

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta



**ZORNÉ POLE – FYZIOLOGIE
A PATOLOGIE, VYŠETŘOVACÍ METODY**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

MUDr. Magdaléna Macurová

Autor:

Šárka Hájková

Optika a optometrie

Brno, duben 2016

MASARYKOVA UNIVERZITA

LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Katedra optometrie a ortoptiky

Autor:	Šárka Hájková
Obor:	Optika a optometrie
Název práce:	Zorné pole – fyziologie a patologie, vyšetřovací metody
Vedoucí práce:	MUDr. Magdaléna Macurová
Rok obhajoby:	2016

Anotace:

Zorné pole je oblast, kterou je člověk schopen vidět při fixaci určitého bodu. Bakalářská práce se zabývá fyziologií, patologií a metodami vyšetření zorného pole. První kapitola se věnuje popisu zorného pole a jeho rozsahu. Následně je zachycena anatomie zrakové dráhy. Zraková dráha úzce souvisí se zorným polem. Další kapitola popisuje vyšetření zorného pole od orientačního vyšetření přes perimetrii až po nejnovější techniky. Poslední kapitola pojednává o defektech zorného pole, jako jsou skotomy nebo hemianopsie, poškození zrakové dráhy a nejčastějších onemocnění oka s vlivem na zorné pole.

Klíčová slova:

zorné pole, zraková dráha, orientační vyšetření, perimetrie, kampimetrie, nejnovější vyšetřovací metody, skotom, hemianopsie, glaukom, věkem podmíněná makulární degenerace, odchlípení sítnice, diabetická retinopatie

MASARYK UNIVERSITY

FACULTY OF MEDICINE

Department of Optometry and Orthoptics

Author:	Šárka Hájková
Specialization:	Optics and optometry
Thesis name:	Visual field - physiology and pathology, methods of examination
Thesis supervisor:	MUDr. Magdaléna Macurová
Year of defense:	2016

Annotation:

Visual field is an area that a person is able to see when her eyes are fixed in one position. The bachelor thesis deals with physiology, pathology and methods of visual field examination. The first chapter is focused on description of visual field and range thereof. Subsequently, the anatomy of visual pathway is captured. Visual pathway is closely related with visual field. Next chapter provides description of visual field examination from screening tests through perimetry up to the latest techniques. The last chapter deals with visual field defects, such as scotoma or hemianopia, damage to the visual pathway and the most common diseases with an impact on the visual field.

Key words:

visual field, visual pathway, screening tests, perimetry, campimetry, latest methods of examination, scotoma, hemianopia, glaucoma, age-related macular degeneration, retinal detachment, diabetic retinopathy

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen zdroje, které uvádím v seznamu literatury.

Souhlasím, aby byla tato práce uložena v knihovně Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Brně, duben 2016

.....
Šárka Hájková

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala paní MUDr. Magdaléně Macurové, vedoucí mé bakalářské práce, za cenné rady a připomínky k danému tématu. Poděkování také patří mým rodičům a celé rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	ZORNÉ POLE.....	9
2.1	DEFINICE ZORNÉHO POLE	9
2.2	ROZSAH ZORNÉHO POLE	9
3	ANATOMIE A FYZIOLOGIE ZRAKOVÉ DRÁHY	11
3.1	PAPILLA NERVI OPTICI.....	11
3.2	ZRAKOVÝ NERV (NERVUS OPTICUS).....	12
3.3	CHIASMA OPTICUM	12
3.4	OPTICKÉ TRAKTY (TRACTUS OPTICI).....	12
3.5	CORPORA GENICULATA LATERALIA	13
3.6	ZRAKOVÁ RADIACE (GRATIOLETŮV SVAZEK)	13
3.7	MOZKOVÁ ZRAKOVÁ CENTRA	13
4	VYŠETŘENÍ ZORNÉHO POLE.....	15
4.1	ORIENTAČNÍ VYŠETŘENÍ.....	15
4.1.1	Zkouška světelné projekce.....	15
4.1.2	Test podání rukou	15
4.1.3	Konfrontační zkouška	15
4.1.4	Amslerova mřížka.....	16
4.2	PERIMETRIE.....	17
4.2.1	Příprava pacienta na vyšetření	17
4.2.2	Faktory ovlivňující vyšetření	18
4.2.3	Kontrola spolehlivosti vyšetření	19
4.2.4	Kinetická perimetrie	20
4.2.4.1	Försterův perimetr	21
4.2.4.2	Ruční perimetr.....	21
4.2.4.3	Maggioreův projekční perimetr.....	22
4.2.4.4	Goldmannův projekční perimetr	22
4.2.5	Statická perimetrie	23
4.2.6	Moderní metody vyšetření zorného pole	24
4.2.6.1	Short-wavelength automated perimetry (SWAP)	24
4.2.6.2	Frequency-doubling technology (FDT)	25
4.2.6.3	Flicker-defined form perimetry (FDF).....	26
4.2.6.4	High-pass resolution perimetry (HRP).....	28

4.2.6.5	Mikroperimetrie	29
4.2.6.6	Rarebit perimetry (RBP)	31
4.2.6.7	Motion automated perimetry (MAP)	32
4.2.6.8	Swedish interactive threshold algorithm (SITA)	33
4.3	KAMPIMETRIE	33
4.3.1	Bjerrumův kampimetr	34
4.3.2	Loydův stereokampimetr	35
5	PORUCHY ZORNÉHO POLE	36
5.1	MONOKULÁRNÍ PORUCHY	36
5.1.1	Skotom	36
5.1.2	Monokulární změny zorného pole u nejčastěji se vyskytujících onemocnění oka v populaci	38
5.1.2.1	Glaukom	38
5.1.2.2	Věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD)	41
5.1.2.3	Odchlípení sítnice	42
5.1.2.4	Diabetická retinopatie	43
5.2	BINOKULÁRNÍ PORUCHY	44
5.2.1	Hemianopsie	44
5.3	LOKALIZACE ABNORMALIT VE ZRAKOVÉ DRÁZE	45
5.3.1	Poškození zrakového nervu	46
5.3.2	Poškození chiasmatu	46
5.3.3	Retrochiasmatické poškození	47
6	ZÁVĚR	50
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	51
8	SEZNAM VYOBRAZENÍ	52
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
	PŘÍLOHY	56

1 ÚVOD

Lidské oko patří k nejdokonalejším a nejdůležitějším orgánům lidského těla. Zrakem vnímáme až 80 % všech informací z okolního světa, proto je velice důležité o něj pečovat.

Lidé však péči o zrak často podceňují, především u dědičných a celkových chorob. Odbornou pomoc vyhledávají převážně, až si všimnou nějaké změny ve vidění, kdy už se může nemoc nacházet v pokročilejším stádiu. Proto bychom měli dbát na prevenci a navštěvovat očního lékaře alespoň 1x ročně.

Zorné pole je prostor, který vnímáme kolem fixovaného předmětu. Je důležité nejen pro orientaci v prostoru a ve tmě, ale také pro ostrost vidění a vnímání pohybu. Poruchy zorného pole mají často negativní dopad na celkový lidský život, jelikož s omezeným zorným polem nemůžeme vykonávat některá povolání včetně řízení motorových vozidel.

Cílem mé bakalářské práce je uvedení do problematiky zorného pole, konkrétně se budu zabývat jeho fyziologií, patologií a vyšetřovacími metodami. V části fyziologie nejdříve vymezím pojem zorné pole, uvedu jeho rozdělení a rozsah normálního zorného pole. V následující části se budu věnovat anatomii zrakové dráhy, neboť její poškození se projevuje typickými změnami v zorném poli. V části o vyšetřovacích metodách zorného pole budu popisovat metody od těch jednoduchých přes nejznámější perimetrii až k nejnovějším technikám. V patologii nejdříve objasním monokulární poruchy a jejich výskyt u nejčastějších onemocnění oka, dále binokulární poruchy zorného pole a nakonec i výpadky zorného pole při poškození zrakové dráhy.

2 ZORNÉ POLE

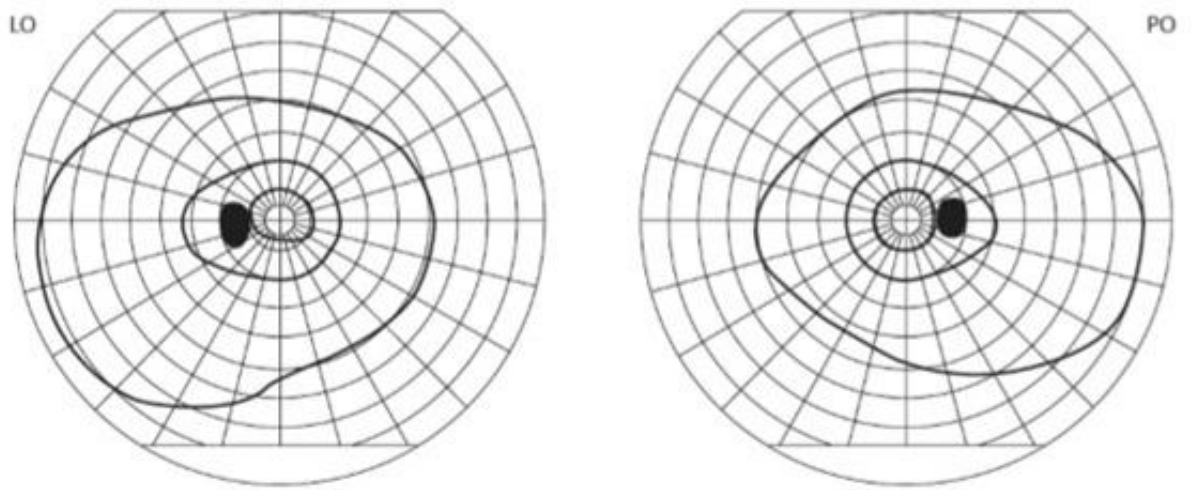
2.1 DEFINICE ZORNÉHO POLE

Zorné pole (ZP) je část prostoru, kterou vidíme jedním okem při pohledu přímo vpřed, kdy oko a hlava mají stálou polohu. Fixační bod se nachází ve středu zorného pole, který je stupněm nula. V blízkosti tohoto středu zorného pole, mezi 12. a 18. stupněm temporálně v horizontálním meridiánu, se nachází slepá skvrna (Mariottův bod = negativní absolutní fyziologický skotom), místo kde vystupuje zrakový nerv a kde se nenacházejí žádné světločivné buňky. Zorné pole je důležité i při binokulárním vidění, kdy se částečně překrývají obrazy obou očí. Po obou stranách tohoto binokulárního prostoru se nachází temporální srpek, tedy část zorného pole pozorovaná jen jedním okem. [16, str. 73] [19, str. 561]

Zorné pole můžeme rozdělit na centrální a periferní. Centrální zorné pole slouží k ostrému a barevnému vidění. Jeho velikost představuje asi 1/5 celkového zorného pole, i přesto z něj čerpáme až 83 % veškerých vizuálních informací. Zbytek z celkového zorného pole tvoří zorné pole periferní, které je důležité pro orientaci v prostoru, ve tmě a k vnímání pohybu. Jakmile vypadne periferní zorné pole, pacientovo vidění je trubicovité, to znamená, že pacient má dobrou centrální zrakovou ostrost, ale má problém s orientací v prostoru a ve tmě. Naopak při výpadku centrálního pole dochází k poklesu zrakové ostrosti, ale i tak se pacient může bez obtíží pohybovat v prostoru. [11, str. 57] [16, str. 73]

2.2 ROZSAH ZORNÉHO POLE

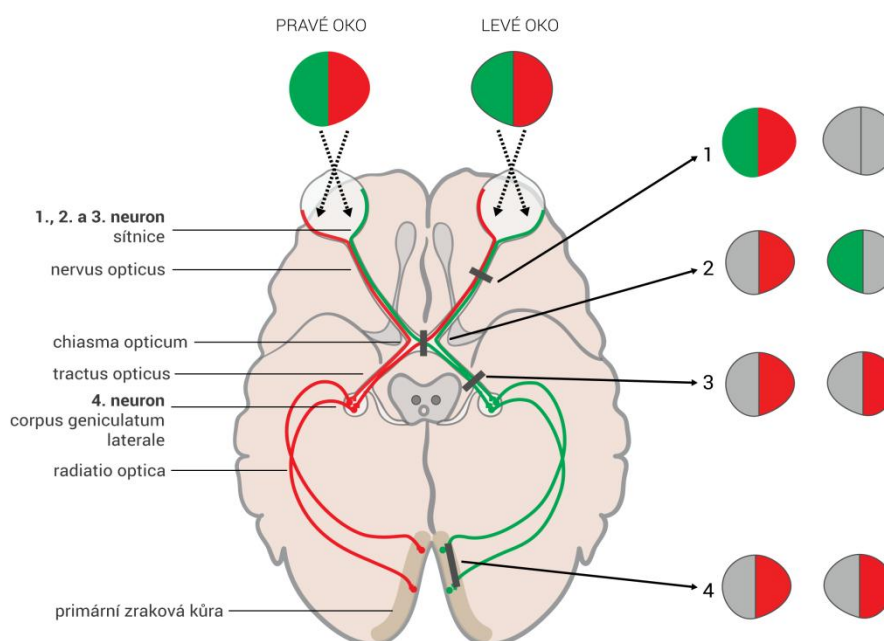
Oko nejdříve v zorném poli vnímá pohyb a poté barvu bílou, modrou, červenou a zelenou. Pro bílou barvu má zorné pole rozsah 90° temporálně, 60° nazálně, 60° nahoru a 70° dolů. Velikost zorného pole je také dána anatomickým uspořádáním obličeje, především velikostí nosu, nadočnicovými oblouky, tvářemi a víčky. Také hloubka uložení oka v očníci zde hraje významnou roli. Je-li oko uloženo v očníci hlouběji, zmenší se zorné pole. [11, str. 57] [16, str. 73]



Obrázek 1: Rozsah normálního zorného pole [9, str. 502]

3 ANATOMIE A FYZIOLOGIE ZRAKOVÉ DRÁHY

Zraková dráha spojuje sítnici a korová zraková centra v týlním mozkovém laloku. Je čtyřneuronová. Prvním neuronem jsou světločivné buňky sítnice, tedy tyčinky a čípky. Druhý neuron představují bipolární buňky sítnice. Třetí neuron je tvořen gangliovými buňkami, jejichž jádra se nacházejí také v sítnici. Neurity gangliových buněk dále procházejí papilou a tvoří zrakový nerv, částečně se kříží v chiasmatu a optickým traktem jsou vedeny až do primárního zrakového centra v corpus geniculatum laterale. V jeho šesti vrstvách začíná poslední, čtvrtý neuron zrakové dráhy. Jeho neurity se poté rozšiřují v Gratioletův svazek a končí ve zrakové kůře. [8, str. 195]



Obrázek 2: Zraková dráha [30]

3.1 PAPILLA NERVI OPTICI

Papila neboli terč zrakového nervu je místem vstupu neuritů gangliových buněk sítnice do zrakového nervu. Nachází se asi 5 mm nazálně od žluté skvrny, místa nejostřejšího vidění. Má průměr přibližně 1,5 - 2 mm. Na okraji papily se sítnice ztlušťuje. Směrem do centra se papila prohlubuje a vytváří fyziologickou exkavaci. V tomto místě do oka vstupují sítnicové cévy, které vyživují sítnici. Barva papily je narůžovělá, bělejší než ostatní fundus. [10, str. 73 - 74] [19, str. 371]

3.2 ZRAKOVÝ NERV (NERVUS OPTICUS)

Zrakový nerv je tvořen cévami, nervovou a podpůrnou tkání (glie a kolagen). Začíná proděravělou sklerální ploténkou a probíhá kostěným optickým kanálem až k chiasmatu. Délka zrakového nervu je rozdílná, pohybuje se v rozmezí 35 až 55 mm. Skládá se přibližně z jednoho milionu axonů pokračujících z vrstvy nervových vláken sítnice. Periferní vlákna se nacházejí na okraji zrakového nervu a centrální vlákna ve střední části nervu. Optický nerv je obalen mozkovými plenami. Měkká plena mozková (pia mater) přiléhá těsně na oční nerv. Arachnoidea neboli střední plena doprovází oční nerv spolu s tvrdou plenou až ke sklěře. Tvrdá mozková plena (dura mater) vstupuje do orbity společně se zrakovým nervem. Z hlediska průběhu se zrakový nerv dělí na 4 úseky: intrasklerální, nejdelší orbitální, intrakanalikulární a intrakraniální. [8, str. 161] [10, str. 75 - 76]

3.3 CHIASMA OPTICUM

Chiasma je místo, kde se spojují oba oční nervy. Je to bílá ploténka čtyřrohého tvaru. Do předních rohů vstupují oba zrakové nervy a ze zadních rohů vystupují optické trakty. Leží asi 10 mm nad hypofýzou a jeho horní plocha tvoří spodinu třetí mozkové komory. Chiasma měří 12 - 14 mm na šířku, 3 - 4 mm na výšku a jeho předozadní vzdálenost je přibližně 8 mm. V chiasmatu nastává dílčí křížení nervových vláken (60 %). Křížící se vlákna z nazálních sítnicových kvadrantů pokračují do druhostranného optického traktu, zatímco nekřížící se vlákna z temporálních sítnicových kvadrantů pokračují do stejnostranného optického traktu. [9, str. 503] [10, str. 78 - 80]

3.4 OPTICKÉ TRAKTY (TRACTUS OPTICI)

Optické trakty se rozbíhají od chiasmatu zevně a dozadu po spodině mozku, laterálně zahýbají okolo střední části mozku, vstupují do mozkové tkáně a končí v corpus geniculatum laterale. Jsou dlouhé asi 20 mm. Jednotlivý optický trakt obsahuje vlákna nezkřížená ze stejnostranného oka a vlákna zkrřížená z druhostranného oka. Vlákna z levé poloviny sítnice obou očí probíhají v levém traktu, to odpovídá pravé polovině zorného pole. Naopak levé polovině zorného pole odpovídají vlákna z pravých polovin sítnice, která probíhají v pravém traktu. [9, str. 503] [10, str. 81 - 82]

3.5 CORPORA GENICULATA LATERALIA

V Corpora geniculata lateralia končí neurity gangliových buněk a s nimi i primární zraková dráha. Z přední strany do nich vstupují optické trakty a vystupují z nich zevně nahoru vlákna pokračující v Gratioletově svazku. Na sagitálním řezu mají trojúhelníkovitý tvar. Jejich hlavním úkolem je přepojení impulsů na následný čtvrtý neuron zrakové dráhy. Corpora geniculata lateralia se skládají ze šesti vrstev šedé hmoty mozkové, které jsou zdola nahoru číslovány od jedné do šesti. Aferentní nervová vlákna jsou spojena s jádry tří vrstev. Zkřížená vlákna končí ve vrstvě jedna, čtyři a šest, nezkřížená vlákna ve vrstvě dva, tři a pět. Naopak eferentní vlákna jsou spojena se všemi šesti vrstvami. [10, str. 83 - 84]

3.6 ZRAKOVÁ RADIACE (GRATIOLETŮV SVAZEK)

Zraková radiace tvoří čtvrtý neuron zrakové dráhy. Představuje nervová vlákna, vycházející z corpus geniculatum laterale směrem k týlnímu laloku mozku. Tyto vlákna se poté rozšiřují a vytváří vějířovitý svazek bílé mozkové hmoty, Gratioletův svazek. Vlákna z horní oblasti sítnice probíhají v horní části Gratioletova svazku a vlákna z dolní oblasti sítnice probíhají v dolní části svazku. Mezi nimi se nachází makulární vlákna. [10, str. 86]

3.7 MOZKOVÁ ZRAKOVÁ CENTRA

Zraková centra nalezneme v mozkové kůře okcipitálního laloku. Jsou to area striata, area parastriata a area peristriata. V area striata končí vlákna Gratioletova svazku, tvoří konečnou přijímací stanici zrakových impulzů, které se v ní zpracovávají a vyhodnocují jako zrakové počítky. Další dvě centra hodnotí přijaté impulzy a vysílají impulzy k motorickému systému oka.

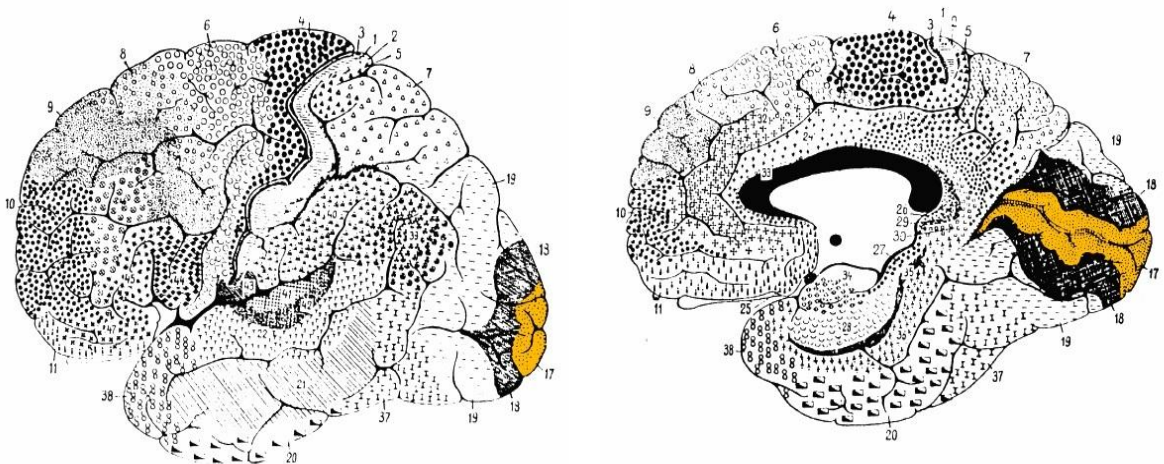
Týlní lalok, nazývaný zadním pólem mozkovým, zaujímá nejvíce vzadu uloženou část mozkových hemisfér. Má tvar pyramidy se špicí směřující dozadu. Na týlním laloku se nachází šest závitů oddělených rýhami. Tři z nich leží nahoře, dva dole a poslední zevnitř. Tento šestý je označován jako cuneus a rozléhá se po celé k sobě obrácené vnitřní ploše týlního laloku. Směrem dolů je ohraničen rýhou (fissura calcarina).

Area striata, podle Brodmanna nazývaná area 17, se nachází okolo fissura calcarina v centrální části a vybíhá až do zadní části laloku. Je složena z šesti vrstev, které mají speciální úkoly, jejich přesná funkce však není zcela vysvětlena. Nejsilnější je čtvrtá vrstva, její šedá hmota je rozdělena bílou linií asociačních nervových vláken, označovanou jako

Gennariho proužek, na dvě části. Tento proužek je v oblasti area 17 makroskopicky viditelný, pokračuje také do arejí 18 a 19, zde již není makroskopicky viditelný. Vlákna jdoucí ze sítnice mají v area striata přesnou prostorovou lokalizaci. V přední části leží vlákna z periferie sítnice a v zadní části se nacházejí vlákna z makuly, která jsou spojena vždy s větším počtem buněk mozkové kůry. Makula zabírá přibližně 50 % primárního zrakového kortexu, jelikož to je oblast s nejlepší zrakovou ostroť.

Area parastriata neboli area 18 se rozprostírá zesponu a zevnitř kolem primárního zrakového kortexu (area 17). Zaujímá poloměsíčitou zónu na povrchu mozku a téměř celou plochu tří horních okcipitálních gyrů.

Area parastriata, označovaná jako area 19, obkružuje areu 18. Svoji horní plochou zasahuje do parietálního a dole až do spánkového laloku. [9, str. 504] [10, str. 86 - 93]



Obrázek 3: Boční pohled na mozková zraková centra [31]

4 VYŠETŘENÍ ZORNÉHO POLE

Vyšetření zorného pole umožňuje zjistit rozsah zorného pole vyšetřované osoby, její centrální i periferní vidění a pomáhá lokalizovat defekty zorného pole.

Existuje mnoho vyšetřovacích metod. Nejmodernější metodou je perimetrie, dále to je starší kampimetrie a k nejjednodušším patří orientační vyšetření ZP, kam patří Amslerova mřížka, Konfrontační zkouška atd. Metodu, kterou pro vyšetření použijeme, musíme volit s ohledem jak na samotného pacienta, tak i na povahu poškození zraku. Pro děti předškolního věku a postižené pacienty, kteří nejsou schopni spolupracovat, či pro pacienty se subtotální ztrátou zorného pole je nejúčinnější pouze jednoduchá konfrontační zkouška. Kinetickou perimetrii používáme u dětí školního věku a u spolupracujících pacientů, především při periferním poškození zorného pole. Statickou perimetrií poté vyšetřujeme ohraničené skotomy u spolupracujících pacientů. [29, str. 11 - 12]

4.1 ORIENTAČNÍ VYŠETŘENÍ

4.1.1 Zkouška světelné projekce

Tento test provádíme, pokud je zraková ostrost snížena pouze na světlocit nebo pohyb před okem. Oftalmoskopem osvětlujeme zornici ze všech směrů a vyšetřovaný hlásí, ze kterého směru světlo registruje. Do záznamů se uvádí jen kvadrant, kde je projekce zachovaná nebo chybí. [13, str. 60]

4.1.2 Test podání rukou

Při tomto testu vyšetřující nastaví obě ruce a vyzve vyšetřovaného, aby ho chytil za ruku. Člověk s normálním zorným polem zaváhá a zeptá se „za kterou?“. Naopak při homonymní hemianopsii, vyšetřovaný uchopí tu ruku, kterou vidí. Tento test se může provádět monokulárně i binokulárně. [13, str. 60]

4.1.3 Konfrontační zkouška

Konfrontačním vyšetřením se porovnává rozsah zorného pole pacienta s rozsahem zorného pole vyšetřujícího. Vyšetřovaný sedí před vyšetřujícím ve vzdálenosti 1 m, tak aby jejich oči byly ve stejné úrovni. Vyšetřovaný si zakryje levé oko dlaní a pravým okem se dívá do levého oka vyšetřujícího. Vyšetřující pohybuje prstem nebo světelným perem z periferie

směrem do centra zorného pole. Pohyb provádí podél meridiánů a pacient hlásí, kdy prst začíná vidět nebo kdy jen zaznamená pohyb. To pak vyšetřující porovnává s vlastním vnímáním pohybu.

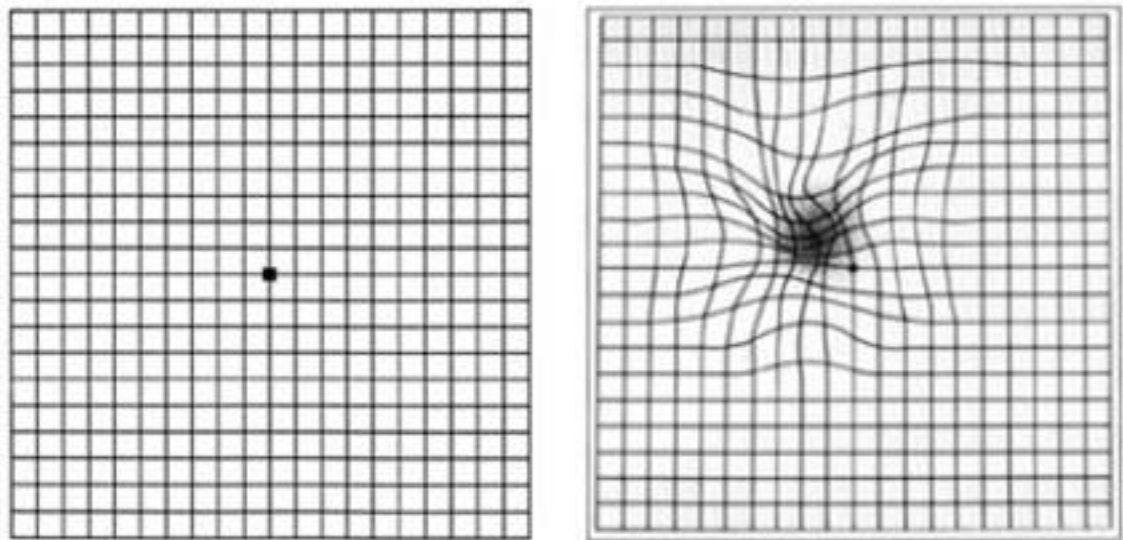
Pro větší citlivost testu se místo prstů používají malé barevné objekty, přinejlepším červené. Při tomto vyšetření je možné zjistit závažné hemianopické defekty. U hemianopsie můžeme vyšetření obměnit i tak, že pacient má za úkol sečíst prsty, které vyšetřující ukazuje nalevo a napravo od vertikálního meridiánu. Tomuto vyšetření se říká test počítání prstů. [3, str. 73] [12, str. 14] [18, str. 49 - 50]



Obrázek 4: Konfrontační zkouška [9, str. 505]

4.1.4 Amslerova mřížka

Amslerova mřížka je bílá mřížka na černém podkladě nebo černá na bílém podkladě. Má velikost 10 cm x 10 cm. Tvoří síť 20 x 20 čtverečků, jeden čtvereček má tedy 0,5 cm a je viděn pod úhlem 1° z vyšetřovací vzdálenosti 30 cm. Vyšetřovaný každým okem zvlášť fixuje bod ve středu mřížky a popisuje, jestli jsou všechny čáry rovné, nebo došlo k jejich deformaci a jestli vidí celou mřížku včetně jejích rohů. Vyšetření se provádí s korekcí do blízka. Pomocí Amslerovy mřížky jsme schopni odhalit metamorfozie a centrální poruchy v zorném poli přibližně do 20°. Dále defekty zrakového nervu a chiasmatu, které se projevují vymizením čar. [7, str. 35] [8, str. 32] [13, str. 62]



Obrázek 5: Amslerova mřížka – vlevo normální nález, vpravo nález u VPMD [24]

4.2 PERIMETRIE

Perimetrie je jedna z hlavních funkčních diagnostik v oftalmologii. Provádí se pomocí přístroje zvaného perimetr. Hraje důležitou roli ve vyšetření glaukomu, onemocnění sítnice i neurooftalmologických chorob. Nejznámější jsou dvě metody perimetrie. První z nich je kinetická perimetrie, která je jednoduchá, ale není tak přesná, jako druhá metoda, statická perimetrie. V poslední době se objevují i modernější vyšetřovací metody, například mikroperimetrie, flicker perimetrie, rarebit perimetrie, modro-žlutá perimetrie atd. [18, str. 12] [19, str. 378 - 379]

Při vyšetřování bychom neměli zapomenout také na tři důležité věci. V první řadě to je seznámení pacienta s tím, jak bude test probíhat, aby věděl, co ho čeká. Poté musíme brát v úvahu faktory, které mohou vyšetření ovlivnit. A nakonec zkontrolovat spolehlivost testu.

4.2.1 Příprava pacienta na vyšetření

Vyšetření zorného pole je subjektivní vyšetřovací metoda, která klade velké nároky na spolupráci a koncentraci pacienta. Je také časově náročná. Před zahájením vyšetřování by měla být zjištěna pacientova aktuální refrakce, vízus, stav optických medií a také výsledky z předchozích vyšetření.

Pacient by měl být náležitě poučen o tom, co ho během testu čeká. Vyšetřující by měl zdůraznit důležitost nepřetržitého pohledu na fixační bod. Také objasnit, jak bude pozorovaný stimul vypadat, a že má pacient reagovat na veškeré stimuly, které vidí, i když některé budou slabé a jiné silné. U kinetické perimetrie je vhodné pacientovi ukázat vzhled pohyblivé testové značky. Vyšetřující také nesmí zapomenout upozornit pacienta, že pokud bude unavený, může test na chvíli přerušit přidržením tlačítka odezvy.

Vyšetření se provádí vždy s nejlepší korekcí do blízka na každém oku zvlášť, případně dohromady na obou očích v rámci binokulárního testu. [18, str. 28 - 29] [29, str. 12 - 13]

4.2.2 Faktory ovlivňující vyšetření

Existuje mnoho faktorů ovlivňujících vyšetření zorného pole, které mohou napodobovat skutečné defekty ZP nebo narušit průběh celého vyšetření:

Refrakční vady

Nevykorigované refrakční vady mohou ovlivnit vyšetření a způsobit refrakční skotom. Pacient vždy musí vidět fixační bod ostře. Proto je nutné, aby měl při vyšetření správnou korekci do blízka, zejména u vyšetření centrálních 30° zorného pole. Korekční skla musí být také správně nacentrována. Při zjišťování periferního zorného pole se korekce nepoužívá, protože by obruba a okraje brýlových skel mohly snížit periferní vidění. [18, str. 29 - 30]

Malý průměr zornice

Za zúženou zornici považujeme pupilární průměr menší než 3 mm, který omezuje zorné pole a vede k poklesu prahové citlivosti. [18, str. 30]

Zakalení optických médií (rohovky, čočky a sklivce)

Tento problém se vyskytuje hlavně u pacientů s kataraktou nebo hemoftalmem. Způsobuje rovněž snížení senzitivity a může znesnadňovat vyšetření. [18, str. 30]

Ptóza víček

Ptóza víček se vyskytuje i u zdravých jedinců. Může způsobovat defekty zorného pole, zejména pokles citlivosti v horní polovině zorného pole. [18, str. 44]

Learning effect

Učící efekt dokazuje zlepšení výsledků při opakujících se vyšetřeních. Díky tomuto efektu se například u glaukomu doporučuje brát v úvahu až výsledek třetího vyšetření. [9, str. 581] [18, str. 43]

Fatigue effect

U zdlouhavých vyšetření můžeme pozorovat rostoucí únavu pacienta. Vlivem únavy se snižuje koncentrace pacienta a jeho odpovědi nemůžeme považovat za spolehlivé. [18, str. 44]

Trigger-happy patients

Jako „trigger-happy patients“ jsou označováni pacienti, kteří rádi mačkají tlačítko odezvy. Většinou jde o úzkostlivé pacienty, mající snahu zaznamenat co nejvíce stimulů, i když třeba žádný stimul neviděli. [18, str. 46]

Vyšetřovací prostředí

Vyšetřovací místnost by měla být velká a temná, aby do kopule perimetru nedopadalo nežádoucí světlo. Měla by zde být příjemná teplota a ticho, jelikož okolní zvuky by mohly rušit pacienta při testování. [29, str. 12 - 13]

Volba vhodného okluzoru

Okluzor se aplikuje na oko, které právě netestujeme. Má za úkol efektivně blokovat i silnější světelné podněty, proto nemůže být příliš průhledný. Na druhou stranu by neměl být ani úplně tmavý, aby nezpůsobil adaptaci na tmou, což může zkreslit výsledky. Gumička, která okluzor udržuje na místě, by neměla přecházet přes horní víčko vyšetřovaného oka. [18, str. 28 - 29] [29, str. 12 - 13]

4.2.3 Kontrola spolehlivosti vyšetření

Údaje o správném průběhu testování a spolupráci pacienta udávají tři základní faktory spolehlivosti (reliability factors). Je to ztráta fixace, falešně pozitivní odpovědi a falešně negativní odpovědi. Hodnota faktoru spolehlivosti se pohybuje okolo 15 %, neměla by být

vyšší. Vypočítá se jako podíl součtu odpovědí falešně pozitivních a negativních a celkového počtu podnětů. [18, str. 39]

Ztráta fixace

Pro správnou projekci stimulů na sítnici je důležitá nepřetržitá fixace pacienta. Pro kontrolu fixace se používá například Heijl-Krakauova metoda, která využívá projekce periodických stimulů do oblasti slepé skvrny nebo do centra zorného pole. Kladné odpovědi naznačují dostatečnou fixaci. [18, str. 23]

Falešně pozitivní odpovědi

Tyto odpovědi vznikají při reakci na podnět, který ve skutečnosti nebyl předložen. Důvodem je nedostatečné poučení pacienta o průběhu testu, zvuky přístroje, které navozují další stimul, nervozita a „trigger-happy patients“, kteří mačkají tlačítko, i když nevidí žádný stimul.[9, str. 581] [18, str. 38]

Falešně negativní odpovědi

Falešně negativní chyby se pacient dopustí, jakmile nereaguje na testovací značku o vyšší intenzitě ve stejném bodě, ve kterém již dříve reagoval na značku o nižší intenzitě. K tomu dochází při únavě pacienta nebo při větších změnách zorného pole jako třeba u glaukomu. [9, str. 581] [18, str. 38]

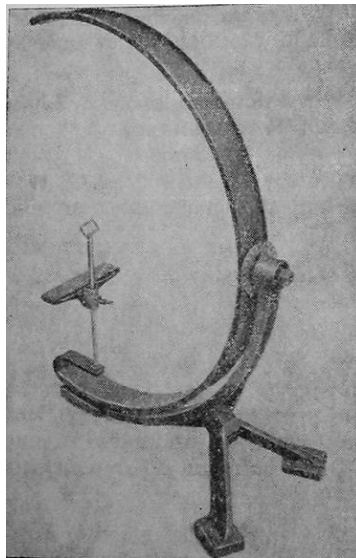
4.2.4 Kinetická perimetrie

Kinetická perimetrie používá testové značky o fixním jasů. Můžeme měnit jejich velikost a barvu. Tyto značky se zobrazují na vnitřní straně polokoule o průměru 33 cm. Pohybují se náhodně z periferie do centra, většinou po 15°.

Pacient má za úkol fixovat bod před sebou a reagovat stisknutím tlačítka nebo ústně na značku, kterou uvidí. Jeho odpovědi se zaznamenávají do schématu. Výsledkem vyšetřování pomocí stejné značky jsou izoptery, což jsou čáry spojující místa na sítnici se stejnou citlivostí. [19, str. 379] [29, str. 4]

4.2.4.1 Försterův perimetr

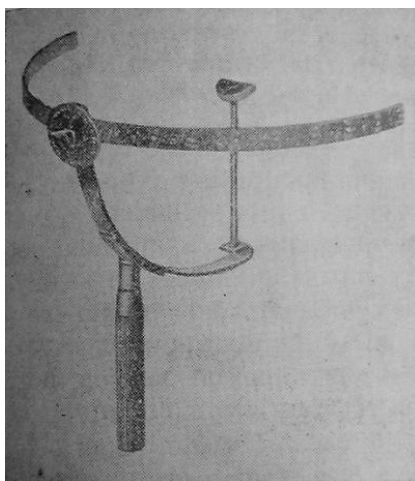
Je to nejstarší perimetr, který je tvořen půlkruhovým obloukem o poloměru 33 cm. Tímto obloukem se dá otáčet kolem horizontální osy. Ve středu vnitřní plochy se nachází bílá fixační značka. Ve stejné výšce se nachází opěrka, která slouží k opření dolního okraje oční vyšetřovaného oka. Díky této opěrce se nastaví poloha oka tak, aby jeho osa směřovala na střed fixační značky. Vyšetřující poté pohybuje testovými značkami o různé velikosti a jasu. Výsledky se zaznamenávají do schématu. [8, str. 31] [14, str. 270]



Obrázek 6: Försterův perimetr [14, str. 270]

4.2.4.2 Ruční perimetr

Použití ručního perimetru je v dnešní době spíše vzácné, využívá se především k vyšetření pacientů na lůžku. Princip je podobný jako u Försterova perimetru s tím rozdílem, že ruční perimetr má rukojeť pro pohodlné zacházení, je menší a poloměr zakřivení jeho oblouku je 15 cm. [14, str. 271]



Obrázek 7: Ruční perimetr [14, str. 271]

4.2.4.3 Maggioreův projekční perimetr

Obloukový projekční perimetr je složen z půloblouku o poloměru 33 cm, kterým je možné otáčet kolem horizontální osy. Dále obsahuje elektrické osvětlení, zařízení na promítání testových značek, registrační zařízení pro záznam údajů do schématu a ovládací zařízení.

Pacient během vyšetření fixuje prosvětlovaný kříž a vnímá značky promítané na vnitřní stranu oblouku. Testové značky se pohybují v intervalu 100° na obě strany. Jejich průměry jsou 1 mm, 3 mm, 5 mm a 10 mm. Velkou výhodou tohoto perimetru je stálá kvalita vyšetřovacích značek a snadná manipulace s clonami, šedými i barevnými filtry, které se nacházejí na projekčním zařízení. [14, str. 271 - 272] [17, str. 251]

4.2.4.4 Goldmannův projekční perimetr

Kulový Goldmannův perimetr je nejdokonalejší typ v rámci kinetické perimetrie. Jeho součástí je pevně uložená polokoule sférického tvaru a dalekohledová soustava pro kontrolu fixace oka během vyšetření. Testové značky mají různou velikost, barvu i jas. Zpočátku vyšetřujeme klasickou bílou značkou, nakonec zelenou a červenou značkou. Místo, kde pacient zpozoruje značku, se zaznamenává do schématu. Tato místa se poté spojí a zhodnotí. [14, str. 272] [19, str. 378]



Obrázek 8: Goldmannův projekční perimetr [12, str. 392]

4.2.5 Statická perimetrie

Automatická statická počítačová perimetrie, označovaná jako bílo-bílá perimetrie, používá nepohybující se značky o stejné velikosti, proměnný je pouze jejich jas. Tyto značky se střídavě rozsvěčují v různých místech zorného pole. Na začátku se používají značky s nízkou intenzitou jasu (lehce podprahová), která se postupně zesiluje až do té doby, než ji pacient zpozoruje. Pokud pacient nevidí ani značku s maximální intenzitou, jedná se o absolutní skotom.

Výsledky statické perimetrie jsou zpracovány počítačovým systémem, který zaznamenává prahovou citlivost v různých místech sítnice. Jsou zpracovány buď numericky, nebo graficky v různých odstínech odpovídajících odlišné hloubce defektu. Počítač je schopen určit spolehlivost testu a srovnávat výsledky s normativní databází i s výsledky z předchozího vyšetření. K dalším z předností počítačové perimetrie patří vytvoření trojrozměrného modelu zorného pole a možnost zadání různých programů podle oblasti, kterou chceme vyšetřovat (centrální, periferní), nebo podle diagnózy (pro glaukom, změny makuly atd.).

Mezi nejpoužívanější přístroje tohoto typu patří perimetr Humphrey (firma Zeiss) a Octopus (firma Haag-Streit), na trhu je i mnoho dalších například od firmy Oculus nebo Rodenstock. [8, str. 31] [16, str. 73] [18, str. 19] [19, str. 381]



Obrázek 9: Perimetr Humphrey
(firma Zeiss) [18, str. 20]



Obrázek 10: Perimetr Octopus
(firma Haag-Streit) [18, str. 20]

4.2.6 Moderní metody vyšetření zorného pole

Pro diagnostiku a sledování změn v zorném poli u glaukomu se běžně používá bílá perimetrie. Její nevýhodou však je, že defekty ZP zjistí až při ztrátě více než 40 % axonů nervových vláken. Proto, aby byl glaukom léčen včas, je zapotřebí časně odhalení defektů ZP. To je důvodem stálého hledání nových perimetrických technik, které by změny objevily co nejdříve. [18, str. 55]

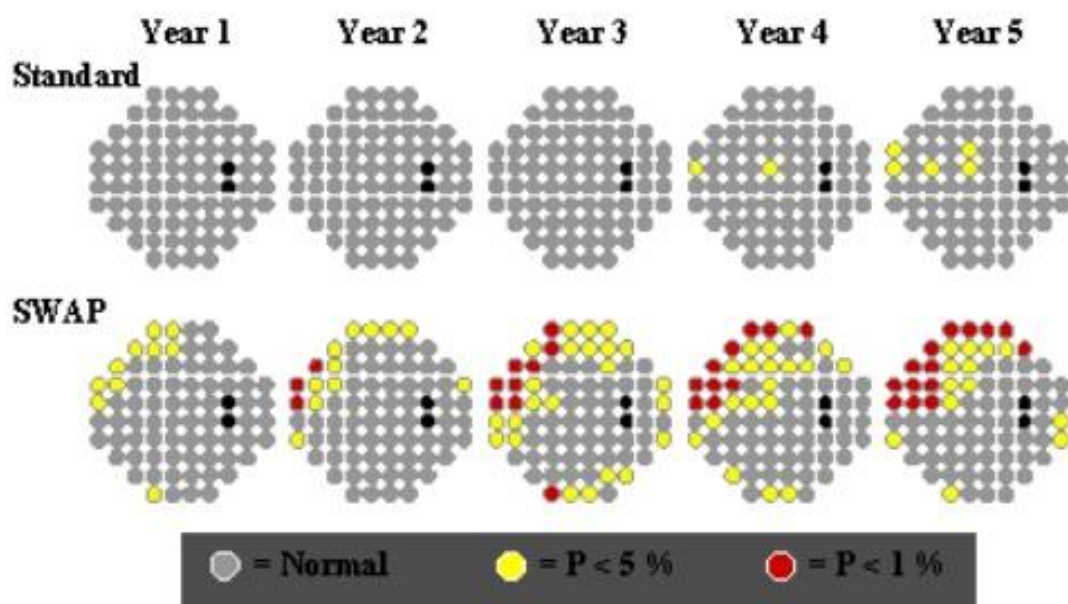
4.2.6.1 Short-wavelength automated perimetry (SWAP)

Tato krátkovlnná automatická perimetrie je také nazývána jako modro-žlutá perimetrie, jelikož používá modrý světelný podnět o vlnové délce 440 nm, který je promítán na žluté pozadí s vlnovou délkou 530 nm a intenzitou 100 cd/m². Modrý podnět stimuluje S čípky, citlivé na modrou barvu, které jsou spojeny s buňkami koniocelulárního ganglia.

U glaukomu jsou jako první postihnuty právě gangliové buňky kódující modrou a žlutou barvu, proto je SWAP schopen odhalit časně glaukomové defekty dříve než standardní bílá perimetrie. Dokáže také předvídat vznik a umístění změn u glaukomu o 3 - 5 let dříve než u bílé perimetrie. Objevené defekty jsou podstatně větší. Je také užitečná

pro diagnostiku jiných očních a neurologických chorob jako je diabetická retinopatie, optická neuropatie, chiasmatické poruchy, migrény a mnoho dalších.

Krátkovlnná perimetrie má také své nevýhody. Zprvce zakalená optická média např. katarakta způsobuje absorpci modrého světla čočkou a tím se snižuje jeho množství dopadající na sítnici. Dále je vyšetření mnohem náročnější, jelikož jsou modré stimuly na žlutém pozadí obtížně viditelné. V poslední řadě je vyšetření také delší asi o 2 až 3 minuty než u standardní perimetrie, celkové vyšetření jednoho oka tedy trvá přibližně 15 - 20 minut. [1, str. 95] [18, str. 56 - 57] [26]



Obrázek 11: Porovnání zjištěných defektů zorného pole u progresu glaukomu při standardní automatické perimetrii a při vyšetření SWAP [26]

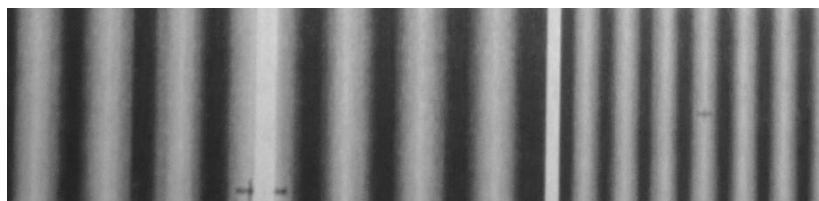
4.2.6.2 Frequency-doubling technology (FDT)

Frekvencí zdvojená technologie využívá pro vznik stimulu citlivost na kontrast, pohyb a velikost struktury. Testuje funkci buněk magnocelulárního ganglia (M buňky). Jejich poškození se objevuje v raném stádiu glaukomu. M buňky jsou stimulovány sinusovou mřížkou o nízké prostorové frekvenci 0, 25 cyklů na stupeň a o velké časové frekvenci 25 Hz. Velikost stimulu je 10°. Vyšetřovaný fixuje černou tečku uprostřed bílého pozadí a zároveň se vyšetřovací struktura objevuje v 17 nebo 19 bodech v centrálním zorném poli do 20°. Vyšetřovaný má za úkol reagovat zmáčknutím tlačítka, když uvidí strukturu. FDT perimetrie je užitečná k detekci změn v ZP u glaukomu i jiných očních nebo neurologických chorob,

dokáže odhalit glaukomové změny dříve než bílá perimetrie. Vyšetření také trvá mnohem kratší dobu, v průměru 4 minuty.

Princip FDT spočívá v tom, že sinusová mřížka je sestavená ze svislých černých a bílých pruhů, kdy při rychlé přeměně pruhů z negativního obrazu na pozitivní (černé pruhy se změní na bílé a naopak) vzniká dojem zdvojení pruhů, tedy na obrazci je vnímáno dvakrát tolik pruhů, než je tomu ve skutečnosti.

Nejnovější generace tohoto přístroje je Humphrey matrix, který využívá menší stimuly o 2° nebo 5°, jejich prostorová frekvence je 0, 5 cyklů na stupeň a rychlost 12 - 18 Hz. Tato druhá generace je mnohem lepší pro zmapování defektů a zaznamenávání jejich progresu. [18, str. 58-60] [35]



Obrázek 12: Sinusová mřížka se světlými a tmavými pruhy, v pravé části obrázku je patrné zdvojení [18, str. 58]

4.2.6.3 Flicker-defined form perimetry (FDF)

Flicker perimetry neboli blikající perimetrie testuje zorné pole díky schopnosti pozorovat střídavý světlý a tmavý stimul v různých místech ZP. Rozlišení blikajících podnětů je v centrální části pole nejlepší a směrem do periferie se snižuje. Schopnost vnímání alternujících světelných podnětů také klesá při malém průměru zornice, při snížené schopnosti adaptace a také při poškození gangliových buněk sítnice.

FDF je tedy citlivý indikátor časného poškození u glaukomu, věkem podmíněné makulární degenerace, poškození sítnice a dalších očních a neurologických poruch. Slouží také k testování periferního zorného pole u kojenců, protože to je jeden z podnětů, kterému dítě dokáže věnovat pozornost delší dobu.

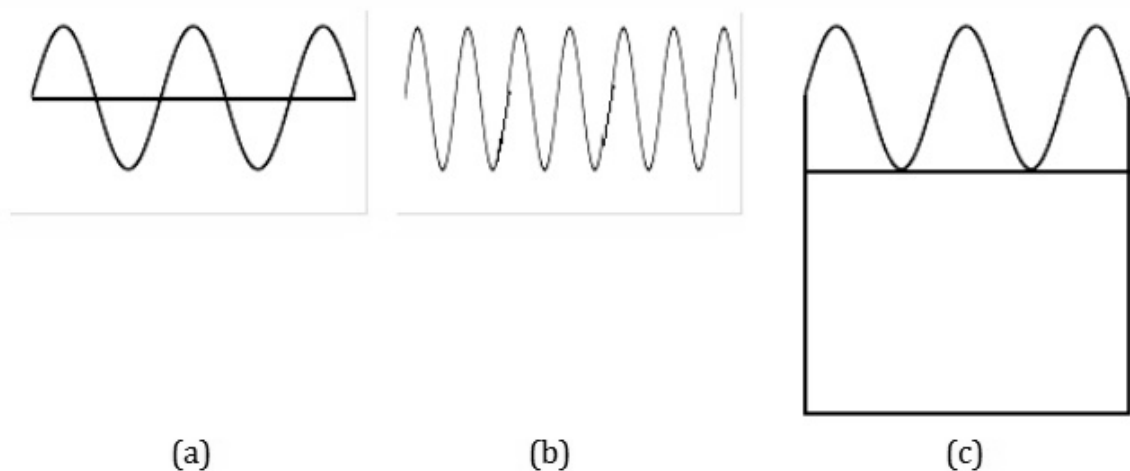
Existují tři druhy zkušebních postupů: contrast modulation flicker, critical flicker fusion, luminale pedestal flicker.

Contrast modulation flicker (CMF) používá stimul o odpovídajícím jasu a barvě na jednotném pozadí, kde se střídá světlo a tma v určité frekvenci. Amplituda nebo kontrast k zjištění podnětu je určena v klíčových místech zorného pole, pomocí kterých se získá mapa

citlivosti na blikající impulzy. Měly by se používat spíše větší stimuly, aby se zvýšila reprodukovatelnost měření a maximalizoval se dynamický rozsah odezvy. Frekvence, při které by bylo dosaženo nejlepších záznamů blikání, není určena, zdá se, že všechny časové frekvence jsou schopny zjistit poškození určitým ekvivalentním způsobem.

Critical flicker fusion (CFF) určuje nejvyšší možnou frekvenci blikání, kterou lze odlišit od stabilního stimulu. Stimul má vysoký kontrast, téměř 100 %. CFF je schopný zaznamenat glaukomové ztráty a jejich rozsah lépe než standardní automatizovaná perimetrie.

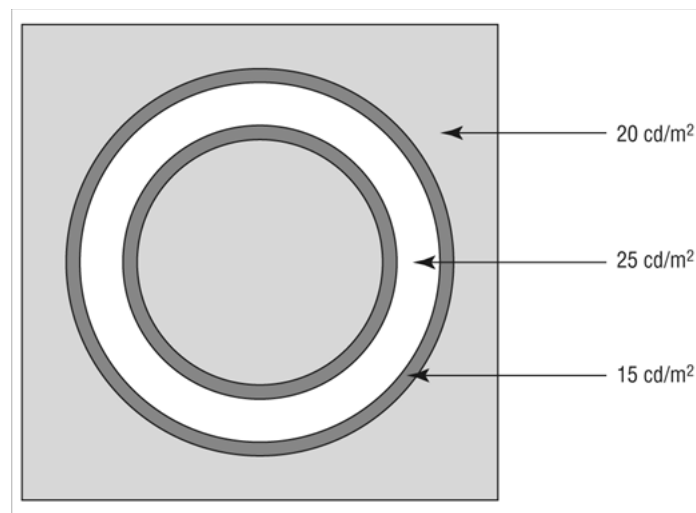
Luminale pedestal flicker (LPF) řeší problém, který nastává u automatické perimetrie používající bílou polokouli s neměnným pozadím a LED diody jako zdroj stimulu. U automatické perimetrie není snadné vytvořit blikající podnět, který by odpovídal jasu a barevnosti pozadí. Při LPF se před zdroj světla umístí blikající podnět a vyšetřovaný má určit, zda přírůstek jasu bliká, nebo je stabilní. Jestliže bliká, zmáčkne tlačítko odezvy. Tento postup není zatím moc rozšířený pro hodnocení očních a neurologických poruch. Ale jeho výhodou je, že je možné ho realizovat na současných perimetrických přístrojích. [2, str. 143] [25]



Obrázek 13: Flicker perimetrie a) contrast modulation flicker, b) critical flicker fusion, c) luminale pedestal flicker [25]

4.2.6.4 High-pass resolution perimetry (HRP)

High-pass resolution perimetry využívá jako stimuly prstence o čtrnácti různých velikostech odstupňovaných po 0, 1 logaritmické jednotky (1 dB). Největší kroužek vyplní téměř celý jeden kvadrant. Prstenec je světlý, obklopen tmavými okraji, kdy uvnitř prstence je svítivost odpovídající pozadí. Rozměry a jas jsou vždy přesně vypočítány.



Obrázek 14: Testovací prstenec, jeho jas a jas pozadí [23]

Výhodou používání odlišné velikosti podnětu je možnost začít s kontrolou přítomnosti vidění v rozšířených oblastech. Místa, kde nebude získána odezva, nebudou dále testována. Díky tomu se zkracuje čas vyšetřování asi na 5 minut. Fixaci kontrolujeme promítáním stimulu do slepé skvrny a stimulujeme ji pomocí blikajícího textu ve fixačním bodě.

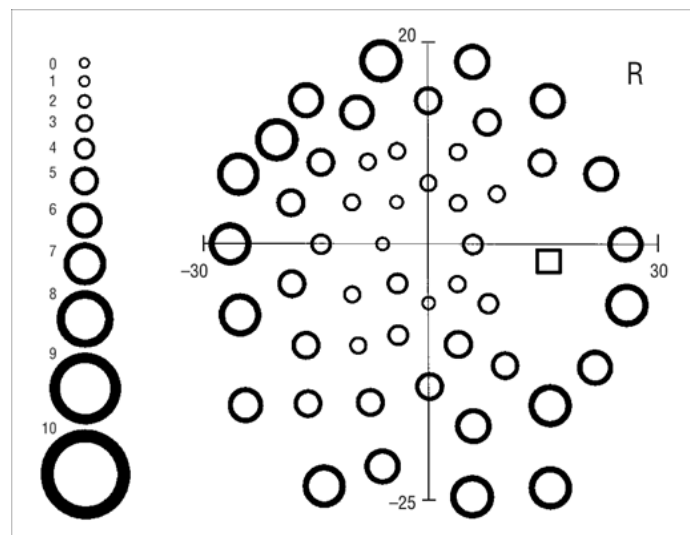
HRP využívá dva monitory řízené počítačem, jejichž uspořádání umožňuje maximální pohodlí pro vyšetřovaného i vyšetřujícího. Je to vlastně první perimetr, který nemá opěrku hlavy, obsahuje funkci zpětné vazby a dokáže přizpůsobit reakční dobu samotnému pacientovi, takže pacient má pocit kontroly nad vyšetřením.

Od ostatních metod se HPR odlišuje tím, že zaznamenává práh rozlišení, tedy schopnost rozeznat zmenšující se prstence. Rozlišování prstenců by mělo být nejlepší v místech, kde je gangliových buněk hodně, měly by zde být registrovány i menší stimuly. Naopak v místech s menším počtem gangliových buněk jsou rozpoznány jen stimuly velké. Prahové hodnoty jsou určeny pomocí vzrůstajících a klesajících podnětů. V různých fázích vyšetření je rozdílná velikost kroků. Jednotlivé fáze se snaží uchovat maximální množství

informací při nedokončení zkoušky. Existují 2 body pro pacienty s omezenou vytrvalostí. Tyto body se nachází po 1 a 2, 5 minutách, kdy lze test zastavit pro odpočinek.

HRP testuje přibližně 50 míst v centrálních 30° zorného pole. Vyšetřovací vzdálenost je pouze 0,16 m. Účinek paralaxy vlivem vyklenutí monitoru počítače způsobuje deformaci periferie prstenců. Paralaktická chyba je však kompenzovaná softwarem, takže se obrazec objeví jako kruh o správných úhlových rozměrech. Výsledky testu jsou vyneseny do grafu, jako prahová hodnota pro daný terč v určitém místě.

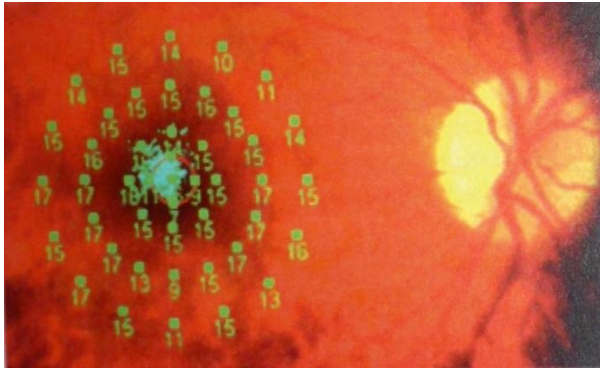
Tato metoda dokáže dobře identifikovat glaukomové změny, optické neuropatie či šedý zákal, ale jen obtížně dovede zmapovat malý izolovaný skotom nebo defekty lineárního charakteru, jako je hemianopsie. V roce 1987 byl představen univerzální diagnostický systém Optimus, který kromě metody HRP umí testovat mimo jiné i optokinetický nystagmus nebo simulaci migrény. [18, str. 61] [21]



Obrázek 15: Normální zorné pole pravého oka při měření HRP [23]

4.2.6.5 Mikroperimetrie

Mikroperimetrie je označovaná také jako fundus-controlled perimetry. Využívá kombinaci subjektivní počítačové perimetrie a objektivního zobrazování sítnice do 45°. Stimuly jsou promítány vždy na určité místo sítnice. Jejich umístění je řízeno vyšetřujícím pomocí přístroje. Maximální možné osvětlení stimulu je 127 cd / m² a osvětlení pozadí okolo 1,27 cd / m².



Obrázek 17: Mikroperimetrie u diabetického makulárního edému [1, str. 97]



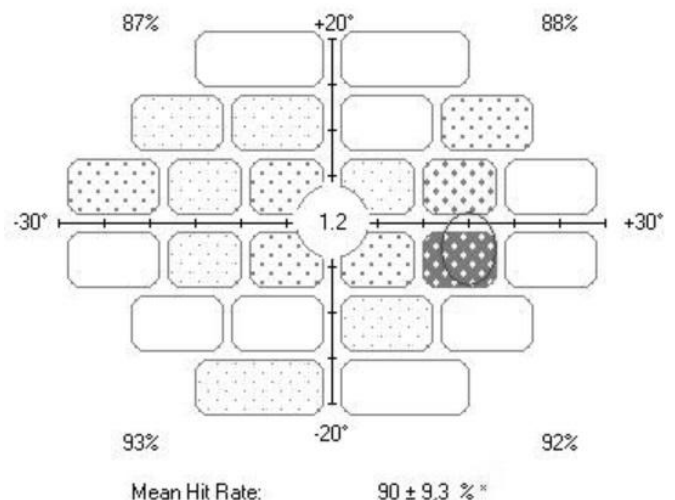
Obrázek 18: Mikroperimetr Nidek MP1 [2, str. 126]

4.2.6.6 Rarebit perimetry (RBP)

Rarebit perimetrie je nová perimetrická metoda vynalezená v roce 2002. Je určena k detekci jemného poškození zorného pole. Využívá minutové podněty, mikrotečky nebo vzácné bity, aby se zabránilo stimulaci více recepčních polí sítnice současně. Její součástí je běžný počítač s LCD monitorem z tekutých krystalů.

Testový stimul se skládá ze dvou světlých mikroteček o průměru jedné poloviny minimálního úhlu rozlišení, od sebe vzdálených o 4°. Dvojice teček je orientována buď vodorovně, nebo svisle a na monitoru se objevují na tmavém pozadí v náhodném místě. Vyšetřuje se pouze jednou v každém místě z celkových 24 testových míst. Test proto trvá méně než jednu minutu a poskytuje i zpětnou vazbu, buď vizuální, nebo zvukovou. Test se opakuje nejčastěji pětkrát, aby byla zajištěna přesnost.

Vyšetřovaný má za úkol sledovat fixační značku a určit počet teček, které během jedné prezentace viděl. To provede pomocí stisknutí tlačítka odezvy a to jednou, dvakrát nebo vůbec. Vyšetřovací vzdálenost je 0,5 m, z této vzdálenosti LCD displej zabírá úhel pozorování okolo 30°, pohybem fixační značky je možné získat až 60° x 45° zorného pole. Fixace



Obrázek 19: Záznam výsledků RBP [21]

není kontrolována, ale je povzbuzena dynamicky se měnící fixační značkou. Výsledky jsou zaznamenány v odstínech šedi. Čím je šedá tmavší, tím větší defekty se v daném místě nacházejí.

RBP je jednoduchá, rychlá a levná metoda. Kromě základní funkce, která testuje centrální zorné pole do 30°, má k dispozici speciální programy k vyšetření přilehlého okolí a fovey. Její využití je nejen v časné detekci poškození u neurologických poruch a glaukomu, ale také u poškození makuly VPMD nebo diabetem. [21] [28]

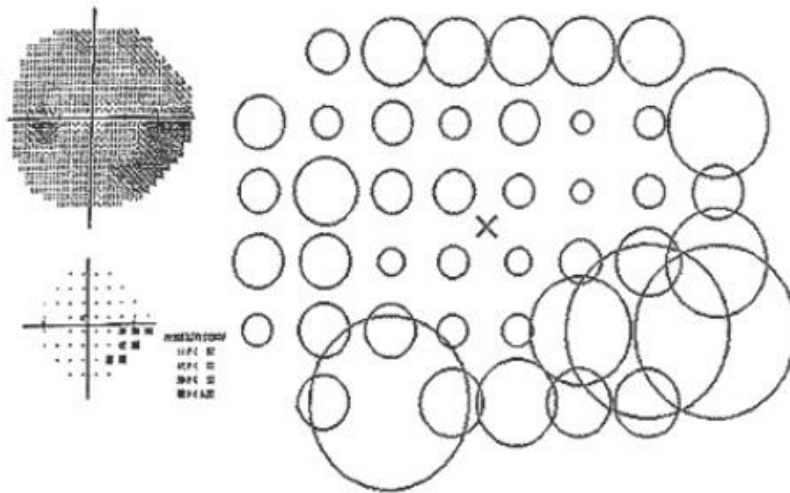
4.2.6.7 Motion automated perimetry (MAP)

Motion automated perimetrie je metoda, která používá počítač k měření vnímání koherentního pohybu bodů v kruhové oblasti proti stacionárním bodům v pozadí. Práh rozsahu pohybu je definován jako nejmenší pozorovatelný kruhový terč, ve kterém vyšetřovaný vnímá pohyb bodu.

Test tvoří 10 000 náhodně umístěných bílých teček o velikosti 1 pixel. Jas teček je o 580 asb vyšší než jas šedého pozadí o 50 asb. Kruhové podněty jsou v 17 velikostech, v nichž se tečky pohybují z poloviny odstředivě a zbytek náhodným směrem. Je testováno 44 míst v zorném poli. Velikost vyšetřovaného zorného pole závisí na rozměrech monitoru počítače. Například monitor se 17 palcovou úhlopříčkou umožňuje vyšetřit 21° ZP.

Vyšetření probíhá v zatemnělé místnosti. Vyšetřovaný se dívá ze vzdálenosti 22 cm na obrazovku počítače a určuje směr, kterým se stimuly pohybují a to tak, že se světelným perem dotkne monitoru v místě vnímání pohybu terče. Celkové vyšetření trvá asi 12 - 20 minut.

MAP je odolná vůči vlivům nesprávné korekce až do 6 D. Slouží k odhalování výpadků zorného pole u různých optických neuropatií včetně glaukomu. U pacientů s glaukomem byly zaznamenány poruchy ve vnímání pohybu, prodloužení reakčního času a nedostatečně přesná lokalizace stimulů. Defekty zorného pole u glaukomu na MAP jsou téměř stejně lokalizované jako u standardní perimetrie. Motion perimetrie je spíše senzitivní metodou pro zjištění změn ZP u zeleného zákalu. [18, str. 62] [32]



Obrázek 20: Podobná přesnost detekce výpadků u pacienta s glaukomem při konvenční a motion automatické perimetrii [32]

4.2.6.8 Swedish interactive threshold algorithm (SITA)

Tato metoda používá pravděpodobnostní model prahových hodnot senzitivity sítnice vznikajícího díky znalosti normálního a glaukomového zorného pole. Během vyšetření je model stále aktualizován a upravován dle odpovědí vyšetřovaného. Vždy se používá stejný model, upravuje se jen korekce k věku.

SITA vykazuje stejnou senzitivitu, vyšší střední citlivost v ZP, vyšší reprodukovatelnost, zkrácení doby vyšetření až na polovinu a menší variabilitu než standardní perimetrie. To, že je průměrná prahová citlivost sítnice při metodě SITA vyšší, způsobuje kratší vyšetřovací doba. Díky tomu je pacient méně unaven a tak se dosahuje lepších výsledků.

SITA je součástí perimetru Humphrey od firmy Zeiss. Používá se především u pacientů s glaukomem. [18, str. 63]

4.3 KAMPIMETRIE

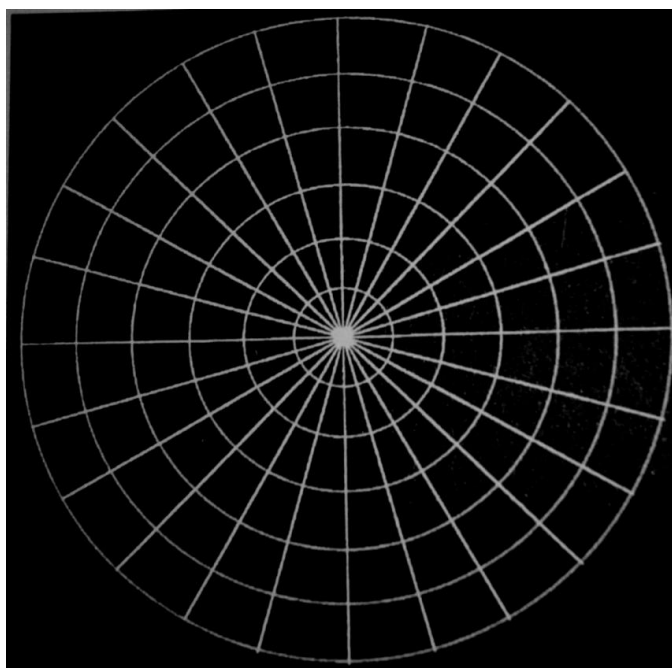
Kampimetrie se v dnešní době již moc nepoužívá, slouží spíše jako klinický doplněk perimetrie. Umožňuje nám zjistit centrální defekty ZP v rozmezí 30°. Rozdíl kampimetrie a perimetrie spočívá v ploše, která je u kampimetrie rovinná, zatímco u perimetrie kulová nebo obloukovitá. Na této ploše se nachází síť z koncentrických kruhů radiálně rozdělená

čarami. Síť vidí pouze vyšetřující. Testové značky jsou nejčastěji bílé o průměru 1 mm, 2 mm, 3 mm, 5 mm a 10 mm. Jimi se vyšetřuje na vzdálenost 1 m nebo 2 m. V případě jednoho metru se vyšetřuje ZP do 30° kolem fixačního bodu a u dvou metrů do 16°. Vlivem této vyšetřovací vzdálenosti se značky zobrazují pod velmi malým zorným úhlem, proto je velikost defektu na tangenciální rovině větší než u perimetrického vyšetření. Díky tomu lze lépe definovat i velmi malé defekty.

Kampimetrie byla dříve velice oblíbená v neurooftamologii a při vyšetření, kde se většina změn odehrává právě v centrální oblasti. Výsledky tohoto vyšetření se zaznamenávají zapíchnutím špendlíku s červenou hlavičkou do přední plochy kampimetru a po vyšetření se přenáší do schématu. [13, str. 63] [14, str. 273]

4.3.1 Bjerrumův kampimetr

Kampimetr tohoto typu je tvořen matným černým plátnem, napnutým na dřevěném rámu o velikosti 200 cm x 200 cm nebo 140 cm x 140 cm. Na plátně je vyšita síť z koncentrických kruhů od 0° do 30° po pěti úhlových stupních. Radiálně jsou kruhy rozděleny čarami po 15°. V centru sítě se nachází fixační červená značka, jejíž intenzita se dá měnit. Pro vymezení vyšetřovací vzdálenosti slouží dvě šňůry o délce 1 m a 2 m, které jsou upevněné na boční stěně. Vhodné je, aby stěna 30 cm okolo kampimetru byla natřená na černo, aby nepůsobila rušivě. [14, str. 274] [17, str. 252 - 253]



Obrázek 21: Bjerrumův kampimetr [17, str. 254]

4.3.2 Loydův stereokampimetr

Stereokampimetr se používá také k vyšetření centrálního zorného pole. Vyšetřuje 10° nazálně, 35° temporálně a 25° nahoru a dolů. Jeho využití je výhodné při centrálním skotomu vyšetřovaného oka, kdy fixuje druhé, lépe vidoucí oko. Je založen na podobném principu jako Brewsterův stereoskop. Paprsky jsou k oku vedeny optickou soustavou rovnoběžně, jakoby předlohová deska přístroje byla v nekonečnu. Přístroj se skládá ze základní desky, na které je v horní části opěrka brady a stereoskopický okulár, které lze nastavit do potřebné polohy a vzdálenosti od schématu na předlohové desce. Schéma je osvětlováno světelným zdrojem nad okulárem.

Do přístroje se vloží schéma, nastaví se přístroj podle tváře vyšetřovaného a upraví se vzdálenost od schématu. Když se nedaří spojit obě poloviny předlohy, je nutné použít prizmata, abychom fúzi pomohli. Vyšetřovaný fixuje tmavý střed kruhové značky uprostřed schématu, čímž se uvolní akomodace. Kruhové značky, perimetrické nebo stereokampimetrické, jsou umístěny excentricky. [14, str. 274 - 275]

5 PORUCHY ZORNÉHO POLE

K vyhodnocení zrakové poruchy je zapotřebí detailní anamnéza a komplexní oční vyšetření. Rozlišujeme poruchy jednostranné nebo oboustranné. Rozhodnutí o tom, zda se jedná o monokulární či binokulární poruchu je důležité pro lokalizaci léze. Monokulární poškození se projeví při střídavém zakrytí jednoho a druhého oka. Někdy má vyšetřovaný pocit, že je postiženo vidění jen jednoho oka, přestože se jedná o výpadek stejnostranné poloviny ZP obou očí. [9, str. 504]

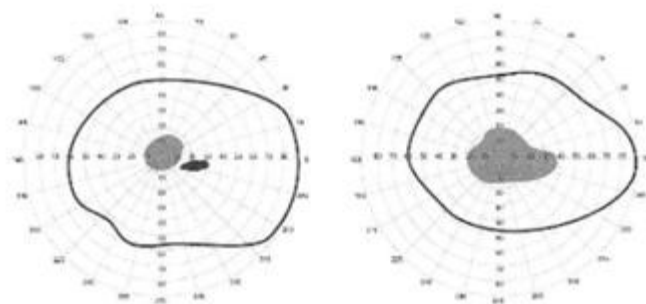
5.1 MONOKULÁRNÍ PORUCHY

5.1.1 Skotom

Skotomy nazýváme ohraničené ostrůvkovité výpadky v zorném poli. Fyziologickým skotomem je slepá skvrna, Marriotův bod, patřící mezi negativní skotomy, které si vyšetřovaný neuvědomuje. Negativní skotom vzniká pomalu např. z útlakové léze zrakové dráhy. Naopak pozitivní skotom vyšetřovaný vnímá jako šedou skvrnu v ZP, bývá to náhlý výpadek jako např. krvácení nebo zánět v makule. Skotomy mohou být také absolutní nebo relativní. Absolutní výpad se vyznačuje celkovou ztrátou světlocitu v dané oblasti. Při relativním výpadu dochází k poruše vnímání barevných podnětů a podnětů o menší intenzitě. Změny ve vnímání barev naznačují, která tkáň je postižena. Porucha percepce červené a zelené barvy bývá u onemocnění zrakového nervu, porucha vnímání modré barvy při poškození sítnice.

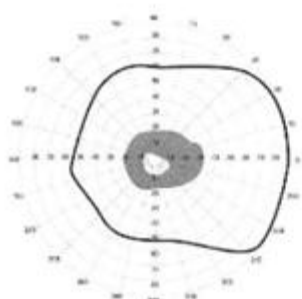
Podle lokalizace a tvaru rozdělujeme skotomy na: a) centrální - postihující fixaci, b) centroekální – zabírá centrum a slepou skvrnu, c) paracentrální – výpadek oblasti vedle fixace, d) pericentrální (obloukové) – postihuje oblast okolo fixace, e) arkuátní – výpadek ZP související se ztrátou svazku nervových vláken, f) altitudinální - výpady v obou dolních nebo obou horních kvadrantech, g) kvadrantanopie – výpadek jen jednoho kvadrantu, h) hemianopické – postihuje buď nazální, nebo temporální polovinu zorného pole.

Sektorové výpadky zorného pole vycházejí z centra nebo ze slepého bodu. Z centra vychází při poruše retinálního oběhu a ze slepé skvrny při výpadu svazku nervových vláken u léze zrakového nervu. [7, str. 194] [9, str. 506] [11, str. 58] [15, str. 44 - 45]

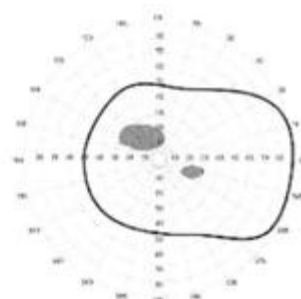


Centrální skotom

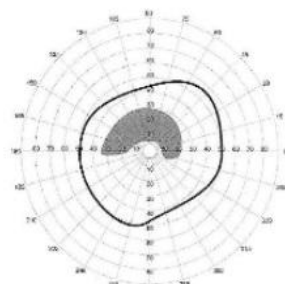
Centrocekální skotom



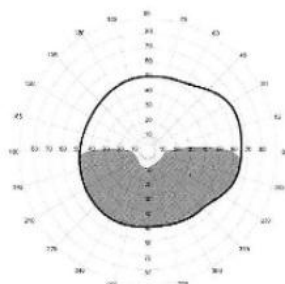
Pericentrální skotom



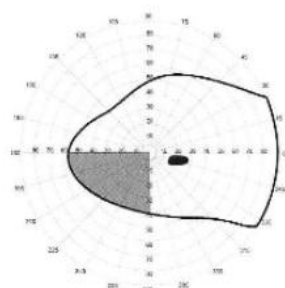
Paracentrální skotom



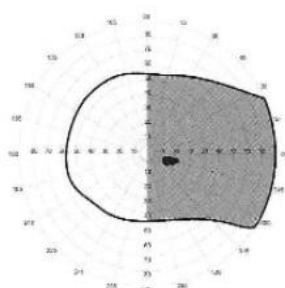
Horní arkuátní skotom



Dolní altitudinální skotom



Kvadrantanopie



Hemianopie

Obrázek 22: Rozdělení skotomu podle tvaru a lokalizace [15, str. 44 - 45]

5.1.2 Monokulární změny zorného pole u nejčastěji se vyskytujících onemocnění oka v populaci

5.1.2.1 Glaukom

Glaukom, zelený zákal, je druhá nejčastější příčina slepoty. Je definován jako skupina očních onemocnění, které jsou charakteristické změnami zrakového nervu. Ztráta gangliových buněk sítnice a jejich axonů se projevuje typickými změnami zorného pole a atrofií papily zrakového nervu. Hlavní příčinou vzniku glaukomu je vysoký nitrooční tlak (NT). Mimo tuto mechanickou teorii vzniku existuje i teorie vaskulární nebo geneticko-metabolická. Poslední studie poukázaly na to, že na neurodegeneraci se určitou mírou musí podílet všechny tyto tři mechanismy.

Mezi rizikové faktory glaukomu patří: věk (převážně osoby nad 40 let, vzácně novorozenci a děti), dědičnost (10% pravděpodobnost výskytu u příbuzných nemocného), rasa (častěji černošská populace), systémová onemocnění (hypertenze, diabetes mellitus, arterioskleróza), ametropie (hlavně vysoká myopie) a celková léčba (kortikoidy, chemoterapie nebo radioterapie). [2, str. 139] [15, str. 275] [20, str. 10 - 11]

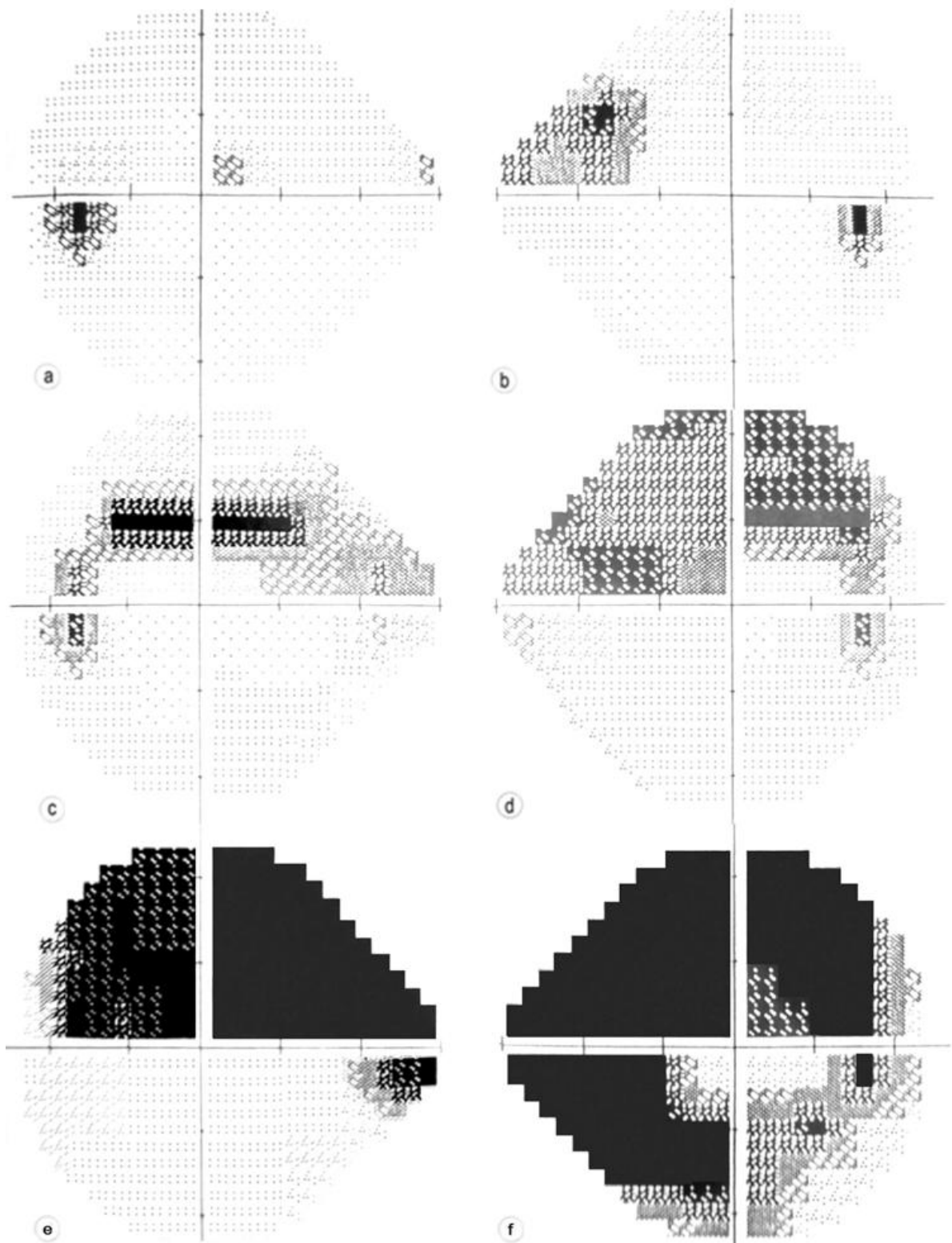
Glaukom se dělí na primární a sekundární. U primárního glaukomu dochází ke snížení odtoku z komorového úhlu na úrovni funkční a následnému zvýšení nitroočního tlaku, který však není spojen s jiným onemocněním. Může vznikat i vlivem uzávěru komorového úhlu naléhající duhovkou při pupilárním bloku na úrovni mechanické. Naopak, sekundární glaukom je způsoben vyšším nitroočním tlakem při jiné oční chorobě. Existuje také vývojový, kongenitální, glaukom charakterizovaný špatným embryonálním vývojem, kdy došlo ke změnám předního segmentu, které zabraňují odtoku nitrooční tekutiny. Dalším dělením zeleného zákalu je na glaukom s otevřeným úhlem, u kterého se zvyšuje NT poruchou v trabekulárním systému, a glaukom s uzavřeným úhlem, kde jsou odtokové cesty uzavřeny a nitrooční tekutina se nedostává do trabekulární oblasti. [8, str. 162] [15, str. 288]

Charakteristickým defektem u glaukomu při perimetrickém vyšetření jsou výpadky svazků sítnicových nervových vláken. Prvním projevem jsou paracentrální skotomy vyskytující se v oblasti 10° - 20° od bodu fixace. Jsou to malé výpadky, jejichž spojením vznikají obloukové defekty, které svým tvarem kopírují průběh nervových vláken. Tyto defekty se nacházejí v centrální Bjerrumově oblasti vycházející ze slepé skvrny, proto se výpadek nazývá Bjerrumův skotom. Nazálně od papily jsou nervová vlákna uspořádána více radiálně. Často bývá nejdříve poškozena horní nebo dolní polovina ZP, vzniká tzv. Roenneho

nazální skok. Temporální výpadek je spíše klínovitý, nachází se temporálně nahoře od periferie k centru. Prstencovité skotomy vznikají spojením obloukovitých výpadků dolní a horní poloviny ZP. Dalšími příznaky u glaukomu je prohlubování a rozšiřování skotomů. Většinou dlouhou dobu zůstává centrální ostrůvek s poměrně dobrou centrální ostroší, ale dochází k špatné orientaci v prostoru či temporálnímu perifernímu zbytku.

Vyšetření zorného pole se u pacientů s glaukomem provádí společně s dalšími testy. K nim patří vyšetření předního segmentu oka štěrbínovou lampou, gonioskopie (pozorování komorového úhlu), tonometrie (měření nitroočního tlaku), biomikroskopie a oftalmoskopie (prohlídka očního pozadí). K vyšetření ZP u glaukomu v praxi stačí pouze standardní bílá perimetrie. Z nových perimetrických metod se nejlépe osvědčila FDT perimetrie díky své krátké testovací době a testování bez korekce do blízka. [5, str. 384 - 386] [8, str. 163 - 165] [18, str. 70 - 71]

Léčba glaukomu může být konzervativní nebo chirurgická. Jejich účelem je dosáhnout snížení nitroočního tlaku na požadovanou hodnotu. Do konzervativní léčby řadíme farmakoterapii a laserovou terapii. Farmakoterapie pobíhá pomocí kapek snižujících tvorbu nitrooční tekutiny (betablokátory a inhibitory karbonanhydrázy), nebo podporující odtok nitrooční tekutiny (adrenergní agonisté, prostaglandiny a parasymptomimetika). Dále se podávají miotika u záchvatu glaukomu, která zužují mydriatickou zornici, nebo osmoticky působící látky, které mohou rychle snížit NT. K laserové léčbě patří laserová trabekuloplastika argonovým laserem a laserová iridotomie Nd-YAG-laserem. Chirurgická terapie glaukomu zahrnuje filtrační operace (trabekulektomie, aplikace drenážních implantátů), iridektomie a cyklodestruktivní metody (cyklokryokoagulace, cyklofotokoagulace). [4, str. 78 - 81] [8, str. 169 - 172]



Obrázek 23: Progrese defektů zorného pole u glaukomu: a) paracentrální skotom, b) Roenneho nazální skok, c) Bjerrumův skotom, d) zvětšení skotomu, e) prohloubení skotomu, f) prstencový skotom [5, str. 385]

5.1.2.2 Věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD)

VPMD je nejčastější příčina slepoty u lidí nad 60 let. V souvislosti se stárnutím populace se stává zdravotně-sociálním problémem. Jedná se o multifaktoriální onemocnění vlivem stárnutí, které se projevuje postupnou progresivní ztrátou kapilár v choriokapilaris, zajišťující látkovou výměnu v sítnicové oblasti makuly. Jestliže nastává nepřiměřený úbytek kapilár, výživa makuly je nedostačující a dochází k nevratnému snížení zrakové ostrosti.

Celkové rizikové faktory VPMD jsou: věk (nejvíce 6. a 7. decennium), pohlaví (častěji u žen), rasa (bílá rasa), dědičnost, kouření, alkohol, nesprávná výživa, obezita, diabetes mellitus, hypertenze, oxidační stres, kardiovaskulární vlivy, sluneční záření a okulární vlivy (např. katarakta a úbytek makulárního pigmentu).

Věkem podmíněná makulární degenerace se vyskytuje ve dvou formách, suchá a vlhká. Suchá neboli atrofická forma je častější, postihuje až 85 % z celkového počtu pacientů s VPMD. Je také méně závažná a projevuje se pozvolna. Vzniká zánikem kapilár v choriokapilaris makulární oblasti. Typickým příznakem jsou změny ve vrstvě pigmentového epitelu sítnice a tvrdé či měkké drúzy. Drúzy jsou okrouhlá žlutavá ložiska hluboko v sítnici. Tvrdé drúzy jsou malá ostře ohraničená depozita, měkké jsou naopak větší neohraničená depozita, která často vedou ke vzniku vlhké formy. Suchá forma se projevuje pozvolným snížením zrakové ostrosti, které je patrné převážně při čtení, dále drobnými skotomy v centru ZP, metamorfopsiemi při vyšetření na Amslerově mřížce a později centrálním skotomem. Konečným stádiem suché formy je geografická atrofie pigmentového epitelu, vyvolávající ztrátu zraku až praktickou slepotu.

Vlhká forma je mnohem závažnější, vyskytuje se méně často, ale její průběh je velice rychlý. Je způsobena růstem novotvořených cév z cévnatky, které pronikají pod pigmentový epitel a sítnici, kde probíhají jako neovaskulární membrána. Novotvořené cévy mají zvýšenou permeabilitu. Jejich prosakování a krvácení podněcuje tvorbu vazivové tkáně. Vlhká forma se projevuje zpočátku metamorfopsiemi, po nichž následuje náhlé snížení zrakové ostrosti s pozitivním centrálním skotomem. V konečném stádium vlhké formy vzniká disciformní jizva. [6, str. 24, 60 - 62] [8, str. 151 - 152] [15, str. 253 - 254]

K vyšetřovacím metodám u VPMD patří vyšetření zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti, Amslerova mřížka, biomikroskopie, fluorescenční angiografie (sledování průtoku fluoresceinu cévním systémem oka), indocyaninová angiografie (zobrazuje chorioideální

cirkulaci) a optická koherenční tomografie – OCT (hodnocení zadního segmentu a změn na očním pozadí). [1, str. 165] [6, str. 78 - 93]

Současná léčba VPMD zahrnuje několik možností. U suché formy je to především vitaminoterapie používající preparáty s luteinem. Na vlhkou formu se používají Anti-VEGF preparáty zahrnující Pegaptanib, Ranibizumab, Aflibercept a Bevacizumab (pouze jako off-label terapie). Fotodynamická terapie a laser se již nepoužívají z důvodu tvorby jizev. [6, str. 99 - 121]



Obrázek 24: Metamorfozie a centrální skotom u VPMD [27]

5.1.2.3 Odchlípení sítnice

Odchlípení sítnice (amotio retinae) je vážné oční onemocnění, ohrožující vidění pacienta. Je způsobeno odloučením sensorické části sítnice od pigmentového epitelu. Mezi těmito listy sítnice se hromadí subretinální tekutina ze sklivce nebo z cévnatky. Jejich odloučením je narušena výživa fotoreceptorů z choriokapilaris. Pokud odchlípení sítnice trvá delší dobu, týdny či měsíce, dochází k atrofii sítnice a porucha vidění je trvalá. Odchlípení dělíme na primární a sekundární.

Primární odchlípení je nazýváno rhegmatogenní neboli idiopatické. Jeho příčinou je trhlina nebo díra v sítnici. Díry vznikají v místě zeslabené retiny, jejich predispozicí je mřížková degenerace v periférii sítnice. Trhliny vznikají trakcí sklivce, projevují se jako záblesky (fotopsie), vlivem dráždění sítnice touto trakcí. Příznakem odchlípení je vnímání zvětšující se clony, která postupuje z periferie do centra a tím dochází k postupnému omezování zorného pole, které se nachází v opačném kvadrantu než odchlípení. Při odchlípení v oblasti makuly dochází ke ztrátě centrální zrakové ostrosti. Onemocnění postihuje starší i mladší osoby a je častější u těžké myopie a afakie. Velké obloukovité trhliny vznikají také při tupém poranění oka.

Sekundární, nerhegmatogenní odchlípení sítnice vzniká jako následek jiného očního onemocnění. Neuroretina je volně spojená s pigmentovým epitelem. Odchlípení vzniká většinou trakcí, vlivem jizevnatých pruhů vzniklých následkem perforačního úrazu, proliferativní diabetickou retinopatií, fibroproliferací po okluzi centrální sítnicové žíly atd. Fibrovaskulární membrány, které vyrůstají ze sítnice do sklivce, časem vyvolávají tah za sítnicí. Dochází tak k nadzvedávání sítnice a k následnému odloučení. Rozlišujeme také exsudativní odchlípení sítnice, vznikající hromaděním exsudátu nebo transsudátu v subretinálním prostoru při nádorech cévnatky, uveitidě či při těhotenské retinopatii.

Léčba probíhá chirurgicky. Cílem operace je uzavřít trhlinu a přiložit odchlípenou sítnici. Používá se fotokoagulace, kryopexa, episklerální plombáž či implantace plynové nebo silikonové tamponády. [4, str. 88 - 90] [8, str. 155] [15, str. 257 - 258]

5.1.2.4 Diabetická retinopatie

Diabetická retinopatie (DR) je častá vaskulární choroba sítnice, projevující se jako orgánová komplikace diabetu. Způsobuje slepotu u 2 – 5 % diabetiků, převážně u lidí v produktivním věku. Vzhledem k vzrůstajícímu množství diabetiků se stává problémem zdravotně-ekonomickým.

Pokles zrakové ostrosti či slepota u diabetiků vznikají dvěma příčinami. Zaprvé komplikací u proliferativní diabetické retinopatie vlivem krvácení do sklivce nebo trakčním odchlípením sítnice. Zadruhé se projevuje v souvislosti s vývojem diabetické makulopatie.

Podkladem vzniku diabetické retinopatie a makulopatie je diabetická mikroangiopatie. Toto poškození cévní stěny postihuje v první řadě kapiláry. Nejdříve se objevuje porucha permeability stěny, kdy se průnikem tekutiny a plazmatických bílkovin do sítnice vytváří edém.

Rozlišujeme dvě formy diabetické retinopatie. Je to neproliferativní a proliferativní forma DR. Neproliferativní se dále dělí na počínající, středně pokročilou a pokročilou. Počínající DR se oftalmoskopicky projevuje mikroaneurysmaty, tečkovitými hemoragiemi a tvrdými exsudáty na očním pozadí. Tyto změny se objevují jen ojediněle. Mikroaneurysmata jsou výdutě poškozených kapilár, které se jeví jako tmavě červené body na očním pozadí. Tečkovité hemoragie se tvoří při prasknutí stěny mikroaneurismat. U středně pokročilé jsou stejné projevy, ale nacházejí se již po celé sítnici, může se objevovat i nepravidelný průsvit vén (flebopatie). U pokročilé DR nalézáme velice postiženou celou sítnici s měkkými exsudáty a intraretinálními mikrovaskulárními abnormalitami (IRMA).

Měkké exsudáty mají podobu vatovitých chomáčků, jedná se o ložiska nekrózy tkáně při poruše cirkulace retinálního řečiště.

Proliferativní formu DR charakterizuje neovaskularizace, vyrůstající ze sítnice nebo z terče zrakového nervu do sklivcové dutiny. Častým nálezem u této formy je diabetická makulopatie.

Diabetická makulopatie vzniká nezávisle na typu retinopatie a může vzniknout i samostatně. Projevuje se edémem makuly, tečkovitými hemoragiemi a tvrdými ložisky.

U diabetické retinopatie jsou defekty zorného pole nejčastěji relativní či multifokální a způsobují skvrnitý vzhled ZP. Změny zorného pole se objevují až v pokročilejším stádiu DR, proto v počátcích DR nevidíme žádné příznaky při vyšetření na perimetru. U diabetické makulopatie jsou patrné změny v centrálním ZP a dochází tak ke snížení centrální citlivosti.

Vyšetření DR se provádí pomocí fluorescenční angiografie (sledování průtoku fluoresceinu v sítnicovém řečišti), biomikroskopie fundu, foto fundu a OCT.

Terapie neproliferativní a počínající proliferativní formy se realizuje pomocí panretinální fotokoagulace argonovým nebo diodovým laserem, který vysílá až několik tisíc zásahů na celou sítnici s výjimkou makuly, aby byla možná fotodestrukce hypoxické tkáně. Makulární edém se dá léčit i intravitreálními injekcemi. U proliferativního překrytí zadního pólu oka, trakčního odchlípení sítnice nebo v případě hemoftalmu se používá pars plana vitrektomie. [8, str. 142 - 144] [15, str. 244 - 247] [18, str. 76]

5.2 BINOKULÁRNÍ PORUCHY

5.2.1 Hemianopsie

Hemianopsie je výpadek poloviny zorného pole. Dělíme ji na homonymní a heteronymní. Homonymní hemianopsií nazýváme výpadek stejných částí zorného pole obou očí, tedy buď obou pravých, nebo obou levých. Heteronymní se vyznačuje výpadkem opačných polovin zorného pole obou očí, na jednom oku je výpadek v levé části a na druhém v pravé části. Hemianopsie bitemporální vzniká následkem poruchy vláken křížících se v chiasmatu, např. u nádorů hypofýzy větších než 1 cm. Binazální, nepravá, hemianopsie je vzácná, vzniká jako následek poruchy nekřížících se vláken v chiasmatu způsobené více než jednou lézí po stranách chiasmatu.

Kompletní hemianopsie zaujímá celé poloviny zorného pole obou očí, naopak nekompletní popisuje výpadek pouze části dané poloviny ZP obou očí. Dále rozlišujeme

kongruentní a inkongruentní výpady. Kongruentní výpadky jsou takové, které zaujmají stejný rozsah a lokalizaci na obou očích, kdy po přiložení obou perimetrů na sebe se tyto výpadky překrývají. Dokonalou kongruenci můžeme pozorovat například u korových lézí nebo lézí zadní třetiny radiace. Inkongruentní výpady řadíme k traktové hemianopsii a poškození přední části radiace kupříkladu způsobenou lézí Meyerovy kličky zrakové dráhy.

Jedinou hemianopsií s výhradně monokulárními projevy je výpad temporálního srpku monokulárního zorného pole. Tato porucha vzniká poškozením nejhlubší části druhostranné kalkariny. [7, str. 194 - 195] [15, str. 45 - 46]



Obrázek 25: Typy hemianopsie [22]

5.3 LOKALIZACE ABNORMALIT VE ZRAKOVÉ DRÁZE

Poškození ve zrakové dráze lze lokalizovat podle umístění a tvaru skotomu a také podle toho, jedná-li se o jednostranné nebo oboustranné postižení. Jednostranné léze jsou typické pro prechiasmatické poškození a oboustranné pro poškození vyšších úseků začínající chiasmatem. [9, str. 506] [15, str. 265]

5.3.1 Poškození zřakového nervu

Charakteristické výpadky u postižení zřakového nervu jsou centřální a centrocekální skotomy. Vyskytují se například u neuritidy optiku, toxického poškozění nebo u rychlé mechanické komprese zřakového nervu, která způsobí výpadek makulopapilárních vláken. Centřální skotom může mít různou velikost, na níž záleží stupeň ovlivnění zřakové ostřosti. U malého skotomu dochází jen k lehkému snížení vřizu.

Neuritida optiku je prvním příznakem roztroušené sklerózy. Projevuje se nejen centřálním nebo paracentřálním skotomem, ale také arkuátním skotomem, rozptýlenými defekty a difuzním snížením citlivosti.

Ischemická neuropatie optiku je nejčastější poškozění optiku u starších lidí nad 50 let. Dělí se na artritickou u temporální arteritidy, vzácnou zadní, způsobenou okluzí jedné či více piálních větví, a častější přední. Přední ischemická neuropatie vzniká pravděpodobně okluzí větví zadních ciliárních arterií. Projevuje se náhlým monokulárním zhoršením vidění. Na perimetrickém obrazu je patrný výpadek svazku nervových vláken obvykle v dolní polovině, dolní altitudinální hemianopsie.

Městnavá papila je edém terče zřakového nervu, způsobený nitrolební hypertenzí. Dlouhotrvající městnavá papila může vést k atřofii optiku, výpadekům svazku nervových vláken a dokonce až k oslepnutí.

Drúzy terče zřakového nervu jsou tvořeny shluky kalcifikovaného materiálu. Jejich etiologie je zatím nejasná. Drúzy způsobují výpadky svazků nervových vláken až koncentrické zúžení zorného pole. Tyto projevy mohou být obtížně odlišitelné od glaukomových defektů. Proto se při nejasném nálezu používá glaukomová léčba. [15, str. 266 - 271] [18, str. 73]

5.3.2 Poškození chiasmatu

Chiasma bývá nejčastěji postiženo útlakem. Příčinou jsou většinou nádory okolních struktur, výduť tepen nebo vnitřní hydrocefalus. Ostatní léze jsou spíše vzácné, sem patří nepřímé poranění, primární gliom chiasmatu, optikochiasmatická arachnoiditis atd. Poškození chiasmatu je provázeno chiasmatickým syndromem, projevujícím se atřofií papily zřakového nervu, poklesem zřakové ostřosti a výpadky zevních polovin ZP. Tyto výpadky jsou typické při defektu centřální části chiasma opticum, kdy bývají postižena křížící se nervová vlákna. Tím vzniká bitemporální hemianopsie. Výpadky se mohou rozprostírat po celé polovině

zorného pole nebo pouze v její horní či dolní části. Pro hypofyzární léze je příznačná horní kvadrantová bitemporální hemianopsie, naopak pro nehypofyzární léze (kraniofaryngom, meningeom nebo aneurysma Willisova okruhu) jsou typické výpadky dolních temporálních kvadrantů a stranová asymetrie.

Vzácným obrazem je Traquirův junkční skotom, který se objevuje u poškození optikochiasmatického spojení, způsobeným lézí přední Wilbrandovy kličky, která do optikochiasmatického spojení vbíhá z druhého oka. Vyznačuje se homolaterálním centrálním skotomem, přičemž na druhém oku je periferní deprese v horním temporálním kvadrantu. Toto poškození je zajímavé tím, že jako léze jednoho zrakového nervu se projevuje na obou očích a jako léze chiasmatu nemá bitemporální defekty v zorném poli. [7, str. 203] [8, str. 199] [9, str. 506] [20, str. 24]

5.3.3 Retrochiasmatické poškození

Retrochiasmatická oblast je část zrakové dráhy nacházející se za chiasmatem. Zahrnuje optický trakt, corpus geniculatum laterale, zrakovou radiaci a zrakovou kůru. Jejich léze způsobují homonymní hemianopsii. Vlivem křížení nervových vláken v chiasmatu je homonymní hemianopsie vyvolána v kontralaterální hemisféře mozku. Při ní jsou poškozena vlákna ze stejnostranných polovin sítnic, čímž dochází k výpadkům druhostranných polovin ZP. Podobnost (kongruence) skotomů obou očí je tím větší, čím blíže korovému centru se léze nachází, to je dáno uspořádáním nervových vláken v jednotlivých místech zrakové dráhy.

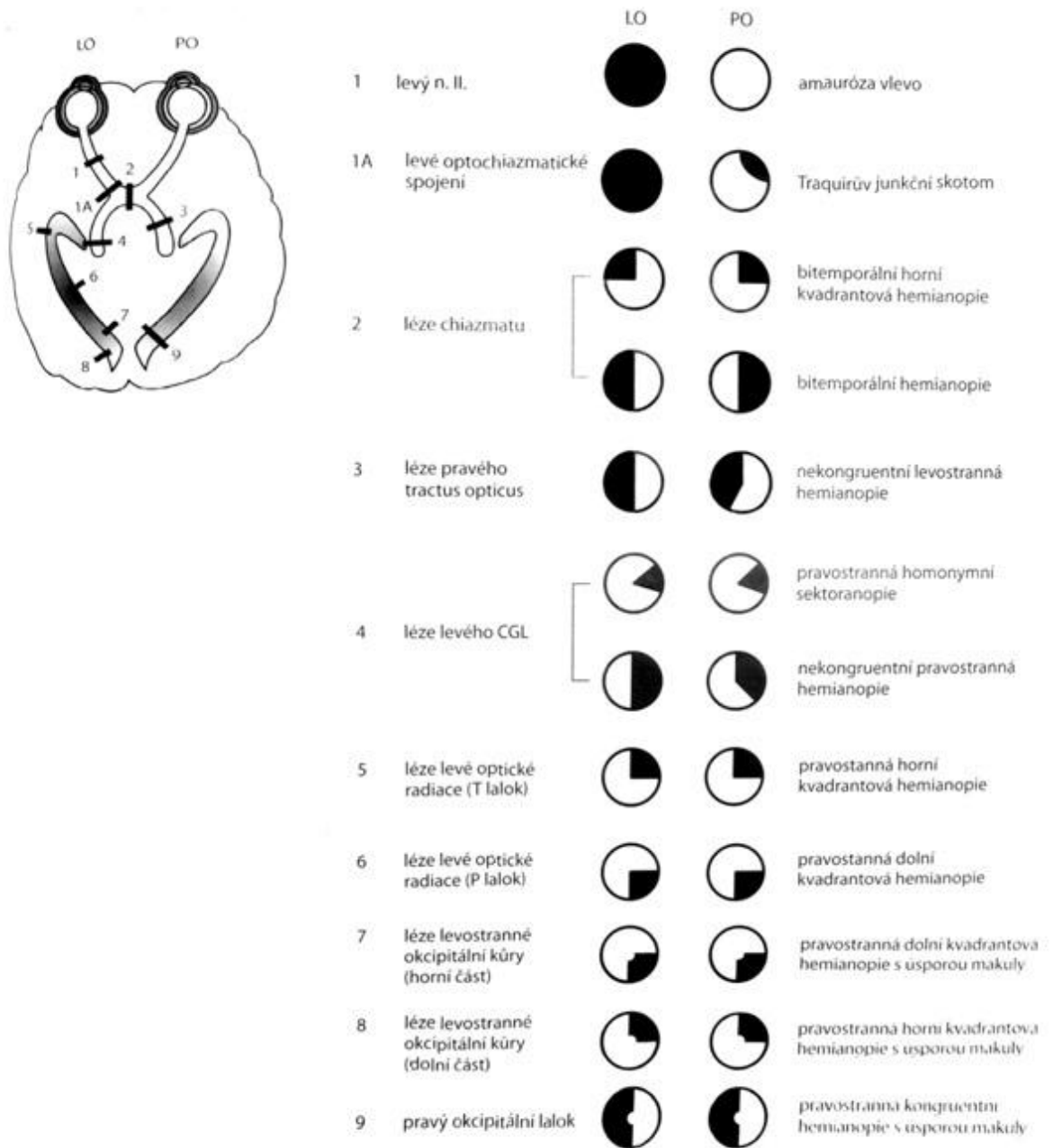
Postižení optických traktů je vzácné, projevuje se inkongruentní hemianopsií. Vzniká útlakem perichiasmatickými nádory, přímým poraněním, poraněním při kraniocerebrálních úrazech nebo frakturách spodiny lebni.

Typickým obrazem léze corpus geniculatum laterale je kontralaterální homonymní hemianopsie, méně obvyklé jsou sektorové výpadky (sektoranie). Poškození bývá tumorem, infarktem, krvácením, toxoplazmózou či jinými infekcemi.

Poškození optické radiace postihuje temporální i parietální lalok. Léze v temporálním laloku, dolní část zrakové radiace, způsobuje horní kontralaterální homonymní kvadrantanopsii. Tento výpadek vzniká při postižení v oblasti Meyerovy kličky. Naopak patologie v parietálním laloku, horní část zrakové radiace (Baumova klička), má za následek dolní kontralaterální homonymní kvadrantanopii. Etiologií tohoto poškození jsou cévní mozkové příhody, tumory a demyelinizační procesy.

Poškozením primární zrakové kůry dochází také ke kontralaterálním výpadkům ZP. U léze primárního kortexu je typická absolutní kongruence výpadků. Vyvolávají je především tumory, mozkové příhody, krvácení, infekce nebo traumata okcipitálních laloků. Při poškození ve spánkovém laloku převážně vlivem nádoru dochází k výpadku v periférii, ten pozvolna postupuje až do centra. V parietálním laloku vznikají léze cévními afekcemi, nádory či mozkolebečním poraněním. Příčiny hemianopsie okcipitálního původu jsou především extracerebrální nádory uložené mezi hemisférami a infarkt po okluzi větví např. a. cerebri posterior. Výpadky potom můžeme lokalizovat v jednom nebo obou kvadrantech ZP, na jednom nebo obou očích a postupně mohou přejít až v korovou slepotu. Korová slepota může vzniknout i tupým nebo perforujícím poraněním. Poškození horního rtu kalkariny zapříčiňuje kontralaterální defekty dolních kvadrantů obou očí, naopak léze spodního rtu způsobuje výpadky horních kvadrantů. Porucha celé zrakové kůry jedné hemisféry vyvolá výpadek celé kontralaterální poloviny ZP obou očí.

Částečné léze zrakových drah někdy zapříčiňují tzv. makulární úsporu, kdy nejsou poškozena vlákna jdoucí u makul. To nastává proto, že fovea má velké zastoupení vláken od zrakového nervu až k primárnímu kortexu. Makulární úspora se nejčastěji objevuje u kortikálních lézí, protože jsou před poškozením ušetřeny oblasti na pólech okcipitálních laloků, které reprezentují makulu. [9, str. 507 - 508] [13, str. 213 - 214] [18, str. 75] [20, str. 25 - 26]



Obrázek 26: Defekty zorného pole při poškození jednotlivých částí zrakové dráhy [9, str. 507]

6 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo objasnit problematiku zorného pole, jeho fyziologii, patologii a vyšetřovací metody. Práci jsem strukturovala do 4 kapitol.

První kapitola se věnovala vysvětlení samotného pojmu zorné pole, jeho rozdělení a vymezení rozsahu normálního zorného pole.

Druhá kapitola zahrnuje anatomii zrakové dráhy, která se zorným polem úzce souvisí, jelikož normální zorné pole je výsledkem správného zpracování impulsů prostřednictvím zrakové dráhy. Poškození určité části zrakové dráhy se projevuje typickými výpadky zorného pole, díky kterým můžeme poruchu přesně lokalizovat.

Následující kapitola popisuje různé metody vyšetření zorného pole. Zahrnuje jednoduché orientační zkoušky, Amslerovu mřížku, historicky nejstarší kampimetrii a nejpoužívanější perimetrii. V poslední době se objevují i novější techniky vyšetření, které slouží k přesnějším a rychlejším odhalení defektů. K těmto technikám řadím krátkovlnnou perimetrii, mikroperimetrii, flicker perimetrii atd. Tyto nekonvenční techniky jsou v mé práci také vysvětleny.

Poslední kapitola je věnovaná patologickým problémům zorného pole. Byly popsány monokulární a binokulární výpadky zorného pole, jejich vliv na vidění a výskyt při poškození určitých míst zrakové dráhy. Rovněž byla zmíněna nejčastěji se vyskytující onemocnění očí v souvislosti se změnami zorného pole.

V tématice zorného pole se stále setkáváme s novými poznatky, především ve způsobech vyšetření. I přesto si však myslím, že v praxi je stále nejpoužívanější počítačová perimetrie. Ačkoli má perimetrie svoji nezastupitelnou úlohu v neurooftalmologii, je nejčastěji indikována v případě zvýšeného nitroočního tlaku, se kterým souvisí glaukom. Podle mého názoru by mělo být alespoň jednoduché orientační vyšetření nebo vyšetření Amslerovou mřížkou zahrnuto mezi základní oční vyšetření v očních ambulancích, díky kterým se odhalí hrubé defekty zorného pole za pár minut.

Téma mé bakalářské práce je poměrně široké a není možné, aby práce obsáhla vše o dané problematice, především v oblasti patologie, kde existuje mnoho dalších onemocnění oka např. pigmentová retinopatie, které mají také vliv na změny zorného pole. Mojí snahou bylo v práci vystihnout především to, co pokládám za stěžejní, aby se člověk v této oblasti orientoval.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

a.	arteria
Anti-VEGF	anti-vascular endothelial growth factor
asb	apostilb
cd/m ²	kandela na metr čtvereční
CFF	critical flicker fusion
cm	centimetr
CMF	contrast modulation flicker
D	dioptrie
dB	decibel
DR	diabetická retinopatie
FDF	flicker-defined form perimetry
FDT	frequency-doubling technology
HRP	high-pass resolution perimetry
HRT	heidelberský retinální tomograf
Hz	hertz
IRMA	intraretinální mikrovaskulární abnormality
LCD	liquid crystal display
LPF	luminale pedestal flicker
m	metr
MAP	motion automated perimetry
mm	milimetr
např.	například
Nd – YAG	neodymium-doped yttrium aluminium garnet
NT	nitrooční tlak
OCT	optická koherenční tomografie
RBP	rarebit perimetry
SITA	swedish interactive threshold algorithm
SWAP	short-wavelength automated perimetry
VPMD	věkem podmíněná makulární degenerace
ZP	zorné pole

8 SEZNAM VYOBRAZENÍ

Obrázek 1: Rozsah normálního zorného pole [9, str. 502]	10
Obrázek 2: Zraková dráha [30].....	11
Obrázek 3: Boční pohled na mozková zraková centra [31].....	14
Obrázek 4: Konfrontační zkouška [9, str. 505]	16
Obrázek 5: Amslerova mřížka – vlevo normální nález, vpravo nález u VPMD [24]	17
Obrázek 6: Försterův perimetr [14, str. 270]	21
Obrázek 7: Ruční perimetr [14, str. 271].....	22
Obrázek 8: Goldmannův projekční perimetr [12, str. 392]	23
Obrázek 9: Perimetr Humphrey (firma Zeiss) [18, str. 20]	24
Obrázek 10: Perimetr Octopus (firma Haag-Streit) [18, str. 20]	24
Obrázek 11: Porovnání zjištěných defektů zorného pole u progresu glaukomu při standardní automatické perimetrii a při vyšetření SWAP [26]	25
Obrázek 12: Sinusová mřížka se světlými a tmavými pruhy, v pravé části obrázku je patrné zdvojení [18, str. 58].....	26
Obrázek 13: Flicker perimetry a) contrast modulation flicker, b) critical flicker fusion, c) luminale pedestal flicker [25].....	27
Obrázek 14: Testovací prstenec, jeho jas a jas pozadí [23].....	28
Obrázek 15: Normální zorné pole pravého oka při měření HRP [23].....	29
Obrázek 16: Mapa symbolů, interpolační a numerická [2, str. 126]	30
Obrázek 17: Mikroperimetrie u diabetického makulárního edému [1, str. 97]	31
Obrázek 18: Mikroperimetr Nidek MP1 [2, str. 126].....	31
Obrázek 19: Záznam výsledků RBP [21]	31
Obrázek 20: Podobná přesnost detekce výpadků u pacienta s glaukomem při konvenční a motion automatické perimetrii [32]	33
Obrázek 21: Bjerrumův kampimetr [17, str. 254]	34
Obrázek 22: Rozdělení skotomu podle tvaru a lokalizace [15, str. 44 - 45].....	37
Obrázek 23: Progrese defektů zorného pole u glaukomu: a) paracentrální skotom, b) Roenneho nazální skok, c) Bjerrumův skotom, d) zvětšení skotomu, e) prohloubení skotomu, f) prstencový skotom [5, str. 385].....	40
Obrázek 24: Metamorfopsie a centrální skotom u VPMD [27]	42
Obrázek 25: Typy hemianopsie [22]	45
Obrázek 26: Defekty zorného pole při poškození jednotlivých částí zrakové dráhy [9, str. 507]..	49

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

KNIŽNÍ PUBLIKACE:

- [1.] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Vydání první. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [2.] DOHNALOVÁ, Pavla, ROZSÍVAL, Pavel (ed.). *Trendy soudobé oftalmologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005. *Trendy soudobé oftalmologie*, sv. 2. ISBN 80-7262-326-5.
- [3.] HORNOVÁ, Jara. *Oční propedeutika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 103 s. , viii s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4087-4.
- [4.] HYCL, Josef. *Oftalmologie: minimum pro praxi*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. Levou zadní. ISBN 80-7254-827-1.
- [5.] KANSKI, Jack J. *Clinical ophthalmology: a systematic approach*. 3rd ed. Ilustrace T Tarrant. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. ISBN 0-7506-1886-8.
- [6.] KOLÁŘ, Petr. *Věkem podmíněná makulární degenerace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2605-2.
- [7.] KOLÍN, Jan. *Oftalmologie praktického lékaře*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1994, 276 s., fotogr. a barev. fotogr. na příl. ISBN 80-7066-861-x.
- [8.] KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1997, 341 s., [16] s. barevných obrazových příloh. ISBN 80-7169-079-1.
- [9.] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 1.vyd. Praha: Grada, 2007, [40], 768 s. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [10.] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000, 206 s. ISBN 80-7013-313-9.
- [11.] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Vyšetřování oka*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 87 s. ISBN 80-7013-195-0.
- [12.] LANG, Gerhard K. *Ophthalmology: a short textbook*. 1st ed. Stuttgart: Thieme, 2000, xviii, 586 s. ISBN 3-13-126161-7.
- [13.] OTRADOVEC, Jiří. *Klinická neurooftalmologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2003, 488 s., 16 s. barev. obr. příl. ISBN 80-247-0280-0.
- [14.] POLÁŠEK, Jaroslav (ed.). *Technický sborník oční optiky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974, 579 s.
- [15.] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. 1. vyd. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.

- [16.] ŘEHÁK, Jiří a Matúš REHÁK. *Venózní okluze sítnice*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 138 s. ISBN 978-80-247-3480-4.
- [17.] SCHWENDTOVÁ, Valéria a Róbert BRUNNER. *Geometrická a prístrojová optika*. [1. vyd.]. Martin: Osveta, 1998, 290 s. Edícia učebníc pre stredné zdravotnícke školy. ISBN 80-217-0523-x.
- [18.] SKORKOVSKÁ, Karolína. *Perimetrie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2015, 112 s., [4] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-5282-2.
- [19.] VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. *Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2008, 607 s. ISBN 978-80-239-8906-9.
- [20.] VÝBORNÝ, Petr. *Glaukom - vybrané kapitoly*. 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus HK, 2008. Oftalmologie. ISBN 978-80-87009-35-2.

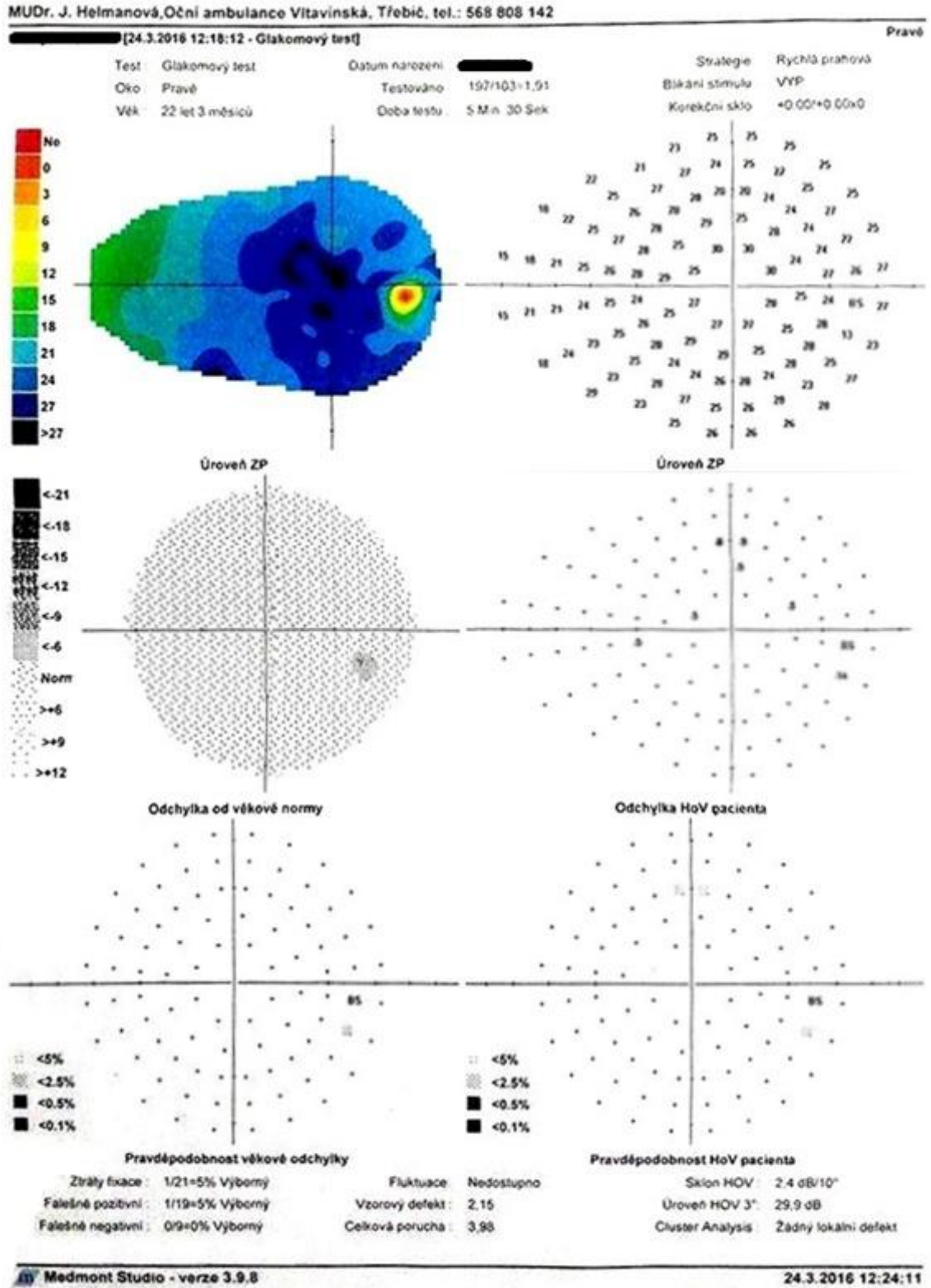
ELEKTRONICKÉ ZDROJE:

- [21.] FRISÉN, Lars. DEPARTMENT OF OPHTHALMOLOGY. *Neuro-ophthalmology nuggets: perimetry*. [online]. 2009 [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: <http://www.ofg.se/webdiagnos/Perimetry/Perimetry.html>
- [22.] Hemianopsia. *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2016-02-17]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hemianopsia>
- [23.] CHAUHAN, B., P. HOUSE, T. McCORMICK, R. LeBLANC. Comparison of Conventional and High-Pass Resolution Perimetry in a Prospective Study of Patients With Glaucoma and Healthy Controls. *Arch Ophthalmol*. [online] 1999; [cit. 2015-12-28]. DOI:10.1001/archophth.117.1.24. Dostupné z: <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=411387&resultClick=3>
- [24.] INFO-OČNÍ NEMOCI: Věkem podmíněná makulární degenerace. *Ocni-mb.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-12-04]. Dostupné z: http://www.ocni-mb.cz/?page_id=158
- [25.] JOHNSON, Chris A. Imaging and Perimetry Society: Perimetry and Visual Field Research, Instrumentation, Standards and Education. *Flicker Perimetry*. [online]. 2008 [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/flicker/index.htm>

- [26.] JOHNSON, Chris A. Imaging and Perimetry Society: Perimetry and Visual Field Research, Instrumentation, Standards and Education. *Short Wavelength Automated Perimetry*. [online]. 2008 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/Short-wavelength-automated-perimetry.htm>
- [27.] Le maculopatia: Sintomi. Associazione pazienti affetti da maculopatia. *Apambari.it* [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://www.apambari.it/web/sintomi.asp>
- [28.] SALVETAT Maria Letizia, Marco ZEPPIER, Lucia PARISI, Paolo BRUSINI. Rarebit Perimetry in Normal Subjects: Test–Retest Variability, Learning Effect, Normative Range, Influence of Optical Defocus, and Cataract Extraction. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2007;48(11):5320-5331. doi: 10.1167/iovs.06-1495. [cit. 2016-01-27]. Dostupné z: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2183106>
- [29.] SCHIEFER, U., J. PÄTZOLD a F. DANNHEIM. Conventionele Perimetrie. *Der Ophthalmologe* [online]. 2005, vol. 102, issue 6, s. 627-646 [cit. 2015-11-20]. DOI: 10.1007/s00347-005-1189-3. Dostupné z: <http://www.perimetry.org/Perimetr.htm>
- [30.] Úvod do centrální nervové soustavy: Smysly. *Cnsonline.cz* [online]. Praha [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: http://www.cnsonline.cz/?page_id=1456
- [31.] Visual cortex. *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2015-11-22]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_cortex
- [32.] WALL, Michael. Imaging and Perimetry Society: Perimetry and Visual Field Research, Instrumentation, Standards and Education. *Motion Detection Perimetry*. [online]. 2008 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/Motion/index.htm>
- [33.] Zelený zákal: kazuistika. *Zeleny-zakal.cz* [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: http://www.zeleny-zakal.cz/dokumenty/kaz_23.pdf
- [34.] Zelený zákal: kazuistika. *Zeleny-zakal.cz* [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: http://www.zeleny-zakal.cz/dokumenty/kaz_2.pdf
- [35.] ZEPPIERI, Marco a Chris A. JOHNSON. Imaging and Perimetry Society: Perimetry and Visual Field Research, Instrumentation, Standards and Education. *Frequency Doubling Technology (FDT) Perimetry*. [online]. 2008 [cit. 2015-12-18]. Dostupné z: <http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/FDP/index.htm>

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Fyziologický nález vyšetření pacientky na perimetru pro vyloučení možného výskytu glaukomu kvůli vysokému nitroočnímu tlaku a rodinné predispozici. [vlastní zdroj]



[24.3.2016 12:23:57 - Glukomovı test]

Levé

Test: Glukomovı test

Datum narození: [redacted]

Strategie

Rychlá prahová

Oko: Levé

Testováno: 175/103=1,70

Bikani stimulu

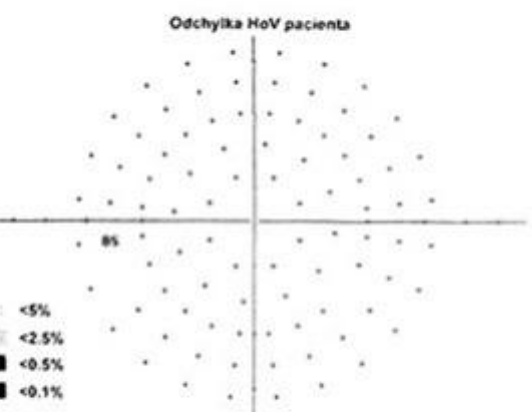
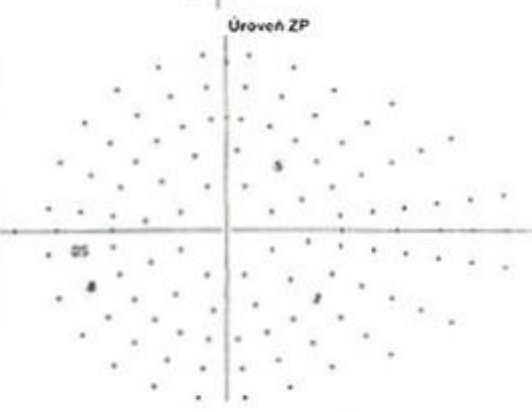
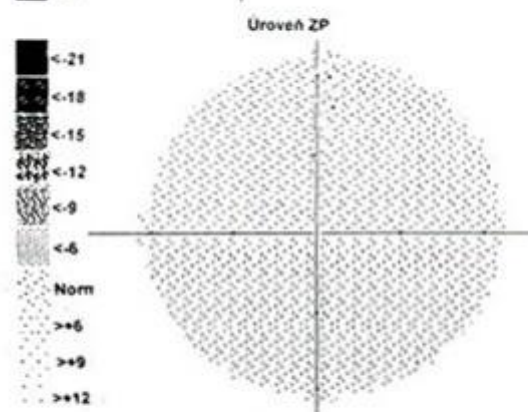
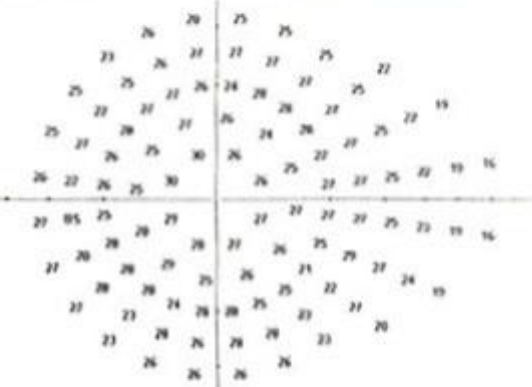
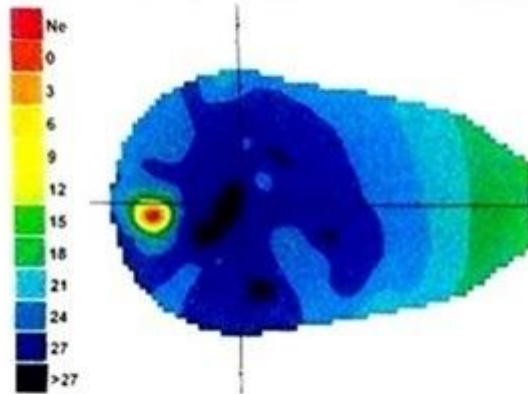
VYP

Věk: 22 let 3 měsíců

Doba testu: 5 Min 11 Sek

Korekční sklo

+0.00/+0.00+0



Pravděpodobnost věkové odchylky

Pravděpodobnost HoV pacienta

Ztráty fixace: 2/18=11% Dobry

Fluktuace: Nedostupno

Sklon HOV: 2.2 dB/10°

Falešně pozitivní: 0/17=0% Výborny

Vzorový defekt: 2.02

Úroveň HOV 3°: 29.9 dB

Falešně negativní: 0/8=0% Výborny

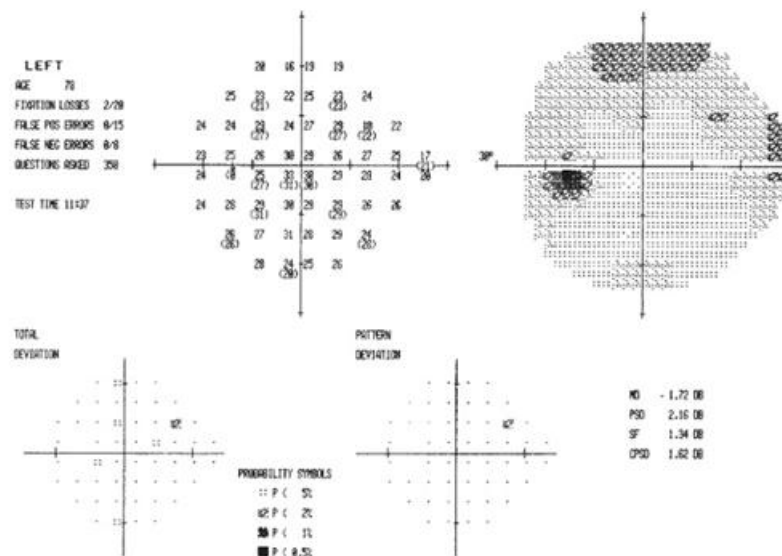
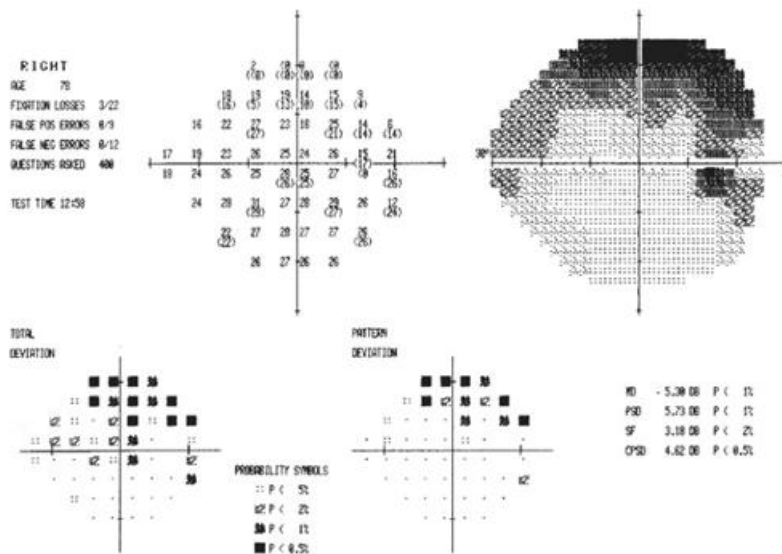
Celková porucha: 4.11

Cluster Analysis: Žadny lokální defekt

Příloha č. 2: Výsledky komplexního vyšetření pacientky s glaukomem zahrnující perimetr, NT, HRT a prohlídku očního pozadí. Výsledky perimetru jsou zobrazeny ve škále šedi, čím černější, tím je v daném místě hlubší defekt. [33]

V.J., žena, 78 let

Dg.: POAG bilat.
 Doba léčby: 3 roky
 Léčba: Betoptic gtt. 0,5%
 Vizus: PO 6/9 + 2,5 D LO 6/9 + 2,5 D
 Profil NT: PO 14 mmHg, LO 12 mmHg
 Perimetr HFA: PO: výrazný skotom v horní Bjerrumově oblasti
 LO: mírný pokles senzitivity v horní Bjerrumově oblasti
 Papila: PO: centrální exkavace s patrnou lamina cibrosa, nepravidelné lumen vén při horním pólu (subtrakcí vyniká reliéf drobných cév na dně exkavace)
 LO: centrální exkavace obdobná jako vpravo
 HRT II: PO: patologický nález NS, suspektní G, TS, pokles T, TI, NI
 - klasifikace: „mimo hranice normálních hodnot“
 LO: pokles v sektorech T, TI, NI
 - klasifikace: „v normě“



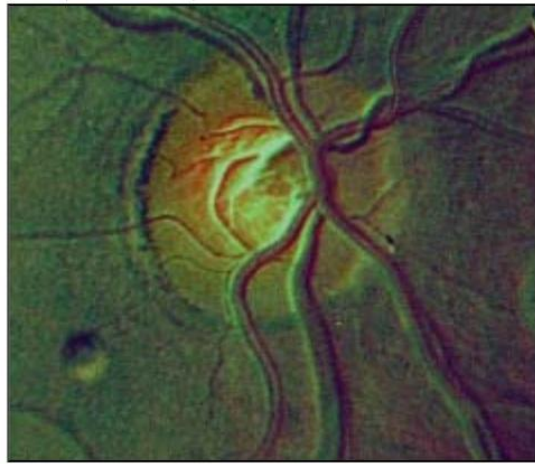
PO



LO

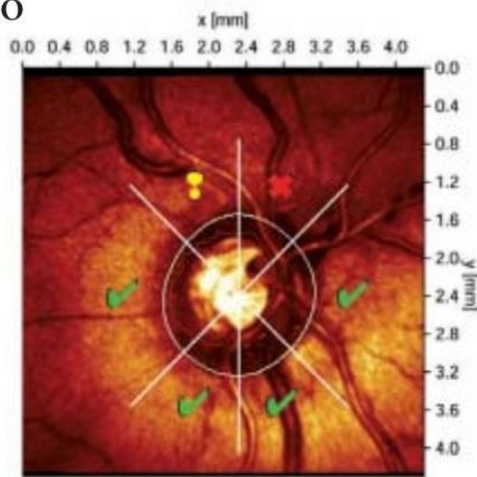


PO (subtrakce)

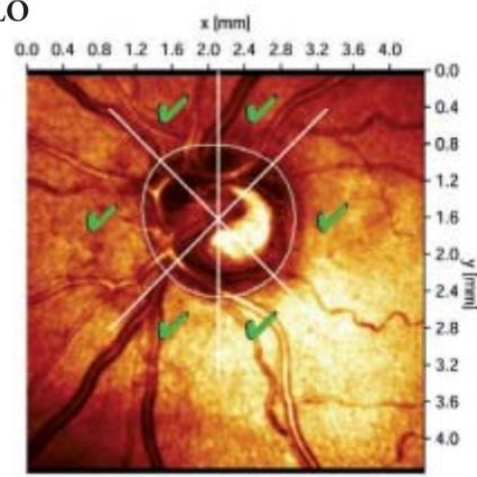


HRT II:

PO



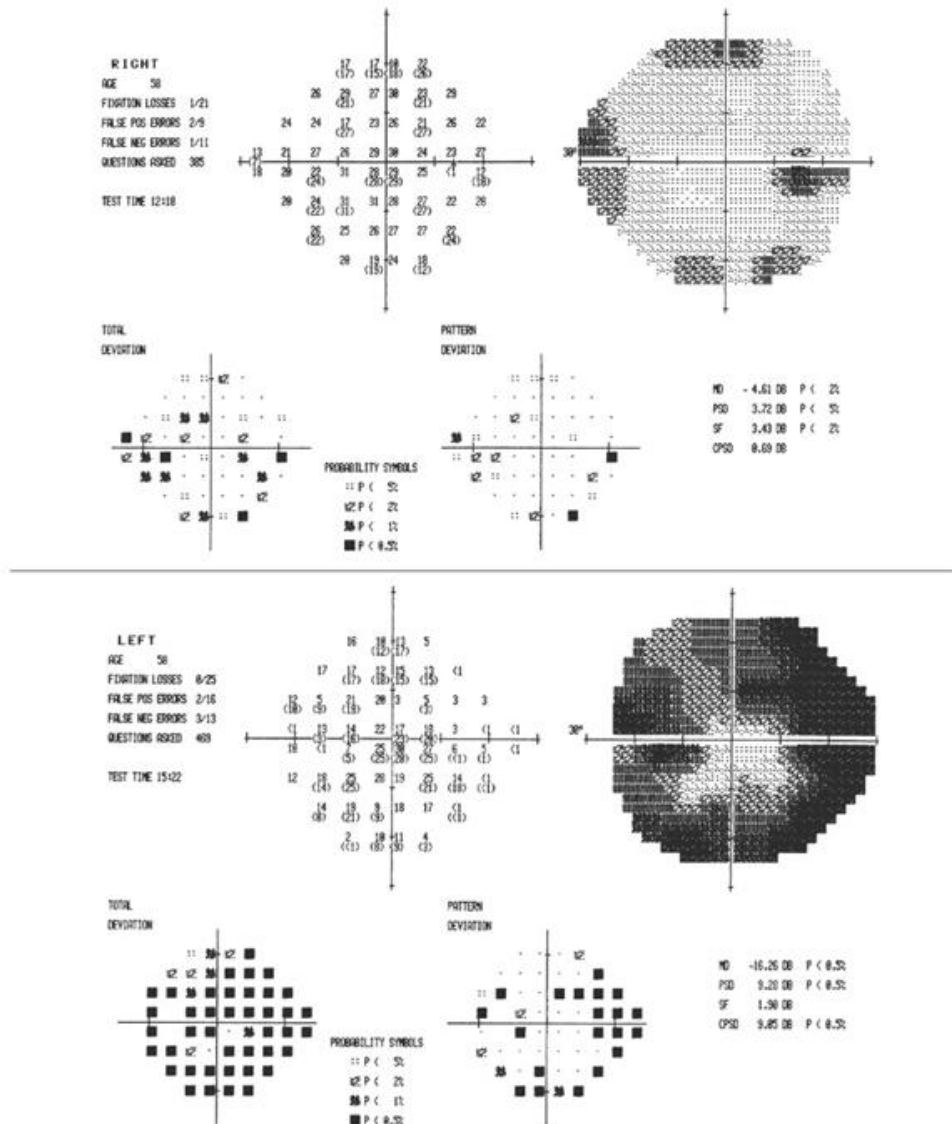
LO



Příloha č. 3: Kazuistika pacientky s glaukomem a výsledky vyšetření na perimetru a HRT. Výsledky perimetru jsou zobrazeny ve škále šedi, čím černější, tím je v daném místě hlubší defekt. [34]

B.E., žena, 58 let

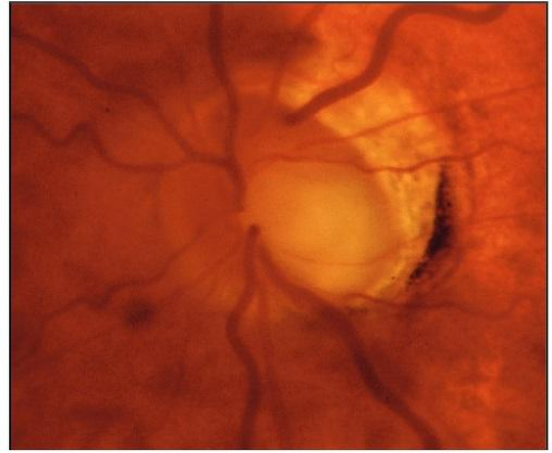
Dg.: POAG bilat.
 Doba léčby: 6 let
 Léčba: Betoptic gtt. 0,5%
 Vizus: PO 6/9 - 6,0 D LO 6/60 - 7,0 D
 Perimetr HFA: PO: nasální zářez, skotom v dolní Bjerrumově oblasti
 LO: naznačeno koncentrické zúžení ZP s převahou defektů v horním nasálním kvadrantu, výrazný parametr MD
 Profil NT: není k dispozici
 Papila: PO: diagonálně protažená s miskovitou exkavací, posun cévního svazku nasálně, chorioretinální atrofie, temporálně výrazný myopický konus, horizontální prohloubení s průběhem cévy po dně exkavace
 LO: papila až trojúhelníkovitého tvaru s posunem cévního svazku nasálně, exkavace nejvýraznější temporálně, v horním pólu ostrý ohyb cévy, výrazná chorioretinální atrofie
 HRT II: PO: suspektní G, TS, N, pokles v ostatních sektorech
 - klasifikace: „mimo hranice normálních hodnot“
 LO: patologický nález TS, suspektní G, T, TI, pokles NS, NI
 - klasifikace: „mimo hranice normálních hodnot“



PO

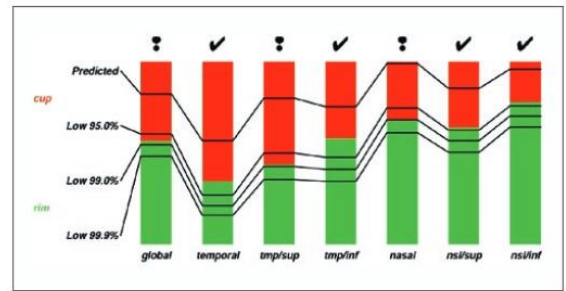
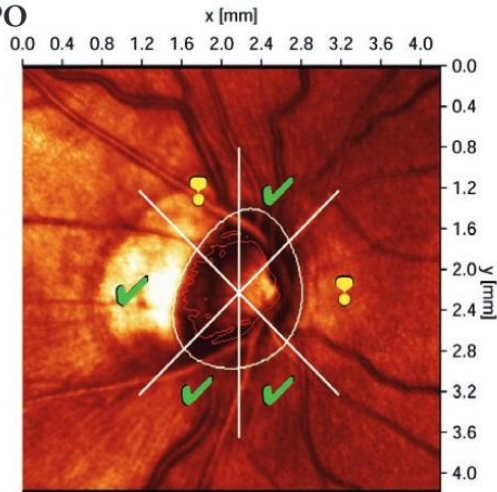


LO

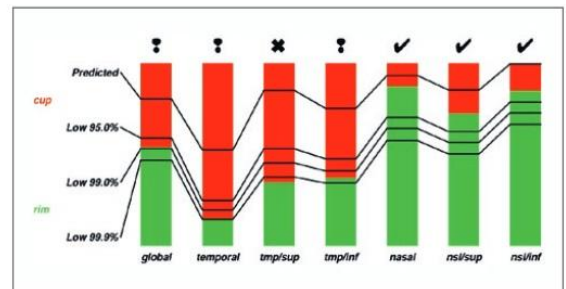
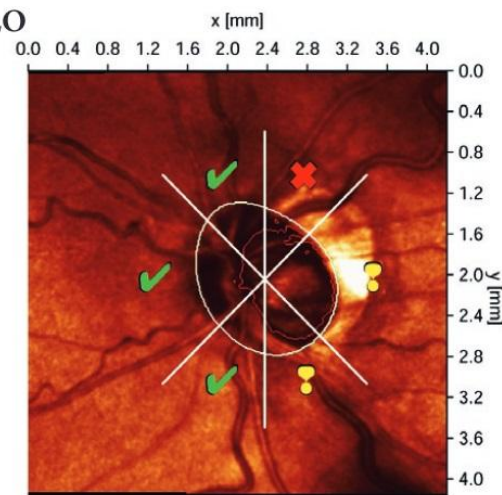


HRT II:

PO



LO



Příloha č. 4: Schéma pro vyšetření na kinetickém perimetru [15, str. 43]

