

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra Optiky

MODERNÍ PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ V OPTOMETRII

Bakalářská práce

VYPRACOVAL:

Daniel Kolínský

Obor R5345 Optometrie

Studijní rok 2014/1015

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Jaroslav Wagner, Ph. D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením pana RNDr. Jaroslava Wagnera, Ph. D. a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a jiné zdroje.

V Praze, duben 2015

Podpis.....

Mé poděkování patří panu RNDr. Jaroslavu Wagnerovi, Ph. D. za jeho odborné vedení bakalářské práce, ochotu a poskytnutí cenných rad a podnětů k celému vypracování. Zároveň bych věnoval poděkování mému otci Vítu Kolínskému za jeho odborné konzultace a užitečné rady, které mi poskytl.

Tato práce byla vypracována za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem Optometrie a její aplikace č. IGA_PřF_2015_016.

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Optometristické přístroje v místě s PZS.....	7
3. Optometrista	7
3. 1. Kompetence optometristy	8
3. 2. Vyšetření optometristou	8
3. 3. Návštěva optometristy.....	9
4. Optometristické přístroje.....	10
5. Přístroje na subjektivní refrakci	13
5. 1. Refrakční jednotka	13
Refraline 3.....	13
5. 2. Refrakční sada	14
5. 3. Foropter	15
MPH 100.....	16
APH 500	16
5. 4. Optotyp.....	17
LCD Optotypy CS pola 700 a CS 500.....	18
LCD optotyp CS pola 600	19
5. 5. Projekční optotypy	19
Multifunkční projektor optotypů CS 100.....	19
6. Přístroje na objektivní refrakci.....	20
6. 1. Automatické oční refraktometry	20
6. 2. Keratometr.....	22
6. 3. AKR 700	23
Goldmanův aplanační tonometr.....	24
Bezkontaktní tonometr.....	24
6. 5. Autorefrakto – kerato - tonometr TRK – 2P	25
6. 6. Štěrbínová lampa.....	26
SL 7 Medica.....	27
6. 7. I Profiler	28
6. 8. Visiotest.....	30
Test na uvolnění akomodace.....	32
Optotyp na dálku a astigmatický vějíř	32
Duochromatický (červeno – zelený) test pro pravé oko	33
Optotyp na dálku pro levé oko a astigmatický vějíř	33
Duochromatický (červeno – zelený) test pro levé oko	34
Optotyp na dálku pro obě oči.....	34
Test na vyšetření binokulárního vidění.....	34
Test na kontrastní citlivost.....	35
Test stereopse (prostorové vidění).....	36
Ishiharův test.....	37
Optotyp na blízko.....	37
Test na vyšetření horizontální linie zorného pole.....	37
7. Moderní přístroje měřící centrační parametry oka.....	38
7. 1. Visiooffice 2	39
Průběh měření Visiofficem 2.....	40
„Boxing“	41
8. Přístroje zhotovující brýlovou korekci.....	41

8. 1. Ruční brus	41
8. 2. Šablonové brusy	42
8. 3 Automatické brusy	42
Mr. Blue 2	44
9. Závěr.....	46
Seznam použité literatury:.....	47

1. Úvod

Optometrie je nelékařský zdravotnický obor, jehož náplní je měření refrakčních vad a zjišťování patologických vad oka s následným stanovením potřebné korekce na danou oční vadu či chorobu. Výsledkem práce je pak na základě optometristického měření zhotovení brýlí či aplikace kontaktních čoček, popřípadě posouzení zdravotního stavu oka za spolupráce s oftalmologem (očního lékaře).

Myšlení dnešních lidí, kteří na sobě začínají pociťovat potíže týkající se zraku, je mnohdy stejné. Často jsou toho mínění, že jsou nemocní, tudíž mají potřebu navštívit oftalmologa. Ti, kteří se pro návštěvu oftalmologa nerozhodnou, objednají se právě k optometristovi do určitého zařízení s poskytováním zdravotních služeb (PZS), kde je klientům poskytnuto vyšetření zraku z hlediska změření refrakčních vad či patologických nálezů v oku.

V České republice je ve zdravotnických zařízeních nastavený určitý systém. Oftalmologové vyměří pacientům v místě svého působení refrakci (změří potřebnou korekci dané refrakční vady) a popřípadě zjistí, zda pacient netrpí jinou oční vadou či chorobou. Na základě daného měření je v ordinaci vystaven recept (poukaz na dioptrické brýle a optické pomůcky s potřebnou korekcí), podle kterého jsou zhotoveny očním optikem či optometristou brýle.

Právě v místě poskytovatele zdravotní služby (PZS) začíná hlavní práce optometristů, kde jsou u klienta změřeny individuální hodnoty refrakce, parametry centrace a následné zhotovení brýlí, popřípadě nabídka aplikace kontaktních čoček.

Dnešní svět je nastaven tak, aby vše, co nás obklopuje, bylo co nejrychlejší, nejpřesnější a nejefektivnější. Proto se již dnes na mnoha oftalmologických pracovištích a hlavně v mnoha pracovištích s PZS jsou používány přístroje, které dokáží změřit na klientovi či na pacientovi potřebné údaje pro zhotovení brýlí nebo pro aplikaci kontaktních čoček.

Protože se na moderním optometristickém pracovišti pohybují zhruba již od svých 15-ti let, tak je pochopitelné, že se s veškerými moderními měřicími přístroji často setkávám. Proto jsem si vybral téma „Moderní přístrojové vybavení v optometrii“. Práce je rozdělena do několika hlavních částí. Jedná se o přístroje či zařízení, které se podílí na měření zraku, o přístroje, které zhotovují brýlové korekce a o přístroje, které vyměřují hodnoty centrace u nositelů brýlí.

2. Optometristické přístroje v místě s PZS

Přístrojů, které najdeme na pracovištích s PZS nebo v optikách bez PZS, je samozřejmě celá řada. Historicky se vždy v optikách s PZS pracovalo s přístroji, které měli optometristovi pomoci v práci. Od počátku jsme se setkávali v optikách s PZS pouze se základní refrakční skříní na určení subjektivní refrakce a většinou plastový podsvětlený optotyp na měření visu. S rozvojem oboru v 80. letech 20. století se začaly v optikách uplatňovat nové přístroje na měření objektivní refrakce – první *autorefraktometry*.

Během tohoto vývoje se zlepšovaly a zdokonalovaly přístroje na zkoumání předního segmentu oka a i přístroje vykonávající screening dioptrických nebo patologických očních vad. To je však minulost. Tato práce se zabývá moderními přístroji, kterými se dobré optometristické pracoviště liší od svých méně zdatných konkurentů v oboru optometrie.[1, 3]

Jedná se hlavně o:

- Refrakční sadu
- Štěrbínovou lampu
- Foropter
- I. Profiler
- Autorefraktometr
- Visiotest
- Keratometr
- Visiooffice
- Tonometr
- Mr. Blue II

3. Optometrista

Optometrista je zdravotnický pracovník, specializující se na činnosti spojené s péčí o zrak, doporučuje vhodné korekční zrakové pomůcky nebo aplikuje klientům kontaktní čočky. Optometrista je bakalářský nebo magisterský vysokoškolský odborník, který získává titul studiem v oboru Optometrie na Přírodovědecké a Lékařské fakultě nebo na fakultě Biomedicínského inženýrství. Ještě před pár lety byl jako optometrista označován optik, který měl dostatečnou praxi v oboru optiky a který si dodělal nadstavbový doškolovací kurz na NCO NZO v Brně. V dnešní době však došlo ke specializaci a přesto, že se studium zaměřuje zejména na zrak, má optometrista velmi široký přehled o korekci refrakčních vad a patologického stavu oka. Pokud optometrista splní zákonné podmínky a získá registraci, může pracovat i samostatně. Optometrista je tedy jakýmsi mezistupněm mezi očním optikem, který zhotovuje optické pomůcky a jehož kompetence má i optometrista, a očním lékařem, který též předepisuje dioptrické korekce a léčí onemocnění očí.[19]

3. 1. Kompetence optometristy

V kompetenci optometristy je nejen poradenství ohledně kompenzace zrakových vad, ale i výběr brýlí a doporučení těch nejvhodnějších kontaktních čoček pro konečného spotřebitele. Vybere správný typ, naučí klienta s nimi zacházet a pečovat o ně. Když klient trpí nějakým očním onemocněním, tak optometrista má v kompetenci pouze dané onemocnění zjistit (v případě závažnějších nálezů doporučit klientovi návštěvu oftalmologa) a popřípadě poradit a vysvětlit, jak dané onemocnění řešit. V případě závažnějšího onemocnění odesílá klienta (pacienta) do péče lékaře - oftalmologa. Není v jeho kompetenci stanovovat diagnózu a následně chorobu léčit. V tomto případě je tu výhradně oftalmolog. Optometrista může také vyšetřovat děti do 15 let, ale pouze pod dohledem oftalmologa. Profese optometristy má velmi dlouhou tradici a to zejména v západních zemích. S tradicí je spojena i prestiž. V některých evropských zemích se léčení očí věnují lékaři, ale měření zraku je plně v kompetenci optometristů (např. Velká Británie). V ideálním případě je dobré, když obě skupiny úzce spolupracují a vzájemně se doplňují.[19]

3. 2. Vyšetření optometristou

Vyšetření u optometristy by mělo probíhat rychle a efektivně. Optometrista by měl správně klást otázky, umět na odpovědi správně reagovat, aby co nejrychleji dosáhl co nejpřesnějšího výsledku měření. To trvá zhruba 20 – 30 minut (záleží na počtu nutných testů, které optometrista musí provést). Na začátku měření optometrista zjistí osobní a rodinnou anamnézu (předěšlé a současné obtíže se zrakem a způsob jejich řešení, povolání, koníčky, apod.). Poté si ověří, jaké brýle nebo kontaktní čočky klient nosí a jak s nimi vidí. Pomocí automatického refraktometru provede objektivní změření zraku. Tento přístroj však poskytuje pouze orientační údaje o refrakčním stavu oka. Podle něj není možné zhotovit brýle, ale značně a efektivně zrychluje celé vyšetření. Po tomto objektivním měření je již možné přistoupit k měření subjektivnímu a tou je refrakce (zjišťování dioptrií), což nemůže být efektivněji provedeno žádným jiným přístrojem než je *foropter*. Pokud se *foropter* v PZS nenachází, musí postačit k určení subjektivní refrakce zkušební obruba a refrakční skříň. Po absolvování vyšetření by měl optometrista klientovi sdělit, k jakému závěru došel a také by měl navrhnout vhodné řešení ke kompenzaci refrakční vady (brýle, typ brýlových čoček, kontaktní čočky, popřípadě určitá zraková cvičení).[19]

3. 3. Návštěva optometristy

Optometristé většinou pracují ve kvalitních očních optikách s PZS nebo na různých kontaktologických pracovištích. Jak již bylo zmíněno, optometrista je kompetentní k tomu, aby u svých klientů či zákazníků provedl refrakci (měření zraku z refrakčního hlediska), eventuálně provedl screening celého oka (pokud na to má dostatečné přístrojové vybavení) a poskytl klientovi určité řešení jeho zrakové vady. Většinou je výsledkem celé práce se zákazníkem zhotovení brýlí nebo aplikace kontaktních čoček.

Ve většině případů klient navštíví optometristu právě ve chvíli, kdy pociťuje problémy týkající se zhoršení zraku, jak do blízka, tak eventuálně i do dálky. První fáze, která by měla nastat při každém řešení problému se zrakem, je právě refrakce. Celé měření zraku musí probíhat v odlišné místnosti než je například prodejna. Většinou se jedná o místnosti či vyšetřovny s PZS, které jsou pro dané měření přizpůsobené z hlediska většího prostoru a potřebné vyšetřovací vzdálenosti. V první části měření by měl optometrista zjistit klientovu anamnézu a klientův aktuální zdravotní stav. Důležitou částí anamnézy je i oční anamnéza, tj. jakou, jak dlouho a na jaké konkrétní činnosti klient potřebnou korekci používá. Další činností by mělo být vyšetření na *autorefraktometru*, kdy optometrista zjistí objektivní potřebnou korekci daného oka. Záleží na tom, zda *autorefraktometr* v sobě má zabudovány ještě další funkce, aby mohl optometrista zjistit další, ale ne tak podstatné informace o oku. Nejdůležitější částí celého měření je právě subjektivní refrakce, při které optometrista potřebuje zkušební refrakční sadu nebo již zmiňovaný *foropter*. Optometrista bere v potaz dioptrické hodnoty z *autorefraktometru*, ale také musí potřebnou korekci na klientovi vyzkoušet a eventuálně poupravit, aby potřebné dioptrie byly správné a klient byl s danou korekcí spokojený. Poté nastává část, kdy optometrista nabídne možnosti řešení dané refrakční vady, kterou během měření zjistil. Většinou se jedná o brýlovou korekci. Optometrista by měl klientovi poradit jaký typ obruby a jaký typ brýlové čočky je pro klienta nejindividuálnější a tudíž také nejvhodnější. Aby mohl optometrista brýle zhotovit, tak potřebuje znát klientovy centrační parametry, tím je zejména oční rozestup a výšková centrace brýlové čočky. Pro zjištění očního rozestupu optometrista používá PD metr. Přesnější měření očního rozestupu poskytne moderní centrovací věž, která je schopna digitální kamerou vyměřit všechny potřebné parametry. Mezi ně patří již zmiňovaný oční rozestup a výšková centrace, dále také zakřivení a pantoskopický úhel obruby. Moderní věže jsou schopny změřit i vrcholovou vzdálenost rohovky od zadní plochy brýlové čočky. K finálnímu zhotovení brýlí optometrista potřebuje brus, který brýlovou čočku zabrousí do požadovaného tvaru. Moderní

brusy jsou plně automatizované a umožňují optometristovi vybrousit i brýlové čočky, které mají větší zakřivení než je standard. Když jsou brýle hotové, je ještě nutné obrubu individuálně upravit. Na upravování brýlí se používají různé typy kleští či nahřívací fény. Po všech těchto činnostech si klient z optometristického pracoviště s PZS odnáší plně funkční optickou pomůcku (brýle), která koriguje jeho refrakční vadu.

4. Optometristické přístroje

21. století se nejvíce proslavilo tím, že většinu důležitých a přesných činností začaly vykonávat automatické stroje. Většina moderního přístrojového vybavení, a to nejen v optometrii, pracuje přesně, rychle a efektivně. Je obecně známo, že i stroje se mohou občas mýlit a málo kdy může přístroj nahradit lidský um a jiné činnosti. Zejména v oboru optometrie je přístrojové vybavení v dnešní době na velmi vysoké úrovni. Za pomoci moderních přístrojů jsme již dnes schopni vyšetřit skoro všechny části oka, aniž by vyšetření bylo pro pacienta či zákazníka bolestivé nebo nepříjemné.[1, 5, 6]

Jedním z nejdůležitějších přístrojů a zároveň příslušenství v optometrii je dioptrická *Refrakční sada* (viz. kap. 6. 2.), kdy optometrista zjišťuje potřebnou dioptrickou korekci pro dané oko. *Refrakční sadu* můžeme nahradit důležitým přístrojem, a tím je *Foropter* (viz. kap. 6. 3.). V obou případech měření se jedná o tzv. **Subjektivní refrakci**, kdy je při měření přítomen pouze lidský faktor, tudíž se přístroj na měření pouze účastní a výsledek měření může být individuálnější a přesněji vyhovět přáním zákazníka.[1, 9]

Subjektivní refrakce

Jedná se o nejpřesnější metody měření zraku, kdy jsou vyšetřované osobě stanoveny hodnoty refrakce podle subjektivního vyšetření a to bez pomoci přístroje, ale s použitím refrakční zkušební sady.

Subjektivní měření zraku probíhá tak, že se na základě kombinací sférických popřípadě i torických čoček stanoví výsledná korekce, kdy má vyšetřovaný tzv. nejvyšší visus (zrakovou ostrost).

Dalším důležitým přístrojem v optometristické praxi je *Autorefraktometr* (viz. kap. 7. 1.). Ten dokáže do určité míry nahradit celé subjektivní měření bez přesnějšího dokorigování a v tomto případě se už jedná o tzv. **Objektivní refrakci**. Jedná se ale o přístroj, který poskytuje optometristovi pouhý dioptrický odhad na základě průměru několika měření, které přístroj naměří za několik vteřin. Tudíž je důležité dioptrický stav dokorigovat právě subjektivním měřením.[1, 4, 8]

Objektivní refrakce

Jedná se o měřicí metody, které jsou většinou vykonávány přístrojem. Zařízení jsou schopna provést screening oka a stanovit tak objektivní hodnoty refrakce, popřípadě parametry různého očního orgánu (rohovka, zornice, duhovka, nitrooční čočka).

Velká část lidstva, která má refrakční vadu oka, nerada nosí brýlovou korekci, ale dává přednost nošením kontaktních čoček. Aby mohl optometrista správně vybrat kontaktní čočku a úspěšně zaučit nositele při aplikaci těchto čoček, potřebuje zjistit individuální parametry předního segmentu oka (rohovky). Ke zjištění těchto parametrů se používá *Keratometr* (viz. kap. 7. 2.), který optometristovi zjistí poloměr zakřivení rohovky, většinou ve dvou na sebe kolmých hlavních řezech. Pro vyšetření kvality slzného filmu a celého screeninku rohovky se používá *Štěrbinová lampa* (viz. kap. 7. 6.). Jedná se o speciální binokulární mikroskop, kterým je optometrista schopný vyšetřit podstatnou část předního i zadního segmentu oka.[1, 6, 8]

Přístroj, který do určité míry může simulovat funkci *keratometru* je *topograf*. *Topograf* zjišťuje opět poloměry zakřivení rohovky, ale je schopný také vytvořit 3D obraz povrchu rohovky. Dokáže určit i dioptrické hodnoty rohovky v každé její části.[1, 6, 8]

Přístroj, který by měla vlastnit každá oční klinika či ambulance je *tonometr* (viz. kap. 7. 4.). Jedná se o přístroj, který zjišťuje, jak je vysoký tlak v oku (nitrooční tlak). Za pomoci tonometru jsme schopni zjistit, zda vyšetřovaný není potenciální glaukomatik (pacient s onemocněním zeleného zákalu oka), neboť právě vyšší nitrooční tlak je jedním z faktorů, poukazujících na toto onemocnění.[1, 6, 8]

Dalším přístrojem, který by se měl patřit k vybavení očních klinik, je *funduskamera*, která je schopná vyfotit velkou část zadního segmentu oka (sítnice). Právě na sítnici se může projevit několik závažných onemocnění, které se musí řešit a léčit co nejdříve. Ve většině případů je jedná o tzv. věkem podmíněnou makulární degeneraci (VPMD), která poškozuje a zasahuje sítnici zejména v místě makuly, což je místo nejostřejšího vidění. Dalšími závažnými sítnicovými onemocněními jsou např. diabetická retinopatie nebo glaukom.[6, 7, 8]

Přístroj velmi blízký *funduskameře* je *Optický koherentní tomograf* (OCT). OCT je schopno vytvořit optický řez sítnicí v místě nejostřejšího vidění. Tudiž oftalmologové rychle zjistí, zda jsou pacientovy vrstvy sítnice v pořádku. Na sítnici je možné se podívat i přístrojem zvaný *Oftalmoskop*. Existují dva typy *Oftalmoskopu*. Přímý a nepřímý *oftalmoskop*. [6, 7, 8]

Pacienti, kteří trpí již zmiňovaným glaukomovým onemocněním očí, mohou mít výpadky zorného pole. Přístroj, který se používá na vyšetření zorného pole, se jmenuje *Perimetr*. Právě *perimetr* zjistí, v jakém místě sítnice se výpadek zorného pole (skotom) nachází.

K modernímu optometristickému vybavení patří i přístroje, které jsou kombinací několika již zmiňovaných přístrojů. Jedním z nejpoužívanějších je např. *Autorefrakto-keratometr*, který plní funkci 3 měřících přístrojů najednou. Dalším velmi užitečným přístrojem je nový *I. Profiler* (viz. kap. 7. 7.) od firmy Carl Zeiss, který plní funkci *topografu* a měří aberace (vady) vyšších řádů.[1, 8, 11, 16]

Dalším nových užitečným přístrojem je *Visiotest* (viz. kap. 7. 8.) od firmy Essilor. Ten je používán jako screeningový přístroj objektivní refrakce plnící funkci *autorefraktometru* a obsahuje zároveň několik testů, které se provádějí při subjektivním měření zraku.[15]

Dobrou pomůckou v praxi optometristy jsou přístroje *VisiOffice 2* (viz. kap. 8. 1.) nebo *I. Terminal 2*, které zajišťují zpřesnění centračních parametrů pro zábrus brýlí.[15, 16]

Nezbytnou součástí zábrusu brýlových čoček do obruby je brus. Momentálně nejmodernější je automatický brus *Mr. Blue II* (viz. kap. 9. 3. 1.), který je schopný zabrušovat i speciálně zakřivené brýlové čočky, které na strojích starší generace vyrobit nelze.[15]

5. Přístroje na subjektivní refrakci

Jedná se o přístroje a příslušenství, které se podílejí na měření zraku z hlediska refrakčního (určení potřebné dioptrické korekce oka). Většinou se jedná o celou refrakční jednotku (bez počítačových přístrojů), refrakční sadu popřípadě *foropter* a optotypy.

5. 1. Refrakční jednotka

Každé optometristické pracoviště či lékařská vyšetřovna se bez *refrakční jednotky* neobejde. Ta se skládá z polohovatelného a zároveň pohodlného křesla, sloupku s osvětlením a držákem na *foropter* a pracovním pultem pro jiné přístroje (např. *Autorefraktometr*, *štěrbínová lampa*). Hned vedle posuvného stolku se nachází malý odkládací prostor, kde nejčastěji bývá refrakční sada, která se používá právě k subjektivnímu měření zraku.[6]



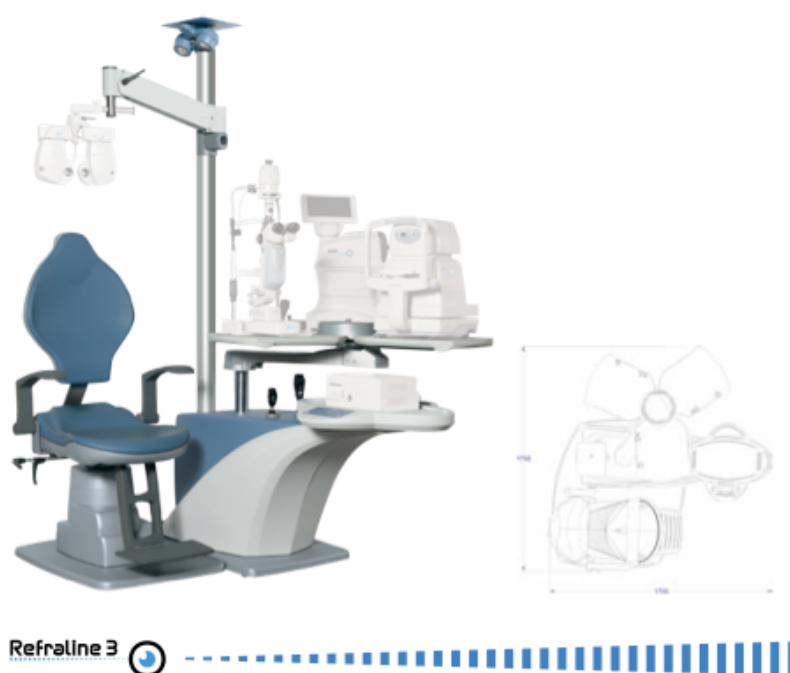
Obr. Refrakční jednotka⁽¹⁾

Refraline 3

Jedná se o profesionální, efektivní, ergonomický a designový model. Lze ji uzpůsobit pro širokou škálu různých prostor a konfigurací. Přitom zůstává k dispozici maximální počet funkcí.

Refrakční jednotka *Refraline 3* je čtvercovitého tvaru. Je ideální refrakční jednotkou do rohu místnosti, neboť zabírá prostor 1,75m do šířky a 1,7m do hloubky. Nabízí širokou škálu odkládacích prostorů, takže na celé jednotce může být zapojeno více přístrojů.[11]

- Obsahuje otočný stůl pro 3 přístroje, držák projektoru a samovyvažující rameno pro *foropter*.
- Má motorizované křeslo se sklopným opěradlem, zvedacími loketními opěrkami a opěrkou pro nohy
- Jeho konstrukce může být i v opačném provedení
- Součástí je i pomocná zásuvka (230V) a přihrádka pro drobné příslušenství
- Samozřejmě je i integrované osvětlení pro čtecí testy na blízko



Obr. Refraline 3⁽²⁾

5. 2. Refrakční sada

Refrakční sada obsahuje několik předsádek (čoček) a zkušební obrubu, do které se při měření předsádky vkládají. Předsádku tvoří kulatý plastový nebo kovový rámeček o průměru až 5cm, do kterého je již zabroušena určitá dioptrie. V celé sadě se nacházejí centrovací kříže (pro správné umístění středu optické osy předsádky do osy vidění), matové, červené a zelené čočky (pro vyšetření fúzních kvalit oka), polarizační čočky (pro vyšetření prostorového vidění) a hlavně plusové i minusové dioptrie v páru. V tomto případě se jedná pouze o sférické dioptrie, které korigují myopii (krátkozrakost) a hypermetropii (dalekozrakost). Jejich dioptrické hodnoty jsou od 0D až do 10D po kroku 0,25D, záleží na velikosti dané refrakční

sady, zda je sada vybavena i vyššími dioptriemi než 10D.

Mimo sférických dioptrií sada obsahovat také čočky torické, které korigují astigmatismus (cylindrická refrakční vada). Některé větší refrakční sady mají také čočky prizmatické, kterými se koriguje strabismus (šilhání).

Nedílnou součástí refrakční sady by měl být Jacksonův zkřížený cylindr v krocích po $\pm 0,25D$ a $\pm 0,5D$ používaný pro přesnější dokorigování osy a velikosti cylindru.[6, 7, 9]



Obr. Refrakční sada⁽³⁾

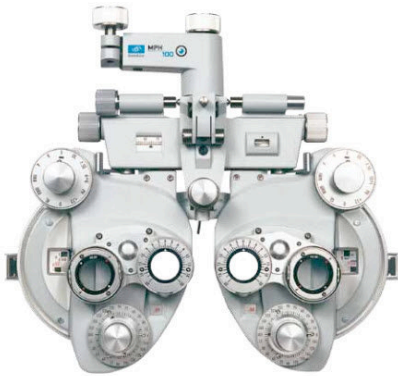
5. 3. Foropter

Je to přístroj, který nahrazuje celou *refrakční sadu* a je nejčastěji připojen k ramenu již zmiňované *refrakční jednotky*. *Foropter* nahrazuje zkušební obrubu a zároveň obsahuje všechny potřebné dioptrické korekční čočky stejně jako celá *refrakční sada*. Výhodou *foropteru* je rychlá výměna korekčních čoček, která se provádí mechanicky nebo elektronicky přes počítačový tablet (novější *foroptery*). Rychlá výměna předsádek se hodí např. při korekci hypermetropie (dalekozrakosti), kdy je zapotřebí tzv. výměnného triku. Během měření, kdy dojde k výměně plusových dioptrií, má vyšetřovaný tendenci akomodovat (měnit optickou mohutnost nitrooční čočky). *Foropter* nám usnadňuje subjektivní měření právě v tom, že při rychlé výměně čoček nestihne vyšetřovaný akomodovat a tím je konečná refrakce přesnější.[1, 6, 7]

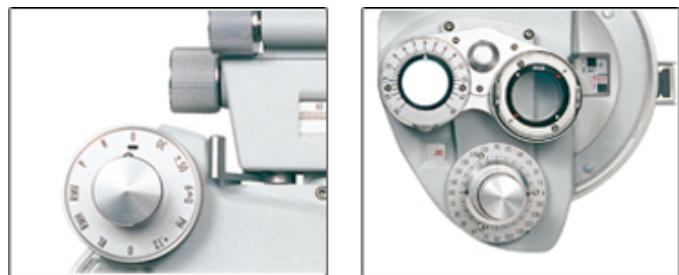
MPH 100

Forofter obsahuje rozsáhlou řadu čoček a filtrů pro kvalitní měření refrakce při pohledu do dálky i na blízko. Má také robustní a flexibilní mechanické provedení. Jeho výhodou je rychlé přesouvání čoček jednoduchým otočením ovladače.

Jeho vybavení brýlových čoček je opravdu rozsáhlé, obsahuje sférické dioptrie od (-19,00D) až do (+16,75D) a i torické dioptrie od (-8,00D) až do (+8,00D). Velkou výhodou jsou i integrované prizmatické čočky v rozmezí až do 20,00 pD jak BI (base in) tak i BO (base out). Důležitou složkou jsou i polarizační filtry, které se používají při měření stereopse (prostorového vidění). Samozřejmostí je také integrovaný Jacksonův zkřížený cylindr používaný při korekci již zmiňovaného astigmatismu.[10]



Obr. *Forofter MPH 100*⁽⁴⁾



Obr. *Forofter MPH 100*⁽⁵⁾

APH 500

Automatický *forofter APH 500* je přístroj na samém vrcholku řady, spojující rychlost a komfort provádění testů všech typů. Díky možnostem ovládání a vzájemného propojení s ostatními přístroji v místnosti se jedná o ideální přístroj pro ty, kteří chtějí optimalizovat svoji refrakční sestavu přístrojů.

Forofter APH 500 je v porovnání mnohem vybavenější než *forofter MPH 100*. Je vybaven sférickými brýlovými čočkami od (-27,00D) až do (+27,00D) a torickými čočkami v dioptriích (-8,00) až (+8,00). Ve výbavě má také polarizační filtry, jak v 90°, tak i ve 180°. Na obou stranách jsou také červeno-zelené filtry pro kvalitní zjištění ortoforie při používání Worthových světel na optotypu.

Foropter APH 500 je jedním z *foropterů*, který je ovládán automaticky pomocí klávesnice nebo malého tabletu. Má lehké kompaktní provedení pro perfektní interakci se zákazníkem. Je uzpůsoben na měření mimořádně hladkého průměru refrakce díky vysoké rychlosti otáčení čoček. Má optimalizovanou koordinaci testů vidění na blízko pro měření ostrosti, jakož i závěrečné ověřování. Je také vybaven plně propojeným systémem pro optimalizaci refrakce.[10]



Obr. Foropter APH 500⁽⁶⁾

5. 4. Optotyp

Jedná se o soubor znaků s proměnnou velikostí na určování visu (zraková ostrost) pacientova oka. Většinou je optotyp ve tvaru nástěnné tabulky, kde jsou postupně zmenšující se znaky. Většinou je visus udáván jako poměr vzdálenosti, ze které vyšetřovaný daný znak ještě rozezná, ku vzdálenosti, ze které by měl vyšetřovaný při visu 1 ($V=1$) znak ještě rozeznat. Visus můžeme zapisovat několika způsoby. Často se používá zápis v provedení desetinného čísla (1,0; 0,8; 05; atd.). Zejména na očních klinikách se ale spíše pro vyjádření visu používá zlomek, kde je v čitateli uvedena vyšetřovací vzdálenost v metrech (nejčastěji 5-6m) a ve jmenovateli pak vzdálenost, ze které by se vyšetřovanému měl jevit znak pod úhlem $1'$.

V dnešní době se používá při refrakci několik možných optotypů. Většinou se začíná na písmenkovém optotypu, na kterém je jeden či více řádků s postupně zmenšujícími se písmeny. Další užitečný optotyp je například červeno-zelený test, na kterém jsou písmena či znaky rozděleny do červeného a zeleného pole, u kterého se dá zjistit, zda je vyšetřovaný dioptricky překorigován nebo naopak podkorigován. Jedním z nejdůležitějších optotypů je optotyp pro vyšetření astigmatismu, který se skládá z několika souměrně postavených černých kroužků,

kde vyšetřovaný zapojí kontrastní citlivost a určuje se, zda kroužky nezanechávají lehké stíny.

Optotypy se neskládají jen z písmen a číslic, ale používají se i jiné znaky, jako např. Pflügerovy háky a Landoltovy prstence.[1, 7]

LCD Optotypy CS pola 700 a CS 500

Jedná se o digitální obrazovku s vysokým rozlišením pro provádění všech testů v naprostém pohodlí.

LCD optotyp CS pola 700 je ideální pro ty, kteří chtějí optimalizované řešení pro práci s automatickým *foropterem APH 500*. Je k dispozici ve dvou verzích: s kruhovou polarizací (*CS pola 700*) nebo bez polarizace (*CS 500*).

Prodejce, firma Essilor, udává, že na obrazovku by se měl vyšetřovaný dívat minimálně ze 2,5m nebo maximálně ze 6,0m, což je klasická vyšetřovací vzdálenost, při které vyšetřovaný vidí znak pod úhlem 5° o vízu 1,0. Uhlopříčka obrazovky je 19 palců. Obě obrazovky jsou kompatibilní s *foropterem APH 500*, takže ovládání celého příslušenství při refrakci je jednoduché a rychlé.[10]

- Má dostačující jas a kontrast obrazovky.
- Obsahuje rozsáhlý výběr testů (kontrasty, binokulární vidění) a optotypů (Snellenovy znaky, Landoltovy kruhy, symboly pro děti, atd.)
- Má možnost projekce situačních testů s cílem ověření konečné refrakce.
- *CS pola 700* nabízí technologie kruhové polarizace, která umožňuje 100% separace obrazu bez parazitních vjemů. (*CS 500* nabízí verzi bez polarizace)



Obr. LCD Optotyp CS Pola 700⁽⁷⁾

LCD optotyp CS pola 600

CS pola 600 je větší LCD optotyp, který se přizpůsobí všem refrakčním místnostem. Jeho design a ergonomie v kombinaci s mnoha možnostmi přizpůsobení velmi ocení všichni uživatelé.

Minimální vyšetřovací vzdálenost je 1,5m a maximální je 8m. Obrazovka je opět kompatibilní s *foropterem APH 500*. Uhlopříčka obrazovky je 24 palců a obsahuje opět polarizované optotypy.[10]

- Součástí je velký výběr testů, binokulární vyváženost a fúze aniseikonie, stereopse, strabismus, forie, barvocit, amslerova mřížka, atd.
- Široký pozorovací úhel poskytuje jasné zobrazení a odstraňuje zkreslení obrazu.
- Funkce náhodného čísla pro zabránění zapamatování si testů vyšetřovaným.
- Možnost propojení a automatickým *foropterem APH 500*

5. 5. Projekční optotypy

Projekční optotyp je klasický projektor, který má ve svém systému několik různých optotypů s testů. Jedná se o projektor, který by měl mít vysoký kontrast barev a kvalitní zobrazovací schopnosti. Většinou je ovládán dálkovým ovládáním, které s projektorem dobře a rychle komunikuje. Důležité je, aby obraz, který je promítán byl zobrazen nejlépe na rovnou plochu desku bez jakýchkoli vad, neboť je zapotřebí, aby vyšetřovaný viděl optotyp dobře, bez pokřivení celého obrazu. Většina projektorů je posazena na otočnou hlavici, aby mohl být obraz promítán i v horších prostorových podmínkách.[1, 6, 8]

Multifunkční projektor optotypů CS 100

Multifunkční projektor CS 100 je projekční optotyp, který dokáže velmi ostře a plynule zobrazovat vysoce kontrastní obrazy, přičemž se jednotlivé testy cyklicky střídají v rychlém sledu. Díky kompaktnímu provedení a systému náklonů se přístroj přizpůsobí všem prostorovým možnostem.[10]

- Obsahuje řadu užitečných testů, jako jsou Snellenovy znaky, fixační bod, testy pro binokulární vidění, dětské testy, atd.

- Má 2 specifické programovatelné testovací sekvence
- Součástí je široký výběr příslušenství: teleskopická čočka, projekční deska, nástěnné rameno.
- Možnost propojení s automatickým *foropterem APH 500*



Obr. CS 100⁽⁸⁾

6. Přístroje na objektivní refrakci

Většina následujících přístrojů je plně automatizována, tudíž optometrista nebo oftalmolog vykonává při vyšetření pacientova či klientova zraku minimum práce. Některé moderní přístroje jsou již schopny si sami nalézt střed zorničky a dané měření je rychlé a přesné.

6. 1. Automatické oční refraktometry

Automatické oční refraktometry, jinak také *autorefraktometry*, jsou přístroje, které se v dnešní době využívají na mnoha optometristických pracovištích. Přístroj je schopný rychle a zároveň přesně změřit objektivní refrakci oka. Jedním ze zástupců prvních *autorefraktometrů* byl *Nikon (Nikon NR 5100)*, u kterého je využito měření refrakčního stavu oka na principu dynamické skiaskopie. Přístroj přenáší přes pupilu (zorničku) vyšetřovaného oka světelnou štěrbinu. Pomocí dvou světelných detektorů, které je možno posouvat podél optické osy, se určí neutralizační bod. *Autorefraktometr* má opěrky na čelo a bradu pro snazší držení hlavy v jedné poloze, proto vyšetřovaný nemá tolik možností se hýbat a měření je pak přesnější.

Pacient se dívá do okuláru, ve kterém vidí obrázek (většinou se jedná o horkovzdušný létající balón umístěný na horizontu krajiny), na který se má zaměřit. Po krátkém, zhruba půlminutovém, vyhodnocení z refraktometru jsou vytištěny naměřené hodnoty. *Autorefraktometr* urychluje čas při zjišťování přibližných parametrů oka, aby mohl vyšetřující rovnou přejít k přesnějšímu určení refrakce a věnovat se více klientovi. Celé měření je naprosto bezkontaktní, tudíž optometristovi umožňuje změřit refrakci i u klientů, kteří během měření tolik nespolupracují.

Moderní automatické oční *refraktometry* se v posledních desetiletích značně změnily a liší se svým fyzikálně-optickým, elektronickým i optometristickým pojetím. Jedno však mají společné, využívají infračervené oblasti záření kolem 880nm, aby se vyloučilo oslnění oka vyšetřované osoby. Lidské oko je schopno vnímat světelné spektrum od 380nm do 720nm, tudíž při záření 880nm není klientovo oko oslněno, neboť záření klient vůbec nevnímá.

Z historického hlediska optometristických aspektů, lze dohledat tři základní vývojové stupně refraktometrů. U přístrojů první generace bylo možno objektivně určit pouze existující axiální refrakci, včetně proměření parametrů astigmatických očí. Přístroje druhé generace již umožňují vyjádřit změnu sférické refrakční složky z objektivně a subjektivně určených hodnot měření a dosahují žádoucího akomodačního uvolnění. Přístroje třetí generace poslouží již přímo k subjektivnímu dokorigování, po předchozím objektivním zjištění základních vstupních parametrů. Používají přitom metodiky Jacksonových zkřížených cylindrů, zamlžovací cylindrické metody, nebo komplementárních testů.[1, 5, 6, 7, 8]



Obr. NR 5100⁽⁹⁾

6. 2. Keratometr

Keratometry, dříve zvané *oftalmometry*, tvoří skupinu přístrojů, určených k měření zakřivení první plochy předního segmentu oka (rohovky). Tento údaj zajímá zejména kontaktology a optometry při aplikování kontaktních čoček. *Keratometrem* můžeme přesně změřit pravidelný rohovkový astigmatismus včetně orientace hlavních řezů a odhadovat i celkový stupeň astigmatismu, jakým je oko zatíženo.

První *oftalmometr* by zkonstruován v roce 1856 panem Helmholtzem. Jednalo se spíše o laboratorní přístroj s testovými značkami v pětimetrové vzdálenosti. Přístroj byl nevhodný pro praktické používání, i když vykazoval překvapivou přesnost při měření. Daleko více se proslavil a rozšířil *oftalmometr* zkonstruovaný panem Javalem a panem Schiötzem roku 1881. Známa je rovněž také Javalova podmínka, ze které lze z naměřeného rohovkového astigmatismu formulovat parametry astigmatismu, charakteristického pro celkový systém oka.

Moderní *keratometry* jsou již většinou zabudovány do *autorefraktometrů*, aby při objektivním měření oka byly zjištěny dioptrické hodnoty a zakřivení rohovky zároveň. V tomto případě se pak jedná o přístroj zvaný *autorefrakto-keratometr*.

Jako nástupcem *keratometru* můžeme brát moderní přístroj zvaný *rohovkový topograf*. Jedná se o přístroj, který zkoumá a měří rohovku v mnohem širším rozsahu, než jen určením zakřivení rohovky. Přístroj je schopný zachytit velmi individuální změny v oploštění rádiu rohovky od středu směrem do periferie. *Topograf* využívá tzv. Placidův kotouč (Placido-kotouč), u kterého je základem kulatý terč, sestávající se ze střídajících se světlých a tmavých mezikruží, s otvorem pro pozorování uprostřed (nejčastěji doplněný pozorovací lupou).

Moderní *topografy* jsou schopné vytvořit 3D obrazec klientovy rohovky, tudíž jsme schopni zjistit optickou mohutnost v každém místě rohovky a poznat, zda je na rohovce přítomný astigmatismus. *Topograf* také ukáže, skrze barevné provedení, o jaký typ astigmatismu se jedná. Zda je na rohovce astigmatismus podle pravidla či proti pravidlu. Na základě 3D obrazce můžeme zjistit, zda rohovka nemá nějaký defekt a zda je rovnoměrně zakřivená. V tomto případě je jedná konkrétně o keratokonus, kdy má rohovka specifické vyklenutí v centru v podobě vaku, který se může zvětšovat a navodit tím oku vysoký astigmatismus.

Moderní přístroje jsou dnes už konstruovány tak, že v sobě mohou mít více funkcí než jen *autorefraktometr*. Proto se vyrábějí přístroje, které jsou konstruovány, aby byly kombinací *autorefraktometru* a *keratometru* a v některých případech dokonce i *tonometru*. [1, 5, 6, 8, 20]

6. 3. AKR 700

AKR 700 je jeden z moderních přístrojů, který je právě kombinací *autorefraktometru* a *keratometru*. Jedná se tedy o *autorefrakto-keratometr* nejnovější generace, umožňující provádět vysoce kvalitní měření díky převratně ergonomickému designu a automatickému ovládání. Přístroj už v sobě nemá zabudovaný joystick pro pohyb a zaostřování, ale je ovládán skrze otočnou dotykovou obrazovku. Velkou výhodou otočné obrazovky je, že přístroj může být umístěn do rohu místnosti a nezabírá tolik prostoru a zároveň vyšetřující může stát vedle nebo klidně za klientem. *AKR 700* je plně automatizovaný přístroj, takže dokáže sám najít pozici druhé zornice, aniž by vyšetřující musel manuálně cokoliv posouvat.[10]

- Přístroj je adaptabilní na všechna prostředí
- Má rychlé a spolehlivé výsledky
- Je plně automatický
- Je schopen rozpoznat abnormální podmínky měření
- Má možnost propojení s *foropterem APH 500* pro automatický přenos dat objektivní refrakce



Obr. AKR 700⁽¹⁰⁾

6. 4. Tonometr

Tonometr se na optometristických pracovištích a na očních klinikách používá k měření nitroočního tlaku, neboť právě zvýšený nitrooční tlak je jedním ze základních rizikových faktorů pro glaukom.

Z fyzikálních zákonů je známé, že optimální přetlakovou nádobou je koule, na které se jakákoli působící síla rozloží zcela rovnoměrně. Lidské oko má svůj vlastní vnitřní – intraokulární (nitrooční) tlak, který je daný z produkce a také odtoku komorové tekutiny. *Tonometr* je pak přístroj pro objektivní měření tohoto nitroočního tlaku, neboť jeho patologické zvýšení vede k závažným očním chorobám, které mohou tento důležitý smyslový orgán nenávratně poškodit.[1, 6]

Goldmanův aplanační tonometr

Goldmanův aplanační tonometr se v minulosti prosadil při měření intraokulárního tlaku a hodně se používal zejména na očních klinikách nebo na jiných oftalmologických pracovištích. Je součástí *štěrbinové lampy* a používal se po anestezii rohovky, kdy pacient sedí.

Celé měření vychází z Fick-Imbertova zákona, který říká, že tlak P uvnitř pružné koule je roven síle F , kterou je nutno použít pro aplanování (oploštění) povrchu této koule plochou S . Oploštěná plocha je přitom volena tak velká, aby se vzájemně kompenzovalo pnutí slzného filmu s elasticitou samotné rohovky.

Na střed rohovky se přitlačuje skleněný kužel, jehož přední část má průměr zhruba 3mm. A měří, o kolik se rohovka oploští při určitém tlaku kuželu na rohovku.[1, 6]

Bezkontaktní tonometr

U předchozích typů očních *tonometrů* nebylo možné vyloučit zavlečení nějaké infekce do oka. Také běžné dezinfekční prostředky, které se používaly na očištění a ošetření měřící části tonometru, mohou za určitých okolností způsobovat komplikace na rohovce. Vzhledem k neustálému zvyšování nároků na hygienu byl v roce 1972 zkonstruován panem Grollmanem bezkontaktní tonometr, u kterého je měření ještě dále zjednodušeno.

Moderní bezkontaktní *tonometry* mají v boční části měřící hlavy dva světelné zdroje, které svítí na rohovku. Uprostřed měřící části se nachází vyústění vzduchové trysky. Z trysky je vyslán do vyšetřovaného oka proud vzduchu, který se odrazí zpět od rohovky a podle toho

jak se rohovka oploští, světelné zdroje vypočítají tlak uvnitř oka. Tento tlak je závislý na množství nitrooční tekutiny, která se v oku nachází. Pokud se jí vytvoří více, než jí stačí odtéci, nitrooční tlak se zvyšuje. Největším nebezpečím zvýšeného nitroočního tlaku je poškození zrakového nervu, tedy rozvoje zeleného zákalu (glaukomu).[1, 6]

Jedním z nejmodernějších zástupců je bezkontaktní tonometr od firmy TopCon zvaný *Comuterized Tonometr CT-IP*, který již neobsahuje joystick, ale je ovládán skrze otočnou obrazovku, takže je opět velmi prostorově úsporný. Přístroj je opět sám schopný nalézt pozici druhé pupily, takže optometrista nemusí složitě hledat pozici přístroje k nalezení středu pupily.

Dalším zástupcem a také konkurentem *tonometru CT-IP* je *tonometr* od firmy Huvitz. Jedná se o bezkontaktní tonometr *Huvitz HNT-700*, který je ovládán pomocí dvou malých rolerů vedle sebe. Je plně automatický a opět je schopen sám najít pozici pupily druhého oka.[20]

6. 5. Autorefrakto – kerato - tonometr TRK – 2P

Jedná se o přístroj nové generace firmy TopCon, ve kterém je zabudovaný *autorefraktometr, kerarometr, tonometr* a překvapivě také *pachymetr*.

Samotné *pachymetry* jsou přístroje, které slouží pro zjišťování tloušťky a kvality rohovky. Pomocí *pachymetru* je optometrista schopný zjistit, v jakém stavu je jednotlivá vrstva rohovky. Většinou jsou *pachymetry* připojeny jako součást *štěrbinových lamp*.

TRK – 2P je jedním z nejmodernějších přístrojů, který obsahuje 4 funkce zároveň. Je opět ovládán pomocí plně automatické otočné obrazovky. Velkou výhodou přístroje je právě to, že si vyšetřovaný během různých měření nemusí přesedat k jiným přístrojům, ale veškeré potřebné měření je vykonáno na jednom místě. Je plně kompatibilní s dalším počítačovým zařízením, takže je schopný přenášet data z měření přímo do databáze v počítači.

Velkým konkurentem *TRK – 2P* je přístroj *AKR medica 500*, který je prodáván firmou Essilor. *AKR 500* obsahuje také 4 hlavní funkce, ale je ovládán manuálním joystickem.[20]



Obr. TRK – 2P⁽¹¹⁾

6. 6. Štěrbínová lampa

Štěrbínová lampa je speciálně upravený binokulární mikroskop, který umožňuje optometristovi a oftalmologovi dokonale sledovat přední segment celého oka (rohovku) a následně i nahlédnout dovnitř oka a podrobně tak vyšetřit jeho jednotlivé části. Jedná se o přístroj, který je jedním z nejpoužívanějších a zároveň nejpotřebnějších jak na optometristickém pracovišti, tak i na očních klinikách.

Pacient si při vyšetření opře čelo a bradu o speciální konstrukci a optometrista či oftalmolog postupně prohlédne obě oči. Zejména na očních klinikách je občas nutné pro lepší přehlednost nakapat do oka tzv. cykloplegika (oční kapky, které rozšiřují zornici). Na základě rozšířené zornice je vyšetřující schopen zjistit, v jakém stavu se nachází pacientova nitrooční čočka. Okolo 60. roku života se většinou nitrooční čočka začne kalit (šedý zákal) a zhoršuje tak pacientovo vidění. Pomocí mydriázy (rozšířený stav zornice) a *štěrbínové lampy* je vyšetřující schopen určit, v jakém stadiu zákalu se nitrooční čočka nachází. Zkušený optometrista a oftalmologové jsou schopni se podívat i na zadní segment oka (sítnice). Pomocí tzv. Volkové čočky (biomikroskopická čočka), kterou vyšetřující drží mezi mikroskopem a pacientovým okem, je ve *štěrbínové lampě* vidět povrch sítnice. Výhodou tohoto vyšetření je prostorové vidění vyšetřujícího, neboť vyšetřující zapojuje do činnosti obě oči. Volkova čočka je do určité míry schopna simulovat funkci *funfuskamery*, která nám poskytne rovnou fotku sítnice, ale bez prostorového vidění.

Široká zornice i po skončení vyšetření zpravidla zhoršuje pacientovo vidění do blízka a zvyšuje jeho citlivost na světlo, takže je pacient po vyšetření světloplachý. Tyto příznaky však vyprchají spolu s účinkem cykloplegik do několika hodin. Pro používání cykloplegik jsou kompetentní pouze oftalmologové a nikoli optometristé.

Moderní *štěrbinové lampy* v sobě mají zabudovanou kameru a ta je napojena na počítač či na televizi, takže je optometrista schopen dělat fotografické záznamy a pozorovat tak určité změny. Jedním z moderních zástupců je *štěrbinová lampa SL 7 Medica* od firmy Essilor.[1, 4, 6, 7, 8]

SL 7 Medica

Štěrbinová lampa SL 7 Medica je určena pro profesionály, kteří chtějí vykonávat kompletní oční vyšetření. Díky široké řadě filtrů, možností zvětšení a dalším volitelným prvkům, které má *štěrbinová lampa* v sobě zabudované, se jedná o přístroj, jenž určuje trend ve svém oboru.

Součástí *štěrbinové lampy* může být i malé přídavné osvětlení, pokud intenzita světla vysílaná *štěrbinovou lampou* nestačí. Důležitým prvkem jsou barevné filtry, které nám *štěrbinová lampa* poskytuje. Zejména se jedná o kobaltový modrý a žlutý filtr, které se používají při měření a zjišťování kvality slzného filmu po použití fluoresceinového barviva na oku. *SL 7 Medica* nabízí i možnost přídavného pozorovacího tubusu, který slouží jako objektiv pro dalšího pozorovatele pacientova oka.[10]

- Má vynikající obraz a podání barev díky systému binokulární konvergence
- Umožňuje vyšetřit mnoho struktur oka (rohovku, oční čočku, sítnici, atd.) díky možnosti naklánění světelného zdroje, četnému nastavení štěrbinu a intenzity světla
- Nabízí 5 úrovní zvětšení: 6x, 10x, 16x, 25x a 60x
- V kombinaci s integrovaným kamerovým systémem je možnost pořizování snímků a videosekvencí



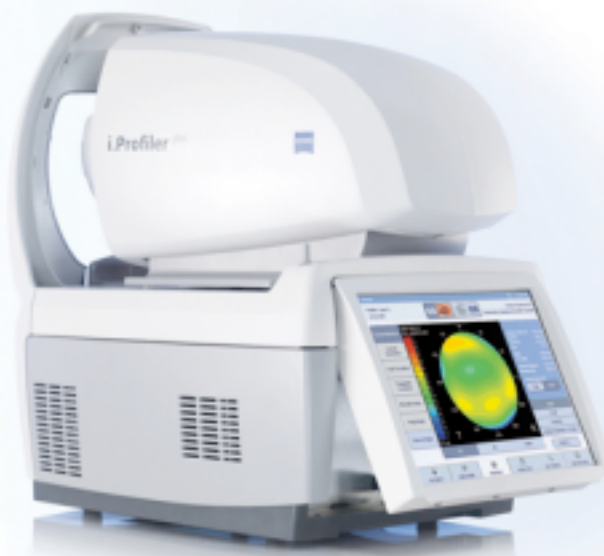
Obr. SL 7 Medica⁽¹²⁾

6. 7. I Profiler

I. Profiler je první přístroj svého druhu používající wavefront technologii v oblasti korekce zraku. Představuje kombinaci *autorefraktometru*, *keratometru*, topografu a *wavefront aberometru*. Je to plně automatický analytický přístroj, který umí měřit aberace vyšších řádů.

I. Profiler získává data nezbytná pro výběr a výrobu individuální brýlové čočky optimálně přizpůsobených potřebám klienta. Používá při měření objektivní refrakce 3D automatického zaměřování s použitím 1500 zaměřovacích bodů a automatické změny měření pravého a levého oka. U nejnovějšího provedení přístroje (*I. Profiler plus*) je široká dotyková obrazovka, pomocí které se ovládá.

Výsledkem měření u běžných *autorefraktometrů* je standardní objektivní refrakce oka v kombinaci sféra, cylindr a osa. Tato korekce je získána běžně z měření v rámci šířky pupily od průměru 3,3 – 3,5mm. *I. Profiler* naproti tomu provádí měření z celého rozsahu pupily (i širší než 3,5mm). Při wavefront měření je klientova sítnice oslněna úzkým infračerveným paprskem nízké intenzity, který se od sítnice rozptýlí a po modulaci optickými vadami oka je detekován speciálním senzorem. Naměřená data umožňují vypočítat optimální refrakční stavy oka při různě otevřené pupile a také graficky znázornit výskyt konkrétních aberací měřeného oka.[16]



Obr. I. Profiler⁽¹³⁾

6. 8. Visiotest

Visiotest je přístroj určený pro rychlé, orientační, vyšetření zraku a zrakových funkcí (naturální vizus do dálky i do blízka, přítomnost astigmatismu, kontrastní citlivost, okohybné odchylky, barvocit, prostorové vidění, zorné pole), prodáváný firmou Essilor. Přístroj byl vyvinut pouze pro orientační vyšetření a obsahuje 12 testových obrazců (optotypů).[10]

- Test na uvolnění akomodace
- Optotyp na dálku pro pravé oko a astigmatický vějíř
- Duochromatický (červeno – zelený test) pro pravé oko
- Optotypy na dálku pro levé oko a astigmatický vějíř
- Duochromatický (červeno – zelený) test pro levé oko
- Optotyp na dálku pro obě oči
- Test na vyváženost binokulárního vidění
- Test na kontrastní citlivost
- Test stereopse (prostorové vidění)
- Ishiharův test
- Optotyp na blízko pro obě oči
- Test na vyšetření horizontální linie zorného pole



Obr. Visiotest⁽¹⁴⁾

Pro stanovení optimálních výsledků, je třeba dodržet určité podmínky, díky kterým by mohlo dojít ke zkreslení naměřených hodnot. Samozřejmě při měření nesmí dojít k oslňování vyšetřovaného. Dále je důležitá poloha vyšetřovaného a nastavení *Visiotestu*. K nastavení výšky slouží tlačítko umístěné na základně přístroje. Vyšetřovaný by měl sedět pohodlně, toto nastavení se provádí ještě před zahájením vyšetření.

Opěrka na čelo slouží zároveň jako spínač osvětlení testů. K osvětlení předloženého testu dojde pouze tehdy, pokud je opěrka stlačena. Tato funkce zaručuje konstantní vyšetřovací vzdálenost během všech testů.

Visiotest má dvě fyziologické osy. Osu pro vidění do dálky a osu pro vidění do blízka. Úhel mezi těmito osami je 30° , což znamená, že při přechodu z testů určených do dálky na optotyp do blízka musí vyšetřovaný o 30° sklonit oči. Konstrukce testů do dálky je na 5m a do blízka na 33cm.

Dvířka nacházející se na levé i pravé straně přístroje umožňují sledovat testy, které jsou právě promítány. Na vnitřní straně dvířek je umístěno i ukazovátko, které může optometrsta použít k ukazování v daném testu, například může ukázat přímo na řádek, který by chtěl, aby vyšetřovaný přečetl.

Dvířka nacházející se na zadní straně *Visiotestu* slouží k servisním účelům.

Tlačítko nacházející se v horní části přístroje slouží ke vložení přídavné čočky o hodnotě +1D. Vkládá se do osy pro vidění do dálky, tudíž slouží pro účely testování vidění do dálky a určení výskytu latentní hypermetropie.

Důležité je během měření s vyšetřovaným komunikovat a zaznamenávat si údaje potřebné ke kontrole refrakce (visus, atd.).[15]

Test na uvolnění akomodace

Tento obrazec vyšetřovaný vidí prostorově z důvodu nestejného obrazu promítaného do pravého a levého oka. Při tomto testu optometrsta seznámí vyšetřovaného s testy, zatím co on fixuje na horu, přičemž dochází k uvolnění akomodace. Důležité je, aby se po tomto testu vyšetřovaný díval již pouze na testy a neodkláněl se od přístroje z důvodu možnosti opětovného zapojení akomodace, tudíž ke zkreslení naměřených hodnot nemůže dojít.

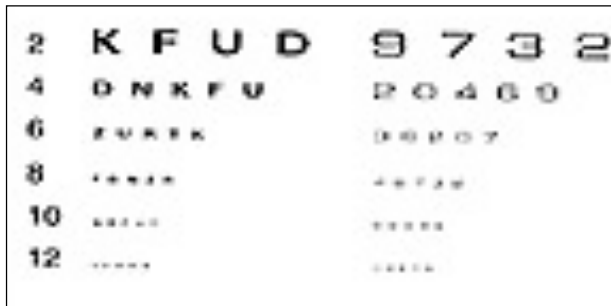


Obr. Test na uvolnění akomodace⁽¹⁵⁾

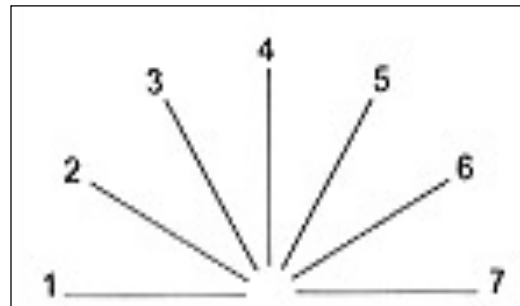
Optotyp na dálku a astigmatický vějíř

Při předřazení testu dojde k zaclonění levého oka, takže vyšetřovaný se dívá monokulárně (jedním okem) pouze okem pravým. Optotyp je složen z 6 řádků označených na levé straně čísly 2, 4, 6, 8, 10, 12 odpovídající visům 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 1,0; 1,2. Každý řádek obsahuje znaky v podobě písmen a čísel.

Dále se zde ve spodní části testu nachází astigmatický vějíř, sloužící ke zjištění přítomnosti astigmatismu pravého oka. Skládá se ze 7 paprsků označených čísly, kde úkolem vyšetřovaného je označit nejtmaší paprsek, který si optometrsta zaznamená.



Obr. Optotyp na dálku pro pravé oko⁽¹⁶⁾

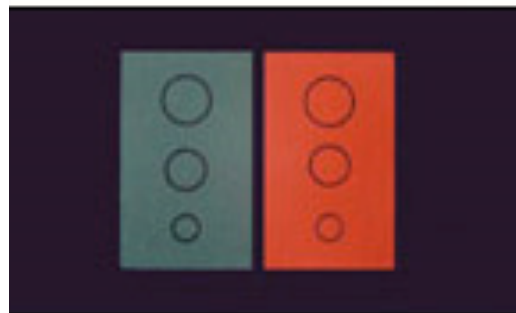


Obr. Astigmatický vějíř⁽¹⁷⁾

Duochromatický (červeno – zelený) test pro pravé oko

Tento test napomáhá ke zjištění důležité informace o pacientově tendenci k hypermetropii nebo myopii. Umožňuje dokonce zjištění správného vyvážení korekční pomůcky, kterou by mohl vyšetřovaný používat.

Test obsahuje tři kroužky. Velikost těchto tří kroužků přibližně odpovídá zrakové ostrosti (visu) 0,25 – 0,35 – 0,4. Zde je úkolem určit, na kterém pozadí mají kroužky větší ostrost, kde jsou kontrastnější. Při uvedení, že na zeleném podkladu, víme, že vyšetřovaný má tendenci k hypermetropii. Musíme brát v potaz, že tento test, je pouze orientační a nemusí vždy poskytovat validní informace. Může být ovlivněn barvoslepostí (daltonismu), akomodačním spazmem, nastavení sítnice na určitou vlnovou délku a jiné.



Obr. Duochromatický test⁽¹⁸⁾

Optotyp na dálku pro levé oko a astigmatický vějíř

Tento test odpovídá stejnému složení jako test pro oko pravé, pouze s tím rozdílem, že zde jsou pouze jiné znaky a je zde zacloněno oko pravé. Ve spodní části se opět nachází astigmatický vějíř. Optometrsta si opět zapíše řádek s nejlepším visem vyšetřovaného.

Duochromatický (červeno – zelený) test pro levé oko

Test odpovídá složení duochromatického testu pro oko pravé. Velikost kroužků je také 0,25 – 0,35 – 0,4.

Optotyp na dálku pro obě oči

Skládá se opět ze šesti řádků odpovídajícím hodnotě vízu 0,2 – 0,4 – 0,6 – 0,8 – 1,0 – 1,2. Rozdílem jsou opět jiná písmena a číslo, aby si je vyšetřovaný nemohl zapamatovat.

2	OFZK	9430
4	EXDNR	67249
6	TKPUH	70362
8	XORPF	42697
10	DNETU	03426
12	HXRZE	29073

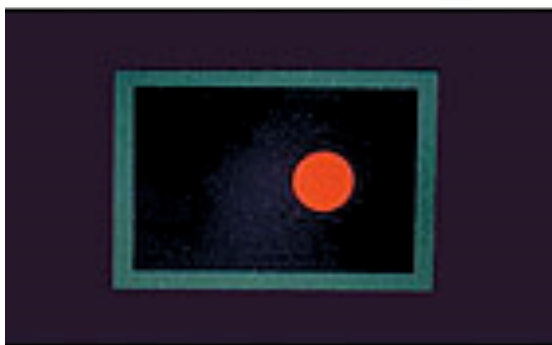
Obr. Optotyp na dálku pro obě oči⁽¹⁹⁾

Test na vyšetření binokulárního vidění

Úkolem tohoto testu je stanovit okulomotorickou nerovnováhu při vidění do dálky za použití červené tečky v zeleném obdélníku. Levé oko dívající se přes zelený filtr vidí pouze zelený obdélník a pravé oko, dívající se přes červený filtr vidí pouze červenou tečku.

Jelikož jsou oba obrazy pozorovány nezávisle jeden na druhém (disociace obrazů), oči přecházejí do polohy fyziologického odpočinku. Toto vyvolává dojem pohybu červené tečky. Pohyb tečky vzhledem k obdélníku je úměrný úhlu zrakových os fyziologického odpočinku.

Při přítomnosti strabismu (šilhání) je rozsah testu 6 prizmatických dioptrií (včetně tloušťky obvodové lišty obdélníku) při exoforii a 2 prizmatických dioptrií (opět včetně tloušťky obvodové lišty) při esoforii. Při vertikální forii +/- 1D. Optometrista zaznamenává polohu tečky vůči obdélníku, která by se v optimálním případě měla zobrazit uprostřed obdélníku. Bohužel Visiotest neobsahuje známý test Humphreysovy zamlžovací metody, kdy se před jedno oko předloží +0,75D a měří se s +/-0,25D binokulární rovnováha.



Obr. Test na vyšetření binokulárního vidění⁽²⁰⁾

Test na kontrastní citlivost

Zrakovou ostrost obvykle měříme za pomoci černé stupnice na bílém pozadí. Pokud je objekt černý, má takřka nulovou nebo nulovou světlost. Kontrast se proto rovná nebo téměř rovná 1 (100%). Z toho vyplývá, že čím víc je objekt osvětlený, tím víc kontrast klesá.

Tento test se skládá ze tří řádků s písmeny a čísly pro měření zrakové ostrosti 0,4 – 0,6 – 0,8. Jednotlivé řádky mají tři různé kontrastní hodnoty, a to 0,6 – 0,4 – 0,2. Jednotlivá písmena a znaky postavené v obdélnících mají zhoršující se citlivost. Intenzita osvětlení je přibližně 200cd/m². Vyšetřovaný s normálním kontrastním viděním by podle výrobce měl přečíst vše kromě řádku 0,8 při kontrastu 0,2, což jsou mezní hodnoty křivky při visu 1,0 a kontrastu 1.

	0,6	0,4	0,2
4	EK30	TN79	XH26
6	XT74	KF20	NU93
8	UF29	HX46	ET70

Obr. Tabulka na vyšetření kontrastní citlivosti⁽²¹⁾

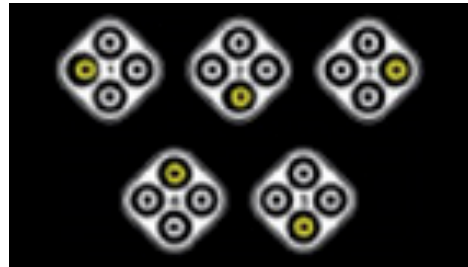
Test stereopse (prostorové vidění)

Obraz prostorového, trojrozměrného předmětu se na sítnici vykreslí na dvojrozměrné ploše, tudíž k dokonalé reprodukci okolního světla chybí jeden rozměr. Při současném použití obrazů na dvou nezávislých plochách sítnice (pravého a levého oka) se vytváří třetí rozměr, protože perspektiva obou obrazů na sítnici se mírně liší v důsledku dvou různých úhlů pohledu pravého a levého oka.

Jestliže je objekt AB pozorován pravým okem pod úhlem α_r nebo levým okem pod úhlem α_l , který je odlišný od α_r , pak můžeme říct, že stereoskopická zraková ostrost je nejmenší vzdálenost mezi úhly α_r a α_l , kterou jsme schopni vnímat.

Růzností těchto dvou obrazů na sítnici lze vyjádřit prostorové vidění jako binokulární stereoskopickou zrakovou ostrost. Vnímání hloubky se obvykle udává v obloukových sekundách.

Test nacházející se ve *Visiotestu* se skládá z pěti skupin čtyř černých kroužků, které mají ve svém středu černou tečku. Jednotlivé skupiny, označené pod čísly 1 až 5, mají 3 kroužky umístěny ve stejné rovině. Čtvrtý je umístěn v jiné rovině.



Obr. Test na prostorové vidění⁽²²⁾

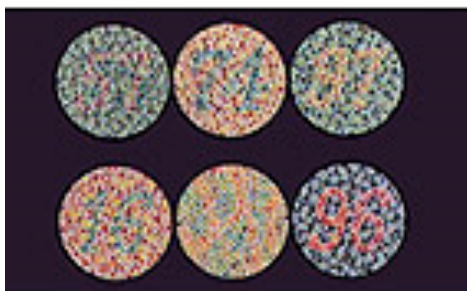
Jestliže bereme nejvzdálenější tečku jako referenční bod, odpovídá zraková ostrost pro stereoskopické vidění těmto hodnotám:

- skupina 1:400''
- skupina 2:200''
- skupina 3:100''
- skupina 4:70''
- skupina 5:50''

Ishiharův test

Ověřuje, zda schopnost barevného vnímání odpovídá chromatickému standardu, který stanovil Dr. Ishihara.

V testu je použito 6 kruhových destiček. V jednotlivých destičkách jsou v pěti případech dvoumístná čísla a v jednom není žádné.



Obr. Ishiharův test⁽²³⁾

Optotyp na blízko

Při tomto měření musí vyšetřovaný sklopit oči (o 33°) a pozorovat optotyp v ose dívání do blízka. Test se skládá ze šesti řádků a umožňuje určit poruchu akomodace ať už fyziologickou či získanou. Vyšetření je prováděno binokulárně a optometrista zaznamenává hodnotu visu odpovídajícího nejmenšímu přečtenému řádku.

Test na vyšetření horizontální linie zorného pole

Tento test slouží k orientačnímu vyšetření horizontálního zrakového pole a nedá se srovnávat s vyšetřením na *perimetru*.

Podstatou testu je za pomoci blikajících diod, jejichž barva odpovídá maximální citlivosti oka, tzv. periferní stimulace. Vyšetření se provádí pro každé oko jednotlivě. Při fixaci červené tečky, nacházející se v ose *Visiotestu* pro dívání se do dálky, postupně na dálkovém ovládní, stiskem klávesy, aktivujeme jednotlivé diody pod čísly 100, 90, 80, 70, 60 a N. Úhel zobrazení vzhledem k zrakové ose odpovídá úhlu vyznačenému na stisknuté klávese. Klávesou N můžeme zkontrolovat zrakové pole v nazální části. [11]

7. Moderní přístroje měřící centrační parametry oka

V dnešní době se zhotovují brýlové korekce na základě centračních parametrů oka. Aby mohl optometrista zhotovit brýle, potřebuje znát nejen parametry obruby, do které bude zabrušovat brýlovou čočku, ale také oční rozstup pupil (střed zornice) a výškovou centraci pupil. A právě tyto potřebné parametry nám poskytují moderní věže.

V oboru optometrie se v minulosti pojem „přístroje měřící centrační parametry“ skoro vůbec nevyskytoval. Jedním ze základních přístrojů na měření očního rozestupu byl a neustále je pupilometr (PD metr). PD metr je digitálním nástupcem klasického pravítka, ale je mnohem přesnější a rychlejší. Přístroj je přenosný a přikládá se dotyčným na kořen nosu. Dotyčný se pak kouká na fixační bod (většinou se jedná o pestře zelený bod na bílém pozadí). Optometrista v objektivu přístroje detekuje malé svislé přímky a pomocí dvou tlačítek dostane přímky do pozice pupil dotyčného. U digitálních PD metrů se pak vzdálenosti dvou malých přímek zobrazí na displeji v horní části přístroje. Vzdálenosti obou pupil od kořene nosu jsou dány v mm a většinou se mohou o 1mm lišit, neboť málo kdo má dokonale symetrický obličej.

Dalším potřebným parametrem je výšková centrace brýlové čočky na pupilu. Dříve se tato centrace prováděla ručně. Dotyčný si nasadil obrubu na obličej a optometrista se postavil zhruba 1m před něj. Dotyčný se pak monokulárně (jedním okem) díval do pupily optometristy a ten ručně zakreslil na krycí fólii bod, který udával, v jaké výšce se bude optická osa brýlové čočky nacházet. Optometrista pak změřil vzdálenost od spodního okraje očnice dané brýle k zakreslenému bodu. Nezbytné bylo, aby jak dotyčný, tak i optometrista měli oči ve stejné výšce, aby nedocházelo k decentraci optického středu čočky k pupile.

Poslední bylo měření parametrů dané obruby. Důležité bylo zjistit šířku očnice a její hloubku (výšku). Na základě velikosti očnice se pak dalo určit jaký je potřebný průměr brýlové čočky k zabroušení do očnic.

Jelikož celé měření nezbytně nutných parametrů bylo zdlouhavé, tak se v dnešní době používají moderní věže, které dokonale simulují každou část měření. Jedním ze zástupců je např. Visioffice 2 od firmy Essilor nebo jeho konkurent I. Terminál II od firmy Carl Zeiss.[1, 2, 3, 14, 15]

7. 1. Visioffice 2

Je to přístroj s kamerovým systémem, prodáváný firmou Essilor, který je schopný individuálně vyměřit potřebné parametry, které potřebuje optometrista zjistit. Přístroj je obdélníkového úzkého tvaru s manuální otočnou obratovkou na boku, jejíž pomocí se také ovládá. Celý střední panel přístroje se skládá z posuvného kamerového systému, který snímá pozici určitých bodů na obrubě, která je nasazena dotyčným na obličej. Celý kamerový systém je kryt průhledným zrcadlem se zadním průhledem. Kamera se pohybuje od výšky 0,8m až do 2,2m, takže je schopna vyměřit parametry nejen u dětí, ale i u abnormálně vysokých lidí.

Celý přístroj je velmi skladný, neboť jeho základna je 70cm široká a 50cm hluboká. Samotné tělo je široké zhruba 40cm a hluboké necelých 30cm, takže je ideální postavit celý přístroj do rohu místnosti.

Visioffice 2 má několik praktických a zároveň důležitých funkcí. Je schopen změřit oční rozestup (PD), výškovou centraci obou pupil, otočný bod každého oka (ERC), dominantní oko, poměr pohybu hlavy ku pohybu očí, úhel náklonu hlavy, zakřivení dané obruby a inklinanční úhel obruby.

Přístroj funguje i na principu klasického fotoaparátu a kamery, takže se dotyčný může přístrojem vyfotografovat a fotku nebo video si nechat poslat na svůj e-mail. Zejména tato vlastnost se hodí v situaci, kdy zákazník váhá mezi různými obrubami.

Celý přístroj ovládá optometrista z boku pomocí otočné dotykové obrazovky. Nahraný software je velmi jednoduchý a přehledný. Automaticky ukládá data všech zákazníků, kteří absolvují měření. Na základě každého měření a vyplnění potřebných dioptrií pro korekci, přístroj pošle do tiskárny soubor, který funguje už jako objednávkový formulář brýlových čoček, což optometristovi velmi usnadňuje práci. Celý software obsahuje také přehled všech produktů firmy Essilor, takže s jeho pomocí se také doporučuje ideální a zároveň nejvhodnější brýlová čočka.[15]



Obr. Visiooffice 2⁽²⁴⁾

Průběh měření Visiofficem 2

Celé měření začíná tím, že se na danou obrubu nasadí speciální klip, který má 6 fixačních bodů. Na základě detekce všech 6-ti bodů kamerou může měření začít. Dotyčný se postaví přímo naproti kameře ve vzdálenosti 1,0m a v zrcadle sleduje binokulárně (oběma očima) kořen svého nosu. Kamera detekuje první 4 body a na základě světelného reflexu, který je způsoben paprskem světla z kamery, v pupilách určí oční rozestup a výškovou centraci. Další měření probíhá pootočením hlavy dotyčného o 45° do strany s neustálým fixováním obou očí na kořen svého nosu, kdy kamera detekuje zbylé 2 body, které jsou na boku klipu. Na základě tohoto měření přístroj vyhodnotí poměr otáčení hlavy ku otáčení očí. Následuje měření, které zjišťuje dominanci očí. Dotyčný se vzdálí od přístroje o necelých 50cm a vezme si do natažených rukou čtecí tabulku, ve které je otvor. Dotyčný se dívá skrze otvor na fixační bod, který se nachází ve spodní části přístroje pod kamerovým systémem. Přístroj vyhodnotí, zda je přítomnost dominance pravého či levého oka. Další a poslední částí je vyměřování čtecí vzdálenosti, která je důležitá zejména při zhotovování multifokálních brýlových čoček. Dotyčný stojí ve stejné vzdálenosti a tabulku si dá do pozice, ve které by s potřebnou korekcí chtěl číst. Kamera tyto údaje opět zaznamená a vypočítá vzdálenost. Většinou je to mezi 35 – 45cm.

Celé proces vyměřování trvá přibližně 3 minuty.[15]

„Boxing“

Tzv. „Boxing“ už se samotného měření netýká, ale na jeho základě je optometrista schopný objednat potřebné brýlové čočky o určitém průměru. Optometrista na obrazovce upravuje křivky a velikost obruby a velikost obou očnic. Po tomto „boxingu“ následuje vyplnění zákaznickovy korekce a samotný tisk dokumentu, který se dá odeslat dodavateli brýlových čoček e-mailem nebo faxem.[15]

8. Přístroje zhotovující brýlovou korekci

Výsledkem naměřených hodnot optometristou (dioptrií, parametry centrace) je zhotovení brýlí. Proto, aby mohl optometrista brýle finálně zhotovit, potřebuje brus brýlových čoček, neboť každý polotovar brýlové čočky má kulatý tvar od průměru cca 45 – 75mm, záleží na objednaném průměru čočky u dodavatele. Stroj daný tvar zabrousí do potřebného tvaru.[1, 2, 3, 7, 10]

8. 1. Ruční brus

Dříve byl základem malý ruční brus nazývaný „bejbina“, který měl pouze jeden kotouč. Celý proces broušení vykonával optik či optometrista sám bez pomoci jakéhokoliv přístroje. Optometrista si obkreslil tvar očnice s potřebnou centrací na brýlovou čočku. Poté požadovaný tvar ořízl diamantovým kolečkem a kleštěmi olámал nadbytečné části. Pak začal nahrubo opracovanou čočku ručně brousit. Na již zmiňovaném kotouči se nacházely někdy i 4 brusné plochy. První plocha byla určena pro hrubé obroušení. Povrch plochy byl velmi drsný a obsahoval malé části diamantu. Další plocha se většinou používala na dokorigování správného tvaru čočky. Další část kotouče se pak používala na velmi jemné obrušování a dokončování potřebného tvaru, popřípadě se využívala na vytvoření ochranné fazety na obou stranách brýlové čočky. Další a také poslední plochou kotouče byla část, kde optometrista vytvářel střežovou fazetu, která sloužila k upevnění čočky v očnici dané brýlové obruby. Při broušení ochranné fazety musel optometrista držet čočku zhruba v 45° náklonu k ploše kotouče. U obrub na obvodové vázání, kde musí být v čočce úzká drážka na upevnění silonu, se pak používal drážkovač, který měl možnost nastavit různou šířku a hloubku drážky. Po celém procesu už následovalo jen vsazení čočky do obruby.[1, 2, 3, 4, 10]

8. 2. Šablonové brusy

Velkým přínosem pro práci optometristy bylo na počátku 70. let minulého století zavádění nových strojů na šablonové broušení čoček. Tyto stroje pracovali na principu broušení výsledného tvaru brýlové čočky pomocí šablony, která co nejpřesněji kopírovala velikost a tvar čočky, která se poté vkládala do brýlové očníce. Šablonu si musel nejdříve ručně zhotovit sám optometrista, později i tento proces nahradil stroj zvaný „šablonovačka, který vyrobil šablonu dle folie, která byla součástí požadované obruby. Tento postup výrazně zrychlil celý proces zhotovování korekční pomůcky. Tyto stroje měli původně dva obráběcí kotouče, předbrušovací diamantový kotouč na hrubé obrábění čočky a jemný dokončovací kotouč s drážkou na střechovou fazetu pro finální úpravu čočky.

Postupně docházelo ke zdokonalování opracování čoček, přidávali se další kotouče, například na obrábění plastových čoček, samostatný kotouč na Kaiser fazetu (speciální střechová fazeta u vyšších dioptrií) a konečně kotouč na krycí fazetu (finální dokončení úpravy čočky).

Nejvíce se na optikách pracovalo na strojích firmy Weco, dále byly zastoupeny ještě značky Optossupan a japonské stroje Tacubomatic Wotana.

Tyto stroje byli prvním krokem k dokonalejší výrobě brýlí bez námahy ručního broušení.[1, 2, 3, 4, 10]

8. 3 Automatické brusy

Automatické brusy byly na přelomu nového století velkým technickým pokrokem. Velkou část optometristovi práce při broušení čoček tak vykonává právě samotný přístroj bez jakékoli pomoci. Nejmodernější automatické brusy se většinou skládají z 2 hlavních přístrojů. První přístroj je centrační věž, která primárně skenuje tvar očníce, a druhý přístroj je samotný automatický brus. U celoobrubby centrační věž nasnímá tvary obou očnic a sama vyhodnotí jejich parametry. U poloobrubby či u vrtaných brýlí si věž nasnímá nebo vyfotí tvar pouze jedné očníce.

Moderní věže jsou většinou ovládány tlačítky, která se nacházejí pod obrazovkou. Nebo mají digitální dotykovou obrazovku, pomocí níž se ovládají. Věže pak pomocí otočného ramene přitisknou na čočku posiblock (speciální špunt, kterým je v brusku čočka upevněna, aby se při broušení nestáčela).

V dnešní době se vyrábí i centrační věže, které v sobě mají zabudovaný *fokometr*. Za normální situace si musí optometrista brýlovou čočku nacentrovat (označit si optický střed čočky, popřípadě osu astigmatismu) právě pomocí *fokometru* a pak jí vložit do určité pozice ve věži. Moderní věže s integrovaným *fokometrem* optometristovi usnadňují a urychlují celou činnost centrování tím, že tyto činnosti vykonává sama.

Optometrista do věže zadá centrační parametry zákazníka (oční rozestup a výškovou centraci) a věž sama vypočítá, v jaké pozici má čočka být před přilepením posiblocku.

Když je čočka nacentrovaná, tak se vkládá do brusů. V místě broušení se nacházejí dva kovové držáky, které drží z jedné strany posiblock a z druhé přímo zadní plochu čočky. Oba držáky se při broušení natáčí tak, aby stroj čočku zbrousil do potřebného tvaru.

Samotný brus má většinou 4 kotouče. Každý kotouč má podobnou vlastnost a funkci jako jednotlivé plochy na již zmiňovaných „bejbynáčích“. První kotouč funguje jako hrubý odstraňovač přebytečného materiálu čočky. Moderní brusy v sobě mají zabudovaný frézový vrták, který zastupuje činnost prvního kotouče a také odstraňuje přebytečný materiál. Další kotouč je na jemnější obrusování a čočku opracovává do přesnějšího tvaru včetně střeškové nebo jiné fazety. Třetí kotouč zastává funkci leštící, kdy je zapotřebí (u poloobrůb či u vrtaných obrůb) okraje čočky vyleštit.

Součástí moderních brusů je i malý kotouč, který zhotovuje krycí fazety na obou stranách čočky, aby nedocházelo k vyštípávání jejich okrajů. Dalším důležitým prvkem je i kotouč na vytvoření drážky v okrajích čočky (pro vázané obruby). Kvalitnější brusy jsou vybaveny i vrtákem, který vytváří malé otvory v periférii čočky. Toto je důležité u zhotovování vrtaných obrůb, kdy si optometrista může u brusů nastavit sklon vrtání a velikost otvorů pro přesné sesazení jednotlivých segmentů brýle.

Celý proces broušení trvá zhruba 3 – 4 minuty, tudíž se v kvalitních optikách můžeme setkávat se situacemi, kdy si zákazník na zabroušení čoček do svých vlastních brýlí může osobně počkat.[2, 3, 10]

Mr. Blue 2

Automatický brus *Mr. Blue 2* je momentálně nejmodernější automatický brus na optickém trhu. Obsahuje nejen veškerý sortiment, který byl již zmíněn u automatických brusů, ale i několik dalších funkcí.

Nedílnou součástí brusu jsou i kotouče, které umí brousit všechny potřebné materiály o různých indexech lomu (skleněné čočky – minerál s indexem lomu 1,5 - 1,9, plast o indexu lomu 1,5, trivex o indexu 1,53, polykarbonát o indexu 1,59, plast o indexu 1,6; 1,67; 1,74).

Jak centrační věž, tak i samotný brus je ovládán pomocí polohovatelné dotykové obrazovky, která se nachází v horní části přístroje. Díky tomu má optometrista ve spodní části dostatek prostoru pro manipulaci s obrubou a čočkami.

Díky binokulárnímu 3D scanování obruby až do báze 9 a automatickému přizpůsobení centračních dat je čočka ještě přesněji zabroušena.

Brus dokáže dokonale kontrolovat osu otáčení brýlové čočky díky nové hybridní brousící technologii. Tato technologie se proslavila tím, že se při procesu broušení kombinuje činnost brusných kotoučů a frézovacího nástroje. Díky tomu se brus ideálně přizpůsobí pro opracování čočky s vyšším zakřivením.

Vrtací a drážkovací nástroje se dají naklonit až do úhlu 30°, díky tomu se bezpečně opracují čočky až do báze 10. Křivka a výška vybroušené fazety je v různých místech optimalizována pro bezpečné uchycení bez zbytečného tlaku na čočku.

Mr. Blue 2 využívá novou technologii broušení FIT – 4 – Frame se speciálním brousícím kotoučem. Jedná se o technologii pro estetické a snadné opracování fazety. Trajektorie fazety pro vysoce zakřivené čočky se automaticky přizpůsobí bázi obruby. Její pozice se dá přizpůsobit pro práci s těmi nejsilnějšími brýlovými čočkami. Výšky fazety jsou optimalizovány tak, aby přesně kopírovaly tvar obruby.

Velkým odlišením od jiných konkurenčních brusů je nový systém M'EYE Sign. Systém M'EYE Sign otevírá nové možnosti nejen pro přizpůsobování tvaru, ale i pro gravírování brýlových čoček. Tato možnost nabízí vyrytí obrázků či textu do periferie čočky. Pomocí počítačového softwaru optometrista zadá typ, tvar a velikost obrázku nebo textu a pomocí vrtacího zařízení se do čočky vyryje potřebný útvar. V základní nabídce jsou např. Golfové hole, logo sluchátek, srdce apod.

Díky systému Essibox je *Mr. Blue 2* lehce propojitelný s jiným softwarem a dalšími přístroji v optické dílně. Získané údaje o centraci stačí zadávat pouze jednou.[15]



Obr. Mr. Blue 2⁽²⁵⁾

9. Závěr

V této převratné době plné změn jsem se snažil zachytit veškeré nové trendy, kterými se obor optometrie zabývá. Celosvětoví výrobci se neustále snaží o zdokonalování veškerého přístrojového vybavení, aby výsledný produkt byl spolehlivý a přesný nejen pro optometristy či oftalmology, kteří s ním pracují, ale také pohodlný a komfortní pro klienty či pacienty, kteří jsou na něm měřeni. Každý měsíc se na světovém optickém trhu objevují nové a převratné přístroje. Proto je potřebné, se neustále do vzdělávat a sledovat poslední vývoj v této oblasti, abychom mohli koncovým zákazníkům poskytnout maximální službu spojenou s profesionálním přístupem a nejmodernějším přístrojovým vybavením.

Seznam použité literatury:

- [1] Mgr. Rutrle, M.: *Přístrojová optika*, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Brno, 2000, ISBN – 80 – 7013 – 301 – 5
- [2] Mgr. Rutrle, M.: *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí*, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Brno, 2001, ISBN – 80 – 7013 – 347 – 3
- [3] Bc. Najman, L.: *Dílenská praxe očního optika*, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Brno, 2001, ISBN – 80 – 7013 – 328 – 7
- [4] RNDr. Čihák, J.: *Základy klinické legislativy zdravotnických prostředků pro optometry*, výukové materiály k předmětu Optické a optoelektronické přístroje, Univerzita Palackého v Olomouci, přírodovědecká fakulta, katedra optiky, Olomouc, 2012
- [5] prof. MUDr. Anton CSc, G.: *História oftalmológie*, 1. vyd., Vydavateľstvo KAPRONS s. r. o., Bratislava, 2009, ISBN – 978 – 80 – 970127 - 1 - 7
- [6] Rozman, J.: *Elektronické přístroje v lékařství*, 1. vyd, Praha: Academia, 2006, ISBN – 80 – 2001 – 308 – 3
- [7] Polášek, J. a kol.: *Technický sborník oční optiky*, Oční optika, Praha
- [8] RNDr. Mgr. Pluháček, F., Ph.D., *Oftalmologické a optometristické přístroje II.* – výukové materiály k předmětu Oftalmologické a optometristické přístroje I./II., Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2013
- [9] RNDr. Mgr. Pluháček, F., Ph.D., *Korekce zraku II.* – výukové materiály k předmětu Korekce zraku I./II./III., Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2013
- [10] RNDr. Wagner, J., Ph.D., *Praktikum z brýlové technologie* – výukové materiály k předmětu Praktikum z brýlové technologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2013
- [11] Essilor International – Instruments Department: *Optometry*, Paris, France, 2013

Použité bakalářské a diplomové práce:

- [12] Kroupová, H.: *Biomikroskopie oka*, Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, Brno, 2008
- [13] Kpáčová, P.: *Optické a oftalmologické přístroje*, Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, Brno, 2007

[14] Honcová, P.: *Přístroje v oční optice*, Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, Brno, 2009

Internetové zdroje:

[15] www.essilor.cz

[16] www.zeiss.cz

[17] www.optics.cz

[18] www.bsoptik.cz

[19] www.optometrysta.cz

[20] www.topcon.com

[21] www.oculus.de

Obrázky:

[1] INTERCOM OPTIC CO.. *Intercom* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
<http://intercomoptic.com/Product/view/id/129>

[2] ESSILOR. *Essilor* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
<http://www.essilor.ie/optometry-equipment-refraction-furniture.html>

[3] KAZDA PETR. *BS Optik* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
<http://www.bsoptik.cz/scripts/hledej.php?rz=1&retezec=sk%F8%ED%F2>

[4] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
<http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/manual-phoropter-70776-550051.html>

[5] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
<http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/digital-phoropter-70776-550047.html>

[6] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/manual-phoropter-70776-550051.html#product-item_674100

[7] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:
http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/manual-phoropter-70776-550051.html#product-item_674100

[8] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na:

http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/manual-phoropter-70776-550051.html#product-item_550065

[9] AKT-POL SP. Z O.O.. *AKT-POL Sp. z o.o.* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na: http://www.aktpol.pl/NIKON_NR-5100.htm

[10] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupný na: http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/manual-phoropter-70776-550051.html#product-item_550085

[11] DEVICE TECHNOLOGIES. *Device Technologies* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na: <http://www.device.com.au/shop/trk-2p-4-in-1-pre-testing-station/>

[12] MEDICAL EXPO. *Medical Expo* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupný na: <http://www.medicaexpo.com/prod/essilor-instruments/slit-lamp-digital-video-camera-70776-550095.html>

[13] CARL ZEISS. *Carl Zeiss* [online]. [cit. 27.4.2015]. Dostupný na: http://www.zeiss.com/vision-care/en_us/better-vision/products---technologies/i-scription-lenses.html

[14 – 23] Motyka Roman. Essilor, Propagační materiály firmy Essilor

[24] ESSILOR. *Essilor* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupné na: <http://www.essilor.sk/Pristroje/Stranky/Visiooffice.aspx>

[25] ESSILOR. *Essilor* [online]. [cit. 26.4.2015]. Dostupný na: http://www.essilor.sk/Pristroje/Stranky/Mr_Blue.aspx