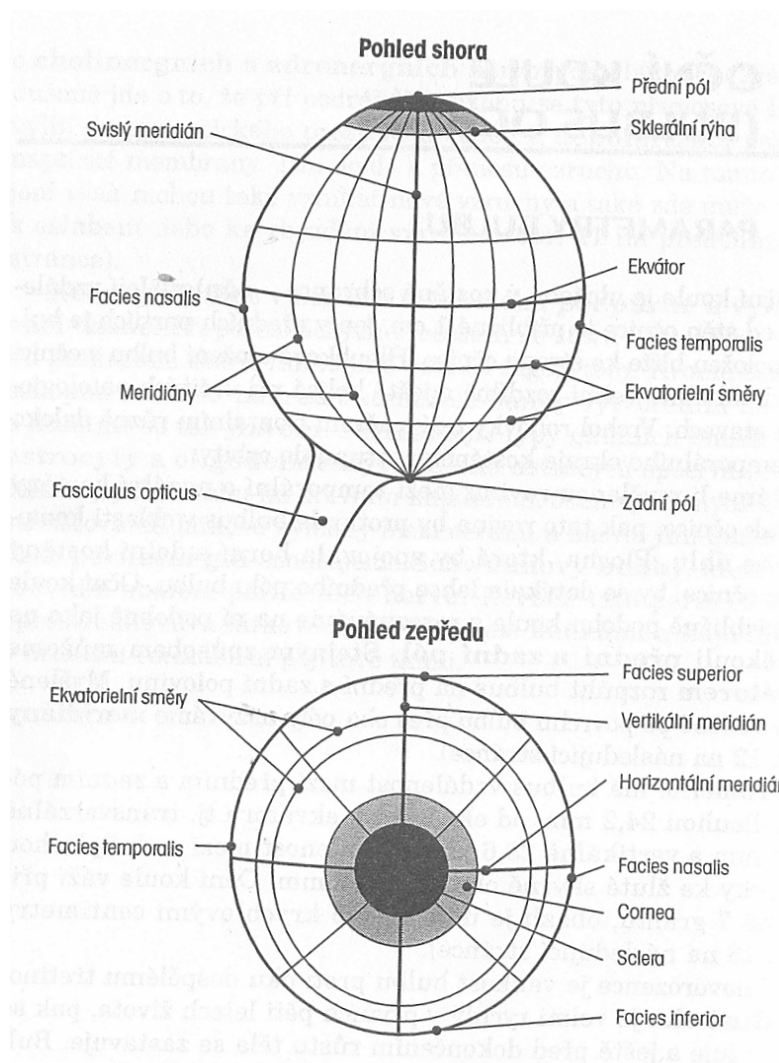
Zrak je jedním z našich nejdůležitějších smyslů. Zrak zprostředkovává lidem podle různých autorů 70 – 90 % informací. Tyto informace jsou přijímány formou elektromagnetického záření, které se v oku transformuje v nervové signály. Zrakem vnímáme světlo o vlnové délce 400 – 750 nm.

Pod pojmem zrak rozumíme vnímání světla, barev, tvarů, kontrastu, hloubky, rozlišovací schopnost a adaptaci [13].

1.1 Anatomie oka

Zrakový orgán je umístěn v *očnici (orbita)* a je tvořen *oční koulí (bulbus oculi)* a přídatnými *očními orgány (organi oculi accessoria)*. K přídatným orgánům oka patří oční víčka, spojivka, slzné ústrojí a okohybné svaly.

Na *oční kouli* se rozlišuje přední pól, který odpovídá vrcholu rohovky, a zadní pól. Mediálně od zadního pólu vystupuje z oční koule *zrakový nerv (nervus opticus)*. Oba póly spojuje oční osa (axis bulbi externus). Jednotlivé spojnice obou pólů na povrchu oční koule se označují jako oční poledníky – *meridiány* (Obr. 1.1.). Největším obvodem oční koule orientovaným ve frontální rovině je rovník - *ekvátor*. Ekvátor oční koule rozděluje na přední a zadní polovinu. Meridiány a ekvátorem se přesně lokalizují jednotlivé útvary na oční kouli [31].



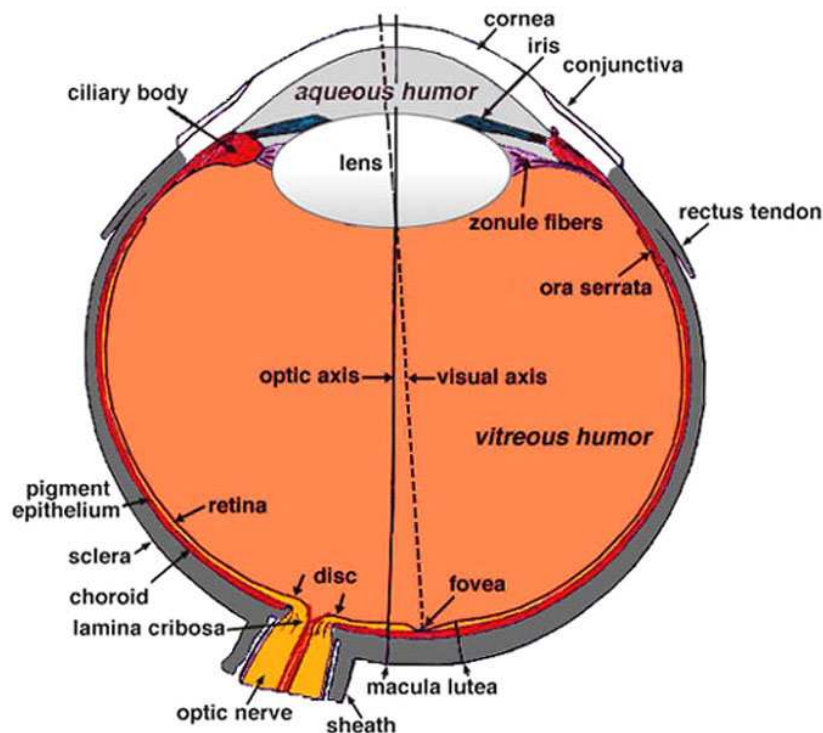
Obr. 1.1. Ekvátor a meridiány oční koule [18]

Stěna oční koule (Obr. 1.2.) se skládá ze tří vrstev:

- **Zevní vazivová vrstva** je tvořena vpředu průhlednou lesklou **rohovkou** (*cornea*) a vzadu neprůhlednou bílou **bělimou** (*sclera*). Rohovka do bělimy přechází v místě označovaném limbus. Rohovka je vzhledem ke své optické mohutnosti nejdůležitější složkou optického systému oka. Z celkové hodnoty lomivosti oka v akomodačním klidu 58 D připadají na rohovku $\frac{3}{4}$, tj. 43 D [3]. Na bělimu se upínají všechny okohybné svaly.
- **Prostřední vrstva** se nazývá **živnatka** (*uvea*) a tvoří ji v zadní části **cévnatka** (*chorioidea*), směrem dopředu **řasnaté tělísko** (*corpus ciliare*) a **duhovka** (*iris*). Cévnatku tvoří množství cév a její hlavní funkcí je výživa oka. Řasnaté tělísko obsahuje hladký **ciliární sval** (*musculus ciliaris*), který umožňuje vyklenutí nebo oploštění čočky a tím dochází k akomodaci oka. V řasnatém tělísku se dále tvoří

komorový mok, který má význam při udržování nitroočního tlaku. Duhovka má tvar mezikruží. Vnitřní okraj duhovky se označuje jako zornicový, zevní okraj jako kořen duhovky. Uprostřed duhovky se nachází okrouhlý otvor – *zornice* (*pupilla*). Zornice jako optická clona reguluje množství světla vstupujícího do oka, při osvětlení se zornice zužuje a v šeru rozšiřuje. Nestejná šíře obou zornic se označuje jako *anizokorie*.

- **Vnitřní vrstvu** tvoří *sítnice* (*retina*). Sítnice představuje tenkou průhlednou blánu pokrývající asi dvě třetiny vnitřního povrchu oční koule. Obsahuje světlocitlivé elementy tyčinky a čípky, ve kterých je světelný impuls přeměněn na nervový vzruch. Tyčinky registrují množství dopadajícího světla. Čípky slouží k vnímání barev a jsou soustředěny do oblasti zvané *žlutá skvrna* (*macula lutea*). Žlutá skvrna se nachází poblíž průsečíku optické osy oka se sítnicí a je místem nejostřejšího vidění. Místo, kterým vystupuje zrakový nerv z oční koule, se označuje jako *slepá skvrna* (*macula caeca*) a neobsahuje žádné světlocitlivé elementy.



Obr. 1.2. Sagitální řez očním bulbem

Nitrooční prostor tvoří *přední a zadní oční komora* (*camera bulbi anterior et posterior*) vyplněné komorovou vodou, dvojbypuklá *čočka* (*lens cristallina*) a *sklivec* (*corpus vitreum*).

Motilita neboli pohyby oka jsou realizovány souhrou šesti okohybných svalů, čtyř přírodných a dvou šikmých.

Monokulární pohyby neboli pohyby jednoho oka se nazývají **dukce**. Binokulární neboli párové pohyby jsou koordinované vzájemné pohyby obou očí. Při společném pohybu očí týž směrem jde o konjugované pohyby – **verze**, v protisměru disjungované pohyby – **vergence**. Při **konvergenci** se osy očí stáčí k sobě a při **divergenci** od sebe.

1.2 Fyziologie zraku

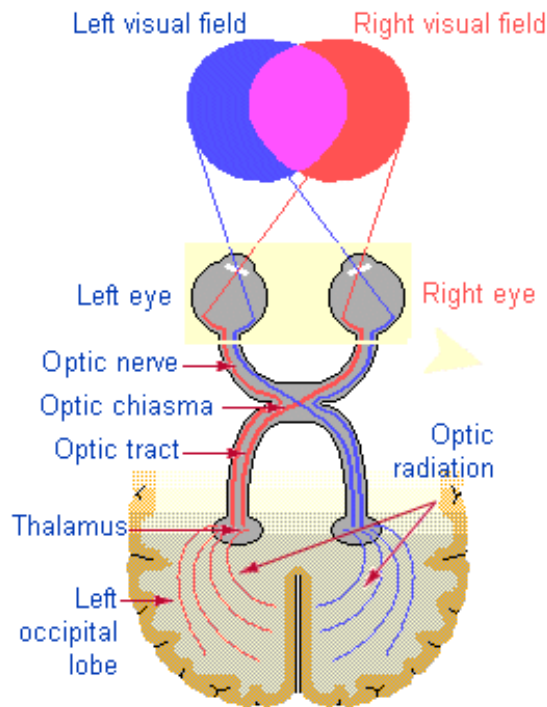
Zraková ostrost

Zrakovou ostrostí (Visus) se rozumí schopnost oka rozlišit dva blízko sebe ležící body. Oko je schopné rozeznat dva body jako oddělené ještě tehdy, svírají-li paprsky z nich přicházející úhel alespoň 1 minuta. Tento úhel byl zároveň uznán za jednotku zrakové ostrosti. Na tomto principu jsou založeny pomůcky k vyšetřování zrakové ostrosti – **optotypy** viz. Kapitola 3.4.

Největší zraková ostrost je ve fovea centralis, což souvisí s maximální hustotou čípků v této oblasti a jim příslušejících gangliových buněk, jejichž receptivní pole mají nejmenší rozměry. Směrem do periférie sítnice zraková ostrost rychle klesá, což souvisí s přibývajícím stupněm konvergence fotoreceptorů na další neurony sítnice.

Zraková ostrost závisí na: hustotě světločivých buněk v příslušném místě sítnice a jejich funkčního zapojení, intenzitě osvětlení, kontrastu (černé znaky na bílém podkladě), průhlednosti světlolomných prostředí oka a zdatnosti dioptrického aparátu oka.

Světlo proniká optickými prostředími oka - rohovkou, komorovou vodou, čočkou a sklivcem – a dopadá na sítnici, kde vzniká obraz pozorovaných předmětů. Obraz promítaný na sítnici je zmenšený a převrácený. V místě, kam dopadlo na sítnici světlo, dojde k podráždění a vzniklý vzruch je převeden zrakovou dráhou do zrakového centra, které je uloženo v týlním laloku (Obr. 1.3.).



Obr. 1.3. Schéma zrakové dráhy

Podle toho, na které místo dopadl paprsek pozorovaného předmětu, se mluví o dvojitým vidění:

1. **centrálním**, kdy paprsky dopadají na žlutou skvrnu
2. **periferním**, kdy paprsky dopadají mimo žlutou skvrnu.

Barvocit

Barvocit je schopnost oka rozeznávat barvy, tj. světla různé vlnové délky. Barvy vnímáme čípkami, které jsou nahromaděny ve žluté skvrně.

Adaptace

Adaptace je schopnost oka přizpůsobit se různé intenzitě světla. Rozeznává se adaptace na světlo a na tmou. Adaptační schopnost se vyšetřuje *adaptometrem*.

Akomodace

Akomodací rozumíme schopnost oka zesílit celkovou optickou mohutnost refrakčního prostředí oka tak, aby se všechny objekty ležící mezi dalekým bodem a blízkým bodem zobrazily ostře na sítnici. Jedná se o automatický reflex, ale je i ovladatelný vůlí. Rozmezí, ve kterém vidí oko jednotlivé body ostře se nazývá

akomodační oblast. Předpokladem dobré akomodace je správně fungující ciliární sval v řasnatém tělísku spolu s neporušeným závěsným aparátem a pružnou čočkou. V průběhu stárnutí elasticity čočky ubývá, její jádro se zahušťuje a zvětšuje. Schopnost akomodace se snižuje. Tato fyziologická porucha akomodace se nazývá *vetchozrakost* (*presbyopie*).

Konvergence

S akomodací úzce souvisí konvergence a zúžení zornic. Při pohledu na blízký předmět se osy obou očí sbíhají tak, aby paprsek dopadl u obou očích na žlutou skvrnu. Leží-li fixovaný předmět ve střední rovině, je konvergence symetrická, leží-li mimo ni, je asymetrická. Konvergence se dělí na:

1. **volní**
2. **reflexní**, u které se rozlišují 4 složky
 - **tonická konvergence** – udržuje klidové postavení očí na základě impulzů z mozkové kůry
 - **akomodační konvergence** – akomodace, vyvolána optickým podnětem ke konvergenci. Tato složka konvergence se označuje jako AC.
 - **fúzní konvergence** – doplňuje akomodační konvergenci a upravuje osy vidění tak, aby byla možná fúze
 - **proximální konvergence** – je psychogenně podmíněna vědomím blízkého předmětu a projevuje se např. při vyšetřování na přístrojích

Měřítkem výkonnosti konvergence je tzv. blízký bod konvergence. Je to nejmenší vzdálenost, na kterou jsou schopny oči konvergovat a ve které vidíme pozorovaný předmět jednoduše.

1.3 Binokulární vidění

Jednoduché binokulární vidění (JBV) je koordinovaná senzomotorická činnost obou očí, která zajišťuje vytvoření jednoduchého obrazu pozorovaného předmětu [13]. Binokulární vidění znamená užívání obou očí, tedy vidění oběma očima zároveň [3]. JBV není vrozené, ale vyvíjí se u každého jedince po narození společně s vývojem sítnice a zvláště žluté skvrny do jednoho roku věku a do šesti let se upevňuje. Vývoj binokulárních reflexů je uveden v Kapitole 1.4.

Vyšetřování a sledování binokulárního vidění má základní význam pro hodnocení a léčbu amblyopie a strabismu [16] viz. Kapitola 3.8.

Předpokládá se, že každý člověk má vedoucí oko (i když vidění obou očí je normální) [13]. Rozdíl je pouze v intenzitě, jakou se toto oko prosazuje při binokulárním vidění. Vedoucí oko nemusí mít vždy lepší zrakovou ostrost.

Formy JBV

JBV se rozděluje na tři stupně:

1. **Superpozice** – je schopnost překrýt oběma očima nestejně obrázky
2. **Fúze** – je schopnost spojit stejné obrázky z pravého i levého oka v jeden smyslový vjem
3. **Stereopse** – je schopnost vytvořit hloubkový vjem (prostorové vnímání)

Toto rozdělení se hodí především pro vyšetřování na troposkopu viz. Kapitola 3.8.

1.3.1 Patologie binokulárního vidění

K patologii BV patří **suprese** (útlum), **amblyopie** (tupozrakost) a **anomální retinální korespondence**. Suprese je proces, zabráňující vstupu informací z uchýleného oka do zrakového centra a zabráňující jejich uvědomění. Při delším trvání se suprese fixuje a je podkladem amblyopie. O amblyopii je pojednáno v Kapitole 2.3.

Anomální retinální korespondence (ARK) je binokulární, funkční, centrálně nervová anomálie. Fovea vedoucího oka a místo sítnice uchýleného oka, na které dopadá obraz pozorovaného předmětu spolu začínají spolupracovat, vytvářejí nový sítnicový vztah a získávají společnou prostorovou lokalizaci. ARK vzniká pozvolna u dlouhotrvajících neléčených strabismů s malou úchylnou a obvykle dobrým viděním obou očí nebo jen s menší amblyopií jednoho oka. ARK není vzácnou anomálií, nachází se u 60 % strabujících dětí. U dětí, kdy šilhání vzniklo do 2 let věku, je ARK téměř pravidelná [13]. Úhel anomálie lze zjistit vyšetřením na troposkopu.

1.4 Vývoj vidění

Člověk se nerodí s dokonalým viděním. Novorozenec má nedokončený vývoj oka a to především sítnice a akomodačního svalu, dále nemá myelinizovanou zrakovou dráhu a nejsou patřičně diferencovány ani odpovídající korová zraková centra. Na sítnici není dokončen vývoj žluté skvrny. Světlo a tmou však vnímá již od narození. Svědčí o tom fotomotorický reflex zornic.

První dny po porodu převažuje periferní vidění nad viděním centrálním, tj. skotopické vidění nad fopickým. Skotopické vidění je vidění za šera, je zprostředkováno tyčinkami a slouží k detekci pohybujících se nektrastních předmětů a změn v prostoru. Fotopické vidění je vidění za světla nehybného vysoce kontrastního předmětu a vnímání barev.

Vývoj binokulárních reflexů

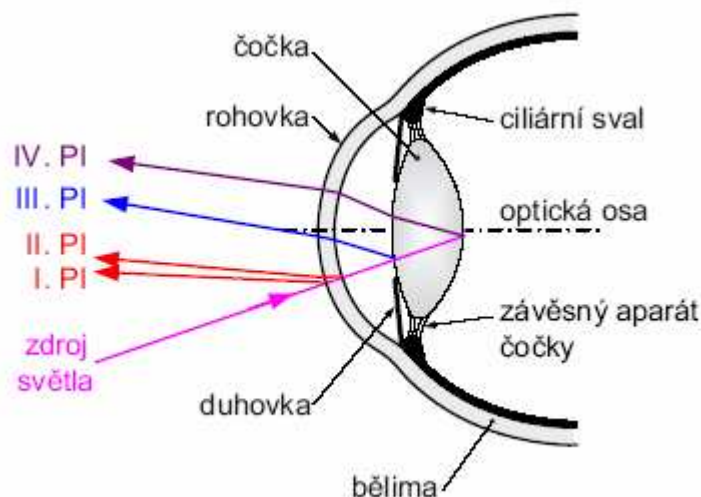
- **Do 2 měsíců** se vyvíjí monokulární fixační reflex – dítě se dívá převážně jedním okem, druhé oko může fyziologicky zašilhat.
- **Ve 2. měsíci** se vyvíjí binokulární fixační reflex – dítě se začíná dívat společně oběma očima
- **Ve 3. měsíci** se vyvíjí reflexy konvergence a divergence – dítě již dovede sledovat bližší a vzdálenější předměty
- **Ve 4. měsíci** se vyvíjí společně s vývojem ciliárního svalu reflex akomodace – dítě dovede na bližší i vzdálenější předměty zaostřovat
- **V 6. měsíci** se vyvíjí reflex fúze
- **Ve 3. čtvrtletí 1. roku** dítěte se binokulární reflexy zlepšují na podkladě dotykových reflexů, začíná se vyvíjet prostorové a hloubkové vidění
- **Ke konci 1. roku** se binokulární spolupráce dále zdokonaluje, chůze přispívá k rozvoji prostorového vidění. Utužuje se vztah mezi akomodací a konvergencí.
- **Až do 6 let** věku dítěte se binokulární reflexy zdokonalují a stabilizují.

Je zřejmé, že nejkritičtějším obdobím pro vývoj vidění je první rok života dítěte, zejména jeho první polovina [34]. Zasáhne-li do vývoje nějaká porucha, normální vývoj se přerušuje a pokračuje patologicky. Vznikají tak pravděpodobně některé formy strabismu, amblyopie a anomální retinální korespondence.

1.5 Purkyňovy obrázky

Světelný paprsek se na přechodu dvou prostředí s odlišným indexem lomu odráží a láme. Tohoto jevu využil J. E. Purkyně pro popis změn zakřivení čočky během akomodace. Purkyňovy obrázky vznikají jako odraz světelného zdroje na světlolomných plochách v oku. Vlastnosti některých z nich se mění při pohledu do dálky a při akomodaci.

V lidském oku se vyskytují čtyři světlolomné plochy - přední a zadní plocha rohovky, přední a zadní plocha čočky. Umístí-li se před oko zdroj světla nebo jasně osvětlený předmět, vytvoří se jeho obraz na každé zrcadlící ploše (Obr. 1.4). Tento jev poprvé popsal v roce 1823 J.E. Purkyně a později L.J. Sanson, proto jsou vzniklé obrazy označovány jako Purkyňovy obrázky (PO) nebo Purkyňovy - Sansonovy obrázky. První obrázek odráží asi 2,5%, ostatní obrázky přibližně 0,02 – 0,03 % dopadajícího světla [19].



Obr. 1.4. Vznik Purkyňových obrázků [21]

I. PO (korneální reflex) vzniká odrazem od přední plochy rohovky, je zdánlivý přímý a ze všech PO nejjasnější.

II. PO je formován světelnými paprsky odraženými od zadní plochy rohovky. Je zdánlivý, přímý a velmi nejasný. Zpravidla splývá s I. PO. Světelný reflex ze zadní plochy rohovky lze sledovat jen za zvláštních okolností.

III. PO je tvořen na přední konvexní ploše čočky. Je ze všech obrázků největší a podobně jako předchozí dva zdánlivý a přímý. Tento obrázek mění svoje vlastnosti při

akomodaci - stává se jasnějším a zmenšuje se. Tím je prokázáno, že při akomodaci se přední plocha čočky vyklenuje.

IV. PO vznikající v důsledku odrazu od zadní konkávní plochy čočky je jako jediný skutečný a převrácený.

Efektu vzniku Purkyňových obrázků se využívá v bezkontaktních metodách měření statické či dynamické polohy oka (okulografie).

2 Oční vady a onemocnění u dětí

Oční vady a choroby v dětském věku se projevují patologickým postavením bulbu (šilhání, nystagmus), poklesem zrakových funkcí (zejména zrakové ostrosti) a změnami na předním segmentu oka i na očním pozadí [11]. Postavení očí a zrakovou ostrost může ovlivnit celá řada patologických stavů, jako například primární strabismus, refrakční vady, vrozená katarakta, vrozený glaukom, retinoblastom a vývojové anomálie oka.

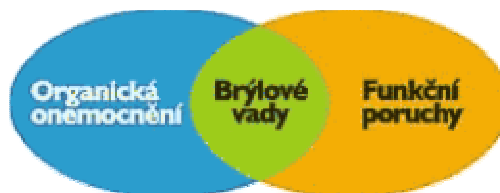
Odhaduje se, že 5 – 7 % dětské populace je postiženo vážnějšími zrakovými vadami [4]. Frekvence některých očních onemocnění u dětí je uvedena v Tabulce 2.1. Převážná část těchto vad je léčitelná za předpokladu, že jsou včas rozpoznány. Včasné zjištění některých očních vad dává dobrý výhled na úspěšnou léčbu.

Tab. 2.1. Frekvence některých očních onemocnění v dětské populaci [4]

Frekvence některých očních onemocnění v dětské populaci (0,5 - 5 let)	
Nepřavidelnost sférického tvaru rohovky nebo čočky oka (astigmatismus)	13 %
Šilhání vč. související dalekozrakosti (hypermetropie)	7 %
Tupozrakost (amblyopie)	5 %
Krátkozrakost (myopie)	4 %
Rozdílnost brýlových vad levého a pravého oka (anizometropie)	1 %
Šilhání (strabismus) bez brýlové vady	0.3 %
Zkalení optických medií (vrozený šedý zákal, atp.)	0.1 %

Lékařská péče o dětský zrak zahrnuje diagnostiku a léčbu [4]:

1. organických onemocnění oka
2. funkčních poruch vidění

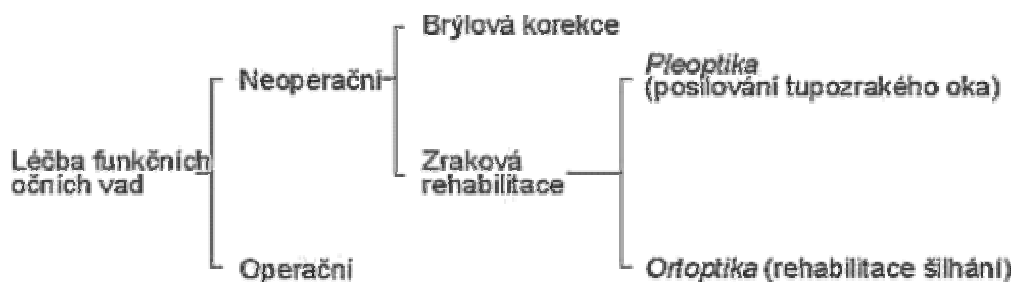


Obr. 2.1. Základní rozdělení lékařské péče o dětský zrak

Organická onemocnění jsou provázena změnou anatomických struktur oka nebo ocnice (např. jejich zánětem, zkalením atd.). **Funkční poruchy**, jako je například strabismus nebo amblyopie, nejsou způsobeny zjistitelnou patologickou změnou tkání oka. Často však souvisí s některou brýlovou vadou.

Péče o organická onemocnění v dětství je v mnoha ohledech podobná všeobecné oftalmologii dospělých, zatímco léčení funkčních vad se týká především dětského věku. Pouze v dětství (v tzv. citlivé periodě do 7 – 9 let) je možné s využitím plasticity dozrávajícího dětského mozku zabránit vynuceným funkčním změnám, které mohou vést až k těžké tupozrakosti (funkčnímu oslepnutí oka) a ztrátě prostorového vidění [4].

Používaný komplex léčebných postupů ukazuje Obr. 2.2.

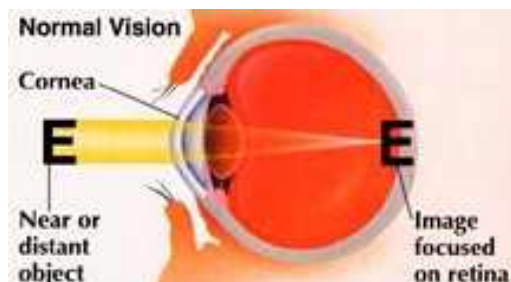


Obr. 2.2. Komplex léčebných postupů

2.1 Refrakční vady

Refrakce oka vyjadřuje poměr mezi jeho délkou v optické ose a optickou mohutností lomivých prostředí. Hodnota lomivosti se vyjadřuje v dioptriích (D, dpt), což je převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti ($1/f$).

Stav, kdy paralelní paprsky jsou okem zalomeny tak, že se sbíhají přesně na sítnici, se nazývá **emetropie** (optická mohutnost odpovídá délce oka) (Obr. 2.3.).



Obr. 2.3. Zobrazení předmětu emetropickým okem

Stav, kdy se paprsky sbíhají mimo sítnici, se označuje **ametropie** (optická mohutnost oka je větší nebo menší, než by odpovídalo dané délce oka). Ametropické oko má některou z **refrakčních vad**. K hlavním refrakčním vadám patří **hypermetropie, myopie a astigmatismus**. Dalekozrakostí trpí 70 % populace, krátkozrakostí 30 % populace a astigmatizmem 15 % populace [37].

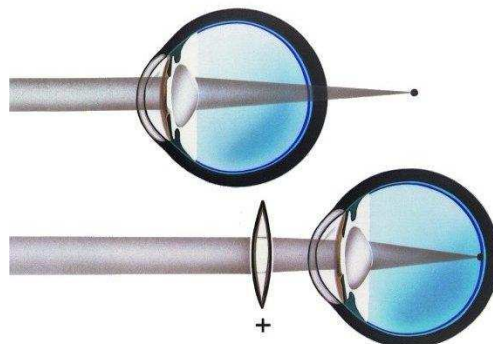
Příčinou refrakčních vad může být kratší nebo delší axiální délka oka (**axiální - osová ametropie**). Každá změna osově délky oka o 1 mm představuje změnu refrakce 3D [28]. Další možností může být změna zakřivení rohovky nebo čočky. Hovoří se o poruše lomivosti optických prostředí (**lomivá ametropie**). Osově refrakční vady vysoce převažují nad lomivými. Vzácně se vyskytuje refrakční vada z poruchy indexu lomu (**indexová ametropie**). Obecně je dnes přijímán názor, že na vznik refrakčních vad má rozhodující vliv dědičnost [1].

Refrakce není u člověka stálá. V průběhu života dochází obecně k myopizaci a navíc se u normálního oka vyskytují 2 fáze hypermetropizující – ve věku předškolním a ve věku středním a 2 fáze myopizující – ve věku školním a ve stáří.

Ke korekci refrakční vady lze předepsat buď brýle a kontaktní čočky nebo provést některý výkon refrakční chirurgie.

2.1.1 Hypermetropie

Hypermetropie (dalekozrakost) je refrakční vada, při které leží ohnisko rovnoběžně dopadajících paprsků u neakomodujícího oka za sítnicí, na sítnici pak vzniká neostrý obraz pozorovaného předmětu (Obr. 2.4.).



Obr. 2.4. Průchod paprsků dalekozrakým okem před a po korekci

Dalekozrakost je nejčastěji způsobena zkrácením předozadní osy oka. Vzácněji může být příčinou zmenšená lomivost rohovky nebo čočky nebo chybění čočky.

Při narození je normálním nálezem hypermetropie +2 až +3 D [17]. S růstem oka dalekozrakost klesá, v pubertě má určitý stupeň hypermetropie asi 50 % očí [29].

Silně dalekozraké oko při malé akomodační šířce nevidí dobře na dálku ani na blízko. Příčina hypermetropie není známá, důležitou roli hraje dědičnost [13].

Celková skutečná míra hypermetropie se označuje jako **totální hypermetropie**. Část totální hypermetropie je korigována fyziologickým tonusem ciliárního svalu, který je možno eliminovat jen atropinem. Tato složka totální hypermetropie se označuje jako **latentní hypermetropie** a bývá kolem 1 D. Zbývající část totální hypermetropie tvoří **manifestní hypermetropie**, kterou lze stanovit objektivním nebo subjektivním vyšetřením refrakce viz. Kapitola 3.5. Část manifestní hypermetropie, kterou je oko schopno kompenzovat akomodací, se označuje jako **hypermetropie fakultativní**, zbývající část, kterou již lze vyrovnat pouze korekčním sklem, jako **hypermetropii absolutní**.

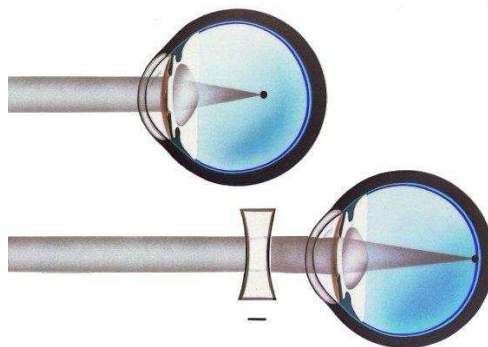
Korekce

Hypermetropie se koriguje čočkami **spojnými (konvexními)**. Spojky se označují znaménkem + (plus). Při korekci hypermetropie se postupuje přísně individuálně. Záleží při tom na stupni hypermetropie, akomodační šíři, zrakové ostrosti,

věku, potíží a postavení očí. U dětí předškolního věku se brýle předepisují v případě šilhání nebo u vysoké vady. U školních dětí se koriguje hypermetropie větší než +3 D. V pozdějším věku je nutná plná korekce na dálku i na blízko.

2.1.2 Myopie

Myopie (krátkozrakost) je refrakční vadou, kdy rovnoběžné paprsky přicházející do oka se sbíhají v ohnisku před sítnicí, na sítnici pak vzniká neostrý obraz pozorovaného předmětu (Obr. 2.5.). Ostře se zobrazují jen předměty z blízké vzdálenosti. Myopické oko vidí dobře na blízko, do dálky vidí špatně. Většina myopií vzniká v důsledku prodloužení předozadní osy.



Obr. 2.5. Průchod paprsků krátkozrakým okem před a po korekci

Podle počtu dioptrií se rozděluje krátkozrakost na:

- **lehkou (simplex)** do -3 D
- **střední (modica)** do -6 D
- **těžkou (gravis)** nad -6 D.

Lehká až střední myopie není provázena degenerativními změnami [28]. Jedná se o fyziologickou variantu vývoje normálního oka.

Podle růstu se dělí myopie na:

- **stacionární**
- **progresivní**

Relativně **stacionární myopie** začíná zhruba mezi 6 a 7 rokem a roste nestejněměrně hlavně v době puberty. Se zástavou somatického růstu se její růst zastavuje zhruba kolem 18 – 20 let věku, u děvčat dříve. Zřídka přesahuje 5 – 6 D. Relativně stacionární je rovněž tzv. pozdní myopie, která vzniká až po 18. roce věku a nedosahuje obvykle více než 3 D.

Progresivní, také patologická nebo maligní myopie je určena dědičnými a postnatálními činiteli. Za její příčinu je považována malá rezistence bělimy, která ustupuje nitroočnímu tlaku a rozpíná se hlavně u zadního pólu oka. Začíná obvykle již v prvním roce života a dosahuje později vysokého stupně nad -20 D [13].

Myopie vrozená (congenitalis) se označuje krátkozrakost, která se vyskytuje ihned po narození o velikosti -10 D a zpravidla se nemění.

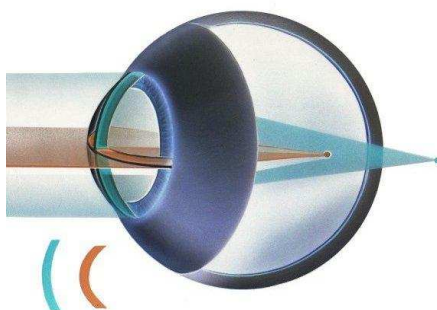
Korekce

Krátkozrakost se koriguje rozptylnými – konkávními čočkami (brýlovými či kontaktními). Rozptylky se označují znaménkem – (minus). Nemocnému s myopií se předepisuje nejslabší korekce, se kterou dosáhne nejlepší zrakové ostrosti. U vysoké myopie nebývá zpravidla plná korekce pacientem tolerována. U dětí vzhledem k časté progresi myopie je nutné stanovit každých 6 měsíců kontrolní refrakci.

2.1.3 Astigmatismus

Astigmatismus je vada, při které nemá optický aparát oka ve všech meridián stejnou optickou mohutnost. Astigmatismus má za následek, že paprsky vstupující do oka nejsou spojovány na sítnici do jednoho bodu, nýbrž do „čárky“, vzniká neostrý a deformovaný obraz (Obr. 2.6.). Nejčastěji je způsoben vrozenou vadou zakřivení rohovky. Změny zakřivení rohovky mohou dále vzniknout po úrazech, po operacích nebo jako následek proběhlého zánětu. Vzácněji se vyskytuje astigmatismus čočkový nebo očního pozadí.

Astigmatismus nemusí postihovat obě oči, může být jednostranný nebo se může lišit stupněm vady obou očí. I malý astigmatismus snižuje zrakovou ostrost [13].



Obr. 2.6. Průchod paprsků astigmatickým okem

Astigmatismus s vzájemně kolmými meridiány s nejmenší a největší lomivostí se označuje jako **pravidelný (regularis) astigmatismus**. Při tom **astigmatismus přímý**, nebo „podle pravidla“ má svislý meridián více lomivý než horizontální, je-li tomu naopak jde o **astigmatismus nepřímý** „proti pravidlu“.

Pravidelný astigmatismus se dělí na:

- a) **jednoduchý (simplex)** – jeden meridián je emetropický a druhý buď myopický nebo hypermetropický
- b) **složený (compositus)** – oba meridiány jsou buď hypermetropické nebo myopické
- c) **smíšený (mixtus)** – jeden meridián je hypermetropický, druhý myopický

Nelze-li zjistit meridián s největší a nejmenší lomivostí, jedná se o **astigmatismus nepravidelný (irregularis)**. Je většinou způsoben nepravidelným zakřivením rohovky s jizvami, keratokonem apod.

Korekce

Malý astigmatismus do 0,5 D není nutné korigovat [28]. Jednoduchý astigmatismus se koriguje cylindrickými skly, které upravují refrakci jen v jednom meridiánu, astigmatismus složený a smíšený skly torickými (kombinace skla sférického s plancylindrickým).

Nepravidelný astigmatismus se dá velmi těžko korigovat brýlemi. Nejčastěji pomáhá tvrdá kontaktní čočka, někdy je nutná i operace.

Dlouhotrvající nekorigovaný astigmatismus vede v dětství ke vzniku meridionální amblyopie.

2.1.4 Anizometropie

Anizometropie označuje stav, při kterém není refrakce obou očí stejná. Malá anizometropie je velmi častým nálezem. Absolutně shodná refrakce obou očí je vzácná [17].

Příčinou anizometropie je nestejný vývoj refrakční vady, úraz nebo chirurgický zákrok (např. afakie). Při rozdílu větším než 2,5 D mezi oběma očima dochází k poruše binokulárního vidění, v dětství už od 1 D. Větší anizometropie působí obtíže při akomodaci a je spojena s rozdílnou velikostí obrazů na sítnici – **anizeikonii**. Každých 0,25 D anizometropie má za následek 0,5 % rozdíl velikosti retinálních obrazů [17]. Při

anizeikonii je stížena fúze, vzniká útlum oka s větší refrakční vadou a dochází ke vzniku anizometropické amblyopie. Anizometropická amblyopie bez šilhání se u dětí projeví až při předškolní prohlídce nebo i ve školním věku.

Korekce

Anizotropie se koriguje skly nestejně síly. Jedno oko se koriguje optimálně a druhé se záměrně podkoriguje, aby se zlepšila snášlivost. Děti a mladí lidé snášejí i větší rozdíly (až 6 D). Další možností je korekce kontaktními čočkami, kde je rozdílné zvětšení obrázků a prizmatický účinek minimální.

2.2 Strabismus

Strabismus (šilhavost) je stav, kdy osy vidění (foveola – fixovaný bod) obou očí nesměřují současně k fixovanému objektu. Obecně platí, že strabismus neboli heterotropie je následkem poruchy ve vývoji binokulárního vidění [28]. Strabismus je porucha hlavně funkční, navenek provázená asymetrickým postavením očí. Incidence strabismu se ve vyspělých zemích pohybuje mezi 5 – 7 % [23]. Asi u 50 % šilhajících se najde tupozrakost. Šilhání není jen kosmetickou vadou, ale vždy je spojeno s poruchou jednoduchého binokulárního vidění v prostoru [13].

Třídění celého spektra různých forem strabismu není jednotné.

Podle etiologie strabismu se většina typů strabismu rozděluje do dvou velkých skupin a to na strabismus:

- **Konkomitující (souhybný, dynamický)**
- **Inkomitantní (paralytický, restriční)**

Konkomitující strabismus se vyskytuje nejčastěji v dětském věku. U 40 % pacientů vzniká v průběhu prvních 2 let života. Při tomto typu strabismu není omezena pohyblivost očí, šilhající oko sleduje vedoucí oko ve všech pohledových směrech a úhel šilhání se nemění.

Příčinou může být nekorigovaná refrakční vada, insuficience fúze, jednostranné postižení zrakové ostrosti způsobená organickými vadami, anomáliemi ve tvaru a velikosti orbity nebo poruchami CNS.

Inkomitantní strabismus se v dětském věku objevuje málo. Základním znakem je omezení pohyblivosti oka, mění se úhel šilhání v jednotlivých pohledových

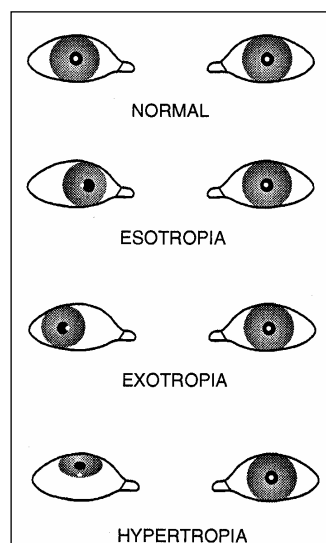
směrech, diplopie (u větších dětí) a kompenzační postavení hlavy nebo pootočení obličeje.

Příčinou je většinou obrna jednoho nebo několika oko-hybných svalů.

Podle směru úchyvky se strabismus dělí na (Obr. 2.7.):

- **Esotropie (konvergentní)** – šilhající oko je uchýleno směrem dovnitř
- **Exotropie (divergentní)** – šilhající oko je uchýleno směrem zevním
- **Hypertropie (sursumvergentní)** – šilhající oko je uchýleno směrem vzhůru
- **Hypotropie (deosumvergentní)** – šilhající oko je uchýleno směrem dolů

Konvergentní šilhání je nejčastější formou strabismu – vyskytuje se až u 75% strabujících dětí [13]. Začíná častěji než šilhání divergentní – od narození do 3 let a některé formy jsou již vrozené.



Obr. 2.7. Typy šilhání podle směru úchyvky

Pseudostrabismus

Poměrně často přicházejí malé děti se šilháním pouze zdánlivým nebo-li pseudostrabismem, což je způsobené určitou konfigurací víček a obličeje. U malých dětí zejména epikantus (kožní záhyb u vnitřního koutku) budí dojem konvergentního šilhání, také vzdálenost očí či výšková asymetrie očnic může navodit dojem vertikálního šilhání. Pseudostrabismus se může objevit také u odlišného (změněného, většího nebo menšího) úhlu (úhel γ) mezi osou vidění a anatomickou (optickou) osou.

Léčba

Léčba se provádí pokud možno v předškolním dětském věku, spočívá v korekci refrakční vady, pleoptických a ortoptických cvičeních a v chirurgické zásahu na oko-hybných svalech, jejichž účinnost se buď posiluje, oslabuje nebo přemísťuje úpon (transpozice). Operace se uplatňuje u více než 50 % konkomitujících šilhání [3].

2.3 Amblyopie

Amblyopie (tupozrakost) se označuje horší vidění jinak zdravého oka při nejlepší možné korekci brýlové vady. Postiženo je i vnímání prostoru (stereopse), které je založeno na spolupráci dvou, normálně vidících očí. Vyskytuje se u 4 – 5% dětské populace a je velice častá u strabismu [29]. Amblyopie může být vrozená nebo získaná.

Amblyopie se diagnostikuje na základě nálezů sníženého vizu i po optimálním vykorigování případné refrakční vady a po vyloučení organické příčiny nebo je-li pokles visu větší než by odpovídalo organické poruše. Zároveň diagnózu amblyopie podporuje nález období působení abnormální zrakové stimulace. Tabulka 2.2 ukazuje jednotlivé typy amblyopie.

Tab. 2.2. Formy amblyopie

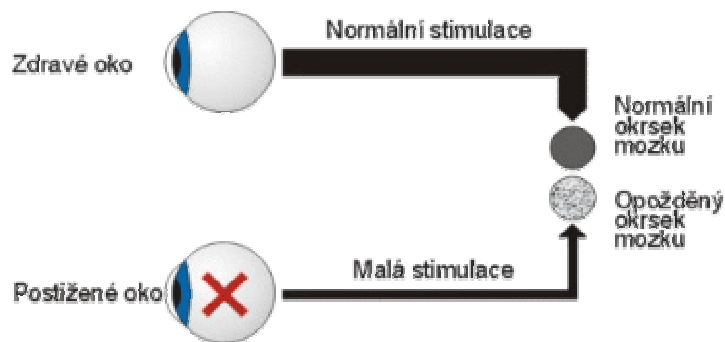
Forma amblyopie	Mechanismus vzniku
amblyopie spojená se šilháním	aktivní útlum vjemů šilhajícího oka centrální inhibicí (dominantní je snížení zrakové ostrosti)
deprivační amblyopie	redukce zrakových stimulů oka v raném dětství způsobena organickou vadou (např. vrozená ptóza, katarakta)
anizometrická amblyopie	výrazný rozdíl v refrakci obou očí je impulsem centrální inhibice oka s vyšší dioptrickou vadou
ametrická amblyopie	nekorigované větší dioptrické vady obou očí, pozdní korekce refrakčních vad
meridionální amblyopie	vrozený astigmatismus

Amblyopie může vzniknout od narození do 7 – 8 let, kdy se zrakový vývoj ukončuje a zraková centra jsou již resistantní k abnormální zrakové stimulaci [25]. Nejkritičtější období z hlediska vzniku amblyopie jsou první 3 měsíce, dále první 3 roky [25].

Amblyopie **vzniká** obecně **2 základními mechanismy**:

1. **Nedostatečnou zrakovou stimulací** se vytváří nedostatečné množství nebo neostře sítnicové obrazy, což vede k pasivnímu útlumu příslušné části zrakového systému, zpomalení až zastavení rozvoje částí mozkové kůry a podkorových struktur (corpus geniculatum laterale), které přijímají zrakovou informaci z postiženého oka (Obr. 2.8.).

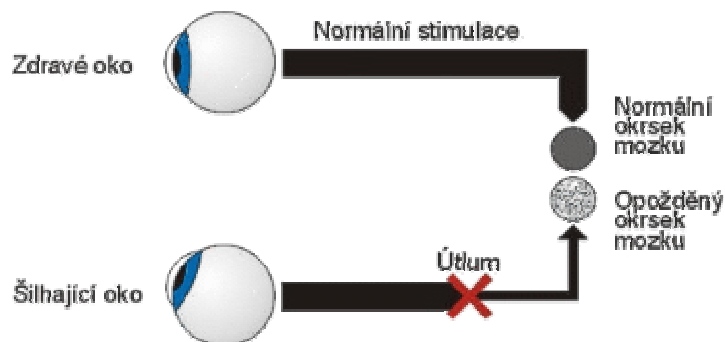
Příčinou jsou nekorigované refrakční vady, zákaly optických médií a ptóza.



Obr. 2.8. Vznik amblyopie při nedostatečné zrakové stimulaci

2. **Abnormální stimulací** natolik rozdílnými sítnicovými obrazy pro pravé a levé oko, že není možné jejich splynutí v jeden vjem ve zrakovém centru (Obr. 2.9.). Dochází k soutěži mezi oběma obrazy a ve zrakovém korovém centru dojde k supresi horšího obrazu, který přestane být vnímán.

K příčinám patří strabismus, rozdílné nebo jednostranné refrakční vady a jednostranné zákaly optických medií.



Obr. 2.9. Vznik amblyopie při abnormální stimulaci

Léčba

Metody výcviku vidění tupozrakého oka se nazývá **pleoptika**. Léčba spočívá k přinucení tupozrakého (utlumeného) oka k činnosti a to tak, že se vyloučí z vidění oko dobře vidoucí. Vyloučení lepšího oka se provádí **okluzí**, tj. zakrytí (okluzorem na brýlích, náplastí (Obr. 2.10.) nebo neprůhlednou kontaktní čočkou). U velmi malých dětí do jednoho roku se handicapuje vedoucí oko **cykloplegií** atropinem [17]. Tam, kde nelze provést klasickou okluzi, lze **penalizací** (kombinací hyperkorekce a cykloplegie) zhoršit vidění vedoucího oka a zvýhodnit oko tupozraké.

Pokud se tupozrakost nepodaří odstranit v dětském věku (nejpozději do 10 let věku), zůstane vize již trvale zhoršen [12].

Úspěch léčby závisí na časně diagnóze a dobré spolupráci rodičů [25].

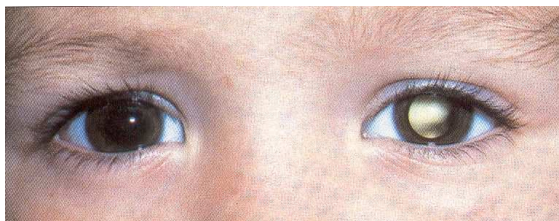


Obr. 2.10. Léčba amblyopie – náplastový okluzor

2.4 Nejzávažnější oční onemocnění

2.1.1 Vrozená katarakta

Vrozená katarakta (šedý zákal) je ojedinělé onemocnění čočky jednoho nebo obou očí (četnost přibližně 15 – 20 zákalů na 100 000 novorozenců). Zákal se může projevit zhoršením vize, strabismem, nystagmem a posléze zašednutím až zbělením zornice - leukokorií (viz. Obr. 2.11.). Zkalení čočky brání vzniku ostrého obrazu na sítnici a vzniká těžká deprivativní amblyopie.



Obr. 2.11. Leukokorie na levém oku

Příčinou dětské katarakty je nejčastěji dědičná dispozice, nitroděložní infekce nebo četné vrozené syndromy.

Léčba spočívá v odstranění zákalu operací a náhradě dioptrické funkce čočky aplikací kontaktních čoček, implantací umělé nitrooční čočky, případně aplikací brýlové korekce. Zároveň je třeba pleoptického výcviku, trvalého sledování na specializovaném pracovišti a velmi dobré spolupráce rodičů.

2.1.2 Vrozený glaukom

Vrozený glaukom (zelený zákal) je vzácné oční onemocnění (incidence 1:10000) s nejistou prognózou a s vysokým rizikem slabozrakosti až oslepnutí. Glaukom v dětském věku je způsoben buď primárně izolovanou vývojovou poruchou v

oblasti komorového úhlu (trabekulodysgenezí) anebo sekundárně při jiných vývojových poruchách bulbu, v důsledku nitroočních zánětů a tumoru.

Mezi první **příznaky** patří světlolachost, svírání víček a slzení. Dále dochází ke zvětšení oka, zašednutí rohovky, šilhání, nystagmu a snížení vízu.

Bez **léčby** dojde k ireverzibilnímu těžkému poškození nervových vláken sítnice a zrakového nervu s následným poklesem zrakových funkcí do pásma praktické slepoty. Včasnou operativní a medikamentózní léčbou lze zachovat v optimálním případě prakticky normální vidění.

2.1.3 Retinoblastom

Retinoblastom je maligní nitrooční nádor sítnice. Postiženy bývají nejčastěji děti do 3 let věku. Onemocnění se projevuje strabismem, leukokorií a v pozdních fázích iritací oka. Častou komplikací je sekundární glaukom. Při včasném záchytu a společné oftalmologické a onkologické léčbě se lze vyhnout enukleaci postiženého oka [12].

2.1.4 Vývojové anomálie oka

Vrozené vývojové anomálie představují větší skupinu vzácných postižení, které se zpravidla projevují již u nejmenších dětí a jsou spojeny s výrazným poklesem zrakových funkcí. Relativně nejčastěji se vyskytuje **iridokorneální dysgeneze**, **perzistence primárního hyperplastického sklivce** a **kongenitální ptóza**.

3 Pedoofthalmologické vyšetření

V České Republice jsou koordinátory péče o děti *praktičtí lékaři pro děti a dorost* (PLDD). Jsou první linií pro záchyt různých smyslových poruch, tedy i zraku. Orientační vyšetření zraku se provádí při pravidelných preventivních prohlídkách. V případě zjištění snížené zrakové ostrosti nebo podezření na oční onemocnění je dítě odesláno k dětskému oftalmologovi, který provede pedoofthalmologické vyšetření.

Standardní pedoofthalmologické vyšetření zahrnuje tyto části:

- Anamnézu
- Makroskopické posouzení předního segmentu očí
- Oftalmoskopii zadních očních segmentů
- Centrální zrakovou ostrost
- Refrakci
- Oční motilitu a konvergenci
- Hodnocení postavení očí a fixaci očí
- Binokulární vidění

Při vyšetření se používají různé testy a přístroje. Ne všechny je možné použít u dětí nezávisle na věku. Některá vyšetření vyžadují větší spolupráci a slovní odpovědi dětí, u jiných stačí minimální spolupráce, a proto je lze použít i u nejmenších dětí. V každém věku lze udělat zakrývací test, Brüknerův test, orientační test motility, skiaskopii v cykloplegii, běžné vyšetření předního segmentu oka a očního pozadí [13]. Od 2 let věku dítěte je snaha o zjištění zrakové ostrosti na optotypech, ve 3 letech lze provést u bystrých dětí některé zkoušky binokulárního vidění, v 5 letech testy na sítnicovou korespondenci. Kompletní vyšetření strabismu je možno provést u normálně psychicky vyvinutého dítěte až v 5 letech [13].

3.1 Anamnéza

Anamnéza se zjišťuje většinou od rodičů dítěte. **Rodinná anamnéza** je zaměřena na výskyt refrakčních vad, strabismu, organického postižení očí a amblyopie. U **osobní anamnézy** se zjišťuje průběh těhotenství, porod a jeho komplikace, donošenost, dále dětská infekční onemocnění, úrazy hlavy, neurologická postižení apod. V rámci **oční anamnézy** je důležitá doba vzniku šilhání, které oko šilhá, kam se uchyluje a za jakých okolností (pohled do dálky a pohled do blízka), zda trvale nebo jen občas, rychlost vzniku šilhání, předchozí léčba amblyopie a nošení brýlí.

3.2 Makroskopické posouzení předního segmentu očí

K vyšetření předního segmentu, ale částečně i pozadí, je vhodná **štěrbinová lampa**. Posuzuje se postavení bulbů a jejich velikost a symetrie, překrvení, transparence rohovek, zornice (tvar, barva, reakce na světlo a eventuelně na fixaci, anizokorie), čočka a přední komora.

3.3 Oftalmoskopie zadních očních segmentů

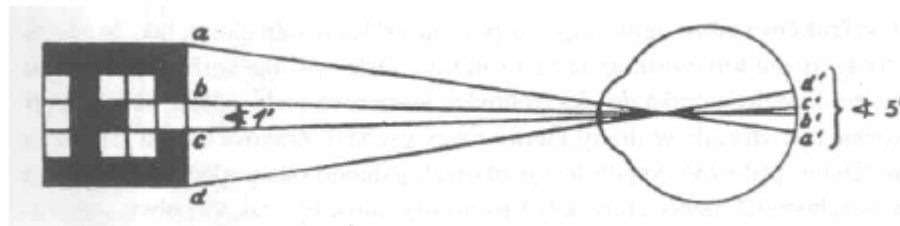
Oftalmoskopie se rozlišuje přímá a nepřímá. K přímé oftalmoskopii se používá **oftalmoskopu** se zvětšením 14krát, kde světelný paprsek je projikován do osy pohledu. Podrobnější vyšetření se provádí v arteficielní mydriáze. Vyšetřuje se papila zrkového nervu, pak centrální krajina a kolem periferněji všechny kvadranty a hodnotí se změny v průhlednosti čočky a sklivce. Nepřímá oftalmoskopie se používá k podrobnějšímu vyšetření fundu.

3.4 Centrální zrková ostrost

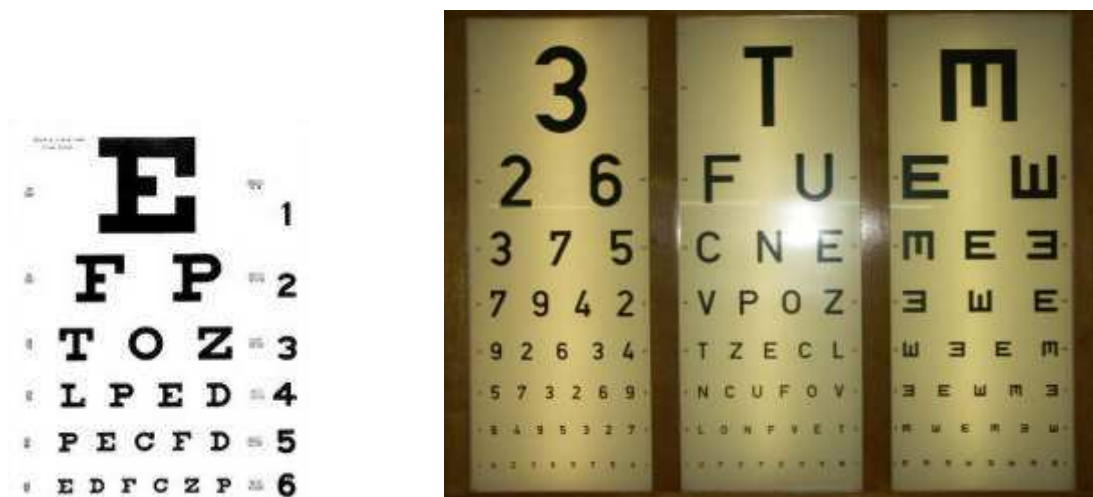
Zrková ostrost nebo-li rozlišovací schopnost oka je vyšetřována nejčastěji za účelem předpisu brýlové korekce. K vyšetření zrkové ostrosti na dálku se používají **optotypy** (Obr. 3.2.). Jedná se o tabule se znaky různé velikosti. Nahoře je znak největší, směrem dolů se pak znaky sestavené v řádky zmenšují. Mohou to být optotypy Snellenovy (písmena, číslice), Pflügerovy háky (E-znaky), Landoltovy kruhy (C) nebo obrázky. Na boku každého řádku je uvedena číslice, která znamená vzdálenost, ze které má normálně vidoucí oko příslušný znak přečíst. Typ znaků se volí vždy podle věku a

schopností dítěte. Pro nejmenší děti se používají obrázky, postupně se přechází na Pflügerovy háky (E-znaky) a od druhé třídy se pak může přejít na písmena nebo čísla. Do dvou let věku dítěte se vyšetřuje visus spíše orientačně. Dítěti se nabízí hračky, barevné kuličky a sleduje se, jak dítě reaguje na nabízenou věc.

Optotypy jsou konstruované tak, že úhel, pod nímž se z předepsané vzdálenosti vidí celé písmeno, je 5 min, úhel, pod nímž se vidí charakteristické detaily nutné k poznání písmene, je 1 min (Obr. 3.1.).



Obr. 3.1. Snellenův znak – rozměrové vztahy znaků na optotypech



Obr. 3.2. Optotypové tabule Snellenova typu

V posledních letech se začaly používat tabule **logMÚR** (logaritmus minimálního úhlu rozlišení) viz. Obr. 3.3. , které jsou konstruovány na základě následujících principů – v řádku je stejný počet písmen, vzdálenost mezi řádky se rovná velikosti písma, velikost písma se mění geometricky jako násobek faktoru 0,1 log jednotky ($10\sqrt{10}$). 14 řádků různě velkých písmen odpovídá písmenům viděným pod úhlem od 10 do 0,5 minuty. Tyto hodnoty jsou ekvivalentní Snellenovým tabulkám od 6/60 až 6/3.



Obr. 3.3. LogMÚR vyšetřovací tabule Snellenova typu

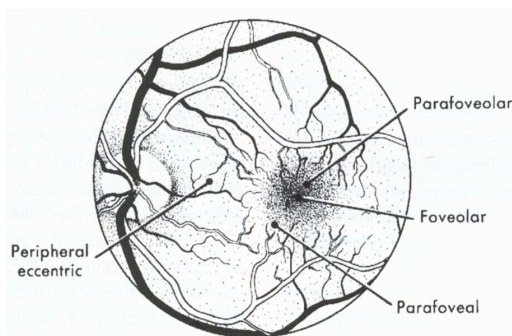
Vlastní vyšetření zrakové ostrosti se provádí u každého oka zvlášť, přičemž nevyšetřované oko se musí dokonale zakrýt. Výsledná hodnota zrakové ostrosti (Visus) se zaznamenává ve formě zlomku, kde čitatel představuje vzdálenost, ze které vyšetřovaný četl, a jmenovatel číslo řádku, který vyšetřovaný ještě přečetl. Např. 6/18 znamená, že pacient ze vzdálenosti 6 metrů správně přečetl řádek označený číslicí 18. Visus se často vyjadřuje také *decimálním převodem* těchto zlomků ($6/24 = 0,25$). Nevidí-li ani největší znak optotypu, musí se tabulky přiblížit, případně si pomoci samostatným znakem E. Hodnotu zrakové ostrosti se potom zapisuje např. 3/60, 2/50, vždy podle velikosti použitého znaku. Stejně tak se postupuje při vyšetřování druhého oka. Nosí-li pacient brýle, vyšetřuje se zraková ostrost bez brýlí i v brýlích. Do zápisu se uvede, že se jedná o vyšetření bez korekce a s korekcí a optotyp na kterém se vyšetřovalo. Zraková ostrost u dospělého člověka by měla být 6/6 nebo 5/5. Tříleté dítě má obvykle visus 6/12 nebo 6/9 [14].

Vidění do blízka se u dětí běžně nevyšetřuje. Vidění do blízka se zjišťuje pomocí **Jägerových tabulek**. Je to sestava textů uspořádaných do odstavců označených číslicemi 1–14. Odstavec číslo 1 je vytištěn nejmenšími písmeny, v dalších odstavcích se písmena postupně zvětšují. Výsledek vyšetření vidění do blízka se pak zapisuje J. č. 1–14 podle toho, který odstavec Jägerových tabulek vyšetřovaný ještě četl.

Nesprávně provedené vyšetření zrakové ostrosti může vést u dítěte k nerozpoznání tupozrakosti a jiných závažných očních onemocnění [14].

Monokulární fixace

S vyšetřením visu souvisí i vyšetření monokulární fixace, která může být u těžší amblyopie porušena a může potvrdit amblyopii u malého nespolupracujícího dítěte[25].



Obr. 3.6. Foveolární fixace

Fixace se vyšetřuje oftalmoskopem s centrálním otvorem v zeleném filtru. Dítě se vyzve k fixaci světlého středového terče při přikrytém druhém oku a sleduje se poloha fixační značky na sítnici. Při foveolární centrální fixaci se značka promítne na foveolu (Obr. 3.6.), při excentrické fixaci značka může být lokalizována v oblasti makulární, ale také mimo ni. Fyziologická je foveolární centrální fixace. Pacienti s těžší amblyopií nefixují foveou, ale okřskem mimo foveu, mají excentrickou fixaci, která je spojena se sníženým visem.

3.5 Refrakce

Ke stanovení refrakce se používá objektivních a subjektivních metod.

Mezi **objektivní metody** patří *přímá oftalmoskopie* a *skiaskopie*. Ke stanovení sférické a cylindrické složky refrakce oka se užívá *refraktometru* a ke stanovení astigmatismu se používá *keratometru*.

Oftalmoskopie slouží jen k hrubému orientačnímu odhadu refrakční vady.

Princip *skiaskopie* (retinoskopie) spočívá v tom, že vyšetřující vrhá svazek světelných paprsků pomocí očního zrcátka, nebo tzv. retinoskopu do oka pacienta a hodnotí, zda paprsky odražené od pacientovy sítnice vstupují do oka vyšetřujícího překřížené či nepřekřížené. Podle síly skla, které je nutné ke změně chodu paprsků, se určí hodnota refrakce. Skiaskopuje se buď světlem odraženým pomocí očního zrcátka, nebo tzv. retinoskopem – přístrojem, který vrhá světlo přímé. Skla, která se předsazují pacientovi před oko, jsou zasazena do tzv. skiaskopických lišt. Skiaskopickým vyšetřením se může zjistit i astigmatismus. Při vyšetření je nutné farmakologicky

vyřadit pacientovu akomodaci cykloplegií a zajistit dobrou mydriázu. Velkou výhodou skiaskopie je to, že je k ní nutná jen minimální spolupráce pacienta, a proto se používá i u nejmenších dětí.

Objektivní měření refrakce je v současné době prováděno téměř výlučně *autorefraktometry* [2] (Obr. 3.7.).



Obr. 3.7. Autorefraktometr

Měření probíhá v sekundách a je proveditelné i u malých dětí. Přístroje poslední generace se automaticky nastavují před pravé a levé oko, samy se centrují a i exponují. Přesnost měření je závislá na uvolnění akomodace. Přístroje se snaží vyloučit akomodaci navedením vyšetřovaného na uvolněné vnímání testové značky. U dětí v předškolním věku se pro velkou akomodační šíři a výraznou proximální reakci dítěte stanovuje refrakce v cykloplegii.

Subjektivní měření refrakce se provádí monokulárně praktickým čtením optotypů na dálku. Korekční čočky se vkládají do zkušebních obrub před jedno oko, zatímco druhé je zacloněno neprůhledným terčem.

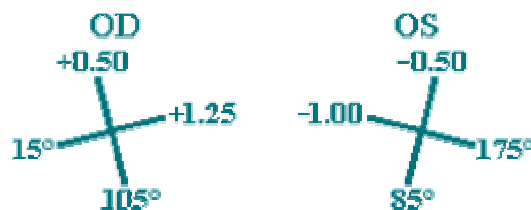
K přesnému stanovení refrakce je nejlépe užít jak objektivních tak subjektivních metod [16].

Výsledná refrakce se zapisuje ve formě *sférocylindrického předpisu* [20]:

sph cyl axis
OD: +1.25-0.75×15
OS: -0.50-0.50×85

Kde je OD = oculus dexter (pravé oko), OS = oculus sinister (levé oko), sph = spherical (sféra), cyl = cylindrical (cylindr) a axis (osa astigmatické složky). Sféra nebo sférická složka předpisu indikuje míru hypermyopie nebo myopie v ose meridiánu oka. Plus (+) mohutnost označuje spojnou čočku, zatímco minus (-) mohutnost značí rozptylnou

čočku. Cylinder nebo cylindrická složka předpisu udává velikost astigmatismu oka. Zápis uvedený výše lze vyjádřit: na pravém oku je +0.50 D (+1.25 D – 0.75 D = +0.50D) hypermyopie v 105°meridiánu (který je 90° přímo od 15°meridiánu) a 0.75 D astigmatismu; na levém oku je –1.00 D (–0.50 D – 0.50 D = –1.00 D) myopie v 175°meridiánu (který je 90° přímo z 85° meridiánu) a 0.50 D astigmatismu (Obr. 3.8).



Obr. 3.8. Výsledná refrakce

3.6 Motilita očí a konvergence

Motilita se vyšetřuje v 9 diagnostických pohledových směrech. Hlava pacienta se drží v přímém postavení, pacient sleduje fixační značku, poutavý předmět nebo světlo (0,5 m), kterým vyšetřující pohybuje do všech pohledových směrů a sledují se pohyby bulbů, popřípadě nystagmus a změny šíře oční štěrbin. Vyšetření motility se může provádět na *perimetru*, kde se omezení pohybu v některém směru hodnotí ve stupních.

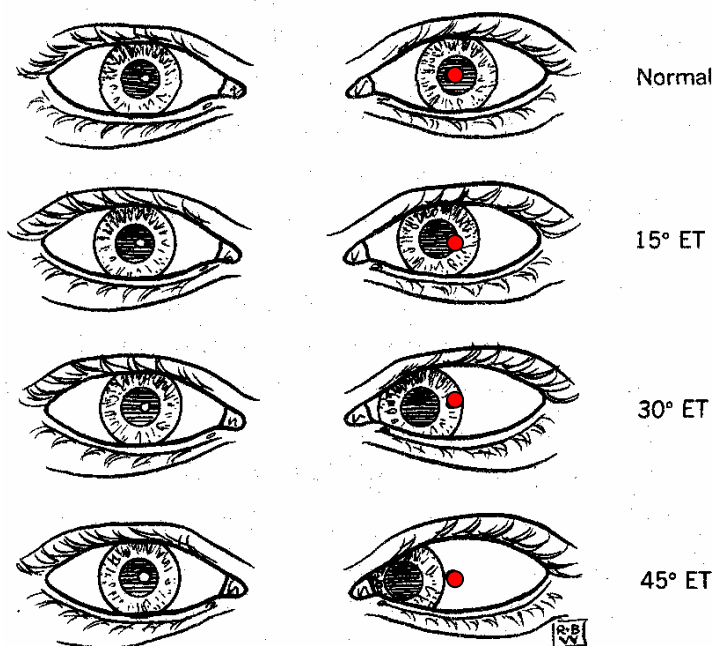
Spolu s motilitou se hodnotí i konvergentní souhyb obou očí a to buď orientačně při přibližování malého fixačního objektu k očím vyšetřovaného nebo přístrojově na *konvergometru*.

3.7 Hodnocení postavení očí a fixace očí

K hodnocení postavení a fixace očí se používá různých testů. K nejznámějším patří **Hirsbergerova metoda** a **Brücknerův prosvěcovací test**.

Hirschbergova metoda. Vyšetřované dítě v temné komoře fixuje světelný zdroj (oftalmoskop) ve vzdálenosti 30 cm. Vyšetřující sleduje polohu světelných reflexů na rohovce obou očí. U ezotropie je světelný reflex na šilhajícím oku posunut temporálně, u exotropie nazálně vzhledem k poloze reflexu na oku vedoucím. Posun reflexu od středu rohovky o 1 mm odpovídá asi 7° úchylny [17]. Reflex na limbu znamená úchylny 45° viz. Obr. 3.9.

Brücknerův test se používá u malých dětí do dvou let. Vyšetřující osvětlí oftalmoskopem z jednoho metru současně obě oči dítěte a přitom sleduje a porovnává symetričnost retinálních světelných reflexů v zornici. Podle reakce zornice lze usuzovat i na přítomnost amblyopie. Zornice u silně tupozrakého oka se zužuje méně než u oka dobře vedoucího. Prosvícením oka lze navíc odhalit i anatomické odchylky a patologie oka (např. vrozenou kataraktu, anomálie sklivce).



Obr. 3.9. Měření velikosti úchytky podle rohovkových reflexů

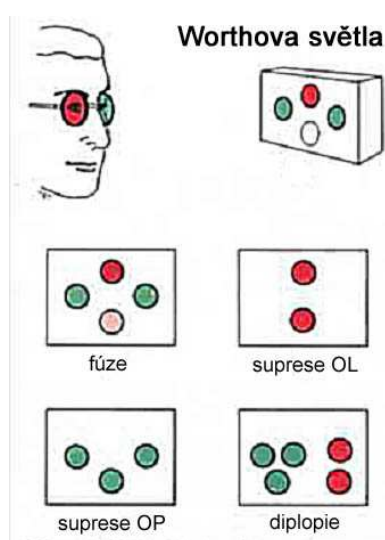
Krycí test (Cover test) slouží k vyšetření postavení očí a je optimální metodou ke zjištění a hodnocení šilhání. Test odhalí zjevné nebo latentní šilhání, určí fixující (vedoucí) a šilhající oko. Jeho prostřednictvím se zjistí i velikost úchytky šilhání. Vyšetřující střídavě zakrývá oči, zatímco pacient fixuje předmět ve vzdálenosti 0,5 a 5 m. Zakryje-li se šilhající oko, vedoucí oko zůstane v klidu, zakryje-li se vedoucí fixující oko, šilhající oko vykoná vyrovnávací pohyb k převzetí fixace, který je v opačném směru než úchytky.

Velikost úhlu šilhání se dále dá změřit na troposkopu, oblouku perimetru, Maddoxově kříži nebo testem hranolem.

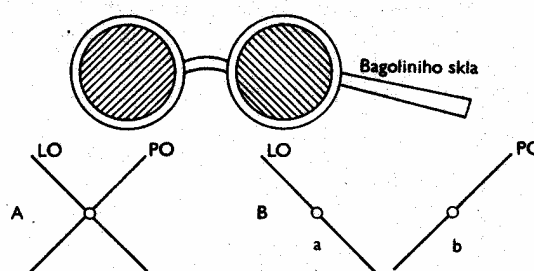
3.8 Binokulární vidění

Při vyšetření JBV se odděluje (disociuje) obraz pravého a levého oka. Používají se disociační testy rušící fúzi.

K nejznámějším testům patří **Worthův test**, kde jsou vjemy obou očí disociovány barevně pomocí červenozelených brýlí. Pacient sleduje přes brýle čtyři barevná kruhová světla uspořádaná do kosočtverce, jak je vidět na Obr. 3.10. Každé oko vidí jen ty terče, které jsou barevně shodné se sklem v brýlích. Zjišťuje se suprese (vjem jedné barvy), binokulární vidění (pacient vidí 4 terče), diplopie (terčů je vnímáno 5).



Obr. 3.10. Worthův test



Obr. 3.11. Bagoliniho test

Čtyř prismatický fúzní test. Test se čtyřmi prizmaty bází zevně slouží k odhalení malých centrálních útlumových skotomů velikosti 2 až 4 pdpt (prismatická dioptrie) ve volném prostoru [5]. Tyto skotomy se vyskytují u šilhání s malým úhlem, u mikrotropií, anizometropických amblyopií a u zdánlivě rovnoběžného postavení očí po operaci šilhání. Hranol 4 pdpt bází zevně se rychle předsune před pravé oko temporální strany nebo shora. Pacient při tom pozorně fixuje bodový světelný zdroj ve vzdálenosti 5 m nebo 1 m. Vyšetřující pozoruje průběh dvoufázového pohybu na levém oku. Pak se hranol předsune před levé oko a pozorují se pohyby na pravém oku.

Bagoliniho skla (Obr. 3.11.) jsou nejjednodušším vyšetřením BV v prostoru, mají nejmenší disociaci. Vjemy obou očí jsou odděleny pomocí brýlí s OP sklem rýhovaným v úhlu 135° a OL 45° . Pacient brýlemi pozoruje bodové světlo na blízko nebo na dálku. Bodový světelný zdroj je zkreslen každým sklem v čáru, která je kolmá na rýhy skla.

Přístrojů pro vyšetřování BV je mnoho (např. Obr. 3.12. a 3.13.). Jsou tvořeny dvěma okuláry, kterými se vyšetřovaný dívá na předkládané obrázky. Ty jsou uspořádány tak, aby obraz před pravým okem a obraz před levým okem se doplnily v určitý vjem. Nejjednodušší je *stereoskop*, složitější pak slouží i k měření nevyváženosti oko-hybného aparátu a nejznámější je *troposkop*. Troposkop (Obr. 3.12.) je všestranně použitelný přístroj, používá se k měření úchylky a k vyšetření stavu BV a RK i léčebně k nácviku a zdokonalení BV.



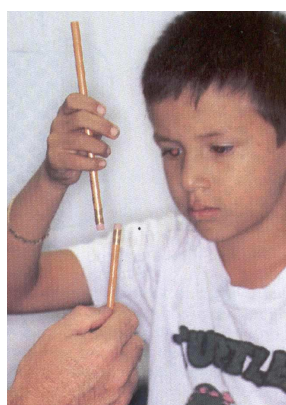
Obr. 3.12. Troposkop



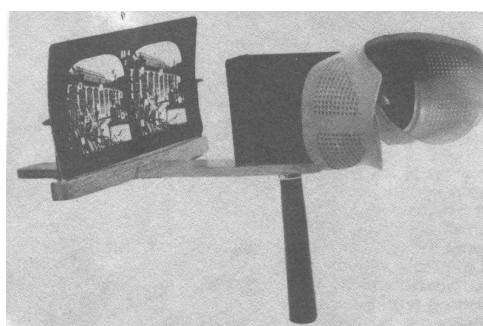
Obr. 3.13. Synoptofor

Stereopse

Nejjednodušší je **zkouška doteková** s dvěma tužkami. Vyšetřující drží tužku před pacientem a pacient je vyzván, aby umístil svou druhou tužku přesně na vršek první (Obr. 3.14.). Pacient se stereopsí to dokáže snadno, bez prostorového vidění bude míjet cíl.



Obr. 3.14. Doteková zkouška



Obr. 3.15. Stereoskop

Stereopsi je možné vyšetřovat na přístrojích, které se nazývají *stereoskopy* (Obr. 3.15.). Základním principem je oddělení zorných polí a obrázků pro obě oči zpravidla mechanickou překážkou. Obrázky lze vidět současně, prostorově nebo

monokulárně při chybění stereopse. Jako obrazové předlohy se užívají dvojice pro simultánní vidění, pro fúzi a pro stereopsi.

Korespondence sítnic

Stanovením sítnicové korespondence se končí ortoptické vyšetření strabujícího dítěte [13]. Toto vyšetření je možné provést na troposkopu nebo za pomoci různých testů. K nejpoužívanějším patří **Heringův-Bielschowského test**. Vyšetřovaný se dívá v polozatemnělé místnosti pravým okem na svislou, v centru přerušovanou světelnou štěrbinu, pak levým okem na stejnou štěrbinu, orientovanou horizontálně. Vyšetřovaný nakreslí, jaký vjem vidí. Při normální RK obrazy tvoří pravidelný kříž. Pokud jsou úsečky posunuty v horizontále či vertikále, jde o anomální retinální korespondenci.

I.B Speciální část

4 Fotoscreening amblyogenních faktorů

4.1 Úvod

Fotoscreening je oční screeningová metoda používána pro vyhledávání amblyogenních faktorů, jako je strabismus, zákaly optických médií a závažných refrakčních vad na jednom nebo obou očích [33]. Častý výskyt těchto vad v dětské populaci a možnost jejich efektivního ovlivnění v raných fázích jejich rozvoje vedly k širokému zájmu o možnosti populačního screeningu. Cílem screeningu amblyogenních faktorů je především záchyt anizotropií a vyšších ametropií, tedy odchylek refrakce disponujících svého nositele k rozvoji amblyopie a případně i strabismu [6].

Historicky vznikly dvě tendence ve screeningu amblyopie: 1) vyhledávání časných projevů tupozrakosti (např. vyšetření zrakové ostrosti na preventivních prohlídkách ve 3 letech), 2) vyhledávání časných faktorů, které tupozrakost způsobují (např. fotoscreening amblyogenních faktorů)

V současnosti se pozornost soustřeďuje na hodnocení ekonomické a provozní efektivity populačního screeningu těchto faktorů [6].

4.2 Metody měření refrakce

Zpočátku byla snaha modifikovat pro screening techniky pro stanovení objektivní refrakce původně používané optometry a okulisty. V 60. a 70. letech 20. století byla vyvinuta metoda *fotorefrakce*. Tato metoda umožňuje velmi rychlé vyšetření refrakce obou očí v témže okamžiku bez nutnosti umístění hlavy do opěrky těsně před měřicím přístrojem. Díky svým vlastnostem byla aplikována především v oblasti screeningu nejmenších dětí. Na druhé straně však menší přesnost limitovala použití metody v optometrii pro stanovení objektivní refrakce.

Fotorefrakční metody jsou založeny na snímkování vyšetřovaných očí speciálně upraveným fotoaparátům nebo kamerou. Společným prvkem různorodé skupiny fotorefrakčních metod jsou specifické vlastnosti zdroje měřicího světla, který je umístěn ve vstupní apertuře objektivu. Měřicí světlo dopadá na sítnici, která jej odráží

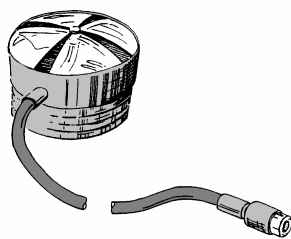
zpět do objektivu kamery. Osvětlená část sítnice se chová jako sekundární zdroj měřícího světla. Refrakční vlastnosti optického aparátu oka modifikují tvar kužele měřícího světla vyzařovaného z oka a tedy i povahu retinálního reflexu zachyceného kamerou. Refrakční stav oka se stanovuje analýzou tvaru a rozložení jasu retinálních reflexů na snímcích.

4.2.1 Rozdělení metod

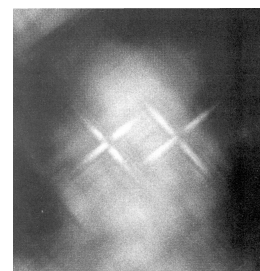
Fotorefrakční metody lze rozdělit na postupy založené na studiu *double pass point spread function* (dále DPPSF) a *metody odvozené od skiaskopie (resp. retinoskopie)* [6].

DPPSF

Metody z první skupiny jsou někdy označovány jako **metody koaxiální**. Zdroj měřícího světla je u těchto přístrojů umístěn v centru vstupní apertury objektivu (a paprsky měřícího světla jsou koaxiální s osou objektivu). Metoda má dvě modifikace: *ortogonální* a *izotropickou*. **Ortogonální metoda** hodnocení DPPSF byla poprvé navržena Howlandem a Howlandem v roce 1962, kteří zkonstruovali refrakční předsádku tvořenou čtyřmi cylindrickými čočkami (o úhlové velikosti 70°) uspořádanými ortogonálně před objektivem fotoaparátu [6] (viz. Obr. 4.1.). První analýza optického principu metody byla publikována stejnými autory v roce 1974 a rozpracována v dalších studiích. Ortogonální metoda je citlivá zejména na torickou složku aberací oka, proto byla používána při studiu astigmatismů.



a) předsádka

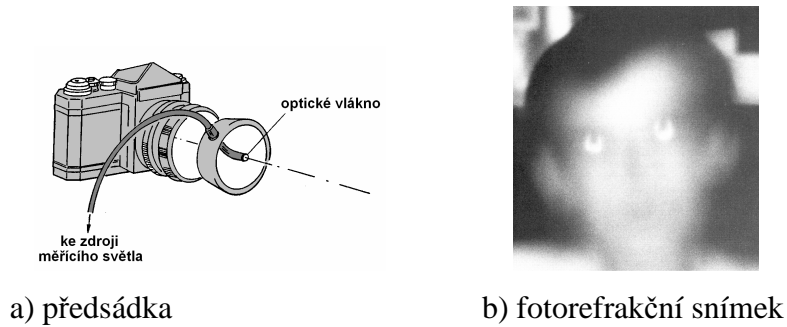


b) fotorefrakční snímek

Obr. 4.1. Ortogonální fotorefrakční metoda

V roce 1982 navrhla Atkinsonová další modifikaci DPPSF principu: **izotropickou metodu** (Obr. 4.2.). Přístroje založené na tomto principu dosahují rozostření retinálního

reflexu axiálním posunem fotoaparátu směrem k a následně od vyšetřovaného (nejčastěji o 0,5 D) bez doostření objektivem [6].



Obr. 4.2. Isotropická fotorefrakční metoda

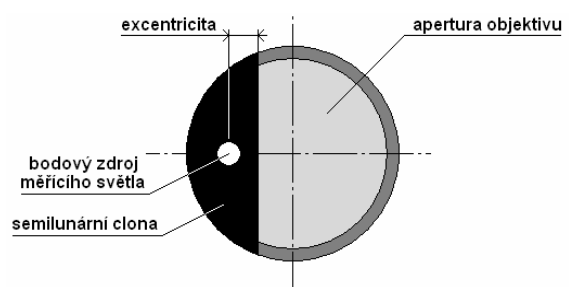
Excentrická fotorefrakce

Excentrická fotorefrakce (synonyma: fotoretinoskopie, fotoskiaskopie a paraxiální fotorefrakce) je metodou odvozenou od principu skiaskopie. Skiaskopii poprvé použil sir William Bowman v roce 1859 k detekci keratokonu a rohovkového astigmatismu [12] [převzato[6]]. První automatizovanou modifikací skiaskopie byl přístroj navržený Krügerem, který promítal zornicí do oka pruh infračerveného světla a získával tak pohyblivý retinální zdroj světla.

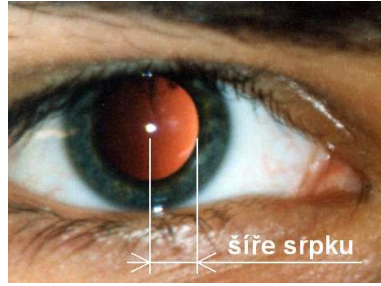
Pro excentrickou fotorefrakční metodu je charakteristická umístění zdroje měřícího světla excentricky na poloměsíčitě cloně v apertuře objektivu [6] (viz Obr. 4.3.). Vzdálenost zábleskového otvoru od okraje clony se označuje excentricita zdroje měřícího světla.



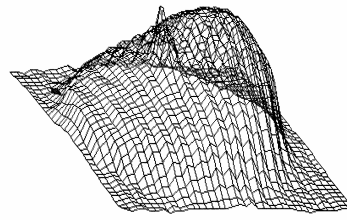
a) upravený fotoaparát



b) apertura objektivu s poloměsíčitou clonou a bodovým zdrojem světla



c) fotorefrakční snímek se srpkem



d) 3D graf jasového profilu zornice

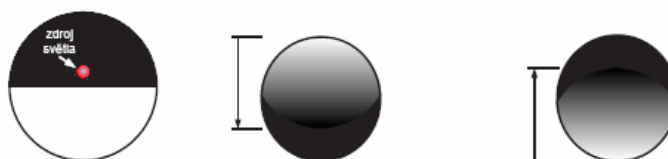
Obr. 4.3. Excentrický fotoscreener pracující s bodovým zdrojem měřícího světla

Původně byly excentrické fotorefraktory konstruovány s bodovým zdrojem měřícího světla (kulatý zábleskový otvor, LED, atp). V kombinaci s hodnocením retinálních reflexů metodou šíře srpku to však přinášelo několik problémů. Metoda nemohla detekovat malé hypermetropie, protože za těchto okolností se srpek zcela ztrácel. Tento interval je označován *dead zone*. V důsledku monochromatických aberací se srpek při defokusu, který se blíží *dead zone* (jako např. při fotoscreeningu), chová irregulárně: retinální reflex se rozštěpí, nebo je přítomná jasnější středová skvrna [24] [převzato[6]]. Druhým problémem byla nelinearita vztahu mezi šíří srpku a velikostí defokusu (ametropie) a závislost šíře srpku na velikosti zornice. Třetí obtíž praktického provádění fotorefrakce je neostrý okraj srpku, který ztěžuje jeho objektivní detekci metodami obrazové analýzy. Obtíže s automatickou detekcí šíře srpku vedly k hledání jiných metod hodnocení vlivu relativního defokusu na distribuci jasů fotografovaného retinálního reflexu. Uozato v roce 1991 [25] prokázal, že *sklon jasového profilu* distribuce světla retinálního reflexu v zornici (dále jen sklon jasového profilu) je také funkcí relativní ametropie [převzato[6]]. Výhodou tohoto přístupu je využití většího objemu dat z obrazu zornice. Metoda sklonu jasového profilu byla implementována do dvou přístrojů s bodovým zdrojem měřícího světla: Topcon PR-1000/PR-2000 a Fortune Optical (Tomey ViVA) VRB-100 [6].

Senzitivita fotorefraktorů s bodovým zdrojem světla je odhadována v pásmu 71 – 86 % a specificita se pohybuje mezi 81 – 90 % [6]. Schäeffel, Farkas a Howland navrhli v roce 1987 nový tvar zdroje měřícího světla [27] [převzato[6]]. Pro studium dynamiky tvaru srpku retinálního reflexu umístili před objektiv kamery na clonu několik řad infračervených fotoluminiscenčních diod LED. Elektronický obvod postupně rozsvěcoval jednotlivé řady s různou velikostí excentricity. Při experimentech s dynamikou akomodace v roce 1993 svítily všechny řady současně. Tato *vícebodová geometrie zdroje měřícího světla* je výhodnější. Sklon jasového profilu, jako ekvivalent

relativního defokusu oka, resp. ametropie, je v blízkosti *dead zone* méně ovlivněný aberacemi oka [6]. Závislost sklonu jasového profilu na refrakčním stavu oka je více lineární a jasový profil má v posuzované části přímější průběh (viz Obr. 4.6.) [28] [převzato[6]]. Výsledkem této poslední modifikace měřicího světla, aplikované např. v přístroji PlusoptiX PowerRef II. a III., je přesnost měření srovnatelná s moderními autorefraktory [30] [převzato[6]].

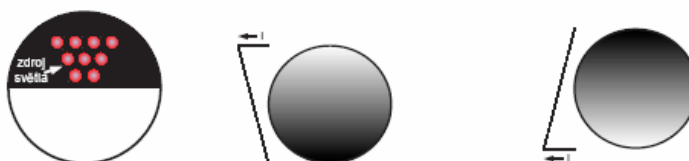
fotorefraktor myopický defokus hypermetropický defokus



Obr. 4.4. Fotorefraktor s pŮlměsíčitým odrazem (Crescent-extent measurements) [21]

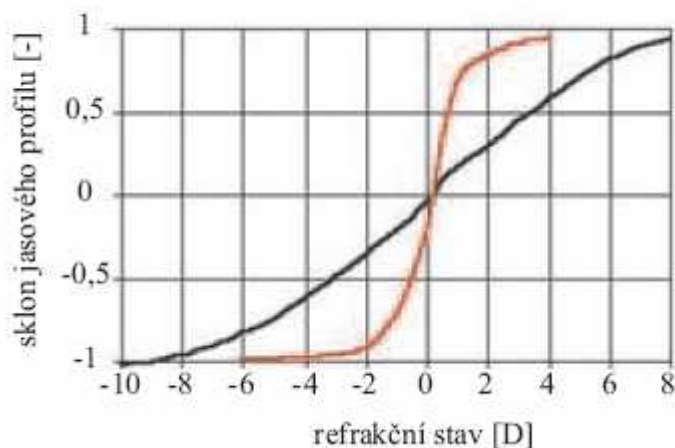
Geometrie zdroje světla má přímý vliv na vlastnosti pozorovaných odrazů [21]. Obrázek 4.4. zobrazuje fotorefraktor s bodovým zdrojem světla. Při této konfiguraci mají pozorované světelné odrazy v zornici přibližně tvar pŮlměsíce. Jeho velikost je ekvivalentní defokusu měřeného oka. Osvětlený srpek na straně shodné se zdrojem světla značí myopický defokus. Osvětlený srpek na straně opačné je důsledkem hypermetropického defokusu. Měřenou veličinou je velikost osvětleného srpku, která vzrůstá s velikostí refrakční vady. Nevýhodou tohoto řešení je obtížná automatická detekce velikosti srpku.

fotorefraktor myopický defokus hypermetropický defokus



Obr. 4.5. Fotorefraktor se svahovým odrazem (Slope-based photorefractor) [21]

Zlepšení přináší modifikace metody dle Schäffela s vícebodovým zdrojem světla (viz. Obr. 4.5.). Pro určení refrakčního stavu oka se posuzuje sklon jasového profilu zornice (Obr. 4.6.). Tento postup lze snáze automatizovat a je při něm využito více obrazové informace [21].



Obr. 4.6. Závislost sklonu jasového profilu na velikosti defokusu oka při použití bodového (červeně) a vícebodového (černě) zdroje světla [21]

4.3 Metody měření postavení očí

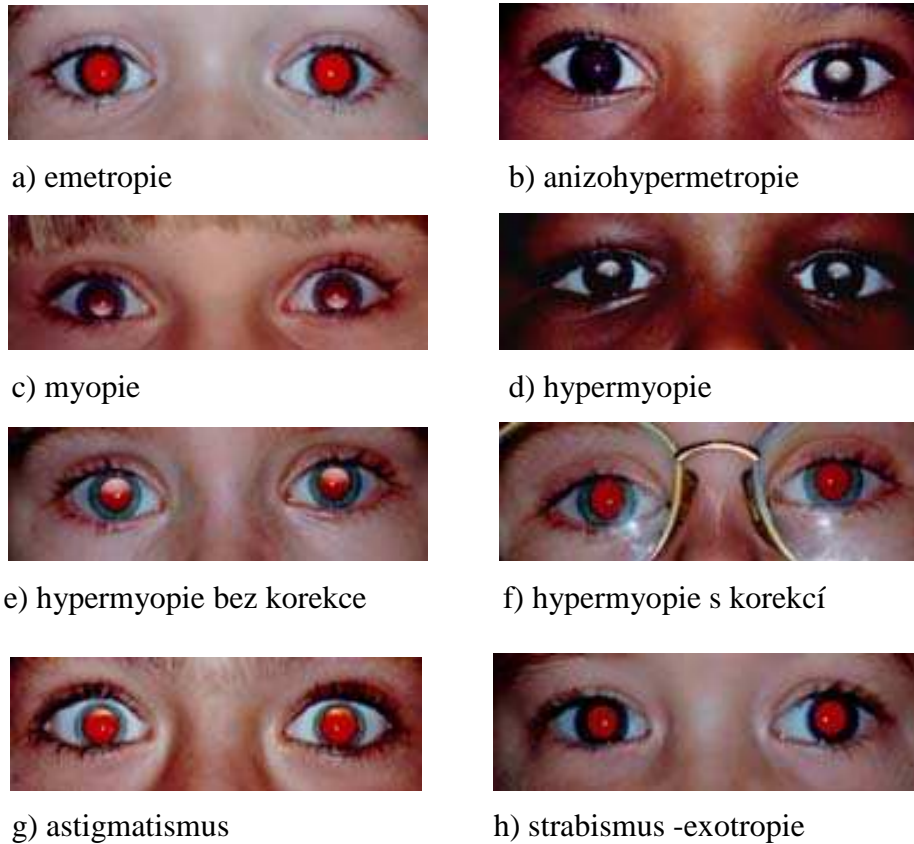
Základní metodou pro určování polohy očí při screeningu je **Hirschbergův princip**. Na pravděpodobnou úhlovou velikost úchylky bylo usuzováno subjektivně podle lokalizace korneálního reflexu (I.PO měřicího/fixačního světla) ve vztahu k okraji zornice nebo limbu. Objektivní, kvantitativní metody odvozené od Hirschbergova principu vycházejí z analýzy geometrické optiky reflexe měřicího světla od rozhraní předního segmentu oka. Soubor rovnic pro fotografické sledování rotace oka ve 3D projekci (tedy v horizontální i vertikální rotaci) vypracovali v roce 1992 Quick a Brodie [33] [převzato[6]]. Většinou se ale aplikuje zjednodušený algoritmus založený na Hirschbergově indexu, který vyjadřuje předpoklad o jaký úhel se musí změnit směr pohledové osy oka, aby se korneální reflex posunul o jeden mm [6]. Hirschberg usuzoval na základě empirie na poměr $\sim 8^\circ/\text{mm}$. V současnosti se nejčastěji aplikuje hodnota indexu $21\Delta/\text{mm}$ [6].

4.4 Vyhodnocení fotoscreeningových snímků

Interpretace screenovaných obrázků (fotografií) může být vykonána na místě nebo mimo fotoscreeningové centrum nebo automatickým systémem.

Fotoscreeningové přístroje jsou navrženy pro měření jasového srpku k odhadu refrakční vady. Velikost každého srpku je úměrná velikosti refrakční vady, zatímco jeho umístění ukazuje na typ refrakční vady [10]. Na výsledných fotografiích je možné

detekovat oční vady zahrnující myopii, hypermyopii, astigmatismus a strabismus (Obr. 4.7.), ale i katarakty a jiných optických médií. Rozdíl ve velikosti srpku na obou očích může být způsoben anizometropií nebo astigmatismem.



Obr. 4.7. Příklady fotorefrakce

Na jednotlivých snímcích lze zachytit a vyhodnotit:

1. korneální reflex (I. PO, odraz světla fotoblesku od rohovky) obou očí
 2. retinální reflex (odraz světla fotoblesku od sítnice) obou očí
 3. průměr rohovek obou očí
 4. průměr zornic obou očí.
- 1) Poloha korneálních reflexů by měla být na obou očích zrcadlově symetrická. V opačném případě je míra asymetrie přímo úměrná úhlu šilhání nebo se dítě nedívalo na kameru.
 - 2) Retinální reflex je za normálních okolností jasně oranžový, změna jeho barvy může upozornit na zkalení optických médií oka či na změnu koloritu sítnice v důsledku jejího onemocnění.
 - 3) Průměr rohovek u nejmenších dětí může být změněn v důsledku vyššího nitroočního tlaku.

4) Průměr zornic je normálně symetrický. Nestejný průměr zornic kojence je nejčastěji Brücknerova konfuze nebo některé vzácné oční nebo neurologické onemocnění.

4.5 Příklady používaných přístrojů při fotoscreeningu

4.5.1 Analogové

Upravený fotoaparát Yashica 109

Upravený fotoaparát **jednooká zrcadlovka Yashica 109** (individuálně zhotovený mezikroužek 56 mm, objektiv Zeiss SONNAR 200/2.8) (Obr. 4.8.) se používá od roku 2000 při preventivním očním testu kojenců v CFPV Nemocnice v Litomyšli. Jedinou upravenou částí aparátu je komerčně běžně dostupný fotoblesk Unomat MiniTOP F 140. Jeho záblesková část byla demontována a umístěna v samostatném obalu před vstupní aperturu objektivu. Spektrální složení měřicího světla není nijak upraveno. Měřící světlo je emitováno z výbojky fotoblesku přes clonu kruhového tvaru s průměrem 5 mm. Zátěž očí dítěte tímto světlem proto není větší než při fotografování běžným fotoaparátem s použitím blesku ze vzdálenosti cca 1,3 m [4].



Obr. 4.8. Upravený fotoaparát Yashica 109

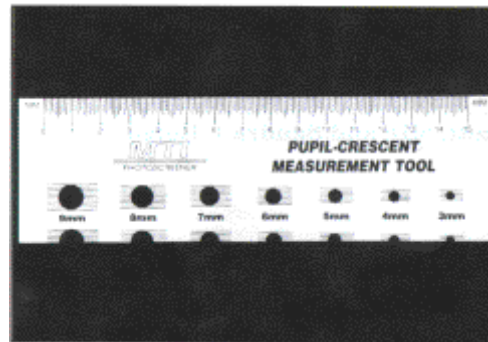
MTI PhotoScreener™

MTI PhotoScreener™ je přenosný fotografický přístroj (Obr. 4.9.), který používá vysoko-rychlostní Polaroid film. Poskytuje okamžité fotografie očí pro následnou interpretaci. Spolu s kamerou je dodáván pupil-crescent měřící nástroj, který slouží k měření zornice a velikosti srpku měsíce (Obr. 4.10.) Přístroj byl navržen

Dr. Howardem Freedmenem v roce 1991 v USA. Po letech testování v sedmi státech, byl distribuován celosvětově.



Obr. 4.9. MTI PhotoScreener™ [22]



Obr. 4.10. Pupil-crescent měřicí nástroj

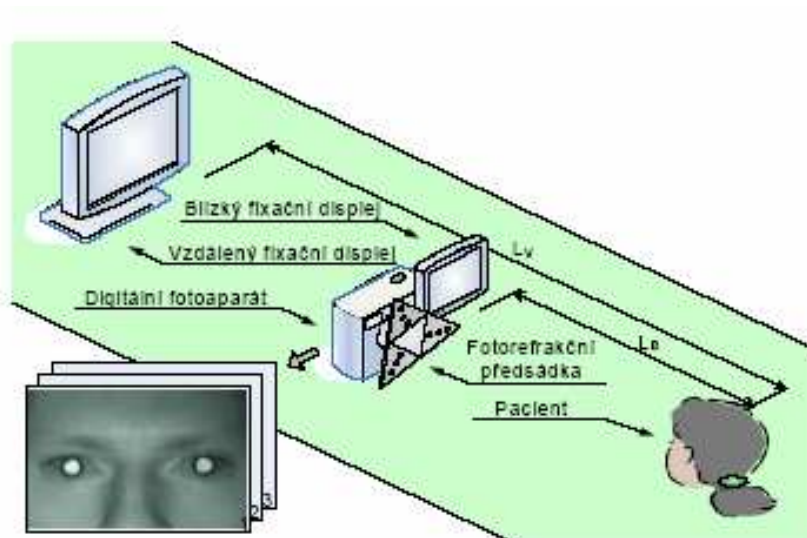
4.5.2 Digitální

Fotoscreener VIrA

Digitální fotoscreener VIrA (Video Infrared Ambliodetector) (viz. Obr. 4.12.) byl navržen v roce 2005 Ing. V. Mrňávkem ve spolupráci s CFPV nemocnice Litomyšl a ČVUT Praha. Přístroj je v současné době ve vývoji.

Fotoscreener VIrA je tvořen z měřicího infračerveného systému, kontrolního počítače a dvou fixačních monitorů umožňujících individuální kalibraci měření refrakce viz. Obr. 4.11. Měřicí infračervený systém je složen z digitálního fotoaparátu SONY DSC-F828 (pracující v nightshot režimu – citlivému na blízké infračervené světlo) se speciálně upravenou předsádkou pro excentrickou fotorefrakci, obsahující zdroj světla (multiple excentricity, multiple meridián array).

Program pro obrazovou analýzu byl napsán v programovém prostředí Matlab. Výsledkem analýzy je výstupní protokol o vyšetření pacienta (viz. Příloha C). Ve výsledném protokolu o vyšetření pacienta jsou zvýrazněny především nesymetrické hodnoty některých ukazatelů, které ukazují na možný amblyogenní potenciál oční vady. Systém je otevřen a nadále vyvíjen.



Obr. 4.11. Schéma přístroje VIRA [9]



Obr. 4.12. Digitální fotoscreener VIRA

Plusoptix S04

Plusoptix S04 (Obr. 4.14.) je binokulární autorefraktometr (videoretinoskop) určený především pro použití u batolat a dětí. Jeho konstrukce a funkce je podobná videokameře. Přístroj disponuje světelnými a zvukovými efekty, které na krátkou dobu upoutají pozornost dítěte.



Obr. 4.13. Vývoj přístroje od firmy Plusoptix [27] **Obr. 4.14.** Plusoptix S04

První výzkumy na vývoji přístroje začal prof. Frank Schaeffel v roce 1992 na Tübingenské Univerzitě v Německu. V roce 1997 byl zkonstruován první přístroj, který nesl označení Power Refractor, byl dále vyvíjen až do dnešní podoby Plusoptix S04 (Obr. 4.13).

K důležitým charakteristikám Plusoptix S04 patří [24]:

- binokulární měření – obě oči jsou měřeny současně
- neinvazivní měření – k změření není potřeba aplikovat oční kapky (cykloplegie)
- bezkontaktní zaměření – dítě uvolněně sedí na klíně jednoho z rodičů a měření je prováděno ze vzdálenosti 1m
- rychlost měření – měření trvá řádově vteřiny, v některých případech i méně než jednu vteřinu; výstupem jsou hodnoty refrakce ve sféře, cylindru a osy, rozměr zornic, měření interpupilární vzdálenosti, změření pohledového směru v reálném čase
- jednoduchá manipulace (snímač je ovládán jedním spínačem a umožněno je i přednastavení prahových hodnot jednotlivých testů; výsledky všech měření jsou porovnávány s uživatelskou (normativní) databází)
- dokumentace – výsledky měření mohou být uloženy jako video nebo vytisknuty na certifikát (viz. Příloha) pro pacienty či vytištěny na nalepovací štítek pro přehrávání nebo exportovány cestou LAN do souborových dat pacientů; data lze také sdílet v lokální síti

4.6 Situace v České republice

V České republice v současné době probíhají dva projekty týkající se fotoscreeningu amblyogenních vad u dětí.

Centrum pro funkční poruchy vidění (CFPV), Oční oddělení, Nemocnice Litomyšl provádí od roku 2000 rutinní populační fotoscreening amblyogenních očních vad u 6 až 12 měsíčních dětí ze své spádové oblasti. K fototestům je používán přístroj založený na *upraveném fotoaparátu Yashica 109* (Obr. 4.8), který snímky zaznamenává na běžný kinofilm. Hodnocení analogových záznamů (fotografií) excentrické fotorefrakce s bodovým zdrojem měřicího světla je orientační. Částečně původní používaná metoda je odvozena od Bobiera a Braddicka popsané v roce 1985 (USA, Kanada). Za provedení očního fototestu se platí 130,- Kč a rodiče obdrží Průvodní doklad (viz. Příloha B). Dále je ve vývoji *digitální fotoscreener VIrA* (Obr. 4.12).

Od roku 2006 probíhá v České republice nový projekt, který je pojat jako screening, čili preventivní vyšetření s cílem odhalit příčiny zrakových vad u nejmenších dětí. Vědeckými granty projektu jsou Česká strabologická asociace pod záštitou České oftalmologické společnosti. Projekt je primárně určen pro děti od 6 měsíců do 4 let. Vyšetření je prováděno pomocí přístroje *Plusoptix S04* (Obr. 4.14.). Přístroj je zapůjčen na krátkou dobu do nemocnice některého krajského města, kde rodiče můžou se svými dětmi podstoupit vyšetření. Za jedno vyšetření se platí 250,- Kč a rodiče obdrží Certifikát o provedeném měření (viz. Příloha D).

4.7 Závěr

Cílem všech očních screeningů je detekovat rizikové faktory, které poškozují zrak a normální vývoj vidění. Provádění očního screeningu v dětské populaci zahrnuje mnoho problémů. Kojenci a malé nedostatečně mluvící děti nejsou schopné poskytovat subjektivní odpovědi při testování zrakové ostrosti a obtížně udrží pozornost při testovací proceduře. Screeningové metody musí být tedy jednoduché, objektivní a rychlé. Důležitým atributem screeningu je i nízká cena a snadné celoplošné provedení. Jako metoda ke screenování amblyogenních rizikových faktorů, fotoscreening nabízí výhody a přednosti oproti tradičním metodám očního screeningu, obzvláště v jeho dostupnosti u nejmenších dětí.

Fotoscreening reprezentuje více technik nebo částí zařízení. Mohou být používány různé optické systémy. Různé fotoscreeningové systémy mají své vlastní

výhody a nevýhody a to ukazuje na to, že výsledky publikované v literatuře pro jeden systém nejsou nutně platné pro jiný. Studie vykonané odlišnými badateli používající různé fotoscreeningové přístroje mohou dávat širokou škálu výsledků v senzitivě, specifitě a prediktivních hodnotách [33].

Děti s pozitivním nebo suspektním nálezem u fotoscreeningu mají být posílány na komplexní oční vyšetření (viz. Kapitola 3.), kde je diagnóza potvrzena nebo vyvrácena.

Je potřeba zřídít více studií, jak může být fotoscreening nejlépe používán [33]. Americká akademie pediatriů doporučuje [33], aby oční screening byl vykonáván v přijatelném věku a v pravidelných intervalech během dětství. Vhodný věk dětí pro fotoscreening je stále diskutován. Zatímco v minulosti byl fotoscreening zaměřen na děti do jednoho roku, v současnosti většina výzkumů probíhá u dětí od 6 měsíců do 5 let. Fotoscreening nabízí naději k zlepšení očního screeningu zařazeného u kojenců, nemluvicích dětí a vývojově opožděných, které jsou nejvíce obtížně vyšetřovány [33]. U starších dětí mohou být používány spolehlivě současně dostupné oční screeningové metody [33].

II PRAKTICKÁ ČÁST

Do praktické části zahrnuji vyhodnocení výsledků za období 5 let z regionálního fotoscreeningu amblyogenních vad ve spádové oblasti Centra pro funkční poruchy vidění (dříve Ambulance pro dětskou oftalmologii, která byla součástí Očního oddělení) Nemocnice v Litomyšli. Do své práce jsem uvedla výsledky z dokumentace z tzv. Průvodních dokladů fototestů. Protože je dokumentace psaná rukou, údaje jsem nejdříve přepsala do souboru v Microsoft Exelu a následně byla provedena statistická analýza v programu SPSS.

5 Úvod

Cílem této studie je zhodnotit efektivitu dobrovolného fotoscreeningového systému detekce očních vad v dětské populaci mladší jednoho roku. Fotoscreeningové testy jsou CFPV Nemocnice v Litomyšli prováděny od října 1999. Testy zahrnuté do této studie byly provedeny od dubna 2001 do prosince 2005. Tato studie navazuje na již dřívější proběhlou studii [7], která se uskutečnila od června do prosince roku 2000 a výsledky této studie byly již publikovány.

Rodiče dětí byli informováni o fotoscreeningu při povinných pravidelných prohlídkách u PLDD a obdrželi od nich informační brožuru / pozvánku. Brožura byla tištěna pod grantem v roce 2000 a již několik let není k dispozici.

Fototesty byly dříve prováděny v ateliéru Evrofoto v České Třebové. Od července 2005 se fototesty zhotovují v optice SILOE, která je umístěná v objektu CFPV. V případě suspektních nálezů fototestů byly děti poslány na standardní pedooftalmologické vyšetření.

Fototest byl dobrovolný a rodiče za něj platily.

6 Materiál a metody

6.1 Cílová populace

Studie byla zaměřena na populaci kojenců ve věku do jednoho roku s trvalým pobytem ve spádové oblasti Centra pro funkční poruchy vidění, Nemocnice Litomyšl. Tato oblast tvoří ucelený geografický celek zahrnující městské a příměstské obvody v severovýchodní části Čech: Brandýs nad Orlicí, Červená voda, Česká Třebová, Hlinsko, Choceň, Jablonné nad Orlicí, Jevíčko, Králíky, Lanškroun, Letohrad, Litomyšl, Polička, Proseč, Skuteč, Svitavy, Ústí nad Orlicí, Vysoké Mýto, Vamberk. Celkový počet obyvatel této oblasti je přibližně 250 000.

6.2 Metodika fotoscreeningu

Fotoscreening je založený na principu excentrické fotorefrakce popsaném Bobierem a Braddickem v roce 1988 viz. Kapitola 4.2.1. Screeningové fotografie byly

exponovány na barevný film Konica 100 ASA pomocí upraveného fotoaparátu sestaveného z těla Yashica 109 multiprogram (Kyocera Corporation, Optical Equipment Group, Tokyo, Japan) viz. Obr. 4.8., objektivu Sonnar electric 200/2.8 (Carl Weiss, Jena, Germany), distančního mezikroužku o axiální délce 56 mm a elektrického fotoblesku Mini Top Unomat F 140 (Unomat GmbH & Co. KG, Reutlingen, Germany) s kulatým zábleskovým otvorem umístěným před vstupní aperturu objektivu. Fotografie obou očí byly pořizovány v zatemněné místnosti (po adaptaci přibližně 20 s) ze vzdálenosti 80 cm. Konstantní vzdálenost mezi očima a vstupní aperturou objektivu byla kontrolována prostřednictvím zaostřování fotoaparátu pohybem vpřed a vzad (na objektivu pevně nastavená vzdálenost) za podmínek malé hloubky ostrosti při minimální, pevně nastavené cloně 2.8. Děti seděly na klíně doprovázejícího rodiče. Snímek byl pořízen v okamžiku, kdy dítě sledovalo fotoaparát. Před provedením testu nebyly oči ovlivňovány žádným lékem (mydriatikem).

6.2.1 Vyhodnocení snímků

Screeningové fotografie byly vyhodnocovány metodou založenou na subjektivním posouzení šířky srpku retinálního reflexu v zornici měřeného oka, která kombinuje postup detekce limitního srpku a stanovení jeho šířky v horizontálním meridiánu viz. Kapitola 4.4. Druhým krokem hodnocení snímků bylo posouzení polohy korneálního reflexu (I. Purkyňův obrázek) ve vztahu ke středu zornice (Hirschbergův test) a anatomie zevních očních segmentů a periokulárních orgánů. Nejprve byly všechny negativy prohlédnuty na prosvětlovacím zařízení s lupou. Pozitivы byly zhotoveny ze suspektních negativů. Konečné rozhodnutí o výsledku fotoscreeningového testu bylo učiněno po druhém posouzení suspektních fotografií. Všechny snímky byly vyhodnoceny do roku 2005 jedním lékařem a od tohoto roku dvěma lékaři.

6.2.2 Indikace k pedooftalmologickému vyšetření

K **indikačním kritériím** k odeslání na standardní pedooftalmologické vyšetření patřily:

- Anizometropie (rozdílná šíře či umístění srpku v zornici odpovídající přibližně 1 D a více horizontálně nebo vertikálně)
- Zřetelná chyba akomodace na fotoaparát („překomodování“ či „neakomodování“ přibližně 1,5 D a více horizontálně)

- Manifestní strabismus
- Anizokorie 1,0 mm nebo více
- Zřetelná nepravidelnost zornice
- Nepřiměřená intenzita nebo barva retinálního reflexu
- Pozitivní oční anamnéza dítěte

Standardní pedooftalmologické vyšetření, které následovalo po suspektním výsledku fotoscreeningového testu zahrnovalo tyto části:

- Anamnézu celkových obtíží (cílená na vrozené defekty a okolnosti porodu)
- Oftalmologickou anamnézu
- Rodinnou anamnézu zaměřenou na oční vady v předškolním věku
- Oční motilitu včetně konvergence
- Test zakrytí-odkrytí a alternační zakrývací test, tolerance monokulární okluze, (event. Hirsbergerův či Krimského test)
- Vyšetření fúze čtyř prizmatickým testem
- Makroskopickou morfologii předních očních segmentů
- Rozšíření zornic a cykloplegii
- Autorefrakci, (event. skiaskopii)
- Oftalmoskopii zadních očních segmentů

Podrobnější popis jednotlivých částí vyšetření jsem uvedla již v Kapitole 3.

6.3 Dokumentace

Dokumentace fototestů je vedená odděleně od zdravotnické dokumentace. Záznamy z fotoscreeningu jsou psány rukou do vytištěných formulářů. Fototesty nejsou součástí zdravotnické dokumentace, a proto na formulářích není rodné číslo i datum narození dítěte a je zaznamenáván pouze věk v době provedení fototestu.

Používá se jednotný formulář formátu A5 nazvaný Průvodní doklad (viz. Příloha A, B). Údaje do formulářů dříve vypisovali rodiče dětí, od července 2005 vyplňuje formulář optometrista, který zároveň provádí fototest. Fotografie vyhodnocuje lékař, který výsledky fototestů zaznamenává do formulářů. Formulář se v průběhu let měnil. V příloze A lze najít tiskopis používaný v prvních letech. Od roku 2005 je k dispozici

jednostránkový formulář (viz. Příloha B). Průvodní doklad se vyhotovuje ve dvou provedeních, jeden je ponechán v CFPV a druhý je zaslán rodičům screenovaných dětí.

V případě suspektního nálezu fototestu je dítě odesláno na pedooftalmologické vyšetření. Výsledky tohoto vyšetření se zaznamenávají do zdravotnické dokumentace.

Průvodní doklad: preventivní oční fototest kojenců

Výsledek fototestů

Formulář se v průběhu let 2000 – 2005 několikrát změnil. Základní modifikace nastala při rozdělení rozdílné brýlové vady na slabou a významnou. Níže uvádím hodnotitelé položky, které jsou uvedeny ve formuláři při pozitivním nálezu:

- podezření na rozdílnou brýlovou vadu (**RBV**) pravého a levého oka (*anizometropie*)
 - podezření na slabou RBV
 - podezření na významnou RBV
- podezření na rozdílnou velikost zornice (**RVZ**) pravého a levého oka (*anizokorie*)
- jiné podezření
 - podezření na šilhavost (*strabismus*)
 - technická závada – nelze vyhodnotit výsledek testu
 - jiné

I při negativním fototestu bylo někdy dítě odesláno na komplexní oční vyšetření nebo se doporučoval fototest opakovat za ½ nebo ¾ roku z důvodu pozitivní rodinné a osobní anamnézy (RA, OA) nebo kvůli technické závadě.

6.4 Metody získání dat a jejich zpracování

Data z formulářů Průvodních dokladů fototestů jsem přepsala do souboru v Exelu pod názvem **Pruvodni_dokumenty_SC.xls** (viz. Příloha G na CD) a v tomto souboru jsem provedla první zhodnocení těchto dat, které je uvedeno v tabulkách v listu *Vyhodnocení*. Protože dokumentace fotoscreeningu není vedena v elektronické podobě, rozhodla jsem se většinu údajů z formulářů zaznamenat do tohoto souboru. Vzhledem k velkému počtu nečitelných výsledků na zadní straně formulářů, jsem v souboru vytvořila další sloupec pojmenovaný *Čitelnost*.

Dále jsem provedla úpravy těchto údajů a opravy logických chyb. Do statistické analýzy vstoupilo 19 proměnných:

- **Rok** (rok, kdy byl proveden fototest)
- **Měsíc** (měsíc, ve kterém byl fototest zhotoven)
- **Věk_měsíc** (věk dítěte při fototestu)
- **Pohlaví** (pohlaví vyšetřovaného dítěte)
- **Potíže** (oční potíže u dítěte - ano/ne)
 - **Druh** (oční potíže u dítěte)
- **Potíže2** (oční potíže u příbuzných – ano/ne)
 - **Druh2** (oční potíže u příbuzných)
- **Nález** (výsledek fototestu – pozitivní/negativní)
 - **RBV** (anizometropie – slabá/významná)
 - **RVZ** (anizokorie)
 - **Šilhavost** (strabismus)
 - **TZ** (technická závada)
 - **Jiné**
- **Ne_vyšt** (fototest negativní, pozvání na komplexní oční vyšetření např. z důvodů pozitivní RA nebo OA)
- **Ne_opak** (fototest negativní, opakování testu např. kvůli pozitivní RA, OA nebo TZ)
- **Čitelnost** (čitelnost výsledků fototestů)
- **Poznámky**

Kromě proměnných Druhu2 a Poznámek byly sledovány všechny proměnné uvedené výše. Druh2 nebyl zahrnut do podrobnější analýzy z důvodů velkého množství neúplných údajů.

Data byla statisticky zpracována na 1. a 2. stupni třídění prostřednictvím programu SPSS. Na úrovni dvourozměrných kontingenčních tabulek byly vypočteny hodnoty Spearmanova koeficientu korelace pořadí viz. [15] a souhrnné statistiky χ^2 testující hypotézy o nezávislosti třídících proměnných resp. o homogenitě výběrů viz. [15]. V případě zjištěných statisticky významných hodnot χ^2 byla v tabulkách provedena ještě analýza tzv. adjustovaných reziduí, které měří statistickou významnost odchylek od četností očekávaných za platnosti testovaných hypotéz viz. [30]. Nejvýznamnější zjištění a interpretace výsledků jsou prezentovány dále v textu a prostřednictvím přehledových tabulek a grafů. Do Excelu formálně vyexportovaný soubor po všech

dosavadních transformacích a opravách je uveden v Příloze G na CD pod názvem **Analyzovana_data.xls**.

Analyzovana data (soubor na CD)

Na 1. listě (**analyzovana data**) jsou data, která vstoupila do statistické analýzy. Na 2. listu (**Crosstabs**) jsou všechny kontingenční tabulky, které vznikly 2. rozměrným tříděním analyzovaných proměnných. Celkem vzniklo 240 tabulek a příslušné grafy k těmto tabulkám jsou uloženy ve složce Grafy_2trideni v Příloze G na CD. Dvojice proměnných, které jsou statisticky významné jsou označeny modře. Žlutě jsou vyznačeny hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu a χ^2 a hodnoty adjusted residuí, které indikují statistickou významnost. Statistická významnost se indikuje u těch buněk dvourozměrných tabulek, kde hodnoty adjusted residuí jsou v absolutní hodnotě větší než 1,96. Kladná znaménka u adjusted residuí značí vyšší hodnoty oproti teoretickým, záporná znaménka naopak hodnoty nižší. Analyzovat statistické významnosti uvnitř tabulek je statisticky korektní pouze tehdy, když jsou souhrnné testovací statistiky χ^2 pod hodnotou alespoň 0.05. Na 3. listu (**Grafy**) jsou grafy a tabulky 1. rozměrného třídění. Na 4. listě (**Tabulky**) se nachází devět statisticky významných tabulek. Z těchto tabulek byly zhotoveny grafy viz. 5. list (**Grafy+tabulky**).

Grafy a tabulky

Devět statisticky nejvýznamnějších grafů (7.2 – 7.5, 7.7 – 7.11.) a příslušných tabulek, kde byla indikována statistická významnost mezi proměnnými jsou uvedeny také v Přílohách E a F a interpretovány v Kapitole 7 o výsledcích. Vzhledem k nepoměru absolutních četností v kategoriích vůči celku byly kontingenční tabulky doplněny procenty a současně s tímto procentuelním zastoupením kategorií byly vyhotoveny grafy.

V tabulkách je vyznačeno pomocí hvězdiček (*) vyhodnocení kladných hodnot adjusted residuí. Přesné hodnoty jsou následující:

(*) + 1,960 (pro hladinu spolehlivosti 95%)

(**) + 2,576 (pro hladinu spolehlivosti 99%)

(***) + 3,291 (pro hladinu spolehlivosti 99,9%).

7 Výsledky

Soubor testovaných dětí

Fotoscreeningové testy byly provedeny od dubna 2001 do prosince 2005 u 1275 dětí. Počet zhotovených fototestů v jednotlivých letech 2000 – 2005 je uveden v Grafu 7.1. V grafu jsou zahrnutá i data z předchozí studie [7] uskutečněné od června do prosince roku 2000, již se účastnilo 780 dětí.

Zastoupení dívek v testovaném souboru bylo 619 (48,5 %), chlapců 656 (51,5 %). Průměrný věk testovaných dětí byl 9,4 měsíců (věk dětí při fototestu: minimální 2 měsíce, maximální 86 měsíců, modus 6 měsíců, medián 7 měsíců). 176 (13,8 %) dětem bylo více než jeden rok při provedení fototestů. Většina těchto dětí byla sourozenci mladších dětí, kteří přišli spolu na fototest.

Osobní a rodinná anamnéza

Bylo zaznamenáno 142 (11,1 %) očních potíží u dětí. Z toho 105 (73,9 %) potíží se týkalo šilhání. Rodiče často uváděli, že se jim zdá, že jejich dítě občas šilhá nebo mu ujíždí jedno oko. K dalším častým očním problémům patřilo 19 (13,4 %) potíží se slznými kanálky (např. zánět, slzení, zúžený kanálek, průplach kanálků) a 6 (4,2 %) potíží s přivíráním očí a mžouráním. Ostatní oční problémy (8,5 %) k nimž se řadily např. refrakční vady, byly zastoupeny po jednom. Počet potíží v jednotlivých letech je uveden v Grafu 7.2 a Tabulce 7.2.

Celkem bylo uvedeno 641 (50,3 %) očních potíží u příbuzných dětí. Graf 7.3 a Tabulka 7.3. sleduje zastoupení počtu očních problémů u příbuzných v jednotlivých letech.

91 (64,1 %) uvedených očních potíží u dětí souvisí s očními potížemi u příbuzných. Graf 7.4. a Tabulka 7.4. ukazuje tuto souvislost.

Výsledky fototestů

Do vyhodnocení výsledků bylo zahrnuto 1 164 (91,3 %) čitelných fototestů. Z toho bylo 486 (41,8 %) pozitivních nálezů. Počet pozitivních a negativních nálezů v jednotlivých letech je porovnán v Grafu 7.5 a Tabulce 7.5. Do pozitivních nálezů je zahrnuta i technická závada. Graf 7.6. shrnuje celkové zastoupení typů pozitivních nálezů za sledované období. Nejčastěji byla prokázána RBV – 430 (88,5 %), dále RVZ

– 41 (11,9%) RVZ a šilhavost – 36 (7,4 %). Zastoupení slabé a významné RBV v jednotlivých letech je uveden v Grafu 7.7. a Tabulce 7.7. 20 (48,8 %) nálezů RVZ bylo zjištěno zároveň s RBV (viz. Graf 7.11. a Tabulka 7.11.).

Souvislost očních potíží u dětí na pozitivním nálezu fototestů

U 70 (59,8 %) dětí u nichž rodiče uvedli nějaké oční problémy se prokázal pozitivní nález (viz. Graf 7.8. a Tabulka 7.8.). 56 (47,5 %) dětem s očními potížemi byla zjištěna RBV (viz. Graf 7.9. a Tabulka 7.9.). 17 (47,2%) dětí s pozitivním nálezem šilhavosti mělo zároveň pozitivní oční anamnézu (viz. Graf 7.10. a Tabulka 7.10.).

Doporučení

Při negativním výsledku fototestů bylo doporučeno opakovat fototest u 80 (6,9 %) dětí a 85 (7,3 %) dětem bylo doporučena komplexní oční prohlídka.

Čitelnost dat

Z celkového počtu 1275 provedených fototestů bylo 824 (64,6 %) čitelných, 339 (26,6 %) odhadnutých a 112 (8,8 %) nečitelných výsledků (viz. Graf 7.12.).

Diskuze

Účast rodičů s dětmi na fotoscreeningu je nižší než se očekávalo jako v podobně jiných screeningových programech. V dřívější již zmíněné studii [7] uskutečněné od června do prosince roku 2000 byly fototesty provedeny u 34 % (780) cílové populace dětí. V dalších letech se počet provedených fototestů snížil, a v každém roce jich bylo vyhotoveno cca 250 (viz. Graf 7.1.). Nižší počet zhotovených fototestů v roce 2001 je způsoben tři měsíční pauzou fotoscreeningového programu. Pro PLDD byl před začátkem fotoscreeningu v roce 2000 nabídnut vzdělávací odpolední seminář zaměřený na oční nemoci a fotoscreening amblyogenních faktorů v časném dětství. Další seminář pro PLDD proběhl v roce 2002. Ze studie [8], která analyzovala účast a podstatnou roli PLDD na fotoscreeningu, vyplynulo, že je třeba se zaměřit na vzdělávání pro lékaře z více vzdálenějších ordinací a z ordinací s větším počtem dětí odpovídajícího věku a zajistit vydávání brožur nebo jiných pozvánek do těchto ordinací. I když v posledních třech letech neproběhl žádný seminář pro PLDD a rodiče nedostávají informační brožuru, účast rodičů s dětmi na fotoscreeningu v průběhu let 2002 – 2005 neklesla, ale zůstala přibližně stejná. Při změně lokalizace provádění fototestů do objektu CFPV v roce 2005 je možné v Grafu 7.1. pozorovat jen nepatrný nárůst počtu fototestů.

Byla prokázána souvislost očních potíží u dětí a jejich příbuzných (viz. Graf 7.4). Důležitou roli při vzniku refrakčních vad hraje dědičnost [13]. Ačkoliv rodiče často uváděli, že se jim zdá, že jejich dítě šilhá, fototest detekoval 37 (34,3 %) nálezů. Tento relativně malý počet lze přisoudit malé senzitivitě fototestů na detekci strabismu, ale i častému výskytu pseudostrabismu u nejmenších dětí (viz. Kapitola 2.2.). Rodiče, kteří mají samu vadu, mohou také podvědomě přisoudit vadu svému dítěti.

S rozdělením RBV na slabou a významnou narostl počet pozitivních nálezů v posledních dvou letech (viz. Graf 7.5. a 7.7.) a zároveň i provedených komplexních očních prohlídek. Toto zjištění lze připsat také tomu, že od roku 2005 kromě jednoho doktora hodnotila fotografie mladá lékařka, která nerozhodné nálezy často zařadila do slabé RBV. V teoretické části v Kapitole 2.1.4 o anizometrii jsem se zmínila, že malá anizometrie je častým nálezem a stejná refrakce na obou očích je vzácná. Diepes uvádí výsledky Trotterových výzkumů z roku 1967 [36] viz. Tab. 7.1. Konstatuje, že klinicky významná anizometrie vyšší než 2,0 D se vyskytuje v méně než 4 % [36]. Almeder (1990) zjistil v 10leté studii u 686 dětí ve věku od 3 měsíců do 9 let

anizometrii ve 2,8 % [36]. Proto se stále diskutuje hranice, při jak velké anizometrii výsledek označit za pozitivní a následně potom odeslat dítě na pedoofthalmologické vyšetření. Klinické zkušenosti ukazují, že v období do 6 let je výskyt anizotropie častějším nálezem než v dospělosti.

Tab. 7.1. Procentuální výskyt anizometrií v závislosti na velikosti anizotropie (Trotter, 1967) [převzato[36]]

Rozdíl	Počet	%
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

Průvodní doklady fototestů byly do roku 2005 vyplňovány rodiči dětí. Výhodnější by bylo, kdyby dotazníky vyplňovala pouze jedna osoba znalá problematiky očních vad. Dotazníky vyplněné rodiči jsou často neúplné a rodiče mnohdy nedokáží definovat o jakou vadu jde a uvést u koho se vyskytla. Pak tyto údaje lze ztěžji vyhodnocovat. Je možné si všimnout v Grafech 7.2. a 7.3., že od roku 2005, kdy formuláře vyplňuje jedna osoba (optometrista), se zvětšil počet uvedených očních potíží jak u samotných dětí, tak i u příbuzenstva.

Dokumentace je psaná rukou a s tím souvisí velký podíl nečitelných údajů (viz. Graf 7.12.) a komplikované vyhodnocení těchto dat. Tomuto problému by šlo zamezit vytvořením databáze.

Myslím si, že výsledek z pedoofthalmologického vyšetření by měl být zaznamenáván i do formulářů fototestů. Výsledky z pedoofthalmologického vyšetření se zapisují do zdravotnické dokumentace, která je vedena pod jménem dítěte v kartotéce spolu s dalšími kartami CFPV. Konkrétní dítě zúčastněné fototestu lze vyhledat ve zdravotnické dokumentaci, ale chybí provázanost ze zdravotnické dokumentace ke konkrétnímu fototestu, protože průvodní doklady fototestů jsou seřazeny podle datumu provedení fototestu.

Fotoscreening v CFPV je od počátku zaměřen pouze na děti ve věku do jednoho roku. Děti starší jednoho roku byly screenovány spolu s mladšími sourozenci. Výzkumy proběhlé v zahraničí se provádí i u dětí starších. Například studie [32] uskutečněná v letech 1996 – 2003 v Alaskanu v USA byla zaměřena na děti od 12 do 60 měsíců. Cílenou skupinou jiné studie [10] v Tennessee (USA) byly děti ve věku od 6 do 47 měsíců. S rozšířením fotoscreeningu na děti starší jednoho roku naroste počet

absolvovaných fototestů a provedených pedooftalmologických vyšetřeních, což v současné době při kapacitě tří lékařů CFPV by bylo těžko zvládnutelné.

Při fotoscreeningu se používá upravený fotoaparát zaznamenávající výsledky na běžný kinofilm. S touto analogovou metodou souvisí mnoho problémů, které lze odstranit při využití digitálního přístroje. Při aplikaci digitální metody se zrychlí interpretace výsledků, hodnocení je objektivní, archivace výsledků je snadnější a metoda je přesnější oproti analogové metodě, kdy musí provádět vyhodnocení výsledků proškolená osoba. Od provedení fototestů k následující interpretaci snímků lékařem a zaslání výsledků rodičům uplynulo i několik měsíců. Například digitální přístroj Plusoptix S04 [27] vyhodnocení snímků provádí automaticky a výsledky rodiče obdrží na místě. Tento problém je také způsoben tím, že od roku 2001 výzkum není finančně dotován a lékař provádí interpretaci snímků ve svém volném čase. Problém je také v malém počtu lidí zainteresovaných do dané problematiky. Například v USA existují centra např. Lions Cluby [26] zabývající se fotoscreeningem v nichž dokonce pracují i dobrovolníci. V současnosti se situace začíná zlepšovat.

Závěr

Fotoscreening nabízí nové možnosti včasné detekce amblyogenních faktorů, a to především anizotropie u nejmenších dětí. Malý stupeň anizotropie je častým nálezem, a proto s rozdělením RBV na slabou a významnou ve výsledku fototestu narostl počet pozitivních nálezů a odeslaných dětí na pedooftalmologické vyšetření. Významným provozně-ekonomickým problémem fotoscreeningových systémů je jejich sklon k vyššímu podílu falešně pozitivních nálezů, který ve svém důsledku (nárůst počtu obtížných vyšetření nejmenších dětí bez nálezu patologie a bez zahájení terapeutické intervence) zvyšuje nákladovou stranu pomyslné ekonomické bilance [6].

Ve své práci jsem statisticky vyhodnotila údaje z Průvodních dokladů fototestů za období pěti let. Ukázalo se, že důležitou úlohu má vedení dokumentace. Dokumentace psaná rukou byla z části nečitelná a údaje vyplněné rodiči byly často neúplné. Proto je důležité, aby formuláře vyplňovala osoba znalá problematiky očních vad.

Aby se potvrdily nebo vyvrátily suspektní nálezy nebo-li se určila senzitivita a specifická fototestů, musely by být vyhodnoceny i údaje ze zdravotnické dokumentace. Vzhledem k velkému počtu souboru dětí, jsem tuto část vypustila.

K fototestům se používal upravený analogový fotoaparát, který snímky zaznamenává na běžný kinofilm. Hodnocení analogových záznamů (fotografií) je však pouze orientační. Je zatíženo chybami, které souvisí s použitou metodou, ale především s výhradně subjektivním hodnocením snímků. Při posuzování snímků dvěma osobami narostl počet pozitivních nálezů.

Myslím si, že by se výzkum měl zaměřit na vývoj digitálního fotoscreeneru VIrA a od používání upraveného fotoaparátu Yashica 109 při fototestech opustit.

Slovník užité terminologie

- akomodace** – přizpůsobení optického systému oka vzdálenosti objektu fixace (zaostření)
- amblyopie** – tupozrakost
- anizeikonie** – rozdílná velikost sítnicových obrázků
- anizokorie** – stav, kdy zornice obou očí nemají stejnou velikost
- anizometropie** - rozdílný refrakční stav očí (různý počet dioptrií)
- astigmatismus** – refrakční vada, při níž vlivem nestejného zakřivení lomivých struktur oka dochází k poruše vidění
- binokulární** – vztahující se k oběma očím
- cykloplegie** – ztráta akomodace medikací za účelem vyšetření refrakce oka současně s rozšířenou zornicí způsobenou vyřazením svalů duhovky (mydriázou) umožňuje vyšetření periferie čočky, řasnatého tělesa a sítnice
- dioptrie** – jednotka optické mohutnosti čočky
- diplopie** – dvojité vidění
- divergentní** – rozbíhavý
- emetropie** – stav oka se správným lomivým systémem, při kterém vzniká ostrý obraz pozorovaných předmětů
- fixace** – v oftalmologii cílené zaměření pohledu na určitý předmět
- fotopické vidění** – barevné, denní, centrální (čípky, fovea)
- fúze** – schopnost spojit obraz z pravého i levého oka v jediný vjem
- glaukom** – zelený zákal
- hyperopie, hypermetropie** – dalekozrakost
- katarakta** – šedý zákal (čočky)
- konvergentní** – sbíhavý
- konvergence** – vychýlení očních os směrem dovnitř, reflex při pohledu do blízka
- monokulární** – vidění jedním okem
- motorický** – týkající se pohybu
- myopie** – vada refrakce – krátkozrakost
- nystagmus** – kmitavý pohyb oka
- okluze** – uzavření, zakrytí oka podporující činnost druhého oka, pro zajištění monokulárního vidění

optotypy – obrazce či znaky používané k zjištění zrakové ostrosti

ortoptika – výcvik, náprava binokulárního vidění a stereopse (trojrozměrného vidění prostorového)

pleoptika – zrakový výcvik, náprava horšího oka se sníženým vizem, předchází ortoptice

presbyopie – vetchozrakost

ptóza – pokles, klesnutí očního víčka

refrakce, refrakční vada – optická lomivost, vada lomivosti optického prostředí

refraktometr – optický přístroj k objektivnímu měření celkové refrakce oka

senzitivita – pravděpodobnost, že pozitivní test vyjadřuje skutečně pozitivní diagnózu

senzorický – smyslový

skotopické vidění – barvoslepé, odstíny šedi, za šera, periferní (tyčinky, centrální skotom)

specifita – pravděpodobnost, že negativní test vyjadřuje opravdu negativní diagnózu

stereopse – prostorové, trojrozměrné vidění

strabismus – šilhání

zorné pole – rozsah – šíře vidění jednoho oka či současně obou očí, zorná pole očí se překrývají, což umožňuje vnímání prostoru

zrakové pole – oblast prostoru vnímaná aktivně, ostře před okem (novorozenec do 20 cm, v 6 měsících 0,5 metru i více, ve třech letech 3 metry i více – souvisí s vývojem oka

Seznam zkratek

ARK	anomální retinální korespondence
JBV	jednoduché binokulární vidění
BV	binokulární vidění
CFPV	Centrum pro funkční poruchy vidění
CNS	centrální nervový systém
DPPSF	double pass point spread function
PLDD	praktický lékař pro děti a dorost
PO, PI	Purkyňův obrázek
OA	osobní anamnéza
OP	oko pravé
OL	oko levé
RA	rodinná anamnéza
RBV	rozdílná brýlová vada = anizometropie
RVZ	rozdílná velikost zornic = anizokorie
RK	retinální korespondence
TZ	technická závada

Seznam použité literatury

- [1] ANTON, M.: Vývoj refrakce oka. Česká oční optika, 2005, č.1.
URL <<http://www.optics.cz/history/1-2005/pdf/refrakce.pdf>>
- [2] ANTON, M.: Subjektivní korekce refrakčních vad. Česká oční optika, 2005, č.2.
URL <http://www.optics.cz/history/3-2005/pdf/10_korekce.pdf#search=%22optotypy%22>
- [3] AUTRATA, R. a VANČUROVÁ J.: Nauka o zraku. Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně 2002.
- [4] Centrum pro funkční poruchy vidění, Nemocnice Litomyšl,
URL <<http://www.nemocnice.lit.cz/centrum-pro-funkcni-poruchy-videni/>>
- [5] DIVIŠOVÁ, G. a kol.: Strabismus. Praha, Avicemum 1987.
- [6] DOSTÁLEK, M.: Současné trendy ve fotoscreeningu amblyogenních očních vad a strabismu, Folia strabologica et neuroophthalmologica, Supplementum: Trendy v pediatrické oftalmologii, 2006, 9, 23 - 29 ISSN 1213-1032.
- [7] DOSTÁLEK, M., BENEŠOVÁ, J.: Výsledky populačního fotoscreeningu amblyogenních vad u dětí mladších jednoho roku. Hygiena, 2002, Suppl. I., 66 - 75.
- [8] DOSTÁLEK, M., BENEŠOVÁ, J., LIŠKA, V.: Some recruitment aspects of population photoscreening of amblyogenic factors at children younger one year, Acta Medica, (Hradec Králové), 2002, 45(4), 161-166.
- [9] DUŠEK, J., MRŇÁVEK, V. a DOSTÁLEK M.: Algoritmus analýzy snímků z digitálního fotoscreeneru VIrA, 2005.
URL <http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB05/prispevky/dusek_jaroslav/dusek_jaroslav.pdf>
- [10] Eye Care International the Future of Vision, Screening for Amblyogenic Factors Using a Volunteer Lay Network and the MTI PhotoScreener™
URL <http://www.ecivisionplan.com/published_studies.asp>
- [11] FILOUŠ, A. a RODNÝ, S.: Oční vady a onemocnění u dětí, ČLS JEP, 2001.
URL <<http://www.cls.cz/dokumenty2/os/r120.rtf>>

- [12] FILOUŠ, A. a RODNÝ, S.: Despitáž očních vad a onemocnění u dětí, VOX
Pediatrie, roč. 3., 2003, č.8.
URL <<https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zc/339.pdf>>
- [13] HROMÁDKOVÁ, L.: Šilhání. Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve
zdravotnictví 1995.
- [14] JANČAROVÁ, H.: Vyšetření zrakové ostrosti – visu u dětí, 2004.
URL <<http://www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2004/03/11.pdf>>
- [15] KASAL, P., SVAČINA, Š. a KOLEKTIV: Lékařská informatika. Praha,
Karolinum UK 1998. str. 188-191 a 206
- [16] KOLÍN, J. A KOL.: Oftalmologie praktického lékaře. Praha, Karolinum UK
1994.
- [17] KRAUS, H.: Kompendium očního lékařství, Praha, Grada 1997.
- [18] KVAPILÍKOVÁ, K.: Anatomie a embryologie oka. Brno, Institut pro další
vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně 2000.
- [19] LANGMEIER, M. a MAREŠOVÁ D.: Protokoly k praktickým cvičením
z lékařské fyziologie. Praha, Galén 1998.
- [20] MONTGOMERY, T.: Anatomy, Physiology & Pathology of the Human Eye
URL <http://www.tedmontgomery.com/the_eye/index.html>
- [21] MRŇÁVEK, V.: Digitalizace fotoscreeningu očních vad u malých dětí,
Diplomová práce, ČVUT, FEL, Katedra radioelektroniky, Praha, 2006.
- [22] MTI Photoscreener
URL <<http://www.ecivisionplan.com/images/mti-instruction.pdf>>
- [23] ODEHNAL, M.: Strabismus a poruchy oční motility v dětském věku, VOX
Pediatrie, roč. 3, 2003, č. 8.
URL <<https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zc/339.pdf>>.
- [24] Péče o zrak dětí, Plusoptix.
URL <<http://www.plusoptix.zrak.cz/o-pristroji-plusoptix/>>
- [25] Pediatrická oftalmologie,
URL <http://ocni.lf1.cuni.cz/Data/files/Oční%20klinika/Prezentace/Pediatricka_oftalmologie.ppt>
- [26] Photoscreening – How to Protect Children´s Eyesight
URL <<http://www.lionsfoundation.org/PSPublicInfoFAQ.pdf>>

- [27] PLUSOPTIX, URL <<http://www.carleton-direct.co.uk/plusoptix/plusoptix.html>>
- [28] ROZSÍVAL, P. ET AL.: Oční lékařství. Praha, Galén 2006.
- [29] ŘEHÁK, S. A KOL.: Oční lékařství. Praha, Avicenum 1980.
- [30] SPSS 14.0. Command Syntax Reference. Uživatelský manuál, Chicago, Illinois, 2006, str. 326, <http://www.spss.cz>
- [31] SYNEK, S. a SKORKOVSKÁ, Š.: Fyziologie oka a vidění. Praha, Grada 2004.
- [32] The Cost and Yield of Photoscreening: Impact of Photoscreening on Overall Pediatric Ophthalmic, Journal of Pediatric Ophthalmology and strabismus Vol. 42., 2005, No. 2. URL <<http://www.journalofpediatricophthalmology.com/showAbst.asp?thing=10115>>
- [33] Use of Photoscreening for Children's Vision Screening, American Academy of Pediatrics, Pediatrics Vol. 109, 2002, No.3. URL<<http://aappolicy.aappublications.org/cgi/reprint/pediatrics;109/3/524.pdf>>
- [34] ZOBANOVÁ, A.: Koordinace péče o poruchy vidění ve spolupráci dětský lékař a oftalmolog, 2004. URL <<http://www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2004/05/05.pdf>>
- [35] ZOBANOVÁ, A.: Metody preventivního vyšetřování zraku. URL<<http://www.plusoptix.zrak.cz/doc/manual-pro-preventivni-prohlidky-zraku.pdf>>
- [36] ANTON, M.: Problematika anizometropie. Česká oční optika, 2006, č.3. URL <<http://www.optics.cz/history/3-2006/index.htm>>
- [37] KUČHYNKA, P.: Většina očních vad je dědičná URL <<http://wa.profit.cz/archiv.php?iEd=200309&iArt=1715&iSearch=>>>

Seznam příloh

Příloha A: Formulář – Průvodní doklad při preventivním očním fototestu kojenců používaný od roku 2000	77
Příloha B: Současný formulář – Průvodní doklad při preventivním očním fototestu kojenců používaný od roku 2005	78
Příloha C: Výsledkový protokol pacienta z fotoscreeneru VIrA	79
Příloha D: Certifikát – potvrzení o vyšetření přístrojem Plusoptix S04	80
Příloha E: Grafy	81
Příloha F: Tabulky	87
Příloha G: Pruvodni_dokumenty_SC	CD
Analyzovana_data	CD
Grafy_2trideni	CD
Text diplomové práce	CD

Příloha A

Formulář – Průvodní doklad při preventivním očním fototestu kojenců používaný od roku 2000

Průvodní doklad: *PREVENTIVNÍ OČNÍ FOTOTEST KOJENCŮ*

Film: _2001/EF Číslo zakazníka: 2001/EF_ Počet snímků: Fotografoval:

Prosíme o vyplnění identifikační části dokladu:

Jméno dítěte:

Adresa pro zaslání výsledku: ulice:

město:PSC

Věk dítěte při testu:roků: měsíců:

Dítě mělo nebo má oční potíže:

Jaké oční potíže mají blízcí příbuzní dítěte:

Dětský lékař u kterého je dítě registrováno:

Poučení: Preventivní oční test *může upozornit* na eventuální příznaky vašich funkčních vad vidění (brýlová vada s možností rozvoje tupozrakosti, šilhavost) nebo na některé známky vašeho organického onemocnění očí (šedý zákal či jiná překážka před sítnicí). Preventivní oční test kojenců *nenabrazuje běžné oční vyšetření*. Proto v případě že testová fotografie očí Vašeho dítěte nebude zcela v pořádku *doporučíme* Vám podrobné oftalmologické vyšetření Vašeho dítěte. Jako možnost volby Vám nabídneme termín vyšetření v Ortoptické ambulanci Nemocnice Litomyšl. Preventivní oční test kojenců *nemůže postihnout všechna oční onemocnění a nevylučuje vznik testovaných onemocnění později*. Proto v případě že zpozorujete jakékoliv nové příznaky očního onemocnění u Vašeho dítěte vyhledejte svého dětského lékaře nebo oftalmologa. Případné dotazy související s testem můžete řešit po sdělení čísla Vašeho testu s MUDr. M. Dostálkem

Prohlášení: Ve smyslu §11 odst.1. zákona 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů bereme na vědomí, že osoba našeho dítěte bude dle výše uvedených identifikačních údajů zařazena do databáze provedených fototestů. Bereme na vědomí, že senzitivita testu je 71-86 % (četnost pozitivních výsledků testu u nemocných) a specifita testu je 81-90 % (četnost negativních výsledků testu u zdravých osob). Uvádíme si, že **metodika fototestu je předmětem dalšího výzkumu a vývoje**, proto také souhlasíme s použitím výsledků fototestu našeho dítěte k anonymnímu statistickému zpracování v rámci výzkumu a k výuce Ortoptického sub-oddělení, Nemocnice Litomyšl. Souhlasíme také se zasláním výsledku tohoto fototestu dětskému lékaři, který se stará o naše dítě a jehož jméno jsme uvedli výše

Datum: Podpis zákonného zástupce:

VÝSLEDEK FOTOTESTU (poučení a prohlášení na druhé straně)

Nález testu byl negativní

Nález testu byl pozitivní: podezření na rozdílnou brýlovou vadu pravého a levého oka

podezření na rozdílnou velikost zornice pravého a levého oka

podezření na šilhavost

technická závada – nelze vyhodnotit výsledek testu

jiné podezření:

Na komplexní oční vyšetření se můžete dostavit na Ortoptické oddělení Nemocnice v Litomyšli dne: hod: Jestliže Vám nevyhovuje tento termín, můžete se přeobjednat na tel 0464.612727. Rozhodnete-li se k návštěvě jiného lékaře specializovaného na dětská oční onemocnění, zrušte, prosím, tuto objednávku na tel. 0464.612727

Vyhodnocení testu dne: Podpis:

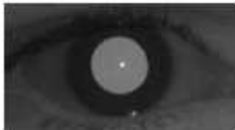

Příloha B

Současný formulář – Průvodní doklad při preventivním očním fototestu kojenců používaný od roku 2005

Průvodní doklad: PREVENTIVNÍ OČNÍ FOTOTEST KOJENCŮ	
Film <u>79</u>	Počet snímků <u>1, 2, 3, 4</u>
Číslo klienta	VYHODNOCENÍ FOTOTESTU
Jméno dítěte:	<input checked="" type="checkbox"/> Nález byl pravděpodobně* negativní <input type="checkbox"/> Nález byl pravděpodobně* pozitivní: <input type="checkbox"/> podezření na slabě rozdílnou brylovou vadu P / L oka <input type="checkbox"/> podezření na významně rozdílnou brylovou vadu P / L oka <input type="checkbox"/> jiné podezření:
Adresa pro zaslání výsledku:	Vzhledem k i při negativním výsledku fototestu doporučujeme test za roku opakovat.
ulice:	Protože výsledek Vašeho fototestu byl pozitivní , můžete se na komplexní oční vyšetření dostavit dne <u>2006</u> hod <u>na</u> Ambulantní část Centra pro funkční poruchy vidění, Litomyšl.
město:	Jestliže Vám tento termín nevyhovuje nebo se rozhodnete navštívit jiného dětského očního lékaře, sdělte to na telefon 461.612.727.
PSC: /tel:	Test vyhodnocen dne: Podpis:
Věk dítěte při testurokůmés.	
Oční potíže dítěte:	
Oční potíže rodičů a sourozenců:	
Dětský lékař: MUDr.	
<small>*Poučení: Preventivní oční test může upozornit na eventuelní příznaky větších funkčních vad vidění (brylová vada s možností rozvoje tupozrakosti, větší šilhavost) nebo na některé známky hrubšího organického onemocnění oka (šedý zákal nebo jiná překážka před sítnicí). Sensitivita testu je 71-86 % (četnost pozitivních výsledků testu u nemocných) a specifická testu je 81-90 % (četnost negativních výsledků testu u zdravých). Preventivní oční fototest kojenců nenahrazuje standardní oční vyšetření. Proto v případě, že testová fotografie očí Vašeho dítěte nebude zcela v pořádku předáme výsledek fototestu ambulanci Centra pro funkční poruchy vidění v Litomyšli, které Vám jako možnost volby nabídne termín takového vyšetření. Preventivní oční test kojenců nemůže postihnout všechna oční onemocnění a nevylučuje rozvoj testovaných onemocnění později. Proto v případě, že zpozorujete jakékoli nové *znaky očního onemocnění u Vašeho dítěte, vyhledejte radu dětského lékaře nebo oftalmologa. Případné dotazy související s testem můžete řešit po sdělení čísla Vašeho testu s Bc. Martinem Horákem (Optika SÍLOE, 461 619 092, fototest@siloe-optika.cz)</small>	
<small>Prohlášení: Bereme na vědomí poučení uvedené výše. Bereme na vědomí, že osoby, které při zhotovení fototestu přicházejí do styku s osobními údaji našeho dítěte, jsou vázány mlčenlivostí ve smyslu § 15 zákona 101/2000 Sb. O ochraně osobních údajů. Ve smyslu §11, odst. 1, zákona 101/2000 Sb. O ochraně osobních údajů bereme na vědomí, že osoba našeho dítěte bude dle námi uvedených údajů v identifikační části dokladu zařazena do databáze provedených fototestů. Bereme na vědomí, že metodika fototestu je předmětem dalšího výzkumu a vývoje, proto také souhlasíme s použitím výsledků fototestu našeho dítěte k anonymnímu statistickému zpracování v rámci výzkumu a výuky Centra pro funkční poruchy vidění, Litomyšl. Souhlasíme také se zasláním výsledku tohoto fototestu dětskému lékaři, který se stará o naše dítě a jehož jméno jsme uvedli výše.</small>	
V Litomyšli dne:	Podpis zákonného zástupce:

Příloha C

Výsledkový protokol pacienta z fotoscreeneru VlrA

VÝSLEDKOVÝ PROTOKOL FOTOTESTU 051228732205			
<i>Dětská oční optika SILOE, Centrum pro funkční poruchy vidění, Nemocnice Litomyšl</i>			
<i>Jméno dítěte:</i>	Speciman Speciman		
<i>Adresa pro zaslání výsledků:</i>	Somestreet 10, Somewhere, 98765		
<i>Datum narození:</i>	14/08/2004		
<i>Datum vyšetření:</i>	28/12/2005		
<i>Věk dítěte při vyšetření:</i>	1 rok a 5 měsíců		
Výsledek fototestu			
<i>Refrakce</i>			
<i>Pravé oko</i>		<i>Levé oko</i>	
			
0.1 / 0 x 1°		0.1 / -0.1 x -79°	
<i>Postavení očí</i>			
<i>Anisometropie sférická</i>	0 D	<i>1 D</i>	ok
<i>Anisometropie cylindrická</i>	0.1 D	<i>0.75 D</i>	ok
<i>Heterotropie horizontální do blízka</i>	0.2°	<i>5°</i>	ok
<i>Heterotropie vertikální do blízka</i>	0.1°	<i>1°</i>	ok
<i>Heterotropie horizontální do dálky</i>	1.7°	<i>5°</i>	ok
<i>Heterotropie vertikální do dálky</i>	0.1°	<i>1°</i>	ok
<i>Diference průměru zornic</i>	0.1 mm	<i>1 mm</i>	ok
<i>Diference průměrného jasů zornic</i>	2	<i>10</i>	ok
Závěr			
Nález testu byl negativní	<input type="checkbox"/>		
Nález testu byl pozitivní	<input type="checkbox"/> podezření na slabě rozdílnou brýlovou vadu pravého a levého oka <input type="checkbox"/> podezření na významně rozdílnou brýlovou vadu pravého a levého oka <input type="checkbox"/> podezření na rozdílnou velikost zornice pravého a levého oka <input type="checkbox"/> jiné podezření		
Komentář			
Doporučení			
<input type="checkbox"/>	Pozvat na standardní oční vyšetření		
<input type="checkbox"/>	Opakovat fototest za 3/4 roku		
<input type="checkbox"/>	Bez doporučení		
<i>Datum:</i>	28/12/2005		
<i>Podpis:</i>		

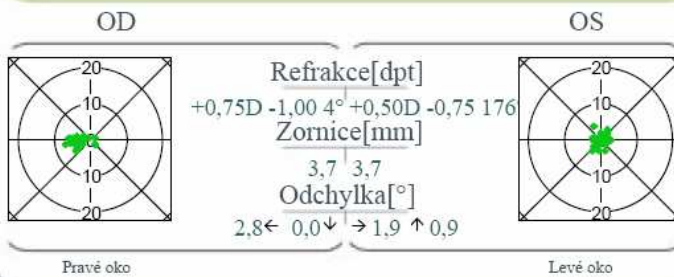
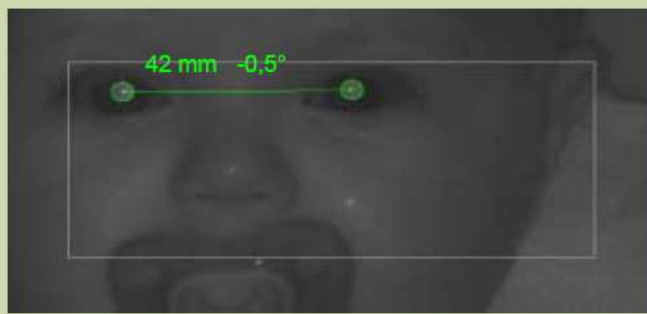
Příloha D

Certifikát – potvrzení o vyšetření přístrojem Plusoptix S04

Potvrzení o vyšetření

Zrak se postupem času mění, proto by měření mělo být prováděno v pravidelných intervalech.

Screening nenahrazuje kompletní vyšetření oftalmologem, nebo optometristou.



08/30/2004
Datum měření

Iméno: Peterson

Příjmení: Karlo

Datum narození: 12.04.05

Měření provedeno v:
Dr. Med. Mustermann
Hauptstr. 1
12345 Entenhausen

měřil: Stefanie

Kritéria měření

Všechna měření proběhla v pořádku.

Rozdíl sférických hodnot obou očí je menší než 1,5 dpt.
 Rozdíl cylindrických hodnot obou očí je menší než 1,5 dpt.

Cylindrická hodnota každého oka je menší než 1 dpt.

Sférická hodnota každého oka je mezi -4 a +4 dpt.

Rozdíl velikosti zorniček je menší než 1 mm.

Ano	Ne
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vision Screening powered by
www.plusoptix.de

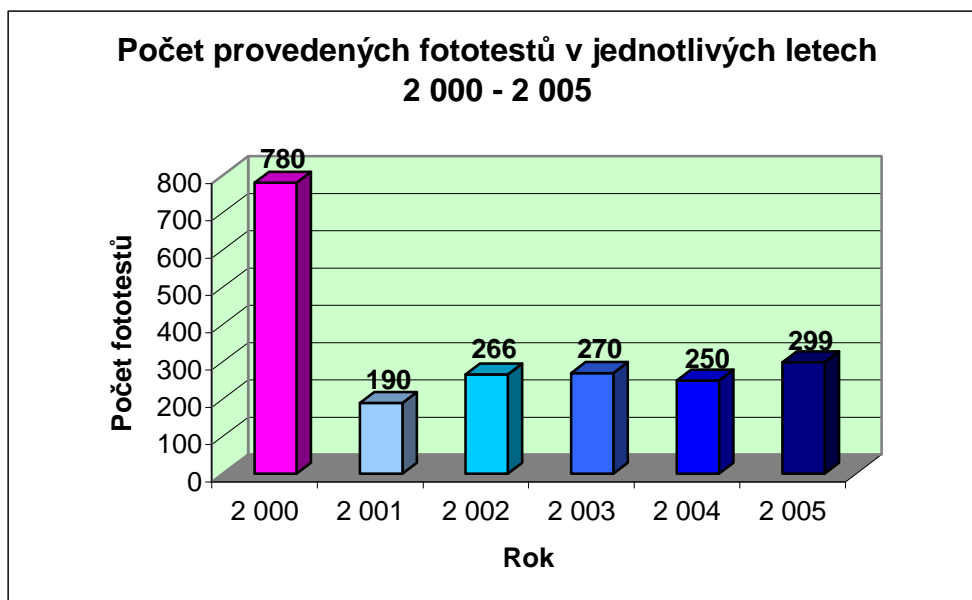


Provedeno

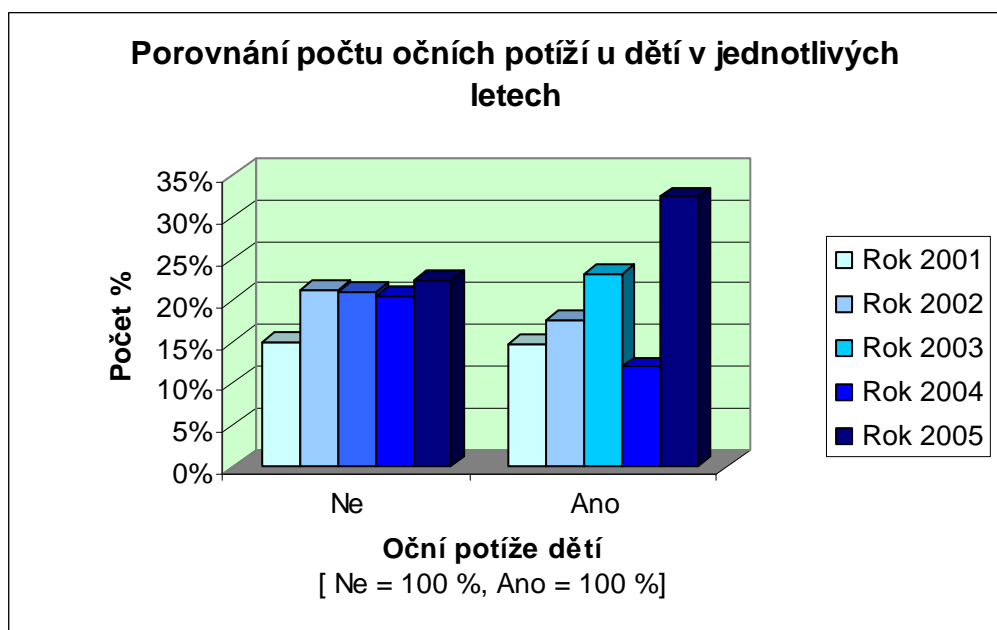
Příloha E

Grafy

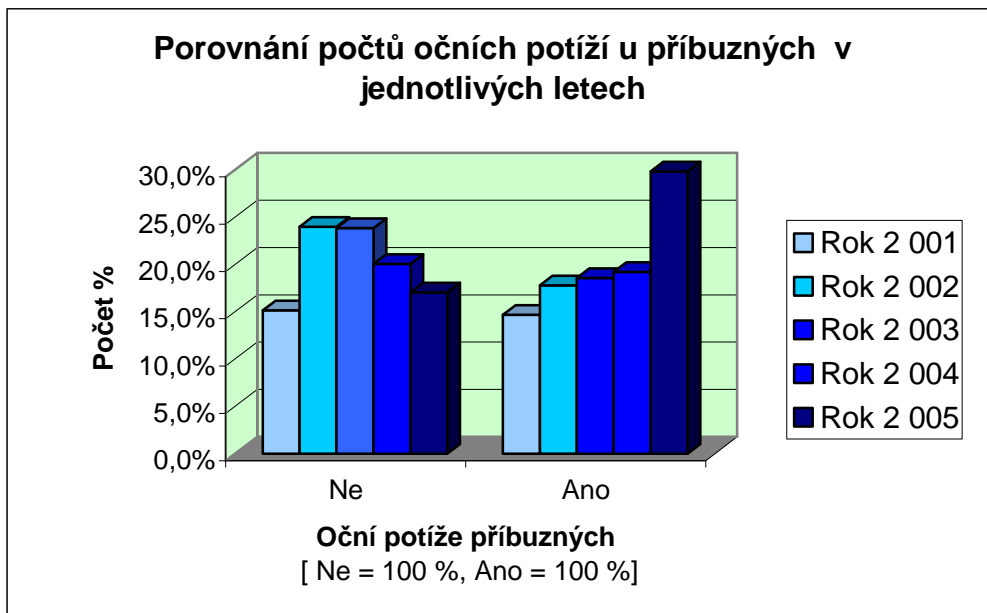
Graf 7.1.



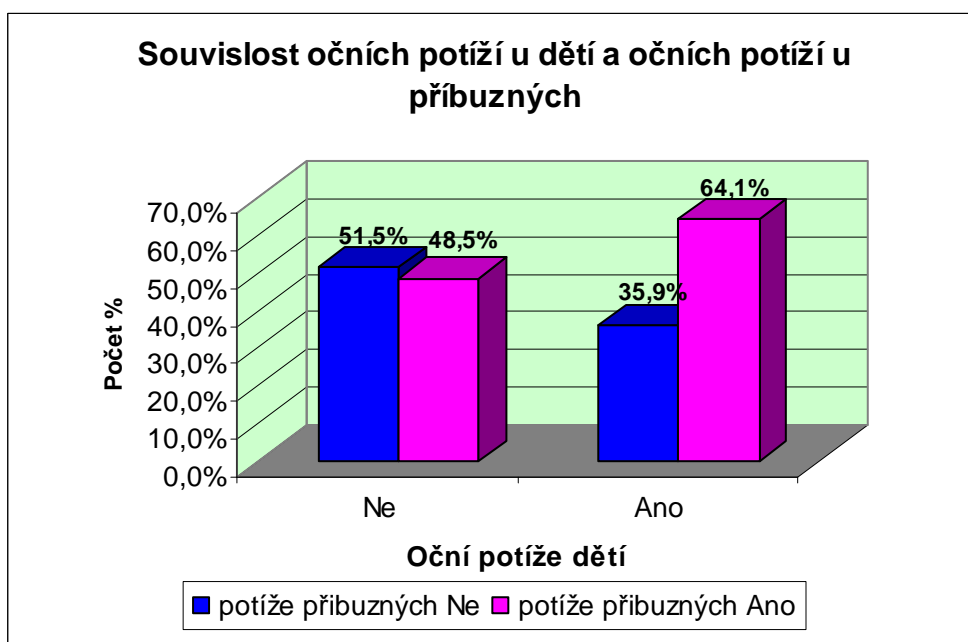
Graf 7.2.



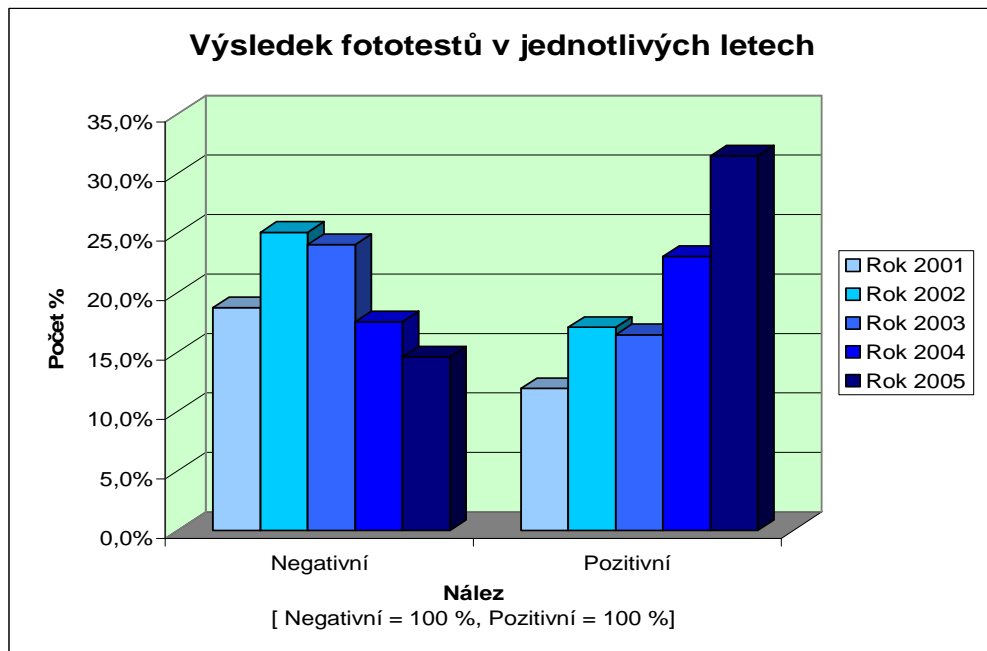
Graf 7.3.



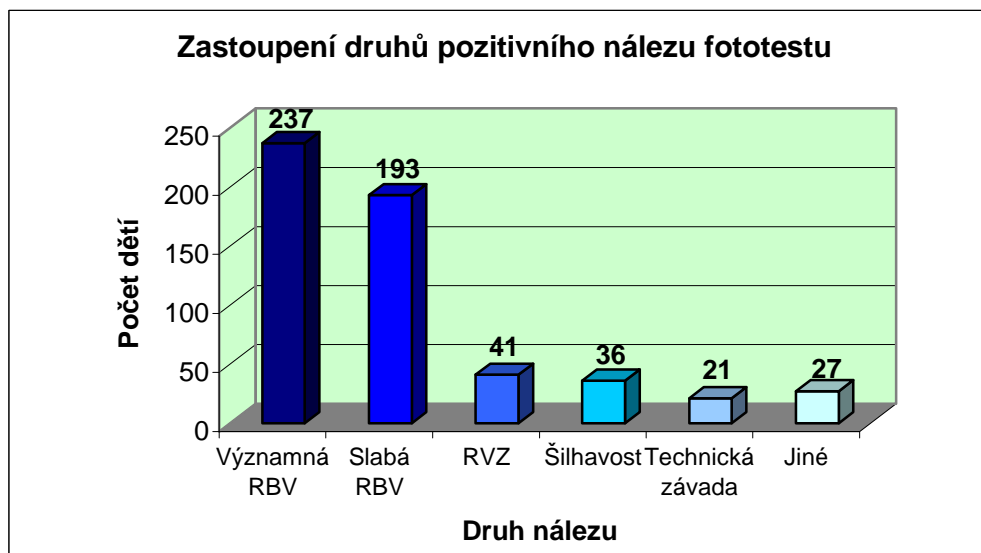
Graf 7.4.



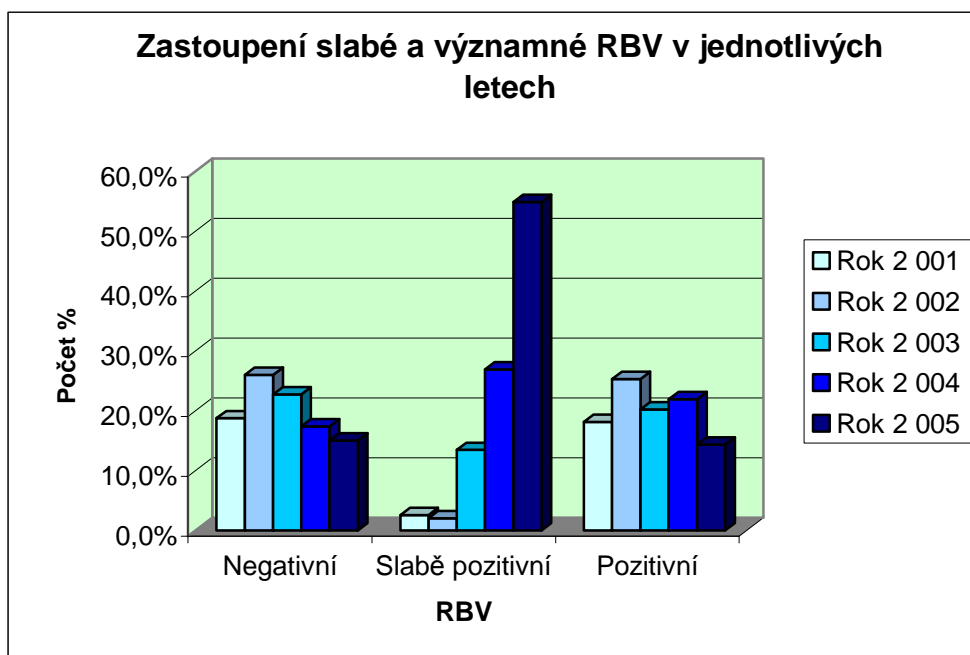
Graf 7.5.



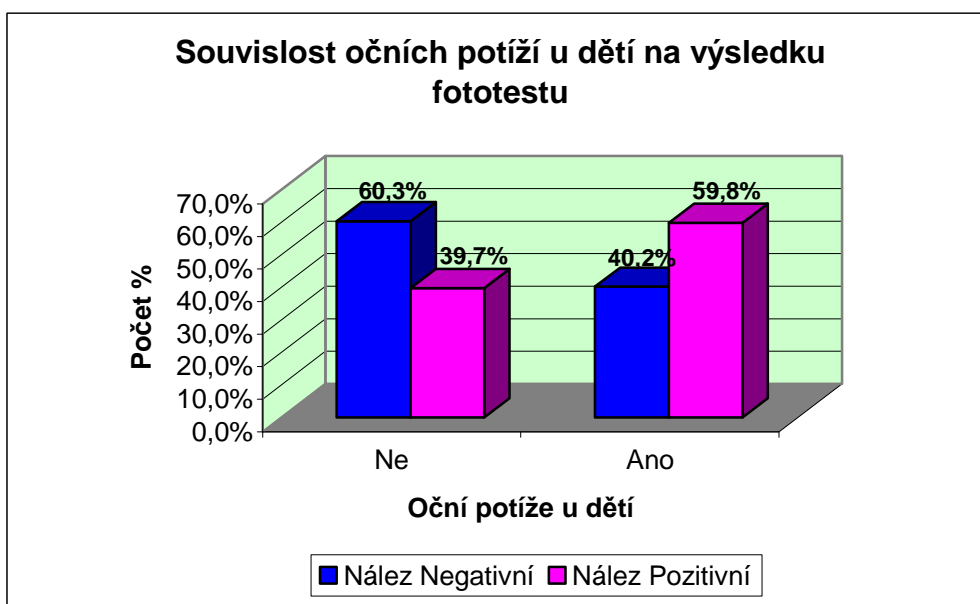
Graf 7.6.



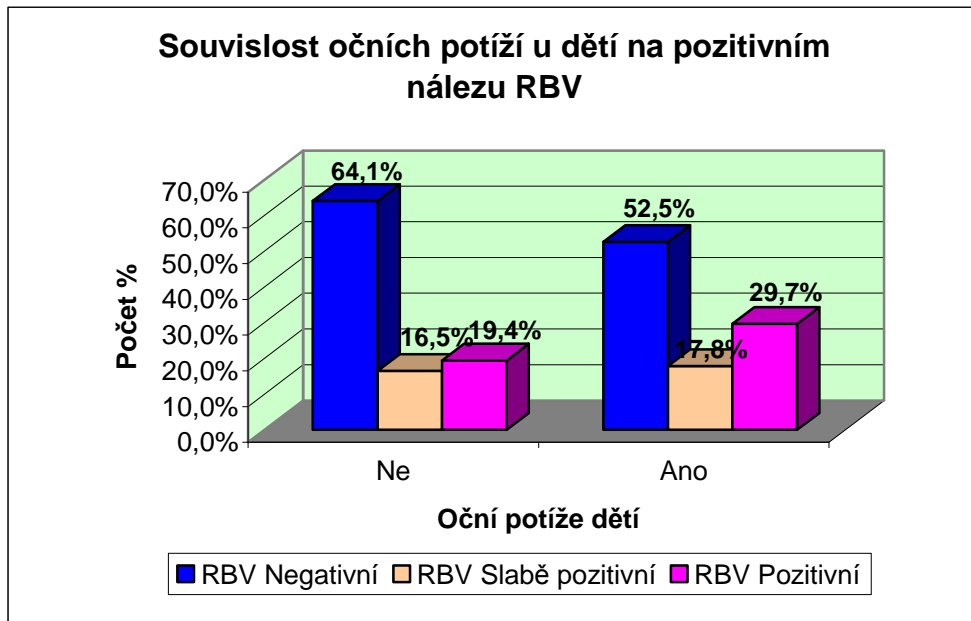
Graf 7.7.



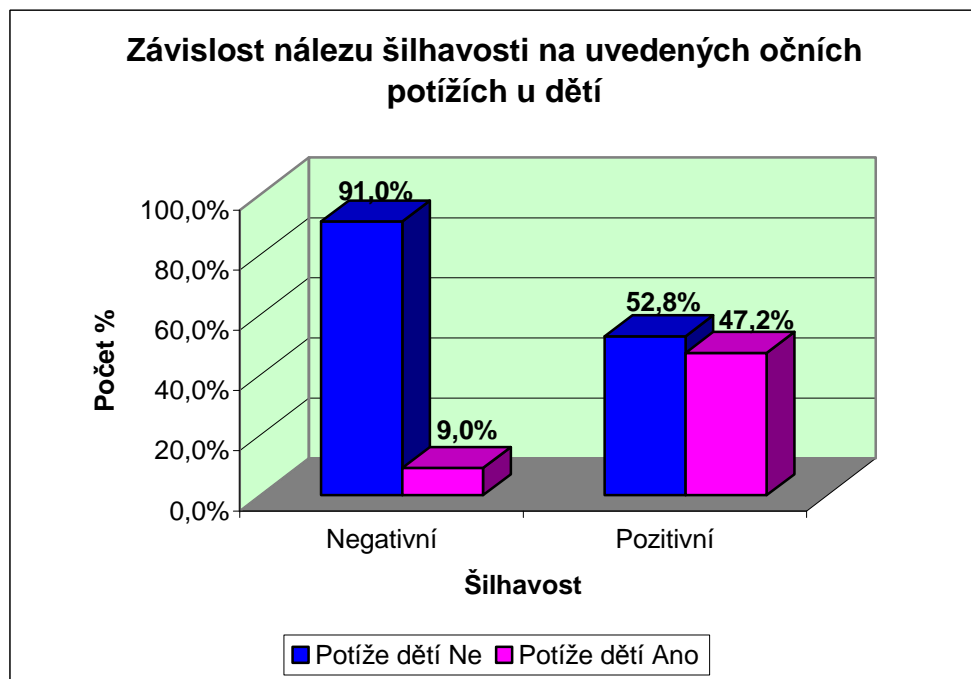
Graf 7.8.



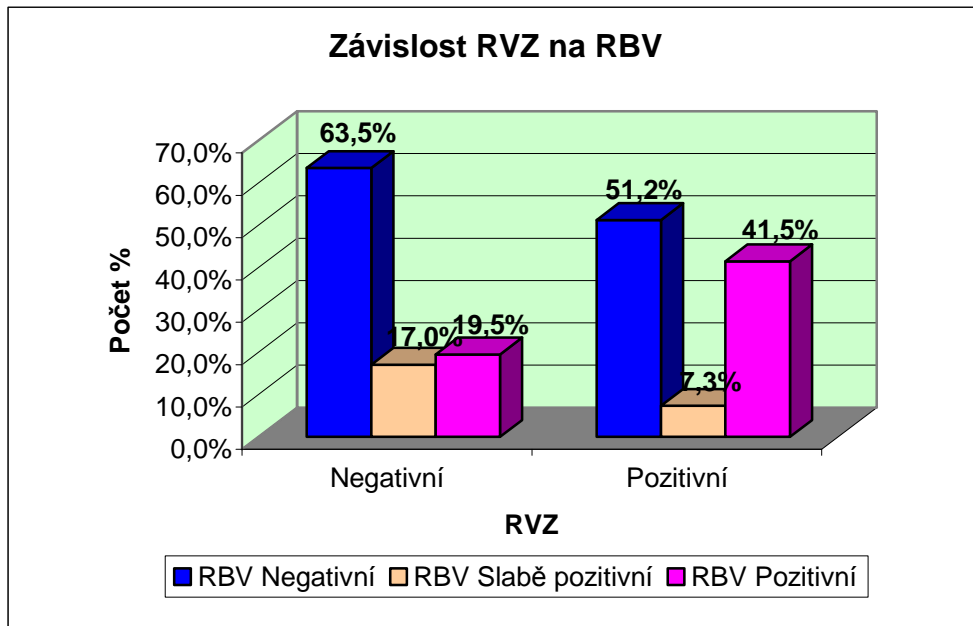
Graf 7.9.



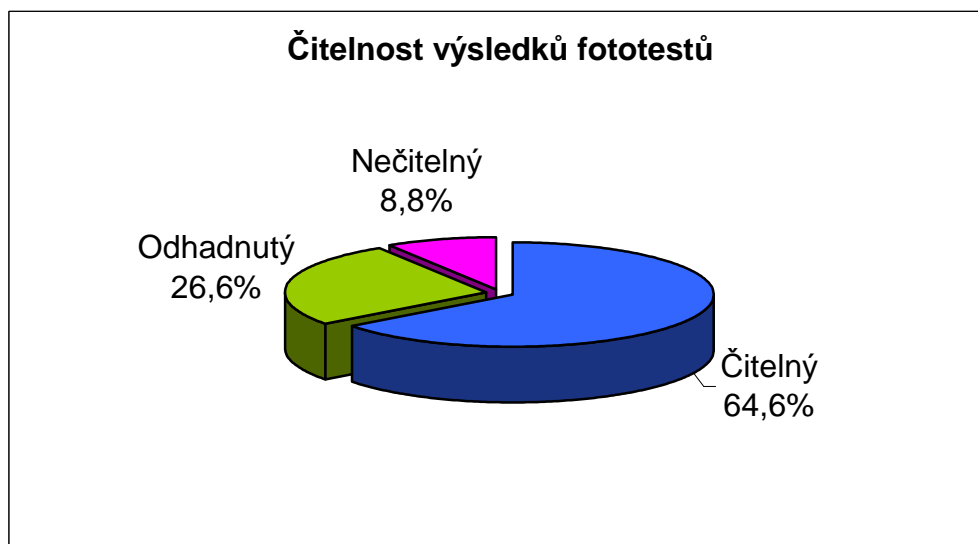
Graf 7.10.



Graf 7.11.



Graf 7.12.



Příloha F

Tabulky

Tabulka 7.2. Porovnání počtů očních potíží u dětí v jednotlivých letech

Rok	Potíže dětí		Celkem
	Ne	Ano	
2001	169	21	190
2002	241	25	266
2003	237	33	270
2004	233*	17	250
2005	253	46**	299
Celkem	1 133	142	1 275
% 2001	15%	15%	15%
% 2002	21%	18%	21%
% 2003	21%	23%	21%
% 2004	21%	12%	20%
% 2005	22%	32%	23%
% Celkem	100%	100%	100%

Pearson Chi-Square = 11,337 *

Spearman Correlation = 0,037

Tabulka 7.3. Porovnání počtů očních potíží u příbuzných v jednotlivých letech

Rok	Potíže příbuzných		Celkem
	Ne	Ano	
2001	96	94	190
2002	152**	114	266
2003	151*	119	270
2004	127	123	250
2005	108	191***	299
Celkem	634	641	1 275
% 2001	15,1%	14,7%	14,9%
% 2002	24,0%	17,8%	20,9%
% 2003	23,8%	18,6%	21,2%
% 2004	20,0%	19,2%	19,6%
% 2005	17,0%	29,8%	23,5%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 32,309 ***

Spearman Correlation = 0,118 ***

Tabulka 7.4. Souvislost očních potíží u dětí a očních potíží u příbuzných

Potíže příbuzných	Potíže dětí		Celkem
	Ne	Ano	
Ne	583***	51	634
Ano	550	91***	641
Celkem	1 133	142	1 275
% Ne	51,5%	35,9%	49,7%
% Ano	48,5%	64,1%	50,3%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 12,191 ***

Spearman Correlation = 0,098 ***

Tabulka 7.5. Výsledek fototestů v jednotlivých letech

Rok	Nález		Celkem
	Negativní	Pozitivní	
2001	127**	58	185
2002	170***	83	253
2003	163**	80	243
2004	119	112*	231
2005	99	153***	252
Celkem	678	486	1 164
% 2001	18,7%	11,9%	15,9%
% 2002	25,1%	17,1%	21,7%
% 2003	24,0%	16,5%	20,9%
% 2004	17,6%	23,0%	19,8%
% 2005	14,6%	31,5%	21,6%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 65,909 ***

Spearman Correlation = 0,218 ***

Tabulka 7.6. Zastoupení druhu pozitivního nálezu v jednotlivých letech

Rok	Významná RBV	RBV slabá	RVZ	Šilhavost	Technická závada	Jiné
2001	43	5	5	1	3	12
2002	60	4	20	11	0	3
2003	48	26	5	9	0	1
2004	52	52	8	3	0	2
2005	34	106	3	12	18	9
Celkem	237	193	41	36	21	27

Tabulka 7.7. Zastoupení slabé a významné RBV v jednotlivých letech

RBV	Rok					Celkem
	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	
Negativní	137***	190***	166*	127	110	730
Slabě pozitivní	5	4	26	52**	106***	193
Pozitivní	43	60	48	52	34	237
Celkem	185	254	240	231	250	1 160
% Negativní	74,1%	74,8%	69,2%	55,0%	44,0%	62,9%
% Slabě pozitivní	2,7%	1,6%	10,8%	22,5%	42,4%	16,6%
% Pozitivní	23,2%	23,6%	20,0%	22,5%	13,6%	20,4%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 201,175 ***

Spearman Correlation = 0,163 ***

Tabulka 7.8. Souvislost očních potíží u dětí na výsledku fototestů

Nález	Potíže dětí		Celkem
	Ne	Ano	
Negativní	631***	47	678
Pozitivní	416	70***	486
Celkem	1 047	117	1 164
% Negativní	60,3%	40,2%	58,2%
% Pozitivní	39,7%	59,8%	41,8%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 17,477 ***

Spearman Correlation = 0,123 ***

Tabulka 7.9. Souvislost očních potíží u dětí na pozitivním nálezu RBV

RBV	Potíže dětí		Celkem
	Ne	Ano	
Negativní	668*	62	730
Slabě pozitivní	172	21	193
Pozitivní	202	35**	237
Celkem	1 042	118	1 160
% Negativní	64,1%	52,5%	62,9%
% Slabě pozitivní	16,5%	17,8%	16,6%
% Pozitivní	19,4%	29,7%	20,4%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 7,836 **

Spearman Correlation = 0,079 **

Tabulka 7.10. Závislost nálezů šilhavosti na uvedených očních potížích dětí

Potíže dětí	Šilhavost		Celkem
	Negativní	Pozitivní	
Ne	1027***	19	1 046
Ano	102	17***	119
Celkem	1 129	36	1 165
% Ne	91,0%	52,8%	89,8%
% Ano	9,0%	47,2%	10,2%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 55,474 ***

Spearman Correlation = 0,218 ***

Tabulka 7.11. Závislost RVZ na RBV

RBV	RVZ		Celkem
	Negativní	Pozitivní	
Negativní	708	21	729
Slabě pozitivní	190	3	193
Pozitivní	217	17***	234
Celkem	1115	41	1156
% Negativní	63,5%	51,2%	63,1%
% Slabě pozitivní	17,0%	7,3%	16,7%
% Pozitivní	19,5%	41,5%	20,2%
% Celkem	100,0%	100,0%	100,0%

Pearson Chi-Square = 12,642 **

Spearman Correlation = 0,067 *

Pozn: * statisticky významná hodnota na hladině spolehlivosti 95 %

** statisticky významná hodnota na hladině spolehlivosti 99 %

*** statisticky významná hodnota na hladině spolehlivosti 99,9 %