

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2018

**SIMONA
STUHLÍKOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů

**Odhad centračních údajů nespolupracujícího klienta dle anatomických
detailů obličeje**

**Estimation non-cooperating client center data according to anatomical face
details**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika
Studijní obor: Optika a optometrie

Autor projektu: Simona Stuchlíková
Vedoucí projektu: Mgr. Jakub Král

Kladno 2018

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2017/2018

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Simona Stuchlíková**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Odhad centračních údajů nespolupracujícího klienta dle anatomických detailů obličeje**
Téma anglicky: Estimation non-cooperating client center data according to anatomical face details

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

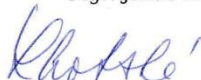
Student zpracuje vývojovou anatomii hlavy od kojence po dospělost. Popíše průměrné parametry oka a oční štěrby. Popíše jednotlivé techniky dosavadních technik získávání individuálních centračních údajů oka klienta. Poté v experimentální části student zajistí statickou fotografii a podle rohovkových reflexů v počítačovém programu vyjádří obličejové poměry dle věku a dalších parametrů.

Seznam odborné literatury:


- [1] KUCHYŇKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [2] ČIHÁK, R., Anatomie 1., 2., 3., ed. 3, Grada, 2011, 978-80-247-4788-0, 80-247-1132-X, ISBN 978-80-247-3817-8
- [3] NAJMAN, L., Dílenská praxe očního optika, ed. 2, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, Brno, 2010, ISBN 978-807-0135-297

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: Mgr. Jakub Král



.....
vedoucí katedry / pracoviště


.....
děkan

V Kladně dne 19.02.2018

Název bakalářské práce: Odhad centračních údajů nespolupracujícího klienta dle anatomických detailů obličeje

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na odhad centračních údajů u nespolupracujícího klienta podle anatomických detailů obličeje. Pro dobré pochopení tématu se úvod teoretické části věnuje anatomii hlavy, vývoji lebky od narození až po dospělost, fyziologii a vývoji oka, jeho parametrům a parametrům oční šterbiny. Dále je pak popisován vývoj binokulárního vidění, přístroje, kterými se dají měřit oční centrační údaje a následně po vyhodnocení, zhotovovat optické korekční pomůcky, přímo na míru každého jednotlivce. V neposlední řadě je zde kapitola popisující také techniky měření centračních údajů oka od měření ručního, až po přístrojové. Pozornost je věnována také očním reflexům a osám. V závěru teoretické části jsou vysvětleny modely lidského oka. Pro praktickou část bakalářské práce byly změřeny oční centrační údaje u 98 dětí v předškolním věku a cílem bude sestavit tabulky průměrných hodnot měření, které budou využity v budoucnu, v případě, že malý klient nebude s optometristou či optikem spolupracovat.

Klíčová slova:

oční centrační údaje, anatomie hlavy, anatomie lidského oka, fyziologie oka, vývoj oka, sítnicový reflex, rohovkový reflex, měření PD, nespolupracující klient

Bachelor's Thesis title: Estimation non-cooperating client center data according to anatomical face details

Abstract:

This bachelor thesis is focused on assessment of centration data of uncooperative client based on anatomical facial details. For good understanding of a topic the introduction of theoretical part is dedicated to head anatomy, skull development from birth to maturity, physiology and eye development, its parameters and parameters of eye slit. Additionally is described the development of binocular vision, tools, which can be used for eye centration data measurement and then after subsequent evaluation for making optical correction aids, tailored to each individual. Last but not least, there is also a chapter describing the techniques of measurement of centration data of the eye from manual to instrumental measurements. Attention is also paid to eye reflexes and axes. At the end of theoretical part, the human eye models are explained. For the practical part of the bachelor thesis, eye centration data were measured from many pre-school children and the aim would be to compile tables of average measurement values, which will be used in the future if a small client does not cooperate with optometrist or optician.

Key words:

eye centration data, head anatomy, human eye anatomy, eye physiology, eye development, retinal reflex, cornea reflex, PD measurement, uncooperative client

PODĚKOVÁNÍ

Za pomoc při vypracování této bakalářské práce a za dobré rady bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce Mgr. Jakubovi Královi. Velké díky patří také řediteli nadačního fondu Dar Zraku Martinovi Bucharovi, který mi propůjčil přístroj 2 WIN na zhotovení důležitých snímků pro mou práci.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Odhad centračních údajů nespolupracujícího klienta dle anatomických detailů obličeje“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k závěrečné zprávě.

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 *Kladně* dne

.....

podpis

Obsah

1	Úvod	1
2	Anatomie hlavy	3
2.1	Vývoj dětské lebky	4
2.2	Vývoj lebky dospělého člověka	4
2.3	Fyziologie a vývoj oka.....	5
2.4	Parametry oka	6
2.5	Parametry oční šterbiny	6
3	Binokulární vývoj.....	8
4	Měření očních centračních údajů.....	9
4.1	PD (na dálku / na blízko)	9
4.2	Výška centrace	10
4.3	Inklinace (pantoskopický údaj).....	11
4.4	Prohnutí obruby (wrap).....	11
4.5	Vertex distanc	12
4.6	Čtecí vzdálenost.....	12
4.7	Oční dominance	13
5	Techniky měření centračních údajů oka klienta	15
5.1	Ruční měření podle centračního pravítka	15
5.2	PD metr	15
5.3	Ruční měření na fólie brýle	16
5.4	Centrační věž	17
5.5	Tablety	18
6	Reflexy očí.....	19
6.1	Sítnicový reflex.....	19
6.2	Rohovkový reflex	20
7	Přístroj 2WIN	21
8	Modely lidského oka	22
8.1	Gullstrandovo schematické oko (GSO)	22
8.2	Emsleyova-Graffova modifikace zjednodušeného GSO	22
8.3	Standardní redukované oko	23
9	Osy oka.....	24

10	Praktická část.....	25
10.1	Cíl práce	25
10.1.1	Hypotézy.....	25
10.2	Vyšetřované osoby	26
10.3	Metodika.....	27
10.4	Zpracování výsledků	28
10.4.1	Za pomoci zrcadlového fotoaparátu	33
10.4.2	Za pomoci přístroje 2 WIN.....	37
11	Diskuse	40
12	Závěr.....	43
	Použitá literatura.....	44
	Seznam obrázků.....	47
	Seznam tabulek.....	48
	Přílohy	49

1 Úvod

Oči jsou pro člověka velice důležitým orgánem, protože asi 80% vjemů vnímáme zrakem. Je proto důležité, abychom i přes různé vady a nemoci viděli v průběhu svého života co nejlépe.

Téma „Odhad centračních údajů málo spolupracujícího nebo nespolupracujícího klienta, dle anatomických detailů obličeje“ jsem si vybrala z důvodu, že je velice důležité, aby vývoj mladého oka byl co nejlepší. Protože mám děti ráda, tak pro ně hledám nejsnazší a nejefektivnější cestu jak precizně změřit všechny parametry, aby byly odhaleny případné odchylky od normálu a mohly se včas řešit. Budu detailněji poznávat anatomii celé lebky a její rozdíly od nejmenších novorozenců po dospělého člověka. Zaměřím se na oko jako takové, budu zkoumat jeho parametry v jednotlivých vývojových fázích a zabývat se technikami získávání centračních údajů oka. Ty potom mohou být nápomocny při korekci zrakových vad.

Podrobně popíši naměření všech očních centračních údajů důležitých pro zhotovení správné optické brýlové pomůcky určitému klientovi (PD, vertex distanc, inklinace, výška centrace, čtecí vzdálenost, prohnutí obruby, oční dominance).

Popíši jednotlivé techniky měření centračních údajů klienta. Začnu od nejlevnějších, jako je centrační pravítko, přes PD metr, ruční měření na fólii brýlí a kapitolu zakončím popisem, jak se využívají moderní tablety a centrační věže.

Následně vysvětlím pojem rohokový a sítnicový reflex, který je důležitý především u praktické části práce. Dále se budu věnovat popisu moderního optického přístroje dnešní doby 2 WIN, který budu využívat při měření pro mou praktickou část bakalářské práce. Právě tento přístroj je velice důležitý při zjišťování již zmíněného sítnicového reflexu.

Pozastavím se u oka jako dokonalého systému, kterým prochází paprsky a promítají z vnějšího prostředí převrácený obraz na sítnici. Popíši jednotlivé modely lidského oka a následně jeho osy.

Velice mě zaujalo, že experimentální část vyžaduje práci s dětmi od novorozenců, až po předškolní věk. Značně pozoruhodné pro mě bylo i to, že formou hry budu děti fotit, a potom podle jednotlivých fotografií dětských očí budu moci provádět v grafickém počítačovém programu vyhodnocení, následně další výpočty a sestavit tak přehledné statistické tabulky a grafy. V nich budou seříděny a zprůměrovány všechny mé poznatky a výpočty, které poslouží pro snadnější zhotovení optické korekční pomůcky u málo spolupracujících, nespolupracujících a postižených osob.

2 Anatomie hlavy

Lebka je velice důležitá část našeho těla. Chrání jeden z nejdůležitějších orgánů, kterým je mozek. Lebka se postupně zpevňuje a zvětšuje již od prenatálního období, až po období dospělosti. Lebeční kosti jsou mnohem pevnější, než ostatní kosti celého těla a odolávají působení až 600 kilogramů. Nejtvrdšími kostmi jsou dvě kosti skalní. Z důvodu pevnosti připomínají litinu, ale i přesto jsou velmi křehké a špatně odolávají kroucení, nebo náhlému prudkému nárazu. [1]

Kosti lebky třídíme z praktického hlediska podle jejich umístění v daných částech lebky. Mozková část bezprostředně chrání mozek a obličejová část je připojena k části mozkové vpředu bazálně. [1, 2, 3, 4]

Kostra hlavy se skládá z většího počtu kostí, které jsou spolu pevně spojeny, až na dolní čelist, která je pohyblivá. Mozková část lebky se nazývá dutina lebeční a je v ní umístěn mozek. Shora je tvořena klenbou lebeční, ve spodní části se nachází spodina lebeční a vpředu je část obličejová. [1, 2, 3, 4]

Klenba lebeční sahá od horních okrajů očních, až po úpon trapézového svalu. Je složena z plochých kostí, které vytvářejí pevnou ochranu pro mozek a smyslové orgány. [1, 2, 3, 4]

Ve spodině lebeční se nachází kost týlní s týlním otvorem, kudy vstupuje do lebky páteřní mícha. Hlavní kostí je zde kost klínová s jamkou, ve které najdeme podvěsek mozkový. K této kosti je kromě kosti týlní připojena též kost čelní, kosti temenní, spánkové a skalní. Oproti nejtvrdším kostem skalním, ve kterých je uloženo rovnovážné a sluchové ústrojí jsou nejslabší kosti spánkové a čelní. Poslední kostí spodiny lebeční je kost čichová. Vlákna čichového nervu procházejí dírkovanou ploténkou umístěnou v zářezu kosti čelní, která je bezprostředně před kostí klínovou. [1, 2, 3, 4]

Obličejová část lebky je oproti mozkové části menší. Jsou zde umístěny očnice s nadočnicovými i podočnicovými otvory – výstupy pro trojklaný nerv. V očnicích najdeme bulbus oculi, které jsou nejdůležitějším a nejsložitějším smyslovým orgánem pro dokonalý lidský vjem světa, nosní dutiny a také základy dutiny ústní. Většina kostí obličejové části je párová, např.: kost slzní – umístěná ve vnitřní stěně očnic, kost nosní – tvořící základ nosního kořene, dolní skořepa nosní, kost lící – obklopuje vnější část očnice, horní čelist – má tvar podkovy s jamkami pro zuby, kost patrová – je zadní částí nosní dutiny, a též horním patrem dutiny ústní. Ve spodní obličejové části lebky je dolní čelist s jamkami pro zuby a bradové

otvory pro výstup trojklaného nervu. Čelist je pohyblivě spojená klouby s párovou spánkovou kostí. K lebce je též přiřazena drobná kůstka jazyka umístěná pod dolní čelistí, kde začínají krční svaly. [1, 2, 3, 4]

2.1 Vývoj dětské lebky

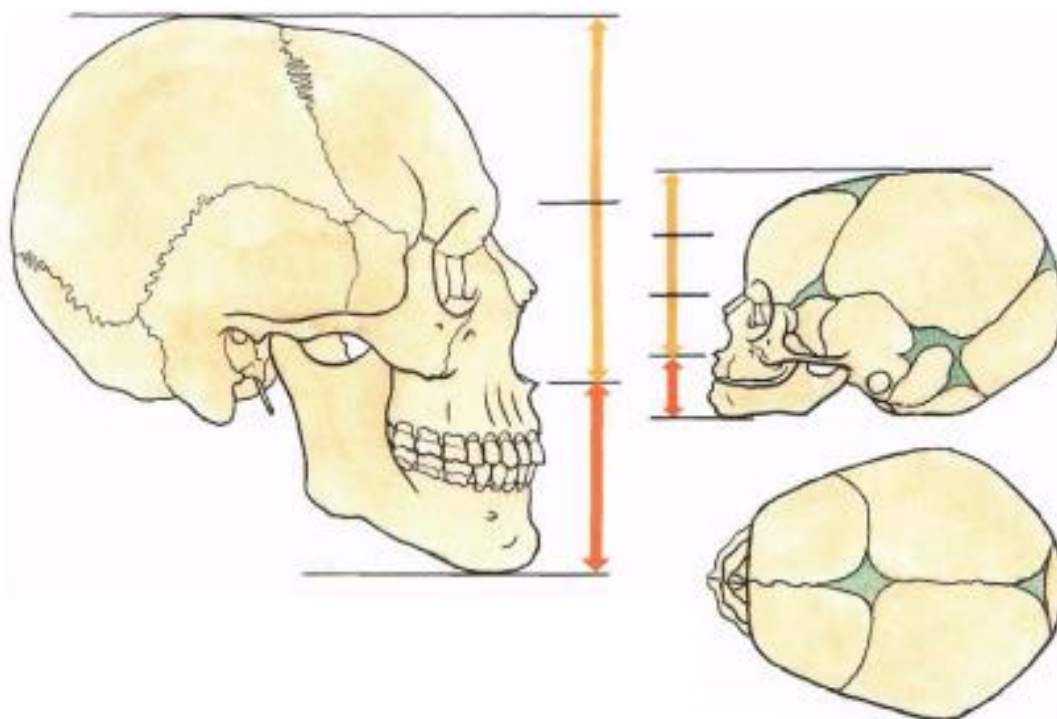
V průběhu života se lebka velice změní. Vzniká kostnatěním vazivového základu. U novorozenců nejsou mezi jednotlivými kostmi lebeční švy, ale úzké vazivové pásky, neboli fontanely. Dětská lebka tedy vykazuje mnoho růstových a tvarových znaků. Novorozenecká lebka měří od předu dozadu 11 - 12 cm a její obvod je zhruba 34 cm. Fontanely usnadňují rovněž porod dítěte – při průchodu pánevním otvorem se mohou kosti mírně překrýt či posunout a tím dojde ke zmenšení hlavičky. Malá velikost je dána také tím, že není vyvinut žvýkací aparát. Je zde pouze sací reflex, není pevně dán tvar nosní dutiny a přepážky, nízká je i horní a dolní čelist. Uprostřed dolní čelisti se nachází chrupavka, která se mění v kost a do prvního roku života je zcela pevná. Vazivové blány, které jsou mezi kostmi se postupně uzavírají, jako první vymizí fontanela týlní, zhruba do 3 měsíců po narození. Dále se uzavírá fontanela čelní a ta zmizí do 2 let. Obvod dětské hlavičky roste velice rychle i po zániku fontanel. Koncem prvního roku je asi 40 cm, do 5 let je to už 50 cm. [2, 3, 4]

2.2 Vývoj lebky dospělého člověka

Klenba mozkové části lebky je jakousi pevnou ochranou mozku, složenou z plochých kostí pevně spojených švy po zaniklých fontanelách, které se po třicátém roce vytrácejí. Obvod hlavy člověka se zvětší od pátého roku do dospělosti již pouze o 5 cm. Lidská lebka je výsledkem fylogenetického vývoje. Její rozdíly jsou individuální podle populací, rasových typů i podle pohlaví. [2, 3]

Lebka muže bývá větší, těžší a výraznější. Jsou na ní i místa svalových úponů. Nadočnicové oblouky jsou více vystouplé a objem mozkovny je asi 1 450 cm³. Lebka ženy je menší, přechod mezi čelem a nosem je plynulejší, nadočnicové oblouky méně výrazné a brada zaoblenější. U ženy bývá mozkovna o velikosti zhruba 1 300 cm³. Rozdíl ve velikostech mozkovny nesouvisí s duševními schopnostmi, které jsou stejné jak u mužů, tak u žen. Lebky obou odlišují i některé specifické znaky, podle kterých lze pohlaví určit i z kosterních pozůstatků. I přes tyto specifické útvary zůstává asi 10 % neurčeno. [2, 3]

Zrak se však i v dospělosti mění. Oči začínají stárnout a objevují se různé vady a poruchy. Nejčastější vadou bývá presbyopie, která přichází obvykle kolem čtyřicátého roku života a je pro tento věk typická. Vetchozrakost se po šedesáti letech stabilizuje a již se nezhoršuje. Zrakové vady můžeme napravit pomocí brýlové korekce, kontaktních čoček, nebo IOL. [15]



Obrázek 1: Proporce lebky dospělého jedince (nalevo) oproti lebce novorozence (napravo) [2]

2.3 Fyziologie a vývoj oka

Zaměříme-li se na zrak, zjistíme, že jeho prostřednictvím získáváme 70 – 80 % všech informací. Oko se začíná vyvíjet již v prenatálním stádiu, a to ve čtvrtém týdnu těhotenství. Oči umístěné po stranách hlavy se posouvají do středu obličeje a chrání je víčka a řasy, které rostou v šestém týdnu těhotenství, na přechodnou dobu srůstají a k jejich definitivnímu rozdělení dochází až v šestém měsíci gravidity. Vývoj očí pokračuje dále a není ukončen ani narozením. Po porodu oči dále dozrávají. Největší změny se dějí v prvním roce života. Barva očí je nejprve modrá, z důvodu nedostatku pigmentu, ale s jeho přibýváním v několika dalších měsících se může změnit. V prvních dnech dítě rozeznává pouze světlo a tmou. Po týdnu začíná na menší vzdálenost – zhruba 25 cm, rozeznávat nejbližší osoby. Výrazné barvy začíná vnímat kolem jednoho měsíce a sleduje vzdálené i blízké předměty. Oči se začínají pohybovat

plynuleji, více se rozhlíží kolem sebe a sleduje i věci v pohybu. Rozvíjí se souhra očí, prostorové vidění, odhad vzdálenosti, poloha a velikost předmětů. V pátém až sedmém měsíci dokáží děti pozorovat předměty pouze očima, občasné šilhání v této době se považuje za normální. Zrakový vývoj postupuje dále a do šesti let dítě sleduje i drobné předměty, rozpoznává podobnosti a rozdíly. V této době se mohou odhalit ve vidění různé poruchy např. tupozrakost nebo šilhání. Do sedmi let by mělo být dítě schopno vidět oběma očima, mít již plně vyvinuté prostorové vidění a dokázat rozlišit barvy a jejich odstíny. Vývoj oka je ukončen. Do třinácti let potom oko ještě nadále roste. [15]

2.4 Parametry oka

Oči jsou párovým orgánem vsazeným hluboko do očních jamek a z pěti stran chráněny kostmi lebky. Očnice novorozence je mělká, její obsah je asi 6 ml. Stav v dospělosti se přiblíží zhruba ve 3 letech. Dutina dospělého muže činí asi 29 ml a u žen je to přibližně 25 ml. Průměr vyvinutého oka je přibližně 24 mm. Přední část oka je menší, vypadá jako část koule o poloměru asi 8 mm, zadní je větší asi 12 mm. [5]

Povrchová vrstva je tvořena vpředu rohovkou o vodorovném průměru 11 – 12 mm, její svislý průměr je 10 – 11 mm, tloušťka je v průměru 1 mm, u středu rohovky 0,8 – 0,9 mm, u okraje 1,0 – 1,2 mm. Rohovka má v průřezu 5 vrstev. Ze stavby oka je rohovka v tomto systému nejdůležitější, protože na ni připadají $\frac{3}{4}$ celkové hodnoty optické lomivosti v akomodačním klidu. [5]

Další důležitou součástí oka je bělma, jejíž tloušťka je od 0,5 – 1,5 mm. V zadní části je tloušťka největší. [5]

2.5 Parametry oční štěrbiny

Oční štěrbinu je vzdálenost centrálního okraje horního víčka a okraje dolního víčka. Je-li oko v přímém postavení, měla by být vzdálenost centra zornice od centra okraje horního víčka větší než 4 mm. Stejně tak je tomu u víčka spodního. Pokud je tato vzdálenost obou víček menší než 10 mm, jedná se o štěrbinu zúženou a je třeba podstoupit operativní zákrok, neboť při úzké štěrbině je zkomplikováno celkové vidění. [5, 16]

Operativní zákrok se provádí dle potřeby, buď jen na horních nebo dolních víčkách. V některých případech jsou operována víčka současně. Častěji se tyto výkony provádějí v lokální anestezii, ale jsou i případy, kdy lékař či pacient upřednostní celkovou narkózu. V tom případě je nutné podrobné předoperační vyšetření a pacient neodchází po operaci domů, ale je nutná hospitalizace na individuálně potřebnou dobu. Jinak před plastickou operací v lokálním znecitlivění probíhá běžná kontrola vidění, změří se nitrooční tlak, zorné pole a oko se vyšetří také mikroskopicky na šterbinové lampě. Testy slzení se posuzuje rovněž, zda je dostatečně funkční slzný aparát. [16]

3 Binokulární vývoj

Binokulární vidění není vrozené, vyvíjí se postupně a je k němu třeba spolupráce obou očí, jako párového orgánu a také postupů vývoje sítnice a žluté skvrny. Po měsíci se začíná rozvíjet binokulární fixační reflex, který se zdokonaluje ke konci prvního roku života. Přispívá k tomu chůze, kde se rozvíjí prostorové vidění. Binokulární vidění je spojení vidění překrytých zorných polí pravého a levého oka. Binokulární zorné pole je vždy menší, než zorné pole monokulární. [5, 6, 7]

Nejnižší stupeň binokulárního vidění je simultánní percepce tj. současné vnímání oběma očima od druhého do pátého měsíce. Druhý se nazývá fúze a je to schopnost spojit obrazy v obou očích v jeden, od šestého měsíce do třetího roku, kde jsou reflexy ještě nestabilní. Neustálým získáváním zkušeností se reflexy upevňují do šesti let a v sedmém až osmém roce života jsou natolik stabilní, že se dají už jen těžko odbourat. Poslední je stereopse neboli trojrozměrné hloubkové vidění, které je dokonalé pouze za předpokladu, že obraz v obou očích dopadá do foveol, kde se dokonale spojuje. [5, 6, 7]

Zasáhne-li do tohoto vývoje některá z poruch, ovlivňující binokulární spolupráci, může vzniknout strabismus, amblyopie, nebo narušení centrální retinální fixace. Vady binokulárního vidění se vyšetřují specializovanými přístroji, z nichž nejznámější je troposkop. Je to v ortoptice nejčastěji využívaný přístroj, kterým je binokulární vidění vyšetřuje ve všech stupních - 1. percepce, 2. fúze a 3. stereopse. Toto vyšetření má velký význam pro hodnocení léčby tupozrakosti a šilhání. [5, 6]



Obrázek 2: Troposkop [26]

4 Měření očních centračních údajů

Změření všech očních centračních údajů je důležité pro zhotovení správné brýlové korekce klienta. Tyto naměřené údaje mají vliv na kvalitu zobrazení, zvláště u vyšších korekčních hodnot. Pro správnou léčbu je nutné nejen precizní vyšetření od očního lékaře, ale i následné přesné zhotovení korekční pomůcky. Pro správný zábrus brýlových čoček je nutné přesně změřit centrační parametry oka klienta. Této problematice se věnují následující kapitoly. [9]

4.1 PD (na dálku / na blízko)

Horizontální vzdálenost středů pupil pro korekci do dálky se zjišťuje několika způsoby: pupilometrem, zaznamenáním na plastové fólie v obrubě, milimetrovým měřítkem nebo kombinací vyjmenovaných metod. Pupilární distance se měří při rovnoběžném postavení pohledových os při pohledu do nekonečna při minimální akomodaci měřených očí. Poloha středů pravého a levého oka se musí uvádět zvláště, aby se při broušení respektovala případná asymetrie. Jako první se vždy posuzuje střed pravé zornice od středu nosního kořene. K těmto měřením se již běžně používá mechanický nebo elektronický přístroj zvaný pupilometr, se kterým se podařilo práci zrychlit a zpřesnit. U šilhajících pacientů se neměřené oko zakrývá, aby druhé měřené sledovalo přesně svítící bod v přístroji. Díky zakrývání se eliminuje problém se šilhajícími klienty, kteří nemají pohledové osy rovnoběžné, a tudíž by nebylo možné získat přesnou hodnotu rozteče zornic. Pokud není k dispozici vhodný přístroj, lze celkem jednoduše a spolehlivě určit polohu středů zornic do dálky vhodným fixem přímo na fólii, umístěnou v klientem vybrané brýlové obrubě. Pokud obruba fólie nemá, je možné je nahradit průhlednou lepicí páskou. I zde se musí měření provádět postupně u jednoho oka a následně u druhého. Náměry se několikrát opakují, dokud nejsou zornice přesně vyznačeny. Při takovémto měření nesmí optik ani zákazník hýbat hlavou do strany, ani se otáčet. Podobným způsobem se měří i s pomocí milimetrového optického měřítka, které je opřeno o čelo zákazníka a číselné údaje se zapisují do pracovní karty. [9]



Obrázek 3: Zjištění PD pomocí zakreslení kříže přímo na folii v obrubě [27]



Obrázek 4: Měření PD pomocí milimetrového optického měřítka [28]

Při měření pupilární vzdálenosti do blízka se měřený klient dívá vyšetřujícímu do protilehlého oka. Tzn.: Klient se dívá pravým okem do levého oka optometristy a levým do oka pravého. Tato vzdálenost je o něco menší, než při pohledu do dálky z důvodu konvergence. Neměřené oko musí být zavřeno, nebo mu je zakryto rukou z důvodu lepší fixace oka měřeného. [9]

4.2 Výška centrace

Vertikální vzdálenost středů pupil pro korekci do dálky i blízka může být znázorněna horizontální čarou zakreslenou na fólii. Díky této druhé čáře vznikne centrační kříž, který by měl protínat střed zornice. Vertikální postavení očí není tak jednoznačné, protože je mezi pohledem do dálky a do blízka větší rozdíl, než u postavení horizontálního. Záleží na postavení hlavy a také na pohledu očí. Při pohledu do blízka se sagitální linie vertikálně posouvá dolů, protože je to přirozený oční pohyb. Pro toto určování se použije, též fólie do obrub, průhledné lepicí pásky, nástěnné zrcadlo a fixy na popsání brýlových čoček. [9]

Při horizontální i vertikální centraci musí být hlava v normálním, přirozeném postavení, tj. rovně a oči optika by měly být ve stejné výškové úrovni, jako oči zákazníka. Vždy je měřena poloha pravé a levé zornice zvlášť a je třeba aby byla respektována anatomická asymetrie v uložení očí. [9]

Někteří amblyopici mají natočenou hlavu ve směru postiženého oka, aby zvětšili zorné pole na lepším oku, a proto může být centrace v obroučce lehce decentrována. V tomto případě musí být respektováno přirozené postavení hlavy měřeného a schválně se nevystředují centrační údaje rovnoměrně na fólie v obrubě. Stejně tak je nutné se chovat při vyšším astigmatismu, kdy klient natáčí hlavu do strany a při lézi okohybných nervů, kdy pohybuje hlavou do všech směru. [9]

4.3 Inklinace (pantoskopický údaj)

Inklinace je údaj, který se měří ve stupních. Obruby brýlí jsou vyrobeny tak, že při nasazení na obličej jsou nakloněny dolním okrajem ke tváři. Při měření inklinčního úhlu obruby se používá také jako u jiných měření vícero metod a pomůcek, které se přikládají k očnici nasazené obruby brýlí za přirozeného pohledu klienta před sebe. Bez použití jakýkoliv přístrojů lze tento úhel také vypočítat. [9]

$$x = (d + 13) * \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Přičemž x = označená svislá vzdálenost středů pupil, d = vzdálenost brýlové čočky od rohovky, α = inklinční úhel. Vše krom úhlu α se vyjadřuje v mm. [9]

4.4 Prohnutí obruby (wrap)

Pokud jde o prohnutí obruby, je zde myšleno tvarování v oblasti nosníku. Toto upravení má vliv na optické parametry korekčních členů. Úpravy nosníku se provádějí různě, podle použitého materiálu. U plastové obruby se nosník tvaruje po nahřátí, kdežto u kovové se může upravit za studena, pomocí rukou, nebo speciálních kleští. Roviny očí nesmí být v žádném případě stočeny proti sobě. Brýle by měla kopírovat tvar obličeje a neměla by být prohnuta na druhou stranu. Při prohnutí k obličejí je hovořeno o kladném úhlu, který je používán pouze do 10° . Dnes je možno se setkat i s prohnutím na druhou stranu tzv. záporným úhlem. Ten se používá pouze u dalekohledových brýlí. V jiných případech se od tohoto záporného úhlu už ustoupilo. [9, 17]

4.5 Vertex distanc

Jak je uvedeno i u předchozího vzorce, vertex distanc je vzdálenost, která se značí písmenem d a měří se od vrcholu rohovky oka po zadní plochu brýlové čočky. Její vzdálenost od oka má vliv na korekci, která je větší až u hodnot ± 4 D. Se vzdáleností od oka se mění vrcholová lámavost čočky a vyjadřuje ji vztah:

$$S'_{d2} = \frac{S'_{d1}}{(1 - (\pm)\Delta d * S'_{d1})} \quad (2)$$

Přičemž S'_{d2} = vrcholová lámavost čočky ve vzdálenosti $d2$ (D), S'_{d1} = vrcholová lámavost čočky ve vzdálenosti $d1$ (D), Δd = rozdíl $d1$ a $d2$ v metrech.

Vzdálenost brýlové čočky od vrcholu rohovky je měřen PD-měřítkem při pohledu z boku na klienta s nasazenou obrubou. Další možností je prizmatické měřítko, které slouží k snadnému určení této vzdálenosti. [18]

4.6 Čtecí vzdálenost

Čtecí vzdálenost není jasně dána. U každého jedince je vzdálenost individuální, dle jeho zvyklostí a podmínek jako je například: velikost textu v knize, či digitalizace textu, pracovní podmínky, osvětlení, čtecí zvyky, apod. Pod pojmem čtecí vzdálenost se rozumí u zdravého jedince obvykle asi 40 cm, kdy ruka při držení čteného textu svírá v lokti úhel 90°. Liší se však dle jednotlivých klientů a jejich potřeb, zda budou číst papírové knihy, nebo budou pracovat či číst na počítači. Jsou lidé, kteří čtou knihy převážně před spaním v posteli, a to znamená, že jejich čtecí vzdálenost bude menší. Naopak někdo upřednostňuje využívání převážně stolního počítače, kde je vzdálenost větší než 50 cm a už se hovoří o tzv. střední vzdálenosti. U většiny mladší populace je čtecí vzdálenost flexibilní a není-li každá důkladně vyšetřena, tak se na mírnou oční vadu vůbec nemusí přijít. S přibývajícím věkem čočka ztrácí svou pružnost a tím i schopnost rychlé akomodace. Po čtyřicátém roce věku potřebuje téměř každý brýle na čtení. Dá se to poznat jednoduše díky „syndromu dlouhých rukou“, kdy klient čtený text nepřírozně oddaluje.

Na postupnou ztrátu zraku a tedy i změnu čtecí vzdálenosti mají vliv i některá onemocnění, jako je cukrovka, roztroušená skleróza, a též genetické dispozice. Ke zhoršení zraku může dojít také úrazem a velký vliv mají rovněž stravovací návyky. Měla by být konzumována strava bohatá na omega 3 mastné kyseliny, na luštěniny a vitamíny (především A, C, E). Pro předejití únavy očí při práci na počítači je doporučeno přibližně po

dvou až čtyřech hodinách této práce provádět cvičení, každých 20 minut se zadívat na 20 vteřin do vzdálenosti alespoň 20 stop (zhruba šest metrů). Pokud k únavě dojde je dobré oči zavřít a setrvat alespoň minutu ve tmě.

Na špatné vidění má ve vyšším věku vliv také zelený a šedý zákal. Šedým zákalem trpí až 75% populace nad 75 let. Příčina nemoci prozatím není známa, ale největším rizikem je kouření, užívání drog, špatná výživa a působení ultrafialového a infračerveného záření. [19]

4.7 Oční dominance

Oční dominanci má téměř každý člověk. Existuje ovšem i malé procento lidí u kterých dominanci nelze určit. Není však vrozená a každý si ji tak určí v průběhu vývoje sám. Dominantní oko bývá častěji to, které má menší refrakční vadu, lepší visus, vydrží déle fixovat předmět při konvergenci, je myopické, nebo méně hypermetropické. Čím je oční dominance silnější, tím horší bývá binokulární spolupráce očí. Při zrakové korekci je dominance velmi významná. Musí se dbát na to, aby nedominantní oko nebylo plně vykorigováno, pokud by způsobilo některé z těchto potíží: neostré, dvojité či mlhavé vidění při únavě, nebo za šera, bolest hlavy, zčervenání oka, slzení, řezání, nebo by vyvolalo pocit cizího tělíska v oku. Dominanci je možno rozdělit do několika skupin: senzorická, sighting a motorická. [8]

Při senzorické dominanci se upřednostňuje jedno oko před druhým, nebo druhé snadněji utlumí. Rozhodující je kvalita obrazu, nebo vzdálenost pozorovaného předmětu. Pohledem do fotoaparátu při monokulárním vidění, je voleno oko dominantní a druhé se obvykle zavírá. Oko dominantní je tedy i okem takzvaně zaměřovacím. Pro zjištění senzorické dominance se používá Heidingerův test, při kterém je využit přístroj synoptofor a díky dvěma otáčejícím se vrtulím různým směrem je určena i síla dominance. Dalším testem je zamlžení plusovou sférou, kdy se střídavě předsazuje před oko pravé a levé +2 D a dominantní je to oko, kterému zamlžení způsobí méně ostrý vjem. Jiným testem jsou Worthova světla, kde se pozoruje barva dolního znaku. Svítí-li znak bíle, nebo se zelená a červená barva střídavě mění, není oční dominance výrazně definovaná. Pokud vyšetřovaný vidí pouze zelený znak, je dominantní oko levé a v případě, že jen červený, značí to dominanci oka pravého.

Nejvyužívanějším typem je dominance směrová neboli sighting. Zde se používá manuskop, což je jehlan o rozměrech 3 x 4 a 20cm vysoký. Dívá-li se klient oběma očima manuskopem na malý předmět vzdálený 3-4 metry v úrovni očí vyšetřujícího, vidí tento dominantní oko vyšetřovaného. Dále je možno tuto dominanci testovat pomocí zarovnání „prst - předmět“, kdy se střídavě zavírá oko pravé a levé. U kterého oka předmět uskočí méně je okem dominantním. „Hole in card“ se nazývá další test, kdy je binokulárně fixován vzdálený předmět skrze otvor vytvořený z dlaní. Opět jsou střídavě zavírány oči, a to které vidí předmět skrze otvor je okem dominantním. Test blízkého bodu konvergence je testem na blízko. Fixuje se pouze hrot tužky, či světelný bod, který se plynule přibližuje k nosu vyšetřovaného. Oko, které dříve přeruší konvergenci je okem nedominantním. [20]



Obrázek 5: Test na zjištění směrové dominance „Hole in card“ [29]

U motorické dominance se prosazuje výraznější fixace pozorovaného předmětu. K vyšetření se používají MKH testy s fixační značkou.

Výše uvedené dominance nemusí mít jednotlivci vždy na stejném oku. Má-li u sensorického testu dominantní oko pravé, tak je možné, že u motorického bude mít dominantní oko levé. Určení dominance slouží především pro lepší individuální přístup k pacientovi při zhotovení požadované pomůcky, aby byl co nejvíce spokojen. Je důležité ji znát hlavně před laserovým zákrokem, aby byla dobře stanovena následná léčba, nebo při objednání kontaktních čoček. [20]

5 Techniky měření centračních údajů oka klienta

K měření očních centračních údajů se používá profesionálních technik a přístrojů. Dříve nebylo tolik možností, ani přístrojů, jako je dnes. Používalo se převážně ruční měření centračním pravítkem, i když nebylo úplně přesné. Postupem času se i centrační pravítko zdokonalovalo a dnes je kromě pravítka papírového a umělého i propracované pravítko digitální. Jako další technická pomůcka se používá PD metr, který rovněž prošel v průběhu času značným vývojem od mechanického až k digitálnímu. Nejjednodušší technikou měření centračních údajů oka je ruční měření na folie brýlí, které se využívá i dnes, přestože není 100% spolehlivé a vykazuje určité odchylky. Mimo jmenované techniky se využívá též centračních věží a nejpřesnější měření se provádí na tabletech s dnes dostupnými aplikacemi, které se ještě nadále vyvíjejí. [10]

5.1 Ruční měření podle centračního pravítka

Centrační pravítka existují v papírové a plastové podobě a mají design, který si navrhuje sám výrobce. Je to jakési milimetrové měřítko s vykrojením pro nos a oči. [10]

Měření probíhá tak, že vyšetřující přiloží PD pravítko na kořen nosu a opře jej o čelo vyšetřovaného, který se dívá do protilehlého oka vyšetřujícího. Ten z pravítka odečte vzdálenost v mm a zapíše si ji do karty. Tato velmi levná a rychlá pomůcka pro změření pupilární vzdálenosti není bohužel tak přesná a lehce se může objevit chyba. Pouhý třes rukou, nebo nedokonalá korekce očí optometristy může způsobit chybné odečtení z pravítka. Pokud se měření zopakujeme vícekrát, je možno tuto chybu redukovat. Třes omezíme tím, že si ruku fixujeme o čelo pacienta. [10]

Nyní se použití PD měřítka omezuje především na kontrolu centrace čočky v brýlové obrubě, šířku nosníku, délku stranic, inklinaci, apod. V dnešní době už jsou i digitální PD pravítka, která jsou oproti PD metru levnější a lehčí. Tato digitální verze je profesionálnější, než obyčejné PD pravítko. [10]

5.2 PD metr

Je to přístroj, který měří PD neboli rozteč očních čoček vyšetřovaného. Při vyšetření je pozorována vzdálenost středů zornic. Osoba může být vyšetřena monokulárně díky klapce, která zamezí fixaci značky u druhého oka, ale i binokulárně. Zakrytí jednoho oka se používá hlavně u strabujících pacientů. Existují dva základní typy PD metru, a to manuální a digitální. Toto vyšetření je nejen přesnější než PD pravítko, ale i mnohem rychlejší a pohodlnější jak

pro vyšetřovaného, tak pro vyšetřujícího. Po vyšetření se ihned ukáže vzdálenost rozteče očí jak na blízkou vzdálenost (dá se nastavit dle potřeb klienta), tak i na pravé nekonečno (dálku). [10]

Vyšetření probíhá tak, že je přístroj přiložen vyšetřovanému k očím a opře se o čelo. Na druhé straně ho drží vyšetřující a ten vyzve klienta, aby se díval na fixační značku, která je vyšetřujícím nastavena do aktuální potřebné vzdálenosti. Vyšetřující posune rysky uvnitř PD metru na středy zornic a z horního displeje odečte vzdálenost každého oka zvlášť i dohromady. [10]



Obrázek 6: PD metr [30]

5.3 Ruční měření na fólie brýle

Toto měření je velice jednoduchou metodou, u které není třeba žádného přístroje. Speciálním fixem se zde zaznamenává tečka, nebo malý křížek přímo na fólie v očních obruby, který poukazuje na střed zornic.

Nejprve je nutno zákazníkovi jím vybranou obrubu dokonale uzpůsobit na jeho obličej. Potom je vyzván, aby si zakryl jedno z očí a druhým se díval vyšetřujícímu do oka protilehlého a ten si udělá značku. Toto se opakuje i s okem druhým. Při korekci do dálky je měřena výška středu zornic dvěma způsoby a to při kolmém pohledu přes očníci a při přirozeném pohledu přes očníci. Výška zornic se potom může udávat od spodního okraje očníce po střed zornice, od spodního okraje očníce po spodní okraj zornice, od horního okraje očníce po zornici, a také od středu očníce nahoru, nebo dolů po střed zornice. Vzhledem k tomu, že očníce není k obličejí kolmá, ale nakloněná není možno umístit střed zornice do průsečíku pohledové osy. V tomto případě by nebyla splněna podmínka bodového zobrazení

čočkou a průsečík by se dostal nad střed otáčení oka. Optický střed se tedy musí posunout směrem dolů, aby optická osa korekční čočky procházela skutečným středem otáčení korigovaného oka. Při kolmé poloze očníce k pohledové ose oka se měří výšková poloha zornic při korekci asférickými a atórickými jednoohniskovými, nebo běžnými jednoohniskovými čočkami do rozdílu OP a OL 1,5 D. Při přirozeném náklonu hlavy se měří výšková poloha zornic při rozdílu korekce nad 1,5 D, nebo při korekci bifokálními, progresivními, lentikulárními, či vysokoindexovými čočkami vyšších hodnot. Nakonec probíhá kontrola binokulárně, kdy se zkontroluje a případně upraví centrační kříž na fóliích u každého oka zvlášť a respektuje se asymetrie v uložení očí. [9, 10]

Výpočet PD do blízka je možno provést z naměřených hodnot PD do dálky podle vzorce:

$$PD_B = PD_D * \frac{(a-d)}{(a+13)} \quad (3)$$

Přičemž PD_B = vzdálenost průsečíků pohledových os s rovinou očníce při pohledu do blízka, PD_D = vzdálenost středů zornic do dálky, a = pracovní vzdálenost na kterou budou brýle používány, d = vzdálenost brýlového středu od vrcholu rohovky. Vše měřeno v mm. [9]

5.4 Centrační věž

Centrační věž je novější přístroj, který se snaží vyšetřujícímu ulehčit práci. Zjistí mnoho parametrů, které jsou pro zhotovení optické pomůcky důležité. Spadá sem určení dominantního oka, čtecí vzdálenosti, rozteče očních čoček, inklinace brýlové obruby a jiné. Tyto údaje si centrační věž vyhodnotí díky „nástavbovému rámu“ s výrazněji označenými důležitými body, který se umísťuje na klientem vybranou brýlovou obrubu. Klient tu má za úkol pouze stát v určité vzdálenosti, otáčet se a plnit pokyny, které mu věž udává.

Tento přístroj není velmi rozšířený z důvodu jeho velikosti, počátečního finančního vkladu, ne příliš estetického vzhledu a hlavně kvůli jednoduché nahraditelnosti, levnější a menší alternativou jako je například tablet s aplikacemi, které zjistí stejné parametry potřebné pro práci.



Obrázek 7: Nástavba na brýlovou obrubu . [31]

5.5 Tablety

V roce 2012 byly na výstavě OPTA 2012, v Brně představeny japonskou firmou HOYA nové moderní technologie. Tři nové aplikace Hoya Vision Consultant, visuReal a Hoyanet. Tyto nové inteligentní aplikace jsou určeny nejen pro iPad, ale i pro iPhone a zvyšují flexibilitu optiků, protože jim umožňují pracovat tam, kde je to zrovna potřeba. Aplikace Hoya jsou příkladem inovativního postoje k mobilní práci. Firma Hoya není jediná, která se zabývá s těmito moderními aplikacemi pro odbornou péči o zrak. Tablet je nejnovější přístroj, který vyšetřujícímu ulehčuje práci. Pracuje na podobném principu, jako centrační věž a zjistí mnoho parametrů, které jsou pro zhotovení optické pomůcky důležité. Spadá sem zjištění rozteče očních čoček, inklinace brýlové obruby a jiné. Tyto údaje si program vyhodnotí též díky „nástavbovému rámu“ s výrazněji označenými důležitými body, který se umísťuje na klientem vybranou brýlovou obrubu. Další aplikace umožňují například konečnému uživateli okamžitě vidět rozdíl ve funkci mezi různými čočkami, odstraňují potřebu samostatných centračních věží. Optici se přes tyto programy mohou přihlašovat na své stávající účty a získávat nejnovější zprávy o novinkách, o stavu svých objednávek a podobně. S postupným zaváděním takovýchto novinek budou mít optici velkou svobodu v obchodování a poskytování velice kvalitních služeb všem svým zákazníkům. [21]

6 Reflexy očí

V soustavách neuronů uspořádaných do různě složitých nervových obvodů se uskutečňuje nervová činnost, která zprostředkovává reakce jednotlivých orgánů na změny vnitřního a vnějšího prostředí. Každé vnější nebo vnitřní podráždění je zaznamenáno receptorem, kterým může být nervové zakončení, nebo smyslové tělísko například v kůži, ale také složitější receptorový orgán jako je oko. Každý receptor převádí změnu z vnějšího nebo vnitřního prostředí na vstupní informaci. Ta je dále podnětem na impuls vedený dostředivým nervem do centrální nervové soustavy, zde je vyhodnocována a dále zpracovávána. Prostřednictvím odstředivého nervu potom vychází impulzy do efektorového orgánu. Ten zajišťuje příčinnou reakci na podnět. [3, 11]

Učením o reflexech se zabýval ruský fyziolog Ivan Petrovič Pavlov a rozdělil je na reflexy nepodmíněné a podmíněné. Nepodmíněné reflexy jsou vrozené a geneticky podmíněné. Je to projev nižší nervové činnosti, ke které patří mimo jiné i reflex zornicový. Tento reflex chrání sítnici před příliš velkým světlem vstupujícím do oka a zornice se reflexně zmenší, naopak při setmění se zornice zvětšuje, aby mohla zachytit co největší množství zbylého světla. Podmíněné reflexy se získávají učením během celého života. Tyto reflexy však bývají jen dočasné. Pokud nejsou stále posilovány, postupně vymizí. [3, 11]

6.1 Sítnicový reflex

Též nazývaný jako červený reflex je odraz od sítnice při přímém posvícení do oční čočky. Přítomnost sítnicového reflexu dokazuje průhlednost očních médií, tj. že v oku nejsou žádné patologické změny (zánětlivý výpotek, sklivcový zákal, šedý zákal, nebo jizva rohovky). [13, 23]

Sítnicový reflex se používá především u skioskopie. Jedná se o metodu, kdy se pacient vyšetřuje na vzdálenost 0,5 -1 m, a to z toho důvodu, aby bylo možné současně manipulovat s retinoskopem i zkušebními čočkami na očích pacienta. Pro objektivní výsledky se předávají čočky s hodnotou $\pm 2D$. Hlavním cílem vyšetření je dosáhnout bodu neutralizace. U emetropického oka se při nasvícení objeví červený bod, při odklonu paprsku světla tento bod hned zmizí. V případě ametropického oka je pozorován protichůdný či stejnosměrný pohyb červeného reflexu v zornici. [13, 23]



Obrázek 8: Sítnicový reflex

6.2 Rohovkový reflex

Nejjednodušší formou nervového obvodu je reflexní oblouk. Je to jakási jednotka nervového řízení, která přenáší signál nervovou dráhou k výkonnému orgánu. Tímto nervovým obloukem je zprostředkován i rohovkový reflex. Je-li přistoupeno k oku šikmo ze strany a klient se dívá na stranu opačnou, pak po jemném dotyku rohovky vatovým chomáčem dochází k mrknutí. Vždy se musí dát pozor, aby byl dotek na rohovku, ne na spojivku, a také nesmí být příliš rychlý, aby k mrknutí vůbec došlo. Za sevření víček je zodpovědný signál o dotyku na rohovku, ten se přenese do mozkového kmene a zpět přes lícni nerv, který aktivuje kruhový oční sval. [24]

7 Přístroj 2WIN

Přístroj 2 WIN je binokulární přenosný refraktometr a zrakový analyzátor, v současné době nejchytřejší pro odhalování refrakčních vad a zrakových problémů. Funguje jako fotoaparát a při jeho rychlosti mu na kompletní screening stačí pouhé tři sekundy. Podrobný výstup z tohoto vyšetření je možné přes počítač ihned vytisknout ve formě PDF, či poslat na jiné pracoviště. [25]

V roce 2009 byla založena společnost Adaptica, která je specializována na adaptivní optiku a optoelektroniku. Své využití našla původně v průmyslu a astronomickém výzkumu. Později využila svoji technologii a odbornost z astronomie, kde hledala lepší vidění vesmíru, k výzkumu zraku a lidského oka. Svým zaměřením na zrak a péči o oči se postupně propracovala do zdravotnictví. Dnes se Adaptica zabývá vývojem a výrobou chytrých diagnostických přístrojů, které mají jednoduché použití a v současnosti jsou vyváženy již do čtyřiceti zemí celého světa. [25]

Výhodou tohoto přístroje je jeho malá velikost, lehkost a s nimi spojená přenosnost do jakéhokoliv místa. Pracuje na vzdálenost jednoho metru, je jednoduchý, rychlý a neinvazivní. Pro jeho provoz jsou použity baterie s dlouhou životností a nákladově je velice efektivní. [25]

Součástí vybavení 2 WIN je binokulární okluzor, který může provádět jak měření obou očí v přirozených zrakových podmínkách – horizontální poloha, tak i každého oka zvlášť - vertikální poloha. Vyšetřována s ním mohou být nemluvnata již od dvou měsíců, přes všechny věkové skupiny, až po seniory. Hodí se rovněž pro screening postižených a nespolupracujících osob. Tento přístroj včas odhalí a zdokumentuje amblyogenické faktory a je schopen pracovat i přes optickou pomůcku (brýlová korekce či kontaktní čočky). Principem vyšetření je promítnutí infračerveného světla skrze zornici na sítnici oka pacienta. Vyhodnocením jsou získány informace o abnormalitách rohovky, například strabismus, forie, tropie, anizometropie, či anizokorie, a také opacita očních médií (šedý zákal). Je zjištěna též sférická a cylindrická hodnota s přibližnou osou astigmatismu. [25]

8 Modely lidského oka

Z hlediska optiky představuje oko dokonalý systém, kterým prochází paprsky a promítají předměty z vnějšího prostředí převráceně na sítnici. Zrak tvoří více, než polovinu vjemů člověka. Optická soustava oka je tvořena rohovkou, komorovou vodou, oční čočkou a sklivcem. Zornice plní potřebnou funkci clony a je podle intenzity světla, zužována popřípadě rozšiřována pomocí ciliárních tělísek. Optická mohutnost rohovky je přibližně +42 D, mohutnost čočky oka při vyřazení akomodace +20 D. Délka oka od předního povrchu rohovky k foveole měří u dospělého jedince asi 24 mm. K rozboru průchodu optických paprsků okem a pro teoretické výpočty je třeba přesné znalosti optických parametrů očního dioptrického systému. Vzhledem k tomu, že je každý zrakový orgán jedinečný bylo nutné se omezit na model, který reprezentuje průměrné hodnoty, zjištěné u skutečných očí. Model nikdy nebere zřetel na zakřivení oka, má vždy přesný kulovitý tvar. V optice jsou běžně využity tři modely: Gullstrandovo schematické oko, Emsleyova-Graffova modifikace zjednodušeného Gullstrandova schematického oka a standardní redukované oko. [6, 11, 12]

8.1 Gullstrandovo schematické oko (GSO)

Tento model sestavil Allvar Gullstrand, švédský oftalmolog a v roce 1911 za něj dostal Nobelovu cenu. Podle tohoto modelu schematického oka je oko posuzováno jako centrovaná optická soustava, která má schopnost automaticky zaostřovat. Nehledí se zde na rozdíly v zakřivení rohovky, ani na rozdíl indexu lomu centra a periferie čočky. Systém je sdružen na společnou optickou osu a v současnosti je nejpropracovanějším optickým modelem průměrného oka člověka. Předmětovým prostředím je uvažován vzduch o indexu lomu jedna. Optická mohutnost dioptrické soustavy je +58,64 D při uvolnění a +70,57 D při maximální akomodaci. Vzhledem ke vzájemnému postavení obrazového ohniska a sítnice je předmět v nekonečnu na sítnici zobrazen neostře. Gullstrandův model o šesti optických plochách vyhovuje pro teoretické optické výpočty. [6, 11, 12]

8.2 Emsleyova-Graffova modifikace zjednodušeného GSO

Ve zjednodušeném Gullstrandově modelu, kde rohovku reprezentuje jedna a čočku dvě lámavé plochy, tedy celkem tři optické plochy je potom značně usnadněn výpočet. Podle dalších nových náměru byl tento model modifikován Emsleyem a Graffem. Ohnisko obrazu zde padá na sítnici. Model o optické mohutnosti +60,48 D, s předmětovou a obrazovou ohniskovou vzdáleností -16,54 mm a +22,05 mm postačuje pro většinu praktických, optických výpočtů. [11]

8.3 Standardní redukované oko

Gullstrandovo schematické oko v roce 1952 modifikoval H. H. Emsley na standardní redukované oko s jediným ekvivalentním lámavým povrchem s optickou mohutností +60 D, poloměru křivosti +5,55 mm, indexem lomu $4/3$. Obrazové ohnisko je potom totožné s foveolou. V různých konkrétních případech, kdy je oko ametropické mohou být modelové hodnoty upraveny, aby lépe vystihovaly danou situaci. [11, 12]

9 Osy oka

Oko je uloženo v kostěné schránce, očnici a ta má přibližný tvar koule. Stejně jako na zeměkouli u něj rozeznává přední a zadní pól. Spojnice, která probíhá mezi těmito póly se nazývá osou oka. Tato anatomická osa je téměř shodná s osou optickou, která je spojnicí bodu maximálního zakřivení rohovky a obou ploch oční čočky. Je známa také osa vidění, která probíhá mezi centrální jamkou ve žluté skvrně a bodem fixace. Poloha oka se podvědomě mění tak, aby světlo dopadlo na sítnici na optickou osu oka, to je na spodní okraj žluté skvrny. [22, 14]



Obrázek 9: Osy oka [32]

10 Praktická část

V praktické části budou zahrnuty děti z pěti mateřských školek především ze severovýchodních Čech. Jejich měření bude prováděno pomocí fotoaparátu s bleskem a přístrojem 2 WIN. Pro práci bude zvoleno vhodné prostředí a všechny zúčastněné děti, které měření podstoupí, budou mít nasazenu centrační brýlovou obrubu se známými parametry. Snímky se následně přenesou do grafického software, kde je možné s nimi dále pracovat. Ze vzniklých tabulek budou představeny ukázky a grafy výstupních výsledků

10.1 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je vyjádřit obličejové poměry dle věku a dalších specifických parametrů. Nejprve oslovím se žádostí několik mateřských škol, abych zjistila, zda u nich bude možné podklady pro moji práci shromáždit. Následně poprosím o souhlas se zpracováním údajů rodiče jednotlivých dětí. Po schválení obou stran pořídím fotografické materiály, které přenesu do počítačového software, který mi poslouží pro získání hodnot k jednotlivým výpočtům. Z těchto nasbíraných údajů vytvořím statistickou tabulku, kde bude měřena vzdálenost očí brýlové obruby se známými parametry, očních koutků, a rohovkových reflexů. Po té sestavím další tabulku, kde vypočítám průměrné údaje pro danou věkovou skupinu, které pak bude možno použít u méně spolupracujících dětí stejného věku.

10.1.1 Hypotézy

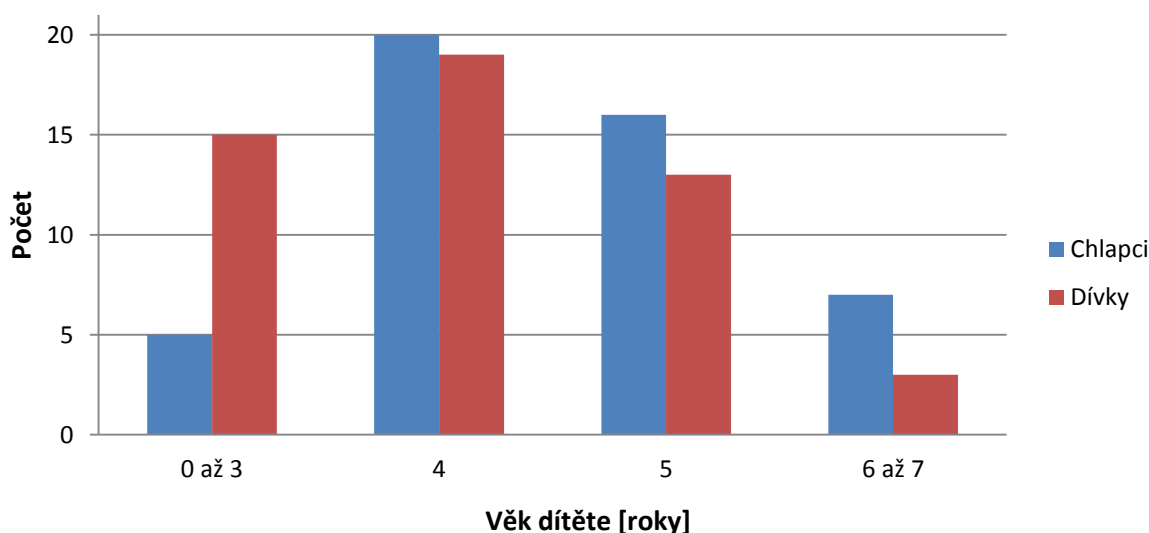
Hypotéza nemůže být nikdy dokázána, může být pouze potvrzena, nebo vyvrácena. Proto jsem si v této bakalářské práci stanovila dvě následující hypotézy, aby se mi podařilo je v praktické části buď potvrdit, nebo vyvrátit.

1. Hypotéza: Rozteče koutků očí nebudou mít stejnou vzdálenost jako rozteče očních zornic, ale poměry mezi těmito tělesnými znaky budou v konstantním poměru v daném věku.
2. Hypotéza: Vzdálenost sítnicového reflexu se bude zvyšovat s vyšším věkem dítěte.

10.2 Vyšetřované osoby

Pro mou práci byly k pořízení fotografií vybrány děti předškolního věku, tedy od narození do šesti až sedmi let. Vyšetřované děti budou dále rozděleny do několika skupin podle jejich stáří, pro přesnější výstupy z tabulek. První skupina ve věkovém rozmezí nula až tři roky, druhá čtyři roky, třetí pět let a čtvrtá šest až sedm let. Všechny děti podstoupily vyšetření dobrovolně, se souhlasem rodičů i mateřské školy, kde vyšetření probíhalo. Písemně byly doloženy informace, jak bude vše vypadat, jak budou výsledky zpracovány, a že budou použity výhradně pro mou bakalářskou práci. Souhlas byl stvrzen podpisem jednoho z rodičů na formuláři „Žádost“ (viz. Příloha) s krátkou informací pro zákonné zástupce a jmenným seznamem dětí.

Z přihlášených sto sedmnácti dětí se zrcadlovým fotoaparátem s bleskem a přístrojem 2 WIN fotografovalo devadesát osm, devatenáct dětí se pro nemoc, bohužel, buď nemohlo zúčastnit nebo se nenechaly fotit. Je veliká škoda, že všichni rodiče neprojevíli o toto měření zájem, protože pro děti by to byla nová zkušenost a v případě potřeby vyšetření u očního lékaře by již nebyly překvapeny, že jim je nasazena zkušební brýlová obruba, ve které musí nějaký čas setrvat a sedět na určeném místě. Čím větší by byl vzorek vyšetřovaných dětí, tím přesnější a kvalitnější by byly výsledky výpočtů.



Obrázek 10: Zastoupení chlapců a dívek při měření

10.3 Metodika

Nejprve bude připraveno prostředí pro fotografování. Vybere se méně osvětlený, jednobarevný kout místnosti, aby byl odraz blesku v očích dětí lépe viditelný. Do tohoto rohu je umístěna dětská židlička a ve vzdálenosti dvou metrů od ní je postaven stativ s fotoaparát, pro dodržení stejné vzdálenosti fotografování. Následně jsou volány po jednom dítěti, z předem připraveného jmenného seznamu, schváleného rodiči každého dítěte. Jeden po druhém jsou všechny posazovány na židličku a správně nasměrovány k fotoaparátu. Podle velikosti obličeje je jim za případné pomoci nasazena příslušná centrační brýlová obrubu a jsou požádány, aby se dívaly do objektivu. S pomocí blesku je pořízena barevná fotografie. Následně přijde na řadu přístroj 2 WIN, což je binokulární přenosný refraktometr a zrakový analyzátor, který byl zapůjčen z nadačního fondu Dar Zraku. Takovýto přístroj je při této práci velice nápomocen. S ním byla ze vzdálenosti jednoho metru pořízena další, tentokrát černobílá fotografie. Zde se velice zřetelně objeví odlesk od rohovky oka, který je pro výpočty nejdůležitější. Základem měření bude: šířka brýle, rozteč očí a rozteč očních koutků. Vše je měřeno v pixelech pro každou fotografii zvlášť.

Z obrázků se budou pomocí grafického software zjišťovat všechny výše uvedené údaje, zaznamenávat do tabulek a výsledky se budou následně průměrovat.



Obrázek 11: Výsledná fotografie z přístroje 2 WIN



Obrázek 12: Přístroj 2 WIN s příslušenstvím



Obrázek 13: praktické provedení screeningu

10.4 Zpracování výsledků

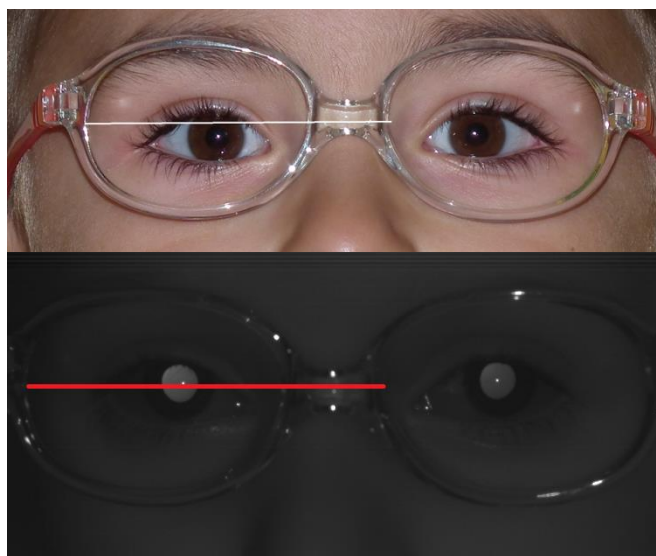
Práce byla prováděna u každého jedince nejprve zrcadlovým aparátem a následně přístrojem 2 WIN, aby bylo možné porovnat totožnost výsledků. Bylo zjištěno, že pokud nejsou fotografie v obou aparátech absolutně shodné (což znamená zachycené ve stejný okamžik), nejsou výsledky naprosto stejné. Mezi měřeními jedním a druhým přístrojem

nastanou mírné rozdíly. Za několik sekund, které jsou potřebné k výměně přístroje dítě pohne, či pootočí hlavou, aniž by si tento pohyb uvědomilo.

Vzhledem k tomu, že děti jsou neklidné, musel být každý vyfocen zrcadlovým fotoaparátém dva až tři krát, aby bylo možno vyloučit fotografie rozmazané a vybrat jen ty nejvhodnější pro získání co nejpřesnějších parametrů. I přes vícere fotografování bylo velice těžké udržet některé neposedné jedince chvíli v klidu, aby mohl být pořízen alespoň jeden měřitelný záběr. Naopak jiné děti velice dobře spolupracovaly a jako odměnu si každý odnášel malý sáček bonbonů a reflexní pásku na ruku.

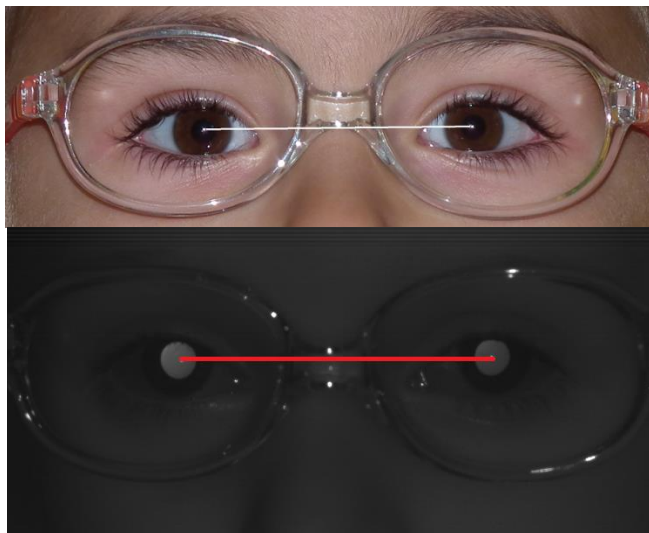
Velice důležitá je také brýlová obruba, která je vyráběna v několika dětských velikostech a různých barvách. Před vlastním měřením oběma aparáty je nutné, aby byla nasazena dítěti vhodná obruba, dle šířky jeho obličeje. Pokud by brýle této šířce neodpovídala, docházelo by k nevhodnému posunu a měření by mohlo být zkresleno.

Prvním údajem měření je šířka brýle v pixelech, která je získána odečtením hodnoty bodu vzniklého u vnitřní strany očníce nasálně na levém oku od hodnoty bodu vnitřní strany očníce temporálně.



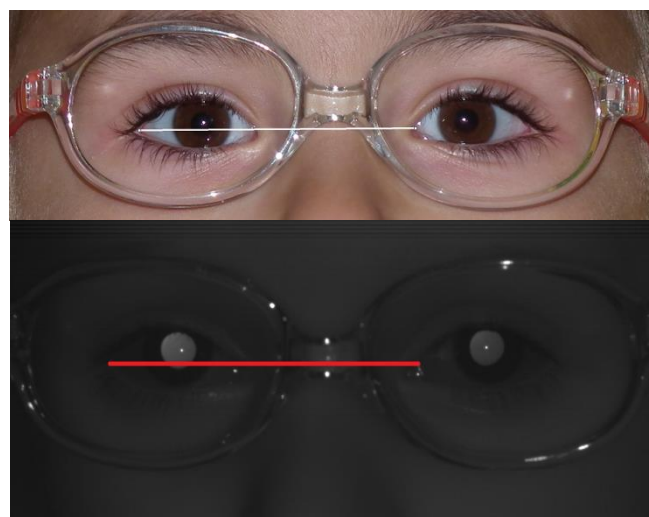
Obrázek 14: Měření šířky brýle v grafickém software

Druhým zjišťovaným údajem je rozteč očí v pixelech, která je získána naměřením hodnoty bodu sítnicového reflexu na oku levém a následným odečtením od hodnoty bodu na oku pravém. (viz. obr. 15.)



Obrázek 15: Měření rozteče očí v grafickém software

Třetím a posledním zjišťovaným údajem jsou hodnoty roztečí koutků, také v pixelech. Výsledná hodnota je stanovena bodem ve vnitřním koutku levého oka a následným odečtením hodnoty bodu u vnějšího koutku oka pravého. Toto měření je nejhůře odečitatelné ze všech jmenovaných, neboť velký vliv zde má to zda je oko přivřené či do široka otevřené. Výhodnějším přístrojem pro tento náměr je zrcadlový fotoaparát, který pořídí barevnou fotografii, ta je jasnější, světlejší a body z ní jsou lépe viditelné a tedy lépe označitelné pro měření.



Obrázek 16: Měření rozteče koutků v grafickém software

Tabulka 1: Ukázka získaných hodnot z měření v grafickém software

Šířka brýle ve skutečnosti 58 mm								
Modré brýle - 4 roky								
Šířka brýle v pixelech			Rozteč očí v pixelech			Rozteč koutků v pixelech		
Min	Max	Celkem	Min	Max	Celkem	Min	Max	Celkem
609	1589	980	1035	1861	826	877	1727	850
71	429	358	201	479	278	285	568	283
1415	2328	912	1761	2603	842	1569	2453	884
919	1879	960	1305	2233	928	1139	2067	928
767	1697	930	1179	1953	774	1001	1813	812
441	1397	956	827	1709	882	627	1531	904
369	1483	1114	849	1843	994	621	1637	1016
379	1491	1112	775	1749	974	555	1561	1006
507	1629	1122	965	2011	1046	739	1791	1052
297	1411	1114	861	1865	1004	621	1651	1030
205	1301	1096	765	1741	976	521	1525	1004
1269	2109	840	1625	2383	758	1453	2241	788
1849	2689	840	2147	2947	800	1997	2813	816
1169	1993	824	1489	2241	752	1319	2095	776
1089	1889	800	1397	2155	758	1219	2017	798
851	1665	814	1179	1919	740	1019	1771	752
1308	2047	739	1581	2299	718	1415	2159	744
865	1623	758	1203	1899	696	1037	1777	740
843	1803	960	1239	2105	866	1059	1933	874
1411	2565	1154	1859	2869	1010	1657	2683	1026
667	1805	1138	1117	2083	966	877	1889	1010
1235	2357	1122	1529	2623	1094	1291	2443	1152
1387	2593	1206	1813	2885	1072	1595	2705	1110

Následující hodnoty jsou již vypočítávány s doposud zjištěných. Poměr mezi pixelem a skutečností je vypočítán pomocí předem zjištěné hodnoty brýle, kde je změřena šířka brýle ve skutečnosti. V tomto měřeném případě jsou to dvě hodnoty a to 60 mm pro brýlovou obrubu červené barvy a 58 mm pro brýlovou obrubu barvy modré. Hodnota 60 mm či 58 mm je následně dělena celkovou hodnotou šířky brýle a určena v milimetrech.

Rozteč očí je ve skutečnosti získána vynásobením poměru mezi pixelem a skutečností s celkovou roztečí očí v pixelech. Výsledek je v milimetrech.

Rozteč koutků je ve skutečnosti zjištěna vynásobením poměru mezi pixelem a skutečností s celkovou roztečí koutků v pixelech. Výsledek je označen v milimetrech. Tato hodnota udává většinou číslo o trochu větší, než je rozteč očí ve skutečnosti.

Poměr hodnot je získán dosazením hodnoty roztečí očí ve skutečnosti, kterou vydělíme hodnotou roztečí koutků, též ve skutečnosti.

Tabulka 2: Ukázka výpočtů ze získaných hodnot po zaokrouhlení na dvě desetinná místa

Poměr mezi pixelem a skutečností [mm]	Rozteč očí skutečnost [mm]	Rozteč koutků skutečnost [mm]	Rozdíl [mm]	Poměr [mm]
0,05	48,885	50,306	-1,420	0,971
0,16	45,039	45,849	-0,810	0,982
0,06	53,548	56,219	-2,671	0,952
0,06	56,066	56,066	0,000	1,000
0,06	48,270	50,640	-2,369	0,953
0,06	53,510	54,845	-1,334	0,975
0,052	51,752	52,897	-1,145	0,978
0,052	50,802	52,471	-1,669	0,968
0,051	54,071	54,381	-0,310	0,994
0,052	52,272	53,626	-1,353	0,974
0,052	51,649	53,131	-1,481	0,972
0,069	52,338	54,409	-2,071	0,961
0,069	55,238	56,342	-1,104	0,980
0,070	52,932	54,621	-1,689	0,969
0,072	54,955	57,855	-2,900	0,949
0,071	52,727	53,582	-0,855	0,984
0,078	56,351	58,392	-2,040	0,965
0,076	53,255	56,622	-3,366	0,940
0,060	52,320	52,804	-0,483	0,990
0,050	50,762	51,566	-0,804	0,984
0,050	49,233	51,476	-2,242	0,956
0,051	56,552	59,550	-2,998	0,949
0,048	51,555	53,383	-1,827	0,965

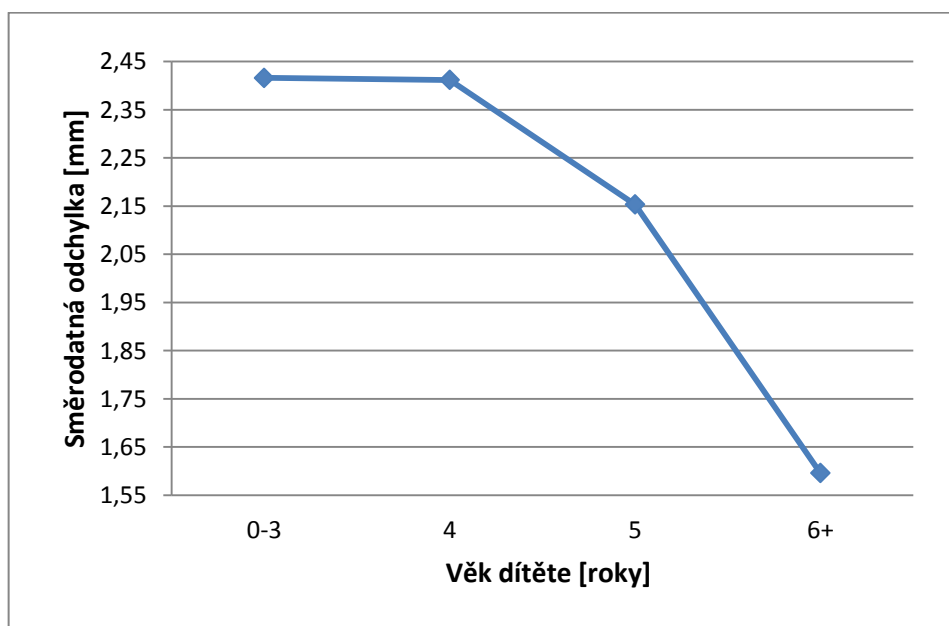
10.4.1 Za pomoci zrcadlového fotoaparátu

Do předem připraveného vyhovujícího prostředí a do stále stejné vzdálenosti bylo posazeno každé přítomné dítě a jeho obličej vyfocen zrcadlovým fotoaparátem na barevnou fotografii. Dle výše uvedené metodiky byla fotografie přenesena do grafického software, kde byly zjištěny potřebné údaje.

Směrodatná odchylka je vypočítána ze všech zjištěných hodnot pro pojem „Rozteč očí ve skutečnosti“, vždy pro každou danou věkovou skupinu zvlášť. Z tabulky tedy vyplývá, že čím vyšší je věk, tím podobnější mají lidé PD (křivka grafu klesá). Vzhledem k tomu, že zde byl použit pouze malý vzorek populace nemusí být údaje přesné.

Tabulka 3: Výsledky směrodatné odchylky PD v závislosti na věku

Věk	Směrodatná odchylka PD
0 - 3	2,416
4	2,411
5	2,153
6 +	1,595

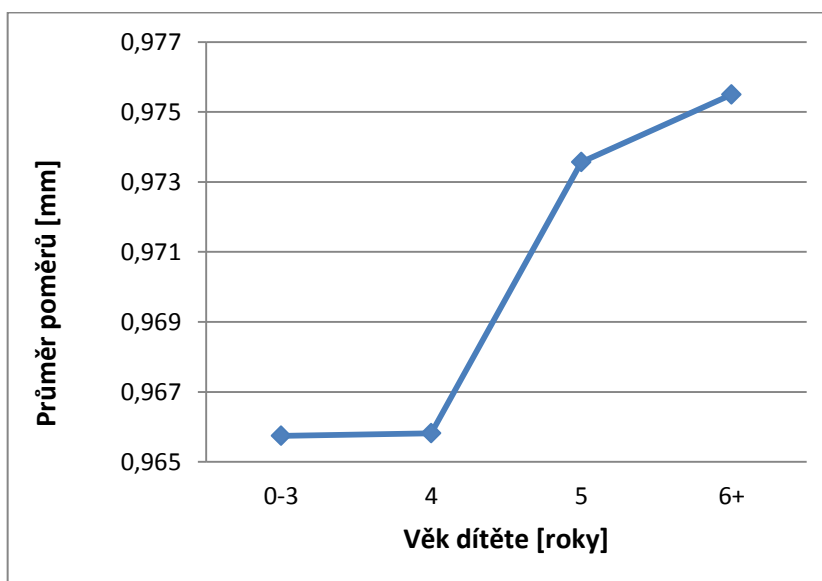


Obrázek 17: Graf závislost poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků se vypočítá zprůměrováním všech poměrů pro danou věkovou skupinu, přičemž poměr vznikne vypočtením rozteče očí ve skutečnosti vydělené roztečí koutků ve skutečnosti. Tím jak člověk roste poměr mezi koutky očí a pupilární vzdáleností se snižuje. Největší nepoměr koutků očí a PD je při narození a stárnutím se vzdálenost koutků a PD se k sobě přibližují.

Tabulka 4: Celkový průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků pro daný věk

Věk	Poměr rozteče očí ku rozteči koutků
0 - 3	0,9657
4	0,9658
5	0,9735
6 +	0,9754

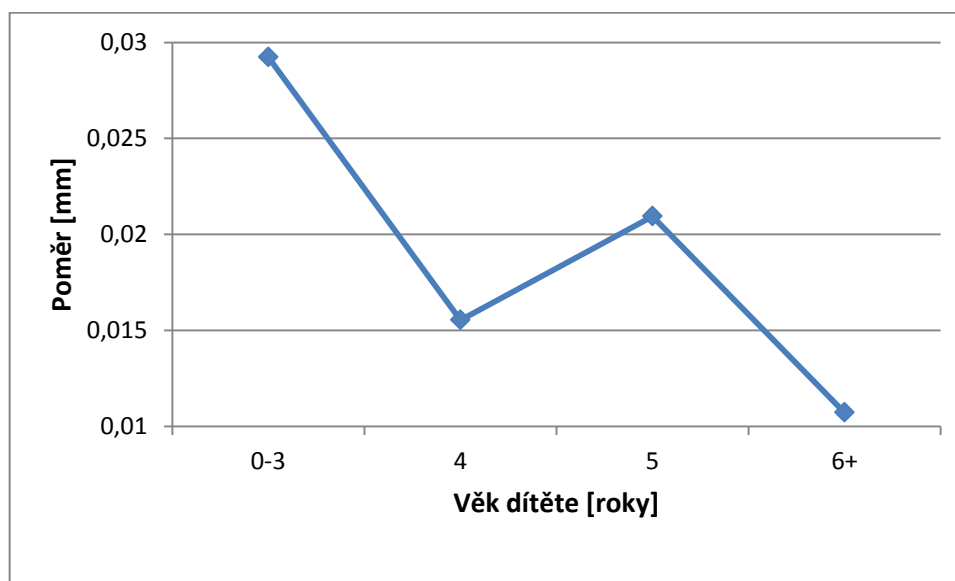


Obrázek 18: Graf znázorňuje průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Odchylna poměru skutečné rozteče očí ku skutečné rozteči koutků se vypočítá tak, že nejdříve dopočítáme poměr, který se získá dělením skutečné rozteče očí se skutečnou roztečí koutků a následně se ze všech poměrů pro danou věkovou skupinu vypočítá směrodatná odchylna. Tabulka nám říká, že odchylky jsou v daném věku zanedbatelné, rozdíl začíná až na druhém místě za desetinou čárkou, a proto v daném věku nepotřebujeme zjišťovat individuální poměr velkého množství jednotlivců, neboť je možné i z malého statistického vzorku aplikovat jeden poměr na každé dítě stejného věku.

Tabulka 5: Výsledky směrodatné odchylny poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Věk	Směrodatná odchylna poměrů
0 - 3	0,0292
4	0,0155
5	0,0209
6 +	0,0107

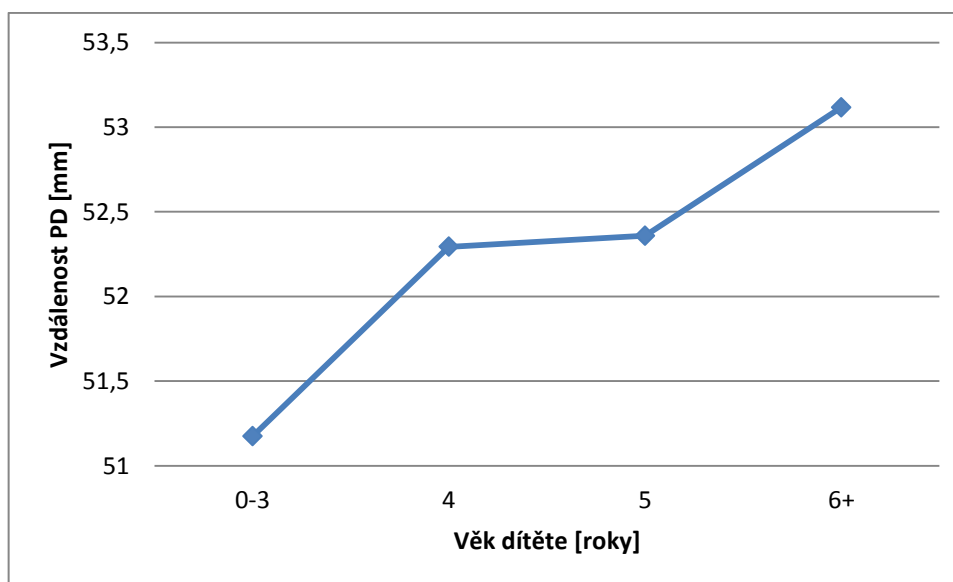


Obrázek 19: Graf závislosti směrodatné odchylny poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

K výsledkům pupilární vzdálenosti v závislosti na věku se dopočítáme sečtením všech náměrů pro každou jednotlivou věkovou skupinu a vydělením počtem náměrů v každé věkové skupině. Získáním tohoto aritmetického průměru je snadno a jednoduše zjistitelné, že se pupilární vzdálenost v závislosti na věku zvětšuje. V dětském věku, od narození do sedmi let, se PD zvětšuje nejrychleji, mezi třetím a čtvrtým rokem je obvykle zaznamenána největší změna, která je patrná i z tabulky č. 6 a příslušného grafu, kde přímka ve výše uvedených letech stoupá prudce vzhůru. Další, i když ne již tak strmé stoupaní nastává mezi pátým a šestým rokem.

Tabulka 6: Výsledky závislosti PD na věku

Věk	Vzdálenost PD
0 - 3	51,173
4	52,292
5	52,357
6 +	53,116



Obrázek 20: Graf závislosti vzdálenosti PD na věku

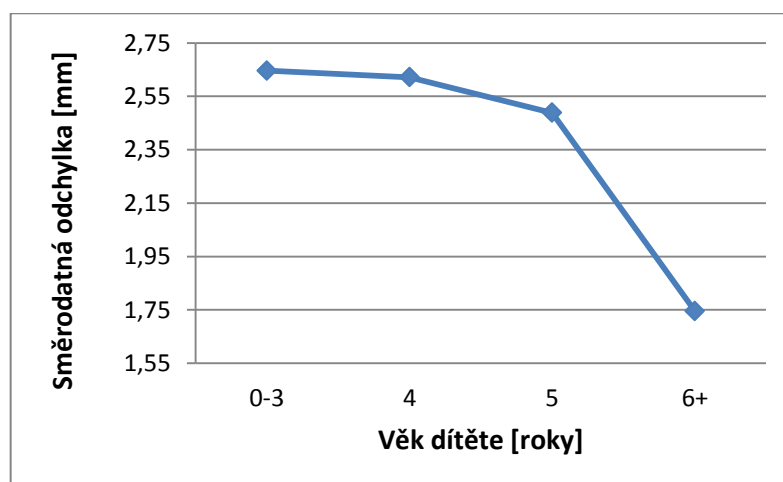
10.4.2 Za pomoci přístroje 2 WIN

Stejným způsobem jako u zrcadlového aparátu je postupováno i u přístroje 2 WIN. Rozdíl spočívá v tom, že fotografie je zde černobílá a údaj o vzdálenosti, na jeden metr, si aparát hlídá sám. Též částečně dorovná i náklon hlavy. Přesto, že dítě požádáme, aby drželo hlavu rovně může ji i nevědomě naklonit. Zde je potom možné zaměřit obě oči do obdélníku viditelného na displeji přístroje a on sám dorovná případné nedostatky.

Směrodatná odchylka je vypočítána stejně jako při použití zrcadlového aparátu. Údaje o ní jsou o něco přesnější, neboť 2 WIN hlídá některé hodnoty sám oproti zrcadlovce, kterou řídíme pouze ručně. Při porovnání tabulek a grafů u směrodatné odchylky je možno říci, že u obou aparátů jsou naměřené hodnoty téměř stejné, a proto i grafické křivky procházejí velice podobnými body. Na první pohled působí, pro skutečně malý rozdíl, jako totožné. Také zde platí, že čím větší by byl počet měřených dětí, tím větší by byla přesnost.

Tabulka 7: Výsledky směrodatné odchylky PD v závislosti na věku

Věk	Směrodatná odchylka PD
0 - 3	2,646
4	2,621
5	2,488
6 +	1,745

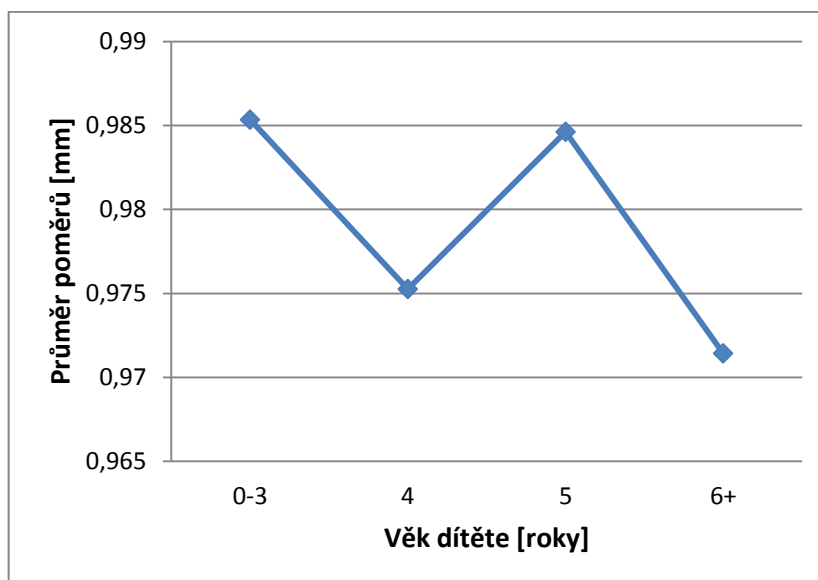


Obrázek 21: Graf závislosti poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Při výpočtu průměru poměrů rozteče očí ku rozteči koutků pro daný věk se postupuje stejně jako u zrcadlového fotoaparátu.

Tabulka 8: Celkový průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků pro daný věk

Věk	Poměr rozteče očí ku rozteči koutků
0 - 3	0,9853
4	0,9752
5	0,9846
6 +	0,9714

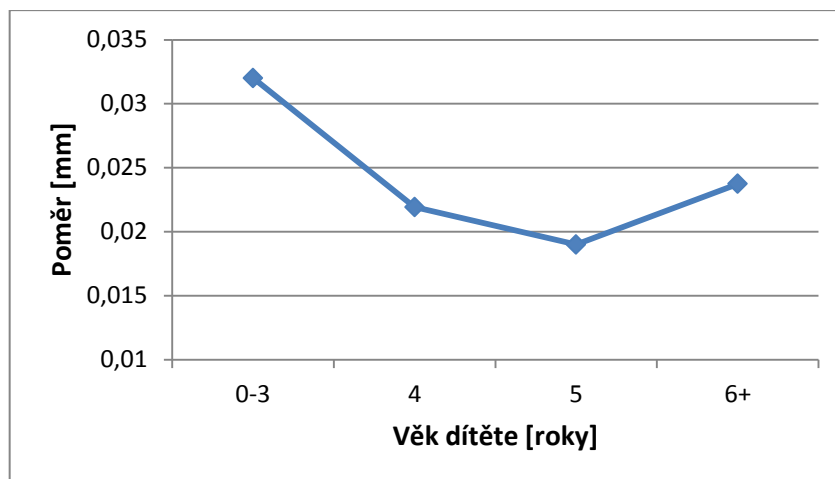


Obrázek 22: Graf znázorňuje průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Směrodatná odchylka se u přístroje 2 WIN vypočítává stejně jako u aparátu předešlého. I zde jsou odchylky v dané věkové skupině zanedbatelné.

Tabulka 9: Výsledky směrodatné odchylky poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Věk	Směrodatná odchylka poměrů
0 - 3	0,0320
4	0,0219
5	0,0189
6 +	0,0237

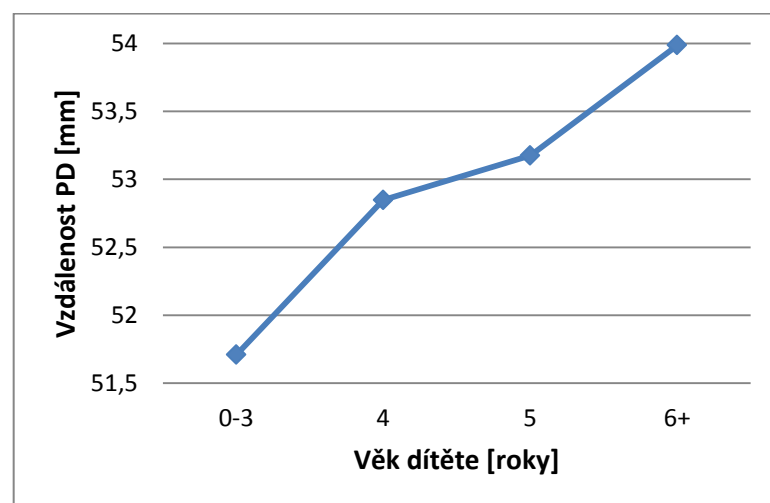


Obrázek 23: Graf závislosti směrodatné odchylky poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku

Rovněž v následující tabulce je z aritmetického průměru zřejmé, že pupilární vzdálenost se v závislosti na věku zvyšuje. Toto platí hlavně pro dětský věk.

Tabulka 10: Výsledky závislosti PD na věku

Věk	Vzdálenost PD
0 - 3	51,709
4	52,846
5	53,173
6 +	53,985



Obrázek 24: Graf závislosti vzdálenosti PD na věku

11 Diskuse

Začátek zpracování praktické části jsem si představovala o něco jednodušší a rychlejší, než se ve skutečnosti ukázalo. Poměrně dlouhá doba uplynula od mých prvotních telefonických seznámení ředitelky mateřských škol s tím, co bych u nich chtěla provádět, do vlastní realizace. Po zaslání písemného dokumentu „Žádost o povolení měření očního vyšetření“ a „Žádost“ pro rodiče bylo nutné počkat na rozhodnutí mateřských škol, zda je možné u nich měření provést. Další nemalý čas zabralo rozhodnutí jednotlivých rodičů, zda povolí tento výkon u svého dítěte provést. Přesto, že první kroky pro úspěšné zpracování praktické části mé práce jsem učinila již v červnu roku 2017, tak měření proběhla teprve v listopadu téhož roku.

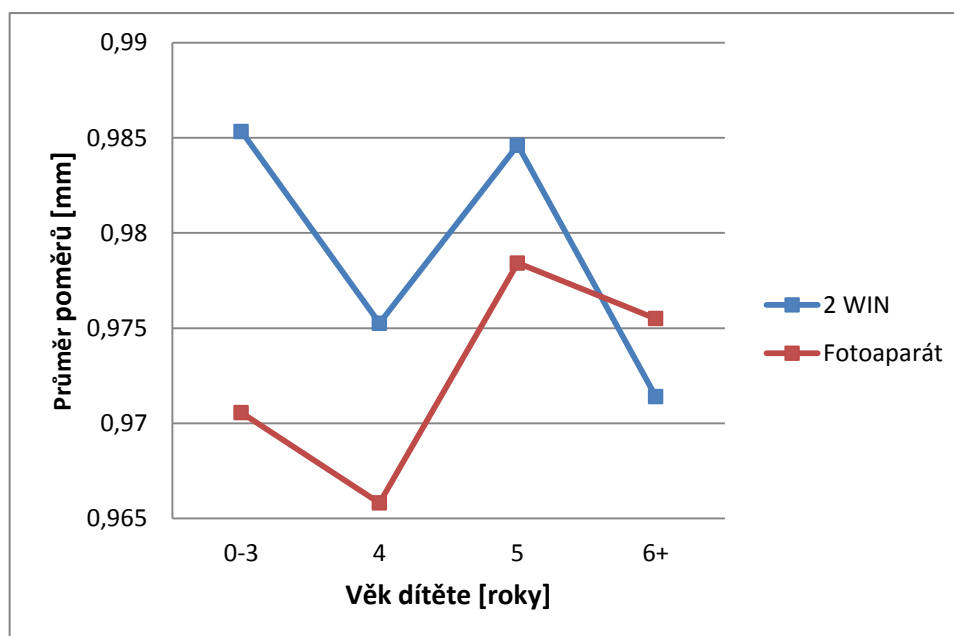
Práce s dětmi mě baví, proto jsem se na ni velice těšila. Jejich spolupráce však byla jiná, než při hrách. Některé přistoupily k měření odpovědně a byly velice ukázněné, jiné se musely chvíli přemlouvat a několik jedinců se nechtělo nechat změřit vůbec a nepovedlo se to ani za spolupráce paní učitelky z jejich třídy. Zde jsem se setkala s tím, že některé děti i plakaly a nenechaly si nasadit ani předem připravené brýle, což by byl problém, kdyby skutečně potřebovaly podstoupit refrakci se zkušební brýlovou obrubou u očního lékaře. Právě pro tuto skupinu nespolupracujících jedinců je dobré mít vypracovány co nejpřesnější tabulky, aby bylo možné i těmto dětem v případě potřeby pomoci. Pravdou však je, že měření by se měla uskutečňovat delší dobu a na daleko větším počtu probandů. Použité údaje by potom byly dosti přesné na to, aby se daly aplikovat pouze podle věku.

Velkou výhodou mé praktické části bylo i to, že jsem měla možnost se seznámit a pracovat s přístrojem 2 WIN, který jsem doposud neznala. Zaujalo mě, že přístroj má velké množství funkcí. Například si sám hlídá vzdálenost od klienta, při zvolení příslušné věkové skupiny si přenastaví potřebné parametry pro měření, sám provádí vyrovnání obrazu při náklonu hlavy měřeného a podobně. Nečekanou funkcí je jeho zvukový (dosti hlasité houkání), světelný (střídavě blikající červené body v oblasti objektivu) a vizuální (dětský motiv např.: lev, žabka, fotbalový míč apod., připevněný na objektiv přístroje) efekt pro zaujetí menších dětí. Dle mého názoru světelné a zvukové efekty málo kdo využívá. Ze své zkušenosti, kterou jsem nabyla při práci, bylo jasné, že po spuštění zvukových a světelných efektů se děti spíše bojí a nechtějí dále spolupracovat. Vizuální zvířátka je zaujala a ke spolupráci s námi motivovala.

První hypotéza potvrdila, že rozteč koutků očí nemá stejnou vzdálenost jako rozteč očních zornic. Rozteč očních koutků je zhruba o dva milimetry větší, než rozteč očních zornic. Nepotvrdilo se, že poměr mezi těmito tělesnými znaky je pro daný věk v absolutně konstantním poměru. I když je odchylka velice malá, až na druhém a třetím místě za desetinnou čárkou (vychází od 0,01 – 0,03 mm a poměry v dané věkové skupině se pohybují v tomto rozmezí), není možno říci, že roste nebo klesá dle věku. Je pravděpodobné, že při větším počtu dětí ve statistickém vzorku by se odchylky daných věkových skupin pouze více sjednotily. Průměrnou hodnotu pro tuto skupinu dětí by tvořily 0,02 mm a tu by měli aplikovat optici, optometristé i oční lékaři pro každého jedince.

Tabulka 11: Průměrné hodnoty poměrů očních zornic a očních štěrbin pro daný věk

	2 WIN	Fotoaparát
0-3	0,985	0,970
4	0,975	0,965
5	0,984	0,978
6+	0,971	0,975

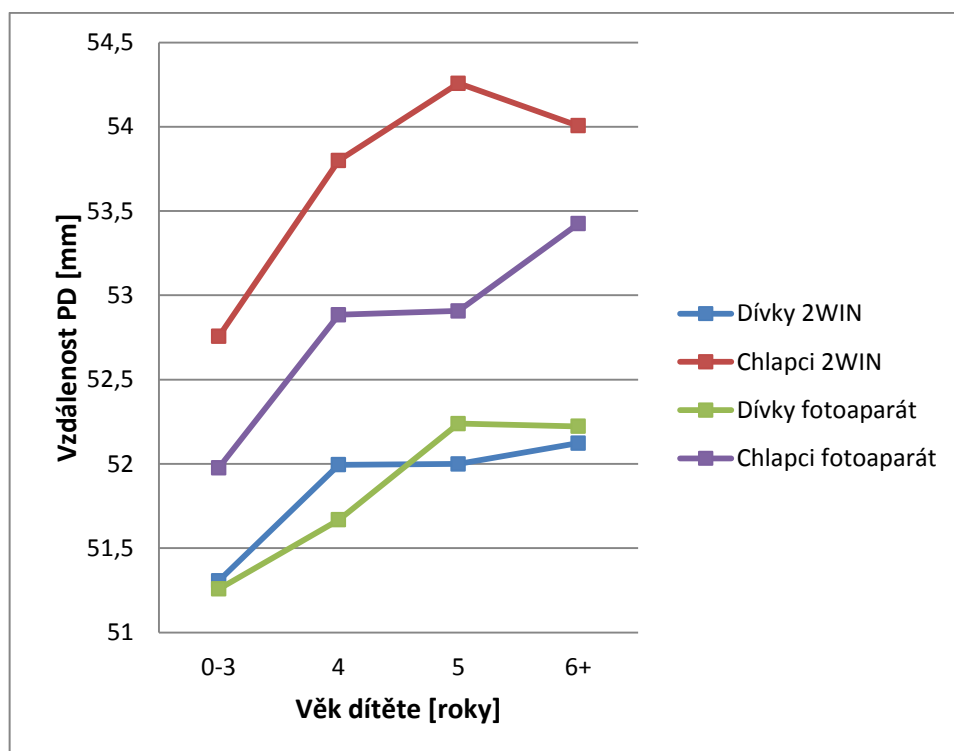


Obrázek 25: Zprůměrovaný poměr mezi roztečí očních koutků a očních zornic pro daný věk

Druhá hypotéza se zpracováním výsledků a dosazením do tabulky a grafu potvrdila. Vzdálenost sítnicových reflexu s rostoucím věkem stoupá. O problematiku jsem se zajímala podrobněji, proto jsem všech devadesát osm dětí rozdělila do dvou, shodou okolností, stejně početných skupin, dívky (49) a chlapci (49). Následně jsem vyhodnotila zvlášť výsledky pro přístroj 2WIN a fotografický aparát s bleskem. Podle tohoto rozdělení jsem zjistila nejen, že vzdálenost sítnicových reflexu s rostoucím věkem stoupá, ale i to, že dívky mají menší pupilární vzdálenost v obou případech měření, než stejně staří chlapci. Dále mě překvapilo, že se mezi vyhodnocením výsledků z přístroje 2 WIN a zrcadlovým fotoaparátem vytvořil celkem veliký rozdíl v PD a to především u chlapců.

Tabulka 12: Výsledky závislosti PD na věku rozdělené na chlapce a dívky

	Dívky 2WIN	Chlapci 2WIN	Dívky fotoaparát	Chlapci fotoaparát
0-3	51,306	52,756	51,258	51,976
4	51,994	53,799	51,668	52,884
5	51,999	54,257	52,239	52,906
6+	52,123	54,006	52,222	53,424



Obrázek 26: Závislost velikosti PD na věku pro chlapce a dívky

12 Závěr

Pro praktickou část mé bakalářské práce byly využity kromě vlastních poznatků také informace získané z internetu, vlastní i zapůjčené literatury.

Byla vypracována podrobná metodika jak připravit vhodné místo, čím ho vybavit, jaké aparáty připravit pro zhotovení fotografií a jak postupovat při práci s jednotlivými dětmi. Podle této metodiky bylo postupováno v pěti mateřských školách, kde byly získány fotografie devadesáti osmi dětí ve věku od narození do sedmi let.

Přístroje, kterými byly děti fotografovány tvořil: zrcadlový fotoaparát s bleskem a binokulární přenosný refraktometr a zrakový analyzátor 2 WIN.

Fotografie z těchto přístrojů byly přeneseny do grafického software, kde bylo možno s nimi dále pracovat. Zjištěna byla šířka brýle, rozteč očí a rozteč koutků vše měřeno v pixelech. Dalšími následnými výpočty a průměrováním byl zjištěn poměr mezi pixelem a skutečností, rozteč očí a koutků ve skutečnosti, rozdíl roztečí a poměr roztečí. Vše bylo popsáno, zpracováno do tabulek a grafů a na závěr vyhodnoceno.

Z vyhodnocených výsledků bylo zjištěno, že hypotézy, které byly stanoveny u cílů práce se v prvním případě potvrdily pouze z části a to, že vzdálenost očních koutků nemá stejnou vzdálenost jako rozteč očních zornic. Bylo vyvráceno, že poměr mezi těmito tělesnými znaky je pro daný věk v absolutně konstantním poměru. Druhá hypotéza se potvrdila. Vzdálenost sítnicového reflexu se vždy zvyšuje s vyšším věkem dítěte.

Vhledem k tomu, že byl nashromážděn poměrně malý statistický vzorek budou výpočty méně přesné. Bylo by třeba získat větší počet dat snímky u jednotlivých dětí zopakovat vícekrát, a též zprůměrovat. Potom by výsledky výpočtů byly využitelné pro zhotovení optické korekční pomůcky pro danou věkovou skupinu. Takové tabulky by byly poměrně přesné, a tedy použitelné u málo spolupracujících, nebo nespolupracujících dětí, případně u dětí postižených, ve stejné věkové kategorii.

Správné výpočty by usnadnily práci všem, kteří potřebují získat parametry obličeje pro zhotovení brýlové optické pomůcky pro nespolupracující klienty.

Použitá literatura

Literatura:

- [1] - KOCOUREK, Vítězslav. Vesmír, Země, člověk a my děti. Ilustroval Jiří RATHOUSKÝ. Praha: Státní nakladatelství dětské knihy, 1966.
- [2] - ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. Anatomie 1. 2., uprav. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
- [3] – KOČÁREK, Eduard. Biologie člověka. Praha: Scientia, 2010. Biologie pro gymnázia. ISBN 978-80-86960-47-0.
- [4] – NOVOTNÝ, Ivan a Michal HRUŠKA. Biologie člověka: [pro gymnázia]. 4., rozš. a upr. vyd. Praha: Fortuna, 2008. ISBN 9788073730079.
- [5] - AUTRATA, Rudolf. Nauka o zraku. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [6] – VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník. Brno: František Vlk, 2008. ISBN 978-80-239-8906-9.
- [7] - ALAIS, David. a Randolph. BLAKE. Binocular rivalry. Cambridge, Mass.: MIT Press, c2005. ISBN 0-262-01212-x.
- [8] - STIDWILL, David. Orthoptic assessment and management. 2nd ed. Oxon, OX: Blackwell Scientific Publications, 1998. ISBN 9780632050123.
- [9]-NAJMAN, Ladislav. Dílenská praxe očního optika. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
- [10] - BROOKS, Clifford W. a Irvin M. BORISH. System for ophthalmic dispensing. 3rd ed. St. Louis, MO: Butterworth Heinemann, c2007. ISBN 0-7506-7480-6.
- [11] – KUČYHNKA, Pavel. Oční lékařství. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [12] - FANNIN, Troy E. a Theodore P. GROSVENOR. Clinical optics. Boston: Butterworths, c1987. ISBN 0-409-90060-5.
- [13] – SEVERA, David, Petr VESELÝ a Pavel BENEŠ. Základy metod korekce refrakčních vad. Brno: Masarikova univerzita, 2016. ISBN 978-80-210-8289-2.
- [14] - JALIE, M. Ophthalmic lenses and dispensing. 3rd ed. New York: Elsevier/Butterworth Heinemann, 2008. ISBN 978-0-7506-8894-9.

Web:

- [15] - Oko od narození do dospělosti. *Marianne* [online]. Praha, 2003 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://www.marianne.cz/clanek/oko-od-narozeni-do-dospelosti>
- [16] Plastická operace očních víček. *Estheticon* [online]. 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://www.estheticon.cz/zakroky/plasticka-operace-ocnich-vicek-blepharoplastika>
- [17] *Design brýlových obrub*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [18] *Důsledky nepřesně zhotovených brýlí*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [19] Příčiny zhoršujícího se zraku. *Optika 24.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://optika24.cz/tipy-a-rady/zhorseni-zraku/>
- [20] Oční dominance. *Očima* [online]. 2014 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://ocima.wz.cz/?p=615>
- [21] HOYA představí aplikace pro iPhone a iPad. *Veletřhy Brno* [online]. 2012 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.bvv.cz/opta/opta-2012/novinky-vystavovatelu/hoya/>
- [22] Stavba oka. *Čočky on-line* [online]. [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://www.cocky-online.cz/informace/stavba-oka.html>
- [23] Objektivní metody korekce refrakčních vad. *Základy metod korekce refrakčních vad* [online]. 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/refrakcni_vady/web/pages/02-objektivni-metody.html
- [24] – Korneální reflex. *Wikiskripta* [online]. 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/w/Korne%C3%A1ln%C3%AD_reflex
- [25] – Binokulární přenosný refraktometr a zrakový analyzátor. EYE STORE [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://www.eyestore.cz/2-win-binokularni-prenosny-refraktometr-a-zrakovy-analyzator>

Obrázky:

[26] **Obrázek č. 2:** Troposkop - Troposkop. In: *Binocular s.r.o.* [online]. 2018 [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: http://www.binocular.cz/galleries/4/pictures/_Troposkop.JPG

[27] **Obrázek č. 3:** Zjištění PD pomocí zakreslení kříže přímo na folii v obrubě - *Zakreslení na brýlovou fólii* [online]. In: . [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://bryledodomu.cz/files/clanky/IMG-6735.JPG>

[28] **Obrázek č. 4:** Měření PD pomocí milimetrového optického měřítka - Měření podle milimetrového pravítka. In: *MM optik* [online]. 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.mmoptik.cz/upload/mmoptik/images/M%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20PD.jpg>

[29] **Obrázek č. 5:** Test na zjištění směrové dominance „Hole in card“ - Dominant Eye Test. In: *All about vision* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://i1.allaboutvision.com/i/resources-2017/dominant-eye-1200x630.jpg>

[30] **Obrázek č. 6:** PD metr - PD metr. In: *Brýlové skříně.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRTN3vQV3C6SSoQHTenTrYaOvcEXFb6KS4nnMtdparv5GQG4h_

[31] **Obrázek č. 7:** Nástavba na brýlovou obrubu - Rám na brýle. In: *VisuReal® portable* [online]. 201n. 1. [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: http://www.hoyagallery.com/_media/304f2f6a969ef0a94853041fa66a1957/d929c91586fe2025c72e2ba4ce3920ebb0563b816d445d8cd5b715070533cc5d/ShopExperience_Visureal.jpg

[32] **Obrázek č. 9:** Osy oka - Oko. In: *FotoRomán.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: http://www.fotoroman.cz/tech1/light/rom_oko.gif

Seznam obrázků

Obrázek 1: Proporce lebky dospělého jedince (nalevo) oproti lebce novorozence (napravo) [2]	5
Obrázek 2: Troposkop [26].....	8
Obrázek 3: Zjištění PD pomocí zakreslení kříže přímo na folii v obrubě [27]	10
Obrázek 4: Měření PD pomocí milimetrového optického měřítka [28].....	10
Obrázek 5: Test na zjištění směrové dominance „Hole in card“ [29]	14
Obrázek 6: PD metr [30]	16
Obrázek 7: Nastavba na brýlovou obrubu . [31]	18
Obrázek 8: Sítnicový reflex.....	20
Obrázek 9: Osy oka [32].....	24
Obrázek 10: Zastoupení chlapců a dívek při měření	26
Obrázek 11: Výsledná fotografie z přístroje 2 WIN.....	27
Obrázek 12: Přístroj 2 WIN s příslušenstvím.....	28
Obrázek 13: praktické provedení screeningu	28
Obrázek 14: Měření šířky brýle v grafickém software.....	29
Obrázek 15: Měření rozteče očí v grafickém software.....	30
Obrázek 16: Měření rozteče koutků v grafickém software	30
Obrázek 17: Graf závislost poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku.....	33
Obrázek 18: Graf znázorňuje průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku	34
Obrázek 19: Graf závislosti směrodatné odchylky poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku	35
Obrázek 20: Graf závislosti vzdálenosti PD na věku	36
Obrázek 21: Graf závislosti poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku.....	37
Obrázek 22: Graf znázorňuje průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku	38
Obrázek 23: Graf závislosti směrodatné odchylky poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku	39
Obrázek 24: Graf závislosti vzdálenosti PD na věku	39
Obrázek 25: Zprůměrovaný poměr mezi roztečí očních koutků a očních zornic pro daný věk	41
Obrázek 26: Závislost velikosti PD na věku pro chlapce a dívky	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Ukázka získaných hodnot z měření v grafickém software.....	31
Tabulka 2: Ukázka výpočtů ze získaných hodnot po zaokrouhlení na dvě desetinná místa	32
Tabulka 3: Výsledky směrodatné odchyly PD v závislosti na věku.....	33
Tabulka 4: Celkový průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků pro daný věk	34
Tabulka 5: Výsledky směrodatné odchyly poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku.....	35
Tabulka 6: Výsledky závislosti PD na věku.....	36
Tabulka 7: Výsledky směrodatné odchyly PD v závislosti na věku.....	37
Tabulka 8: Celkový průměr poměrů rozteče očí ku rozteči koutků pro daný věk	38
Tabulka 9: Výsledky směrodatné odchyly poměru rozteče očí ku rozteči koutků v závislosti na věku.....	38
Tabulka 10: Výsledky závislosti PD na věku.....	39
Tabulka 11: Průměrné hodnoty poměrů očních zornic a očních štěrbin pro daný věk	41
Tabulka 12: Výsledky závislosti PD na věku rozdělené na chlapce a dívky	42

Přílohy

1. Žádost o povolení měření ze čtyř různých mateřských škol.

Žádost o povolení měření očního vyšetření v:

Bělohradské mateřské škole

(T. G. Masaryka 300, 507 81 Lázně Bělohrad)

Žádám o povolení měření očního vyšetření u předškolních dětí ve Vaší mateřské škole. Pokud bude možné u Vás toto měření provést, přikládám tabulku pro rodiče. Ti, kteří budou s tímto vyšetřením ještě před jeho provedením souhlasit, vyplní předepsané údaje a potvrdí svým podpisem.

Za vedení MŠ souhlasí: JANA FEIXOVÁ, ředitelka

10.11.2014

Datum měření

J. Feixová

Podpis za MŠ

Bělohradská mateřská škola
Horní Nová Ves 112
507 81 Lázně Bělohrad
IČO 710 11 544
tel. H.N. Ves 734 316 180, ŠJ 734 377 595
tel. Lázně Bělohrad 482 792 378, ŠJ 724 542 377

Žádost o povolení měření očního vyšetření v:

mateřské škole Korálka v Miletíně

(Na Parkáni 107, 507 71 Miletín)

Žádám o povolení měření očního vyšetření u předškolních dětí ve Vaší mateřské škole. Pokud bude možné u Vás toto měření provést, přikládám tabulku pro rodiče. Ti, kteří budou s tímto vyšetřením ještě před jeho provedením souhlasit, vyplní předepsané údaje a potvrdí svým podpisem.

Základní škola M. J. Štefánka
a Mateřská škola v Miletíně
Na Parkáni 107, 507 71 Miletín
IČO: 27612018
Telefon: 462 604 489

Za vedení MŠ souhlasí:

Milena Linka, vedoucí MŠ

10.10.2017

Datum měření

[Podpis]

Podpis za MŠ

Žádost o povolení měření očního vyšetření v:

Mateřské škole v Peckce

(Pecka 30, 507 82 PECKA)

Žádám o povolení měření očního vyšetření u předškolních dětí ve Vaší mateřské škole. Pokud bude možné u Vás toto měření provést, přikládám tabulku pro rodiče. Ti, kteří budou s tímto vyšetřením ještě před jeho provedením souhlasit, vyplní předepsané údaje a potvrdí svým podpisem.

Základní škola s Mateřskou školou,
Pecka, okres Jičín
507 82 Pecka 30
IČO: 601 140 11
Tel: 493 799 166

Za vedení MŠ souhlasí:


10. 11. 2014
.....

Datum měření



Podpis za MŠ

1

Žádost o povolení měření očního vyšetření v:

mateřské škole v Jeřicích

(Jeřice 19, 508 01 Hořice)

Žádám o povolení měření očního vyšetření u předškolních dětí ve Vaší mateřské škole. Pokud bude možné u Vás toto měření provést, přikládám tabulku pro rodiče. Ti, kteří budou s tímto vyšetřením ještě před jeho provedením souhlasit, vyplní předepsané údaje a potvrdí svým podpisem.

Za vedení MŠ souhlasí: Bc. Jitka Dušková

20.11.2019

Datum měření

MATEŘSKÁ ŠKOLA
JEŘICE
Bc. Jitka Dušková

Podpis za MŠ

Modré brýle (0-3)**FOTOAPARÁT**

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celke m		min	max	celke m	min	max	celke m	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	Poměr
451	1447	996	K15	841	1731	890	647	1509	862	0,058232932	51,82730924	50,19678715	1,630522088	1,032482599
409	1495	1086	H31	861	1837	976	658	1635	977	0,053406998	52,1252302	52,1786372	-0,053407	0,998976459
1411	2277	866	H46	1731	2425	694	1562	2301	739	0,066974596	46,48036952	49,49422633	-3,01385681	0,939106901
799	1699	900	H50	1161	2045	884	971	1847	876	0,064444444	56,96888889	56,45333333	0,515555556	1,00913242
1159	2025	866	K51	1437	2225	788	1289	2105	816	0,066974596	52,77598152	54,65127021	-1,87528868	0,965686275
1015	1873	858	K52	1265	2041	776	1115	1937	822	0,067599068	52,45687646	55,56643357	-3,10955711	0,944038929
805	1785	980	H Anet	1255	2168	913	1065	1987	922	0,059183673	54,03469388	54,56734694	-0,53265306	0,990238612
911	1997	1086	H Iza	1441	2390	949	1249	2217	968	0,053406998	50,68324125	51,69797422	-1,01473297	0,980371901
949	1859	910	H-81	1369	2110	741	1164	1982	818	0,063736264	47,22857143	52,13626374	-4,90769231	0,905867971

Červené brýle (0-3)**FOTOAPARÁT**

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celke m		min	max	celke m	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
561	1579	1018	H5	1077	1939	862	875	1751	876	0,058939096	50,80550098	51,63064833	-0,825147348	0,984018265
401	1429	1028	H6	871	1769	898	665	1599	934	0,058365759	52,41245136	54,51361868	-2,101167315	0,961456103
663	1745	1082	H11	1109	2013	904	917	1841	924	0,055452865	50,12939002	51,23844732	-1,109057301	0,978354978
933	1931	998	H24	1331	2243	912	1151	2077	926	0,06012024	54,82965932	55,67134269	-0,841683367	0,98488121
173	1381	1208	H25	653	1693	1040	433	1523	1090	0,049668874	51,65562914	54,13907285	-2,483443709	0,95412844
749	1905	1156	K26	1307	2295	988	1091	2067	976	0,051903114	51,28027682	50,65743945	0,62283737	1,012295082
591	1725	1134	H38	1199	2165	966	961	1955	994	0,052910053	51,11111111	52,59259259	-1,481481481	0,971830986
415	1321	906	H47	819	1561	742	664	1413	749	0,066225166	49,13907285	49,60264901	-0,463576159	0,990654206
539	1485	946	H49	821	1601	780	737	1603	866	0,063424947	49,47145877	54,92600423	-5,454545455	0,900692841
1803	2747	944	H55	2197	2999	802	2040	2877	837	0,063559322	50,97457627	53,19915254	-2,224576271	0,95818399
707	1913	1206	K-82	1143	2179	1036	905	2005	1100	0,049751244	51,54228856	54,72636816	-3,184079602	0,941818182

Modré brýle (4)

FOTOAPARÁT

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celke m	min	max	celke m	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
609	1589	980	H2	1035	1861	826	877	1727	850	0,059183673	48,88571429	50,30612245	-1,420408163	0,971764706
71	429	358	H3	201	479	278	285	568	283	0,162011173	45,03910615	45,84916201	-0,810055866	0,982332155
1415	2327	912	K14	1761	2603	842	1569	2453	884	0,063596491	53,54824561	56,21929825	-2,671052632	0,952488688
919	1879	960	K18	1305	2233	928	1139	2067	928	0,060416667	56,06666667	56,06666667	0	1
767	1697	930	H20	1179	1953	774	1001	1813	812	0,062365591	48,27096774	50,64086022	-2,369892473	0,95320197
441	1397	956	K23	827	1709	882	627	1531	904	0,060669456	53,51046025	54,84518828	-1,334728033	0,975663717
369	1483	1114	K33	849	1843	994	621	1637	1016	0,052064632	51,75224417	52,89766607	-1,145421903	0,978346457
379	1491	1112	K34	775	1749	974	555	1561	1006	0,052158273	50,80215827	52,47122302	-1,669064748	0,968190855
507	1629	1122	H36	965	2011	1046	739	1791	1052	0,051693405	54,07130125	54,38146168	-0,310160428	0,994296578
297	1411	1114	K39	861	1865	1004	621	1651	1030	0,052064632	52,27289048	53,62657092	-1,353680431	0,974757282
205	1301	1096	K43	765	1741	976	521	1525	1004	0,052919708	51,64963504	53,13138686	-1,481751825	0,972111554
1269	2109	840	H48	1625	2383	758	1453	2241	788	0,069047619	52,33809524	54,40952381	-2,071428571	0,961928934
1849	2689	840	K58	2147	2947	800	1997	2813	816	0,069047619	55,23809524	56,34285714	-1,104761905	0,980392157
1169	1993	824	K63	1489	2241	752	1319	2095	776	0,07038835	52,93203883	54,62135922	-1,689320388	0,969072165
1089	1889	800	K70	1397	2155	758	1219	2017	798	0,0725	54,955	57,855	-2,9	0,949874687
851	1665	814	K71	1179	1919	740	1019	1771	752	0,071253071	52,72727273	53,58230958	-0,855036855	0,984042553
1308	2047	739	K76	1581	2299	718	1415	2159	744	0,078484438	56,35182679	58,39242219	-2,040595399	0,965053763
865	1623	758	K80	1203	1899	696	1037	1777	740	0,07651715	53,25593668	56,62269129	-3,366754617	0,940540541
843	1803	960	H- 83	1239	2105	866	1059	1933	874	0,060416667	52,32083333	52,80416667	-0,483333333	0,990846682
1411	2565	1154	K- 90	1859	2869	1010	1657	2683	1026	0,050259965	50,76256499	51,56672444	-0,804159445	0,984405458
667	1805	1138	H- 92	1117	2083	966	877	1887	1010	0,050966608	49,23374341	51,47627417	-2,242530756	0,956435644
1235	2357	1122	K- 93	1529	2623	1094	1291	2443	1152	0,051693405	56,55258467	59,55080214	-2,998217469	0,949652778
1387	2593	1206	K- 95	1813	2885	1072	1595	2705	1110	0,048092869	51,55555556	53,38308458	-1,827529022	0,965765766

Červené brýle (4)**FOTOAPARÁT**

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celkem	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
1094	1785	691	H1	1411	2053	642	1259	1918	659	0,08683068	55,74529667	57,22141823	-1,47612	0,974203
951	1889	938	H4	1319	2159	840	1135	2019	884	0,063965885	53,73134328	56,54584222	-2,8145	0,950226
397	1517	1120	H29	873	1851	978	649	1673	1024	0,053571429	52,39285714	54,85714286	-2,46429	0,955078
449	1585	1136	H40	919	1891	972	713	1725	1012	0,052816901	51,33802817	53,45070423	-2,11268	0,960474
1247	2135	888	K53	1607	2383	776	1459	2249	790	0,067567568	52,43243243	53,37837838	-0,94595	0,982278
1993	2891	898	H54	2339	3097	758	2177	2991	814	0,066815145	50,64587973	54,38752784	-3,74165	0,931204
1451	2297	846	H57	1737	2483	746	1581	2341	760	0,070921986	52,90780142	53,90070922	-0,99291	0,981579
1471	2343	872	H60	1767	2521	754	1601	2389	788	0,068807339	51,88073394	54,22018349	-2,33945	0,956853
1307	2159	852	H64	1667	2437	770	1497	2275	778	0,070422535	54,22535211	54,78873239	-0,56338	0,989717
771	1623	852	H65	1081	1821	740	939	1697	758	0,070422535	52,11267606	53,38028169	-1,26761	0,976253
1267	2149	882	K66	1655	2411	756	1467	2265	798	0,068027211	51,42857143	54,28571429	-2,85714	0,947368
675	1861	1186	H-86	1157	2125	968	947	1959	1012	0,050590219	48,97133221	51,19730185	-2,22597	0,956522
739	1933	1194	H-87	1129	2227	1098	893	2055	1162	0,050251256	55,1758794	58,3919598	-3,21608	0,944923
1351	2567	1216	K-91	1849	2895	1046	1597	2707	1110	0,049342105	51,61184211	54,76973684	-3,15789	0,942342
787	2077	1290	K-96	1351	2389	1038	1127	2209	1082	0,046511628	48,27906977	50,3255814	-2,04651	0,959335
593	1769	1176	H-97	1065	2101	1036	835	1903	1068	0,051020408	52,85714286	54,48979592	-1,63265	0,970037

Modré brýle (5)**FOTOAPARÁT**

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celkem	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
287	1169	882	K9	637	1453	816	471	1297	826	0,06576	53,65986	54,31746	-0,6576	0,987893
713	1715	1002	K12	1101	1989	888	925	1839	914	0,057884	51,4012	52,90619	-1,50499	0,971554
525	1443	918	K13	889	1761	872	729	1597	868	0,063181	55,09368	54,84096	0,252723	1,004608
603	1449	846	K16	891	1687	796	702	1521	819	0,068558	54,5721	56,14894	-1,57683	0,971917
713	1623	910	K17	1061	1949	888	869	1791	922	0,063736	56,5978	58,76484	-2,16703	0,963124

839	1795	956	H21	1163	2081	918	971	1921	950	0,060669	55,69456	57,63598	-1,94142	0,966316
565	1453	888	H22	947	1729	782	809	1559	750	0,065315	51,07658	48,98649	2,09009	1,042667
103	1199	1096	H28	563	1531	968	357	1351	994	0,05292	51,22628	52,60219	-1,37591	0,973843
771	1895	1124	K32	1218	2203	985	1017	2057	1040	0,051601	50,8274	53,66548	-2,83808	0,947115
753	1655	902	K42	1092	1879	787	947	1731	784	0,064302	50,60532	50,41242	0,192905	1,003827
1447	2279	832	K61	1749	2477	728	1631	2337	706	0,069712	50,75	49,21635	1,533654	1,031161
777	1561	784	K78	1071	1785	714	903	1645	742	0,07398	52,82143	54,89286	-2,07143	0,962264
589	1693	1104	H-88	1075	2091	1016	811	1879	1068	0,052536	53,37681	56,1087	-2,73188	0,951311
1127	2299	1172	H-89	1497	2591	1094	1265	2423	1158	0,049488	54,13993	57,30717	-3,16724	0,944732
537	1705	1168	H-94	1101	2101	1000	845	1897	1052	0,049658	49,65753	52,23973	-2,58219	0,95057

Červené brýle (5)

FOTOAPARÁT

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celkem	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
747	1659	912	K8	1117	1963	846	963	1807	844	0,065789	55,65789	55,52632	0,131579	1,00237
507	1417	910	H10	923	1707	784	717	1535	818	0,065934	51,69231	53,93407	-2,24176	0,958435
757	1919	1162	H27	1201	2177	976	981	2007	1026	0,051635	50,39587	52,97762	-2,58176	0,951267
635	1727	1092	H30	1097	2039	942	901	1845	944	0,054945	51,75824	51,86813	-0,10989	0,997881
749	1847	1098	H35	1245	2175	930	1025	1997	972	0,054645	50,81967	53,11475	-2,29508	0,95679
221	1411	1190	K44	675	1751	1076	459	1545	1086	0,05042	54,2521	54,7563	-0,5042	0,990792
144 1	2369	928	H59	1803	2615	812	1625	2451	826	0,064655	52,5	53,40517	-0,90517	0,983051
110 7	1983	876	K68	1491	2273	782	1323	2123	800	0,068493	53,56164	54,79452	-1,23288	0,9775
997	1847	850	H69	1353	2087	734	1187	1949	762	0,070588	51,81176	53,78824	-1,97647	0,963255
123 3	1987	754	K73	1567	2211	644	1445	2091	646	0,079576	51,24668	51,40584	-0,15915	0,996904
136 9	2277	908	K74	1683	2471	788	1551	2323	772	0,066079	52,07048	51,01322	1,057269	1,020725
148 1	2243	762	H75	1803	2501	698	1647	2361	714	0,07874	54,96063	56,22047	-1,25984	0,977591

893	2075	1182	K-84	1343	2437	1094	1107	2253	1146	0,050761	55,53299	58,17259	-2,63959	0,954625
859	2093	1234	K-85	1315	2387	1072	1093	2211	1118	0,048622	52,12318	54,35981	-2,23663	0,958855

Modré brýle (6+) FOTOAPARÁT

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celkem	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
563	1459	896	K7	873	1703	830	717	1585	868	0,064732143	53,72767857	56,1875	-2,459821429	0,956221198
609	1489	880	K19	991	1797	806	807	1637	830	0,065909091	53,12272727	54,70454545	-1,581818182	0,971084337
421	1433	1012	H37	867	1805	938	669	1613	944	0,057312253	53,75889328	54,1027668	-0,343873518	0,993644068
869	1879	1010	K45	1317	2235	918	1097	2047	950	0,057425743	52,71683168	54,55445545	-1,837623762	0,966315789
935	1799	864	K56	1225	2059	834	1055	1905	850	0,06712963	55,98611111	57,06018519	-1,074074074	0,981176471
1345	2171	826	K62	1661	2417	756	1509	2267	758	0,070217918	53,08474576	53,2251816	-0,140435835	0,997361478
1335	2057	722	K72	1619	2289	670	1503	2163	660	0,08033241	53,82271468	53,01939058	0,8033241	1,015151515
1437	2241	804	H77	1709	2425	716	1581	2297	716	0,072139303	51,65174129	51,65174129	0,0000000	1,000000000

Červené brýle (6+) FOTOAPARÁT

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
min	max	celkem		min	max	celkem	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
1009	1893	884	K67	1389	2143	754	1207	1990	783	0,067873303	51,17647059	53,14479638	-1,968325792	0,962962963
1231	1997	766	H79	1573	2225	652	1425	2098	673	0,078328982	51,07049608	52,7154047	-1,644908616	0,968796434

Červené brýle (0-3) PŘÍSTROJ 2 WIN

šířka brýle v pixelech				rozteč očí v pixelech			rozteč koutků v pixelech			[mm]				
------------------------	--	--	--	-----------------------	--	--	--------------------------	--	--	------	--	--	--	--

min	max	celkem		mi n	ma x	celke m	min	max	celkem	poměr mezi pixelem a skutečností	rozteč očí skutečnost	rozteč koutků skutečnost	rozdíl	poměr
46	449	403	H5	142	488	346	215	547	332	0,148883375	51,51364764	49,4292804	2,084367246	1,042168675
47	441	394	H6	126	478	352	199	536	337	0,152284264	53,60406091	51,31979695	2,284263959	1,044510386
64	475	411	H11	241	574	333	161	511	350	0,145985401	48,61313869	51,09489051	-2,481751825	0,951428571
40	454	414	H24	204	576	372	126	508	382	0,144927536	53,91304348	55,36231884	-1,449275362	0,97382199
55	451	396	H25	209	554	345	134	497	363	0,151515152	52,27272727	55	-2,727272727	0,950413223
64	461	397	K26	239	570	331	167	501	334	0,151133501	50,02518892	50,47858942	-0,453400504	0,991017964
81	495	414	H38	226	570	344	159	519	360	0,144927536	49,85507246	52,17391304	-2,31884058	0,955555556
188	596	408	H47	353	682	329	288	621	333	0,147058824	48,38235294	48,97058824	-0,588235294	0,987987988
58	478	420	H49	242	588	346	175	526	351	0,142857143	49,42857143	50,14285714	-0,714285714	0,985754986
40	449	409	H55	221	579	358	116	482	366	0,146699267	52,51833741	53,69193154	-1,173594132	0,978142077
38	450	412	K- 82	196	571	375	101	476	375	0,145631068	54,61165049	54,61165049	0	1

Modré brýle (0-3)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

59	447	388	K15	190	506	316	126	456	330	0,154639175	48,86597938	51,03092784	-2,164948454	0,957575758
81	482	401	H31	239	601	362	175	529	354	0,149625935	54,16458853	52,96758105	1,197007481	1,02259887
49	459	410	H46	255	582	327	159	497	338	0,146341463	47,85365854	49,46341463	-1,609756098	0,967455621
34	433	399	H50	224	552	328	132	488	356	0,15037594	49,32330827	53,53383459	-4,210526316	0,921348315
96	512	416	K51	255	646	391	179	566	387	0,144230769	56,39423077	55,81730769	0,576923077	1,010335917
62	474	412	K52	252	622	370	139	504	365	0,145631068	53,88349515	53,15533981	0,72815534	1,01369863
30	447	417	H- 81	185	571	386	97	490	393	0,143884892	55,53956835	56,54676259	-1,007194245	0,982188295

Červené brýle (4)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

40	444	404	H1	213	581	368	127	506	379	0,148514851	54,65346535	56,28712871	-1,633663366	0,970976253
26	435	409	H4	199	563	364	119	496	377	0,146699267	53,39853301	55,30562347	-1,907090465	0,965517241
63	461	398	H29	231	579	348	159	508	349	0,150753769	52,46231156	52,61306533	-0,150753769	0,99713467
85	488	403	H40	266	605	339	179	530	351	0,148883375	50,47146402	52,25806452	-1,786600496	0,965811966

16	430	414	K53	196	560	364	119	496	377	0,144927536	52,75362319	54,63768116	-1,884057971	0,965517241
40	458	418	H54	227	579	352	151	511	360	0,14354067	50,52631579	51,67464115	-1,148325359	0,977777778
89	492	403	H57	242	596	354	164	527	363	0,148883375	52,70471464	54,04466501	-1,339950372	0,975206612
49	466	417	H60	206	571	365	126	507	381	0,143884892	52,51798561	54,82014388	-2,302158273	0,958005249
64	470	406	H64	243	614	371	165	530	365	0,147783251	54,82758621	53,9408867	0,886699507	1,016438356
59	464	405	H65	234	597	363	163	524	361	0,148148148	53,77777778	53,48148148	0,296296296	1,005540166
25	438	413	K66	209	566	357	115	487	372	0,14527845	51,86440678	54,04358354	-2,179176755	0,959677419
7	420	413	H-86	164	536	372	80	471	391	0,14527845	54,04358354	56,80387409	-2,760290557	0,95140665
51	465	414	H-87	226	585	359	144	515	371	0,144927536	52,02898551	53,76811594	-1,739130435	0,967654987
254	641	387	K-91	175	517	342	83	433	350	0,15503876	53,02325581	54,26356589	-1,240310078	0,977142857
0	405	405	K-96	166	521	355	91	449	358	0,148148148	52,59259259	53,03703704	-0,444444444	0,991620112
276	692	416	H-97	150	514	364	73	441	368	0,144230769	52,5	53,07692308	-0,576923077	0,989130435

Modré brýle (4)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

86	480	394	H2	257	579	322	188	523	335	0,152284264	49,03553299	51,01522843	-1,979695431	0,96119403
71	429	358	H3	201	479	278	285	568	283	0,167597765	46,59217877	47,4301676	-0,837988827	0,982332155
74	432	358	K14	202	482	280	150	459	309	0,167597765	46,9273743	51,7877095	-4,860335196	0,906148867
89	476	387	K18	241	607	366	170	543	373	0,15503876	56,74418605	57,82945736	-1,085271318	0,981233244
30	431	401	H20	209	541	332	132	467	335	0,149625935	49,67581047	50,12468828	-0,448877805	0,991044776
69	470	401	K23	225	591	366	146	514	368	0,149625935	54,76309227	55,06234414	-0,29925187	0,994565217
58	455	397	K33	235	589	354	147	507	360	0,151133501	53,50125945	54,40806045	-0,906801008	0,983333333
39	445	406	K34	190	536	346	112	466	354	0,147783251	51,13300493	52,31527094	-1,18226601	0,97740113
68	472	404	H36	233	602	369	159	521	362	0,148514851	54,8019802	53,76237624	1,03960396	1,019337017
83	480	397	K39	271	618	347	192	547	355	0,151133501	52,44332494	53,65239295	-1,20906801	0,977464789
64	434	370	K43	238	574	336	159	503	344	0,162162162	54,48648649	55,78378378	-1,297297297	0,976744186
54	451	397	H48	223	575	352	140	502	362	0,151133501	53,19899244	54,71032746	-1,511335013	0,972375691
26	412	386	K58	179	552	373	105	485	380	0,155440415	57,97927461	59,06735751	-1,088082902	0,981578947
50	460	410	K63	206	580	374	123	510	387	0,146341463	54,73170732	56,63414634	-1,902439024	0,966408269

44	435	391	K70	204	573	369	121	490	369	0,153452685	56,62404092	56,62404092	0	1
6	400	394	K71	176	537	361	96	456	360	0,152284264	54,97461929	54,82233503	0,152284264	1,002777778
61	442	381	H-83	232	561	329	149	489	340	0,157480315	51,81102362	53,54330709	-1,732283465	0,967647059
295	685	390	K-90	156	535	379	66	470	404	0,153846154	58,30769231	62,15384615	-3,846153846	0,938118812
134	522	388	H-92	263	579	316	193	529	336	0,154639175	48,86597938	51,95876289	-3,092783505	0,94047619
46	460	414	K-93	202	559	357	120	494	374	0,144927536	51,73913043	54,20289855	-2,463768116	0,954545455

Červené brýle (5)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

63	459	396	K8	229	597	368	154	520	366	0,151515152	55,75757576	55,45454545	0,303030303	1,005464481
41	464	423	H10	225	615	390	128	508	380	0,141843972	55,31914894	53,90070922	1,418439716	1,026315789
36	434	398	H27	202	537	335	124	471	347	0,150753769	50,50251256	52,31155779	-1,809045226	0,965417867
66	470	404	H30	235	583	348	156	506	350	0,148514851	51,68316832	51,98019802	-0,297029703	0,994285714
48	443	395	H35	210	540	330	118	474	356	0,151898734	50,12658228	54,07594937	-3,949367089	0,926966292
64	445	381	K44	223	567	344	147	497	350	0,157480315	54,17322835	55,11811024	-0,94488189	0,982857143
28	432	404	H59	205	560	355	123	477	354	0,148514851	52,72277228	52,57425743	0,148514851	1,002824859
30	434	404	K68	218	584	366	138	513	375	0,148514851	54,35643564	55,69306931	-1,336633663	0,976
83	483	400	H69	264	616	352	189	548	359	0,15	52,8	53,85	-1,05	0,980501393
18	415	397	K-84	194	554	360	119	482	363	0,151133501	54,40806045	54,86146096	-0,453400504	0,991735537
55	441	386	K-85	202	547	345	133	479	346	0,155440415	53,62694301	53,78238342	-0,155440415	0,997109827

Modré brýle (5)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

24	424	400	K9	179	547	368	105	476	371	0,15	55,2	55,65	-0,45	0,991913747
48	448	400	K12	215	575	360	141	502	361	0,15	54	54,15	-0,15	0,997229917
30	418	388	K13	192	557	365	113	478	365	0,154639175	56,44329897	56,44329897	0	1
39	425	386	K16	190	554	364	112	478	366	0,155440415	56,58031088	56,89119171	-0,310880829	0,994535519
90	468	378	K17	231	595	364	161	535	374	0,158730159	57,77777778	59,36507937	-1,587301587	0,973262032

34	450	416	H21	187	583	396	108	503	395	0,144230769	57,11538462	56,97115385	0,144230769	1,002531646
69	457	388	H22	244	573	329	169	502	333	0,154639175	50,87628866	51,49484536	-0,618556701	0,987987988
60	450	390	H28	231	565	334	155	500	345	0,153846154	51,38461538	53,07692308	-1,692307692	0,968115942
271	666	395	K32	135	487	352	60	415	355	0,151898734	53,46835443	53,92405063	-0,455696203	0,991549296
86	487	401	K42	266	604	338	181	530	349	0,149625935	50,57356608	52,21945137	-1,645885287	0,968481375
48	451	403	K61	241	570	329	161	498	337	0,148883375	48,98263027	50,17369727	-1,191066998	0,976261128
35	448	413	H-88	207	562	355	130	494	364	0,14527845	51,57384988	52,88135593	-1,307506053	0,975274725
9	418	409	H-89	201	539	338	120	465	345	0,146699267	49,58435208	50,61124694	-1,026894866	0,979710145
44	434	390	H-94	239	566	327	160	501	341	0,153846154	50,30769231	52,46153846	-2,153846154	0,958944282

Červené brýle (6+)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

72	479	407	K67	252	608	356	167	536	369	0,147420147	52,48157248	54,3980344	-1,916461916	0,964769648
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------	-------------	------------	--------------	-------------

Modré brýle (6+)**PŘÍSTROJ 2 WIN**

59	447	388	K7	215	581	366	143	524	381	0,154639175	56,59793814	58,91752577	-2,319587629	0,960629921
40	444	404	K19	200	560	360	114	494	380	0,148514851	53,46534653	56,43564356	-2,97029703	0,947368421
70	450	380	K37	233	588	355	160	508	348	0,157894737	56,05263158	54,94736842	1,105263158	1,020114943
32	414	382	K45	194	542	348	115	471	356	0,157068063	54,65968586	55,91623037	-1,256544503	0,97752809
55	456	401	K56	228	586	358	137	501	364	0,149625935	53,56608479	54,4638404	-0,897755611	0,983516484
71	481	410	K62	256	606	350	166	536	370	0,146341463	51,2195122	54,14634146	-2,926829268	0,945945946