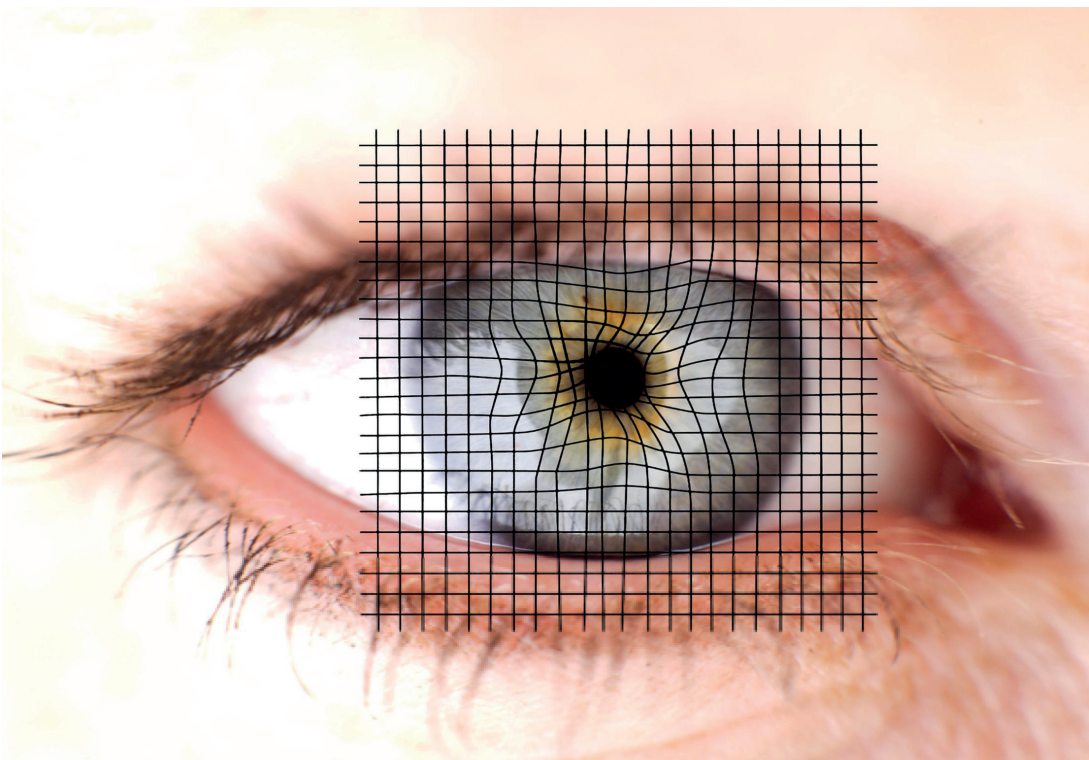


Karolína Skorkovská

Perimetrie



Karolína Skorkovská

Perimetrie

GRADA Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být re-produkována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **restně stíháno**.

MUDr. Karolína Skorkovská, Ph.D.

PERIMETRIE

Recenze:

Doc. MUDr. Eva Růžičková, CSc.

MUDr. Pavel Diblík, MBA

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2015

Cover Photo © allphoto, 2015

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 5813. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Tamara Kajznerová

Obrázky dodala autorka.

Sazba a zlom Milan Vokál

Počet stran 112 + 4 strany barevné přílohy

Vydání první, Praha 2015

Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

Autoři a nakladatelství děkují společností Carl Zeiss spol. s r.o., GLIM CARE s.r.o. a Oculus, spol. s r.o. za podporu, která umožnila vydání publikace.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-5282-2

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-9039-8 (pro formát PDF)

ISBN 978-80-247-9040-4 (pro formát EPUB)

OBSAH

Předmluva	9
Seznam použitých zkratk	10
Úvod	12
1 Psychofyzikální pojmy	15
1.1 Weberův zákon	15
1.2 Blochův zákon – sumace v čase	17
1.3 Riccův a Piperův zákon – sumace v prostoru	17
2 Statická perimetrie	19
2.1 Rastr	20
2.2 Jas pozadí	21
2.3 Velikost a jas stimulu	21
2.4 Trvání stimulu	22
2.5 Interval mezi stimuly	23
2.6 Kontrola fixace	23
2.7 Vyšetřovací strategie statické perimetrie	23
3 Indikace perimetrie	26
3.1 Výběr rastru	26
3.2 Vyšetření centrálního nebo periferního zorného pole	27
3.3 Výběr velikosti stimulu	27
3.4 Výběr vyšetřovací strategie	27
4 Příprava pacienta k perimetrickému vyšetření	28
4.1 Vyšetřující osoba a pacient	28
4.2 Korekce refrakční vady	29
4.3 Průměr zornice	30
5 Interpretace výsledků perimetrického vyšetření	31
5.1 Údaje o pacientovi	31
5.2 Údaje o vyšetření	31
5.3 Zobrazení prahové citlivosti sítnice v zorném poli	32
5.4 Globální indexy zorného pole	35
5.5 Hodnocení progresu změn v zorném poli	40

6	Artefakty při vyšetření zorného pole	43
6.1	Učící efekt	43
6.2	Fatigue effect	44
6.3	Artefakty z více	44
6.4	Artefakty z korekčních skel	46
6.5	Zorné pole s obrazem čtyřlístku	46
6.6	Trigger-happy patients	46
6.7	Psychosomatické poruchy zorného pole a simulace	48
7	Kontrační vyšetření zorného pole	49
8	Kinetická perimetrie	51
9	Semiautomatická kinetická perimetrie	54
9.1	Statokinetická disociace (Riddochův fenomén)	54
10	Nové metody vyšetření zorného pole	55
10.1	Modrozlutá perimetrie (short wavelength automated perimetry, SWAP)	56
10.2	Frequency doubling technology perimetry (FDT)	58
10.3	High-pass resolution perimetry (HPRP)	61
10.4	Motion automated perimetry (MAP)	62
10.5	Swedish interactive threshold algorithm (SITA)	63
10.6	Pupilární kampimetrie	63
11	Perimetrie u dětí	65
12	Anatomie zrakové dráhy	66
13	Změny zorného pole u očních onemocnění	68
13.1	Glaukom	70
13.2	Postižení zrakového nervu	73
13.3	Onemocnění chiasma opticum	74
13.4	Postižení zrakové dráhy za chiasmatem	75
13.5	Zorné pole při onemocnění sítnice	76
	Literatura	78

KOMPENDIUM ZMĚN V ZORNÉM POLI

0	Normální nález	82
1	Změny v periférii zorného pole	83
1.1	Koncentrické zúžení zorného pole	83
1.2	Prstencový skotom	84
1.3	Artefakty	85
1.4	Výpadek temporálního srpku	85
2	Difuzní pokles senzitivity	87
3	Centrální skotom	88
4	Paracentrální skotom	90
5	Difuzní (rozptýlené) skotomy	91
6	Sektorové (klínovité) skotomy	92
7	Slepá skvrna	93
8	Výpadky svazků nervových vláken	97
9	Výpadky hemianopického charakteru	100
9.1	Monokulární výpadky hemianopického charakteru	100
9.2	Bitemporální hemianopsie	101
9.3	Anterior junction syndrome (junkční skotom)	102
9.4	Binazální defekty	103
9.5	Refrakční skotom	104
9.6	Homonymní výpadky zorného pole	104
9.7	Bilaterální homonymní defekty	109
	Rejstřík	110
	Souhrn	112
	Summary	112

PŘEDMLUVA

Vážení kolegové,

dovoluji si vám předložit knihu na téma perimetrie, která na našem trhu v současnosti chybí, přestože je perimetrie důležitou vyšetřovací metodou nejen v oftalmologii, ale i neurologii či neurochirurgii. Schopnost vyšetření správně indikovat, provést a interpretovat je přitom rozhodující pro maximální využití všech informací, které může perimetrie nabídnout. V knize jsou popsány principy perimetrie s důrazem na nejrozšířenější statickou perimetrii, postupy při vyšetření a analýze nálezů v zorném poli, moderní perimetrické metody používané zejména pro časnou diagnostiku glaukomu a také typické nálezy v zorném poli u různých očních onemocnění. Věřím, že se publikace bude těšit zájmu odborné veřejnosti.

Ráda bych poděkovala nakladatelství Grada Publishing za důvěru, recenzentům za cenné podněty a inzerentům za vložené finanční prostředky, bez kterých by se vydání knihy neobešlo. Poděkování patří také Barbaře a Helmutovi Wilhelmovým, profesorům očního lékařství v Tübingenu v Německu, kteří mi umožnili věnovat se pod jejich vedením experimentálnímu využití perimetrie. Mé rodině děkuji za trpělivost a podporu při práci na knize.

Knihu věnuji Martinovi a mým rodičům – Šárce a Mikimu.

MUDr. Karolína Skorkovská, Ph.D.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	plocha stimulu
AION	anterior ischemic optic neuropathy (přední ischemická neuropatie optiku)
asb	apostilb
c/st	počet cyklů na úhlový stupeň
cd/m ²	kandela na metr čtverečný
CLV	corrected loss variance (korigovaný rozptyl ztrát prahové citlivosti)
CPSD	corrected pattern standard deviation (vzorová směrodatná odchylka korigovaná pomocí hodnoty krátkodobé fluktuace)
CT	computed tomography (počítačová tomografie)
dB	decibel
Dcyl	dioptrie cylindrická
Dsf	dioptrie sférická
ERG	elektroretinografie
FAG	fluorescenční angiografie
FDT	frequency doubling technology perimetry
GHT	Glaucoma hemifield test
HFA	Humphrey field analyzer (perimetr Humphrey)
HPRP	high-pass resolution perimetry
Hz	hertz
L	jas stimulu
LF	long-term fluctuation (dlouhodobá fluktuace)
LV	loss variance (rozptyl ztrát citlivosti v zorném poli)
MAP	motion automated perimetry
MD	mean defect (střední ztráta citlivosti v zorném poli)
MR	magnetická rezonance
ms	milisekunda
MS	mean sensitivity (střední citlivost sítnice v zorném poli)
MŽ	modrožlutá (perimetrie)
PSD	pattern standard deviation (vzorová směrodatná odchylka ztrát citlivosti v zorném poli)
RAPD	relativní aferentní pupilární defekt

SF	short-term fluctuation (krátkodobá fluktuace)
SITA	Swedish interactive threshold algorithm
T	trvání nabídnutého stimulu
TAB	Tübinger Automatik Perimeter
VEP	visual evoked potentials (zrakové evokované potenciály)
VFI	visual field index (index zorného pole)
ZP	zorné pole

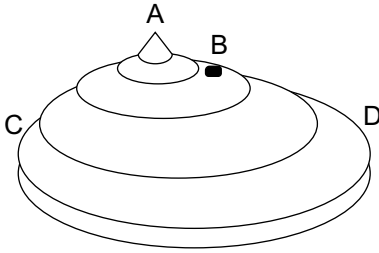
Úvod

Perimetrie – vyšetření zorného pole – je důležitou funkční diagnostickou metodou v oftalmologii. Zastává velmi důležitou úlohu u glaukomu, používá se pro diagnostiku a sledování neurooftalmologických onemocnění i chorob sítnice. Samostatnou kapitolou je využití perimetrie pro posudkové účely.

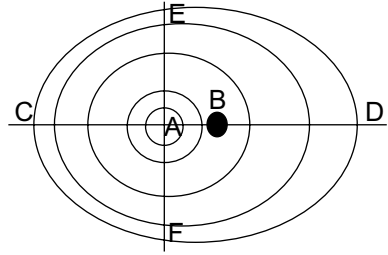
Zorné pole je definováno jako souhrn všech zrakových podnětů vnímaných při fixaci hlavy a těla a zaměření oka na fixační bod. Rozsah normálního zorného pole sahá k více než 90 stupňům temporálně, k 60 stupňům nazálně a nahoře a asi k 70 stupňům dole. Většina diagnostických vyšetření zorného pole se však soustředí na oblast centrálních 30 stupňů kolem bodu fixace. Perimetr může být charakterizován jako přístroj, který prezentuje stimulus dané velikosti, jasu, barvy a trvání na určeném místě v zorném poli a na definovaném pozadí.

Standardní perimetrie zjišťuje individuální rozdělení prahové citlivosti sítnice na osvit na různých testovaných místech v zorném poli. Největší citlivost sítnice je v centru zorného pole, které reprezentuje foveu na sítnici, a směrem k periferii se snižuje. Rozdělení prahové citlivosti sítnice v zorném poli bývá označováno jako „hill of vision“, tedy něco jako hora vidění (obr. 1a,b). Výška této hory závisí u zdravé osoby na věku, úrovni okolního osvětlení, velikosti stimulu a jeho trvání. Výška hory s věkem klesá v důsledku postupné ztráty nervových elementů sítnice a zkalení optických médií.

Výpadek zorného pole je jakákoli statisticky a klinicky významná odchylka od normální hory vidění. Výpadky zorného pole mohou být lokalizované nebo kombinované s difuzním poklesem senzitivity v celém zorném poli. Lokalizované defekty zorného pole charakterizuje jejich velikost a hloubka. Oblast v zorném poli, kde pacient některé stimuly vnímá, ale prahová citlivost je oproti normálním hodnotám snižena, označujeme jako relativní defekt. Absolutní defekt je oblast v zorném poli, kde pacient nevidí ani stimulus o maximálním jasu (obr. 2). Difuzní pokles senzitivity v zorném poli bez lokalizovaného defektu je nespecifický nález způsobený nejčastěji zkalením optických médií, miózou nebo špatnou korekcí refrakční vady během vyšetření.



Obr. 1a Hora vidění – pohled z boku:
 A – centrum zorného pole (ZP),
 B – slepá skvrna, C – nazální hranice
 ZP, D – temporální hranice ZP



Obr. 1b Hora vidění – pohled shora:
 A – centrum ZP, B – slepá skvrna,
 C – nazální hranice ZP, D – tempo-
 rální hranice ZP, E – hranice ZP na-
 hoře, F – hranice ZP dole

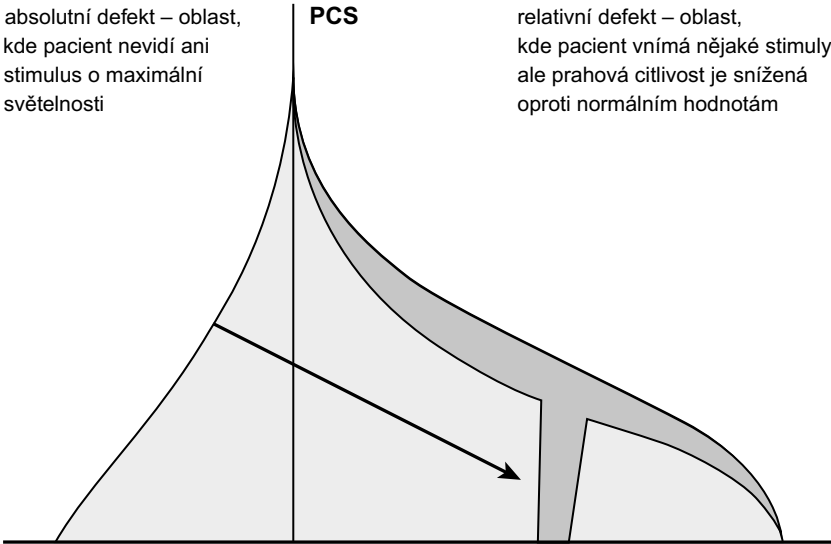
Před zavedením automatické počítačové statické perimetrie se zorné pole vyšetřovalo manuálně. Nejjednodušším způsobem kinetického vyšetření zorného pole byla práce s ukazovátkem na Bjerrumově neboli tangenciálním plátně. Goldmannův kinetický perimetr poskytoval již přesnější výsledky. Kinetická perimetrie je i dnes u některých diagnóz vhodnější než perimetrie statická, přičemž platí, že výsledek kinetické perimetrie velmi záleží na dovednostech a zkušenostech vyšetřující osoby.

Klinickým standardem je v posledních letech automatická statická perimetrie. Neustále se vyvíjí a na trhu se objevují nové přístroje i vyšetřovací strategie. Principem automatické statické perimetrie je nalezení nejslabšího stimulu, který pacient ještě vidí, na mnoha předem daných testovaných místech v zorném poli. I když je počítač schopen převzít řadu úloh vyšetřující osoby, jedná se stále o subjektivní vyšetřovací metodu, protože výsledek závisí na spolupráci pacienta a přesnosti, s jakou odpovídá na otázky přístroje – zda světelný stimulus vidí či nikoli. Údaje o zorném poli jsou tedy spolehlivé do té míry, nakolik je pacient schopen vyšetření zvládnout. Perimetrii je proto potřeba chápat jen jako jednu z mnoha vyšetřovacích metod a její výsledky musí zapadat do kontextu dalších vyšetření. Nikdy nelze stavět diagnózu jen na výsledku perimetru.

absolutní defekt – oblast,
kde pacient nevidí ani
stimulus o maximální
světelnosti

PCS

relativní defekt – oblast,
kde pacient vnímá nějaké stimuly,
ale prahová citlivost je snížena
oproti normálním hodnotám



Obr. 2 Rozlišení absolutního a relativního defektu v zorném poli podle změn v citlivosti sítnice; PCS – prahová citlivost sítnice na osvit v zorném poli

1 PSYCHOFYZIKÁLNÍ POJMY

Tato kapitola vysvětluje základy perimetrie a pojmy, které se v souvislosti s perimetrií používají.

Celkové množství světla, které určitý objekt vysílá za sekundu, označujeme jako světelný tok (Φ). Jeho jednotkou je lumen (lm). Svítivost (I) je proud světla vyzářený daným objektem určitým směrem ($I = \Phi/\Omega$), kde Ω je prostorový úhel proudu světla. Svítivost se udává v candelách (cd). Abychom mohli vyjádřit jas určitého objektu, musí být svítivost vztažena na viditelnou plochu objektu (A). Jednotkou jasu ($L = I/A$) je cd/m^2 . Občas se ještě používá starší jednotka apostilb ($1 \text{ cd}/\text{m}^2 = \pi \cdot \text{asb} = 3,14 \text{ asb}$).

Oblast nočního vidění (hodnoty jasu pod $0,01 \text{ cd}/\text{m}^2$) se označuje jako skotopická. Oblast fotopického (denního) vidění začíná u $1,0 \text{ cd}/\text{m}^2$. Přechodné podmínky vidění za šera představují oblast mezopickou.

1.1 Weberův zákon

Vztah mezi subjektivním vnímáním jasu určitého podnětu a jeho fyzikálně měřitelným jasem není vždy tak jednoduchý jako u veličin typu tělesná výška, váha nebo rychlost. Když například postavíme k jedné svíčke další, poznáme jasně, že se zdvojnásobil jas objektu. Pokud ale jednu svíčku přidáme k tisíci dalších svíček, není změna v jasu rozpoznatelná.

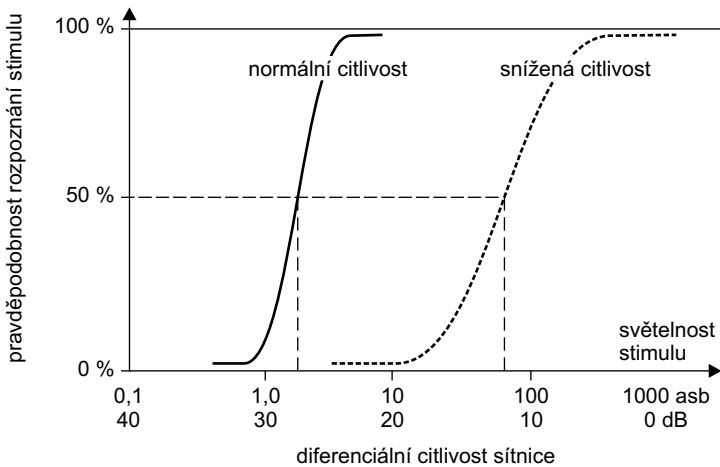
Tento jev popisuje Weberův zákon, který staví kontrast, resp. rozdíl v jasu (ΔL), který lze právě ještě rozpoznat, do poměru s okolním osvětlením (L): $\Delta L / L = \text{konstanta}$. Převáděno do perimetrie, jde o rozdíl mezi jasem stimulu a jasem pozadí, který oko ještě rozpozná.

Pro vyjádření ΔL se používá logaritmická stupnice, která umožní směstnat velký rozsah možných hodnot jasu do několika logaritmických jednotek. Používanou jednotkou této logaritmické stupnice je decibel (dB). Jedná se o bezrozměrnou veličinu, která je obecně poměrem dvou veličin, v případě perimetrie tedy jasu stimulu a jasu pozadí polokoule perimetru. Je zvykem používat jako referenční hodnotu maximální jas stimulu, který je perimetr schopen nabídnout. Té je přiřazena hodnota 0 dB. Vyšší dB hodnoty pak

představují tlumení, tedy menší jas stimulů. Negativní dB hodnoty nepřípadají při takové volbě referenční hodnoty v úvahu, protože vyšší než maximální hodnoty nejsou možné.

Přesný přepočít decibelových hodnot mezi různými perimetry není prakticky možný. Přístroje se liší v nastavení nulového bodu logaritmické stupnice, protože umožňují jiné hodnoty maximálního jasu stimulu. Jinými slovy určité hodnotě ΔL (v cd/m^2 nebo asb) bude u různých perimetrů přiřazena jiná hodnota v dB. Údaj 20 dB na jednom typu perimetru tedy nelze srovnávat se stejnou dB hodnotou na perimetru od jiného výrobce, nicméně hodnoty lokálních ztrát citlivosti sítnice v zorném poli jsou na různých přístrojích srovnatelné.

Při perimetrii zjišťujeme jas podnětu, při kterém je tento právě rozpoznán. Pravděpodobnost rozpoznání stimulu v závislosti na jeho jasu popisuje tzv. frequency-of-seeing curve (obr. 3). Jako prahovou citlivost sítnice v zorném poli označujeme takový jas stimulu, při kterém je tento rozpoznán s 50% pravděpodobností. Intenzitu silnějších stimulů označujeme jako nadprahovou, stimuly slabší jsou naopak podprahové.



Obr. 3 „Frequency-of-seeing curve“ popisuje pravděpodobnost zachycení stimulu jako funkci jeho jasu

1.2 Blochův zákon – sumace v čase

Je-li stimulus prezentován po dobu kratší než 100 ms, provede zrakový systém tzv. časovou sumaci. To znamená, že krátké světelné podněty se srovnatelným jasnem jsou vnímány stejně jako déletrvající podněty o slabším jasu. Tento vztah popisuje Blochův zákon:

$$T \times L = \text{konstanta} \quad (T - \text{trvání nabídnutého stimulu, } L - \text{jas stimulu})$$

Taková časová sumace je však při statické perimetrii nežádoucí, proto jsou stimuly prezentovány po delší dobu (100–200 ms). Stimuly trvající déle než 200 ms by rovněž neměly být používány, protože způsobují nežádoucí zaměření pozornosti (sakády).

1.3 Riccův a Piperův zákon – sumace v prostoru

Parametry stimulů používaných v perimetrii se do značné míry odvozují ze znalostí o receptivních polích sítnice. Receptivní pole gangliové buňky sítnice, která dostává informace z mnoha tyčinek a čípků, sestává z centrální a periferní oblasti. Každá oblast reaguje na světelný podnět jinak. Zjednodušeně, stimulace centra receptivního pole buňky světlem způsobí depolarizaci a výboj gangliové buňky, stimulace periferie způsobí hyperpolarizaci a sníží se aktivita gangliové buňky. Stimulace obou zón uvnitř receptivního pole bude mít za následek mírnou odpověď v důsledku vzájemného tlumení centra a periferie.

Existence receptivních polí vysvětluje efekt tzv. prostorové sumace. Zákon, které popisují prostorovou sumaci, tedy změnu prahového jasu stimulu (L) jako funkci jeho plochy (A), se nazývají Riccův a Piperův zákon. Stimuly s průměrem menším než $10'$ (Goldmannův stimulus I nebo menší) se nachází zcela uvnitř receptivního pole příslušné gangliové buňky sítnice a platí pro ně Riccův zákon, kde prahový jas stimulu je nepřímo úměrný jeho ploše. Tedy snížení jasu stimulu o polovinu vyžaduje zdvojnásobení jeho plochy, aby bylo jeho vnímání identické. Platí následující vztah pro kompletní sumaci:

$$L \times A = \text{konstanta} \quad (A - \text{plocha stimulu, } L - \text{jas stimulu})$$

Stimuly s průměrem větším než 10' (Goldmannův stimulus II–V) přesahují hranici receptivního pole jedné gangliové buňky sítnice a vyvolávají tak tlumivý efekt okolních neuronů. Dochází jen k částečné prostorové sumaci a začíná náhle platit nepřímý vztah mezi jasem a průměrem stimulu (odmocninou plochy), tedy tzv. Piperův zákon:

$$L \times \sqrt{A} = \text{konstanta}$$

Všechny zmíněné zákony a znalosti retinální fyziologie umožňují co nejlépe definovat vhodné vlastnosti stimulů používaných při perimetrii.

2 STATICKÁ PERIMETRIE

Statická perimetrie zjišťuje prahovou (v anglické literatuře „diferenciální“) citlivost sítnice na osvit na různých místech v zorném poli s cílem zachytit odchylky od hodnot získaných ze souboru zdravých očí. Prahová (diferenciální) citlivost sítnice v zorném poli je definována jako takový jas stimulu dané velikosti, barvy a trvání na pozadí o určitém jasu, který je vnímán s 50% pravděpodobností. Prahová citlivost může být vyjádřena v jednotkách jasu stimulu – cd/m^2 nebo asb.

Pro vyjádření kontrastu stimulu se však používá logaritmická stupnice, takže i prahovou citlivost sítnice v zorném poli vyjadřujeme v decibelech. Jak již bylo popsáno, srovnání decibelových hodnot mezi různými perimetry není možné. Nicméně hodnoty lokálních ztrát citlivosti sítnice v zorném poli jsou na různých přístrojích srovnatelné. Například defekt zorného pole o hloubce 10 dB bude vždy znamenat, že hodnota prahového jasu stimulu je zde zvýšena 10krát oproti normě. Pokles citlivosti o 3 dB bude znamenat zesílení prahového jasu stimulu v daném místě v zorném poli o polovinu. Defekt o hloubce 6 dB bude vždy znamenat, že individuální hodnota prahového jasu stimulu je zvýšena 4krát atd.

Trojrozměrnou distribuci prahové citlivosti sítnice na osvit v zorném poli znázorňuje již zmíněný „hill of vision“. Změny ve výšce hory v porovnání s normálními hodnotami získanými z populace zdravých očí odpovídají lokální ztrátě citlivosti sítnice v zorném poli. Fyziologický pokles diferenciální citlivosti sítnice začíná již ve dvaceti letech života a činí až 0,065 dB za rok.

Statické perimetry prošly za poslední dvě desetiletí velkým vývojem. Mezi nejčastěji používané přístroje dnes patří perimetry Humphrey (firma Zeiss) (obr. 4) a Octopus (firma Haag-Streit) (obr. 5). Na trhu jsou dále k dispozici perimetry od německé firmy Oculus (starší Tübinger Automatic Perimeter – TAP, a novější modely Centerfield, Easyfield a Twinfield), perimetry Peristat a Perimat od německé firmy Rodenstock nebo různé perimetry Medmont od stejnojmenné australské firmy.



Obr. 4 Perimetr Humphrey HFA II-i
(firma Zeiss, Německo;
www.meditec.zeiss.com)



Obr. 5 Perimetr Octopus
(firma Haag-Streit, Švýcarsko;
www.haag-streit.ch)

2.1 Rastr

Při vyšetřování zorného pole je naším cílem mít co nejvyšší rozlišení, tedy co nejvíce testovaných bodů co nejbližší u sebe. Vysoký počet testovaných míst však prodlužuje vyšetřovací dobu. Aby nebyl pacient přetěžován, musí být východiskem kompromis, který zaručí přijatelnost vyšetření na straně jedné a dostatečnou kvalitu nálezu a vysokou pravděpodobnost odhalení patologie na straně druhé.

Rozložení testovaných bodů v zorném poli označujeme jako „rastr“. Standardní perimetrické programy dnes většinou testují na 60–80 místech v zorném poli. Rozlišujeme fixní rastr, u kterého je rozložení testovaných bodů dopředu dané, a rastr adaptivní, u něhož dochází v průběhu vyšetření ke zjemnění na těch místech, která vykazují odchylky od normy. Tyto adaptivní rastry se ale v praxi příliš neprosadily, protože prodlužují vyšetřovací dobu a také ztěžují hodnocení změn v čase.

V ekvidistantním rastru je mezi všemi testovanými body stejná vzdálenost a mají většinou čtvercový tvar. Pravděpodobnost zachycení skotomu určité velikosti je v celé vyšetřované oblasti stejná.

Rozlišovací schopnost tzv. funkčního rastru se směrem k centru zorného pole zvyšuje, tak jak nabývá na významu z hlediska postižení funkce. To znamená, že malé skotomy budou k zachycení pouze v centrálním zorném