

## **VĚKEM PODMÍNĚNÁ DEGENERACE MAKULY**

**Doc. MUDr. Libor Hejsek, Ph.D., FEBO  
a kolektiv**

# **VĚKEM PODMÍNĚNÁ DEGENERACE MAKULY**

#### HLAVNÍ AUTOR

- **Doc. MUDr. Libor Hejsek, Ph.D., FEBO**, Evropská oční klinika Lexum, Oční klinika 3. LF UK a FNKV, Praha

#### SPOLUAUTOŘI

- **Doc. MUDr. Zuzana Hlinomazová, Ph.D.**, Evropská oční klinika Lexum
- **MUDr. Tomáš Jurečka, Ph.D.**, Evropská oční klinika Lexum
- **MUDr. Martin Penčák**, Oční klinika 3. LF UK a FNKV, Praha
- **MUDr. Patrik Rajs**, Oční klinika FZS UJEP a Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem
- **MUDr. Dita Rejholcová, FEBO**, Oční klinika 3. LF UK a FNKV, Praha
- **Bc. Zuzana Stiborová**, Oční klinika 3. LF UK a FNKV, Praha
- **MUDr. Zbyněk Straňák**, Oční klinika 3. LF UK a FNKV, Praha
- **Prof. RNDr. Omar Šerý, Ph.D.**, Ústav biochemie, Přírodovědecká fakulta MU, Brno
- **Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.**, Evropská oční klinika Lexum

#### RECENZENT

- **Prof. MUDr. Pavel Rozsival, CSc., FEBO**, Oční klinika, FN Hradec Králové

---

# OBSAH

<b>Úvod</b> . . . . .	13
<b>1 Anatomie sítnice</b> . . . . .	14
1.1 Klinická a topografická anatomie sítnice . . . . .	14
1.2 Cévní zásobení sítnice . . . . .	18
1.3 Hemato-retinální bariéra . . . . .	20
1.4 Glymfatický paravaskulární systém . . . . .	22
<b>2 Histologie sítnice</b> . . . . .	24
<b>3 Fyziologie sítnice a pigmentového listu z pohledu VPMD</b> . . . . .	33
3.1 Stárnutí sklivce . . . . .	33
3.2 Funkce fotoreceptorů . . . . .	34
3.3 Fotoreceptory a metabolismus kyslíku . . . . .	34
3.4 Pigmentový list sítnice . . . . .	35
3.5 Normální angiogeneze v sítnici . . . . .	37
<b>4 Sítnice a neuroprotektce</b> . . . . .	40
<b>5 Regenerace sítnice</b> . . . . .	41
<b>6 Epidemiologie VPMD</b> . . . . .	42
<b>7 Genetika u VPMD</b> . . . . .	46
7.1 Úvod . . . . .	46
7.2 Nejznámější geny pro VPMD . . . . .	46
7.3 Další geny účastníci se patogeneze VPMD . . . . .	49
7.4 Geny ovlivňující odpověď na léčbu . . . . .	50
7.5 Interakce mezi geny a životním stylem . . . . .	50
<b>8 Rizikové faktory a prevence VPMD</b> . . . . .	52
8.1 Úvod . . . . .	52
8.2 Rizikové faktory . . . . .	52
8.3 Prevence VPMD . . . . .	54
<b>9 Makula při VPMD</b> . . . . .	58
9.1 Věkem podmíněné změny makuly . . . . .	58
9.2 Histopatologický obraz VPMD . . . . .	61
9.3 Imunologické aspekty VPMD . . . . .	64
9.4 Patogeneze a patofyziologické mechanismy rozvoje VPMD . . . . .	65

<b>10</b>	<b>Klinický obraz VPMD</b> . . . . .	68
10.1	Suchá forma (atrofická, nonexsudativní) . . . . .	68
10.2	Vlhká forma (exsudativní, neovaskulární) . . . . .	75
<b>11</b>	<b>Klasifikace VPMD</b> . . . . .	83
<b>12</b>	<b>Diagnostika VPMD</b> . . . . .	89
12.1	Zraková ostrost . . . . .	89
12.2	Testování zrakové ostrosti . . . . .	94
12.3	Optotypy . . . . .	94
12.4	Optotyp ETDRS . . . . .	96
12.5	Testy zrakové ostrosti na blízkou a střední vzdálenost . . . . .	102
12.6	Testy citlivosti na kontrast . . . . .	105
12.7	Amslerova mřížka . . . . .	109
12.8	Fotografická diagnostika u VPMD . . . . .	113
12.9	Barevné fotografie očního pozadí . . . . .	113
12.10	Autofluorescence fundu . . . . .	114
12.11	Angiografie sítnice a cévnatky . . . . .	117
12.12	Indocyaninová angiografie . . . . .	133
12.13	Hodnocení makulárního pigmentu pomocí duální autofluorescence . . . . .	139
12.14	Optická koherenční tomografie . . . . .	146
12.15	Optická koherenční tomografická angiografie . . . . .	151
12.16	Metodika pořízení OCT snímků . . . . .	154
12.17	Umělá inteligence a věkem podmíněná makulární degenerace . . . . .	159
<b>13</b>	<b>Terapie VPMD</b> . . . . .	169
13.1	Úvod . . . . .	169
13.2	Terapie suché formy VPMD . . . . .	170
13.3	Fotobiomodulace . . . . .	173
13.4	Rheoferéza . . . . .	175
13.5	Terapie neovaskulární formy VPMD . . . . .	179
13.6	AntiVEGF přípravky (stávající a biosimilars) . . . . .	181
13.7	Dávkovací režimy antiVEGF terapie . . . . .	205
13.8	Management terapie VPMD . . . . .	211
13.9	Technika intravitreální aplikace antiVEGF a prevence endoftalmitidy . . . . .	213
13.10	Intravitreální aplikace antiVEGF z pohledu ošetrovatelská péče . . . . .	221
<b>14</b>	<b>Nežádoucí účinky antiVEGF terapie</b> . . . . .	225
14.1	AntiVEGF terapie a nitrooční tlak . . . . .	225
14.2	AntiVEGF terapie a atrofie makuly . . . . .	225
14.3	Vliv antiVEGF terapie na kognitivní funkce . . . . .	227
<b>15</b>	<b>Chirurgie katarakty a VPMD</b> . . . . .	228
15.1	Úvod . . . . .	228
15.2	Indikace operace katarakty . . . . .	229

---

15.3	Výběr nitrooční čočky . . . . .	230
15.4	Speciální typy nitroočních čoček určených pro VPMD . . . . .	231
15.5	Předoperační příprava a pooperační medikace . . . . .	233
15.6	Vlastní chirurgie . . . . .	233
	<b>Slovo prezidenta ČVRS . . . . .</b>	<b>236</b>
	<b>Závěr . . . . .</b>	<b>237</b>
	<b>Přehled použitých zkratk . . . . .</b>	<b>238</b>
	<b>Rejstřík . . . . .</b>	<b>240</b>

## 10 KLINICKÝ OBRAZ VPMD

Dita Rejholcová

Obvykle rozlišujeme dva základní typy VPMD: suchou a vlhkou formu. Nález na očním pozadí může být kombinací obou.

### 10.1 SUCHÁ FORMA (ATROFICKÁ, NONEXSUDATIVNÍ)

Počínající suchá forma VPMD bývá zpravidla náhodným nálezem, pacientům nemusí tato fáze onemocnění způsobovat subjektivní obtíže. Progrese změn sítnice vede k rozvoji subjektivních obtíží charakteru metamorfopsií (při progresi drúz), k výpadkům až ztrátě centrálního vidění (při rozvoji fokální, resp. geografické atrofie). Typicky mají pacienti větší potíže s viděním do blízka. Zhoršování zrakové ostrosti a subjektivních potíží je na rozdíl od vlhké formy postupné.

#### Drúzy

Drúzy jsou typickým příznakem suché formy VPMD. Jedná se o depozita extracelulárního materiálu mezi bazální membránou RPE a vnitřní kolagenní vrstvou Bruchovy membrány. Mají vzhled okrouhlých ložisek bílé, světle žluté až žluté barvy.

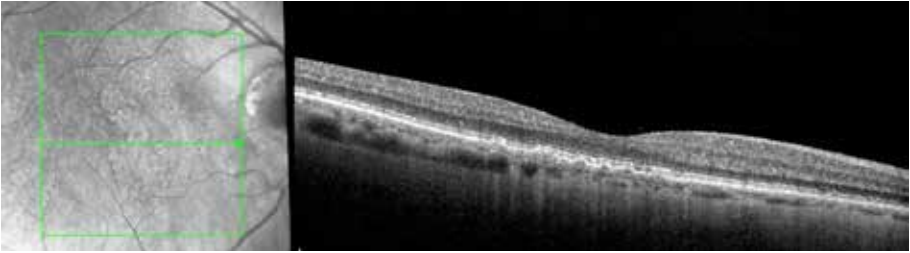
Dělíme je podle velikosti na malé, střední a velké. Velikost drúz se odvozuje od průměru velké vény na hranici papily zrakového nervu. Zde má vena průměr cca 125  $\mu\text{m}$ . Jako malé drúzy se označují drúzy s průměrem menším než polovina průměru vény tedy  $< 63 \mu\text{m}$ , střední drúzy mají průměr mezi polovinou průměru až průměrem vény tedy  $63 \text{ až } < 125 \mu\text{m}$ , a velké drúzy mají rozměr minimálně průměru vény a větší, tedy  $\geq 125 \mu\text{m}$ . Biomikroskopicky diferencovatelné jsou drúzy od průměru 30–50  $\mu\text{m}$  [1].

Z morfologického hlediska drúzy dělíme na tvrdé a měkké.

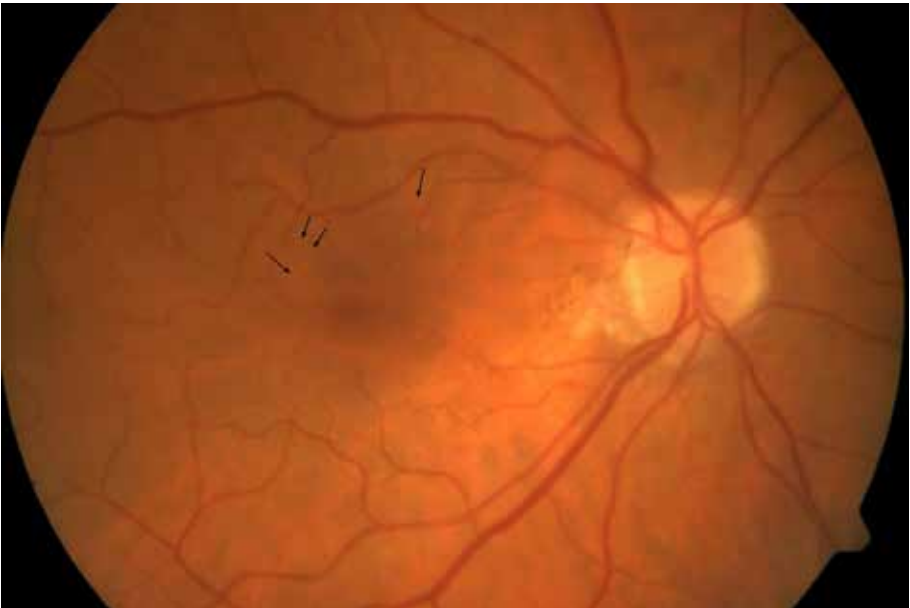
#### ■ Tvrdé drúzy

Jsou typicky malé ( $< 63 \mu\text{m}$ ), ostře ohraničené, žluté barvy. Jedná se o depozita hyalinního materiálu a lipidů z degenerovaných buněk RPE na zevní ploše RPE. Jsou lépe viditelné v redfree osvětlení a na fluoresceinové angiografii (FAG) vykazují hyperfluorescenci. Vyskytují se v populaci běžně, již od druhé dekády života. Mohou se časem zvětšovat, ale nepřesahují 125  $\mu\text{m}$  (obr. 10.1, 10.2).

Pokud splývají do větších ložisek, mohou imponovat jako měkké drúzy a označují se jako drúzy pseudoměkké. Biomikroskopicky je patrný konvolut malých žlutých tvrdých drúz, dobře ohraničený, rozměru  $> 63 \mu\text{m}$ . Tvoří je amorfni materiál a jsou lokalizovány zevně od RPE. Od měkkých drúz je odlišíme vyšetřením v redfree světle a pomocí FAG. Vyskytují se nejčastěji ve středním věku a mohou regredovat s následným rozvojem atrofie v jejich rozsahu.



**Obr. 10.1** Tvrdé drúzy, OCT sken horizontální subfoveolární. Drúzy jsou lokalizované na úrovni RPE. Je přítomno ztlustění a vlnkovitá undulace linie RPE, může být kopírována elevací linie junkce zevních a vnitřních segmentů fotoreceptorů/zóny elipsoidů a MLE.



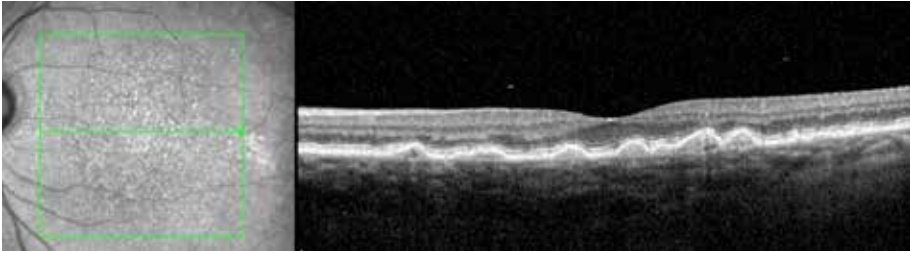
**Obr. 10.2** Tvrdé drúzy, barevná fotografie fundu. Diskrétní tvrdé drúzy juxtafoveolárně (černé šipky).

Tvrdé drúzy nepředstavují riziko progresu do pokročilých forem VPMD.

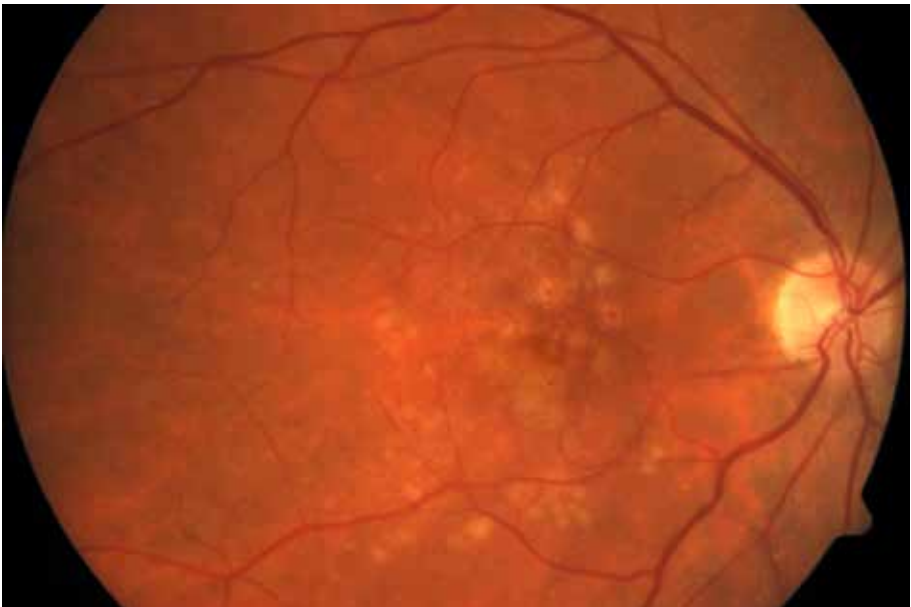
#### ■ Měkké drúzy

Měkké drúzy se řadí do kategorie středních a velkých drúz, tedy jsou větší než 63  $\mu\text{m}$ . Jsou typicky žluté, neostrého ohraničení. Mohou splývat do větších ložisek, pak bývají spojeny s vyšším rizikem zvratu do vlhké formy VPMD. Prognostickým faktorem rizikovosti progresu do pokročilých forem VPMD je také celková plocha pokrytá drúzami (obr. 10.3, 10.4, 10.5, 10.6).

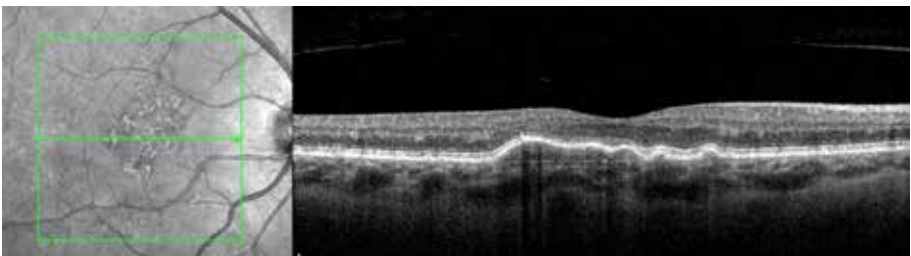




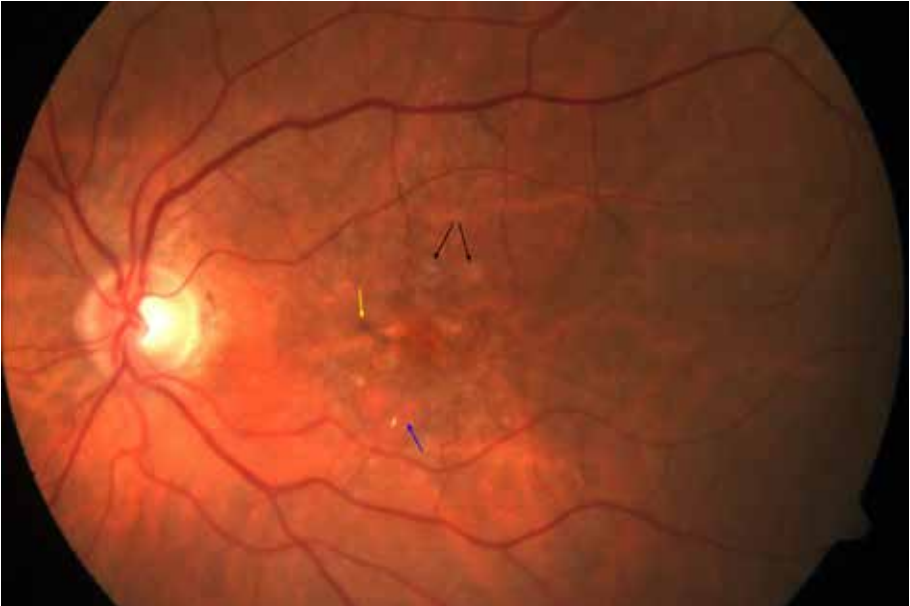
**Obr. 10.3** Měkké drúzy malé a střední velikosti. OCT sken horizontální transfoveolární. Vlnkovitá elevace RPE, ohraničená, kopírována liniemi jukce zevních a vnitřních segmentů fotoreceptorů/zóny elipsoidů a MLE.



**Obr. 10.4** Měkké drúzy velké splývavé, barevná fotografie fundu.



**Obr. 10.5** Měkké drúzy velké splývavé. OCT sken horizontální transfoveolární zachycuje drúzovou ablaci RPE u pacienta z obr. 10.4.



**Obr. 10.6** Suchá forma VPMD. Na barevné fotografii jsou viditelné měkké drúzy (černé šipky), dysgrupace pigmentu (žlutá šipka), fokální atrofie RPE (okrouhlé ostře ohraničené ložisko projasnění, modrá šipka).

Histologicky rozlišujeme měkké drúzy granulární a membranózní, klinicky je však často spolehlivě rozlišit nelze [2]:

- *Granulární měkké drúzy* dosahují velikosti kolem 250  $\mu\text{m}$ , vyskytují se od 55. roku věku a vznikají rozpadem malých drúz. Tvoří je shluky amorfního materiálu a buněčného detritu, které formují globulární či jemné granulární struktury.
- *Membranózní měkké drúzy* jsou menší než drúzy granulární (< 250  $\mu\text{m}$ ) a jsou omezeny na makulární oblast. Tvoří je fragmenty membranózních struktur a amorfni hmoty. Membranózní drúzy představují typické drúzy rizikové z rozvoje choroideální neovaskulární membrány (CNV).

*Drúzová ablace RPE* vzniká splýváním velkých měkkých drúz [3]. Biomikroskopicky má vzhled světlejšího okrouhlého ložiska elevovaného nad niveau. Není doprovázena edémem, nicméně při úpatí vysoké ablace RPE může elevací neuroretiny vzniknout obraz serózní ablace NSR. Pacienti mají často dlouhou dobu zachovalý velmi dobrý vizus. Degradace drúz vede k rozvoji geografické atrofie (GA). Riziko rozvoje CNV při drúzové ablací RPE se udává 25 % do 10 let od stanovení diagnózy [3] (viz obr. 10.4, 10.5).

*Subretinální drúzovitá depozita (SDD, retikulární pseudodrúzy)* Retikulární pseudo-drúzy jsou drúzoidní depozita, která jsou na rozdíl od drúz lokalizována nad retinálním pigmentovým epitelem [4] (obr. 10.7, 10.8). Jsou to jemná žlutá okrouhlá ložiska, která mají vzhled měkkých konfluentních drúz. Často jsou podél cévních arkád. Doprovází všechna stadia VMPD, nejčastěji pak pokročilé formy (CNV a GA). Vyskytují se také u dalších onemocnění, jako je Sorsbyho dystrofie sítnice, pseudoxantoma elasticum a viteliformní léze.

# 11 KLASIFIKACE VPMD

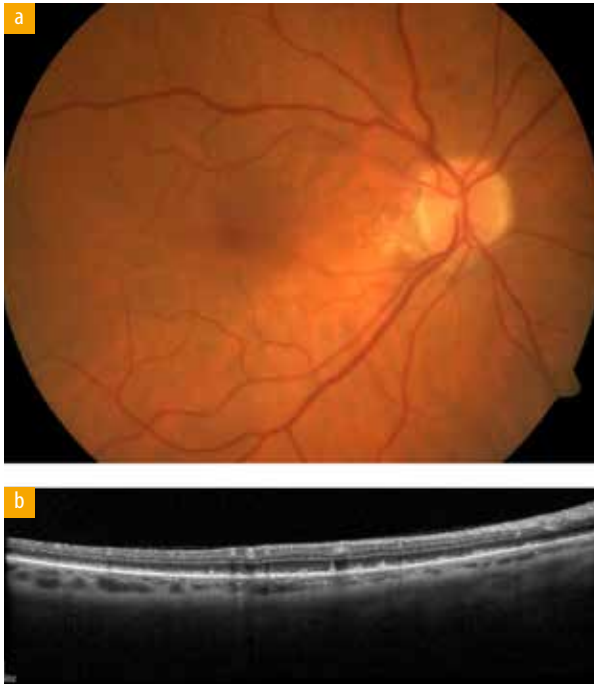
Martin Penčák

Věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD) se dělí na dvě základní formy. Suchá forma je charakterizována přítomností drúz a abnormalitami pigmentového listu sítnice, v pozdních fázích pak atrofii. Pro vlhkou formu VPMD je charakteristická přítomnost makulární neovaskulární membrány [1]. V průběhu let bylo vytvořeno několik různých klasifikačních systémů pro VPMD. Zatímco existuje shoda na definici pokročilých stadií VPMD, jednotlivé klasifikační systémy se liší v definici počátečních stadií onemocnění. V tabulkách 11.1 a 11.2 jsou shrnuty dvě nejpoužívanější klasifikace VPMD – AREDS klasifikace [2] a Klinická klasifikace VPMD [3].

■ **Tabulka 11.1** AREDS klasifikace věkem podmíněné makulární degenerace

Kategorie	
1	žádné drúzy nebo pouze malé množství pouze malých drúz v obou očích
2 (časná VPMD)	velké množství malých drúz, malé množství středních drúz nebo pigmentové abnormality alespoň na jednom oku
3 (střední VPMD)	velké drúzy, velké množství středních drúz nebo geografická atrofie nezasahující do centra alespoň na jednom oku
4 (pokročilá VPMD)	pokročilá VPMD nebo zraková ostrost horší než 20/32 způsobená nepokročilou VPMD, například velkou drúzou v makulární oblasti na jednom oku
Definice:	
velikost drúz	malé: < 63 $\mu\text{m}$ (průměr menší než polovina průměru normální retinální vény při okraji terče ZN, obr. 11.1), střední: 63–125 $\mu\text{m}$ (průměr mezi polovinou a celým průměrem normální retinální vény při okraji terče ZN, obr. 11.2), velké > 125 $\mu\text{m}$ (průměr větší než průměr normální retinální vény při okraji terče ZN, obr. 11.3)
počet drúz	velké množství malých drúz – postižená plocha v rozsahu 2PD od makuly o velikosti kružnice o průměru 125 $\mu\text{m}$ (přibližně 5–10 drúz patrných při oftalmoskopickém vyšetření) velké množství středních drúz – postižená plocha v rozsahu 2PD od makuly, kterou by pokrylo 20–65 drúz průměru 100 $\mu\text{m}$ dle charakteru drúz
pokročilá VPMD	definována přítomností jednoho z následujících znaků: <ul style="list-style-type: none"><li>• geografická atrofie postihující centrum makuly (obr. 11.4)</li><li>• jiná než drúzová ablace RPE na jednom oku</li><li>• přítomnost choroideální neovaskularizace nebo její známky (subretinální hemoragie, tvrdé exsudáty, subretinální fibróza, obr. 11.5)</li></ul>

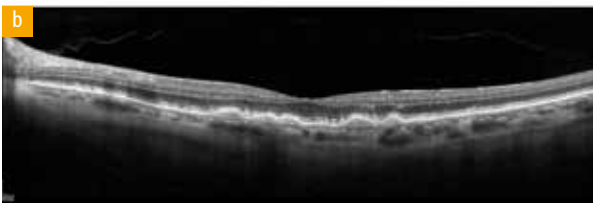
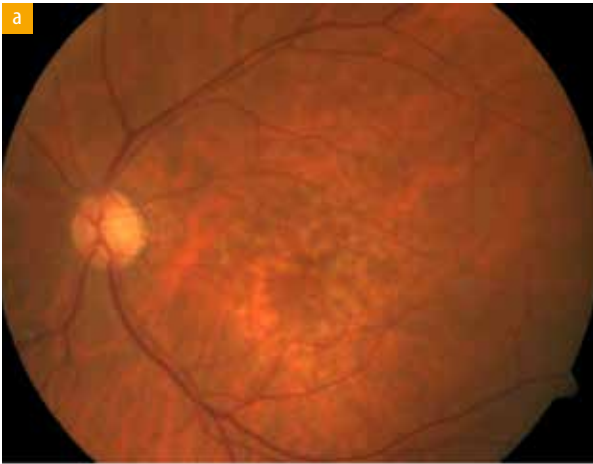
ZN – zrakový nerv, PD – průměr papily zrakového nervu, RPE – pigmentový epitel sítnice



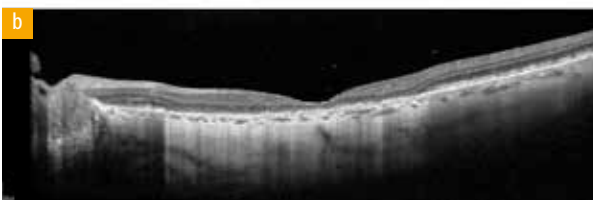
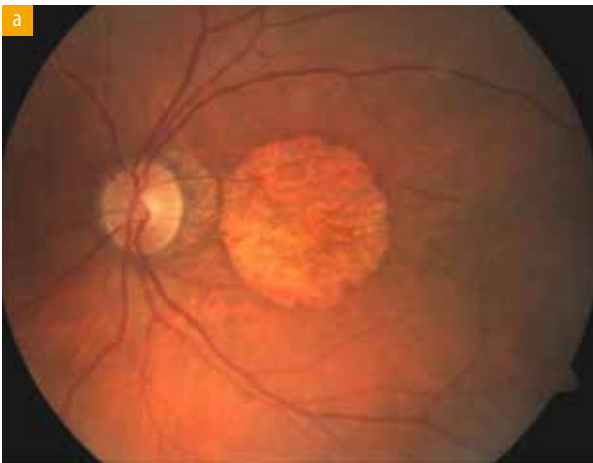
**Obr. 11.1** Malé drúzy, průměr < 63  $\mu\text{m}$ , na fotografii fundu (a) a OCT (b)



**Obr. 11.2** Střední drúzy, průměr 63–125  $\mu\text{m}$ , na fotografii fundu (a) a OCT (b)



**Obr. 11.3** Velké drúzy, průměr > 125  $\mu\text{m}$ , na fotografii fundu (a) a OCT (b)



**Obr. 11.4** Geografická atrofie postihující centrum makuly na fotografii fundu (a) a OCT (b)

---

## 12 DIAGNOSTIKA VPMD

Ondřej Vlasák, Libor Hejsek, Patrik Rajs

Pro stanovení diagnózy, doporučení vhodné terapie a monitorování vývoje onemocnění v čase nezbytně potřebujeme celou škálu vyšetřovacích metod, jak zobrazovacích, tak funkčních.

### 12.1 ZRAKOVÁ OSTROST

Ondřej Vlasák

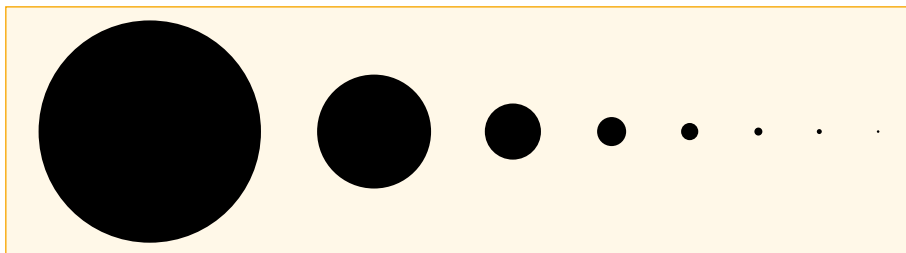
Jedná se o jedno z nejdůležitějších vyšetření při léčbě VPMD. Proto je mu zde věnována zvýšená pozornost.

V momentě, kdy pacient čte znaky na optotypu, ať jsou to Snellenova písmena, Landoltovy či Pflügerovy znaky, nebo je použit novější ETDRS optotyp, je měřena jeho zraková ostrost [1]. Zraková ostrost pacienta závisí na přesnosti sítnicové fokusace, integritě nervových prvků oka a interpretační schopnosti mozku. Často se v praxi zaměřuje pojmem zraková funkce, čímž se částečně ignorují další důležité komponenty zrakových vjemů, jako je barvocit a kontrastní citlivost.

Způsoby dělení zrakové ostrosti se napříč literaturou liší. Obecně můžeme dělit na schopnost detekce a rozlišení. Dle anatomických propozic sítnice a rozložení světločivých elementů je ještě vhodné rozdělení zrakové ostrosti na centrální a periferní [1, 2].

#### 12.1.1 Schopnost detekce

Při testech detekce lze určit nejmenší podnětový prvek, který pacient ještě vidí. Je třeba se vyvarovat určitých úskalí. Například za předpokladu, že je podnětový prvek dostatečně jasný, lze vidět bílou skvrnu na tmavém pozadí bez ohledu na to, jak je malá. Bodový zdroj světla tvoří na sítnici světelný disk, jelikož optika oka rozptyluje světlo a tím stimuluje vždy několik čípků. Rozpoznání bílé skvrny se proto stává záležitostí absolutní zrakové citlivosti, nikoli zrakové ostrosti. (Hvězda je dobrým příkladem jasné skvrny, která je viditelná, i když svírá velmi malý úhel.) Lepším testem ostrosti by byla detekce tmavých disků na světlém pozadí (obr. 12.1). V takovém testu je dobrým výsledkem hranice rozlišovací schopnosti 30 úhlových vteřin [3, 4].



Obr. 12.1 Schopnost detekce určuje nejmenší rozlišitelný podnět

## 12.1.2 Rozlišovací schopnost

Rozlišovací schopnost oka můžeme dělit na vícero podskupin, na různé prahové hodnoty:

- minimum perceptibile – jako absolutní práh vnímání pro rozlišitelnost slabých světelných podnětů, závislý na stavu adaptace očí na intenzitu osvětlení
- minimum visibile – představuje prahovou hodnotu rozlišitelnosti předmětu na základě světelného kontrastu, vzhledem k jeho okolí
- minimum cognobile – prahová hodnota pro rozlišitelnost známého symbolu či zraku
- minimum legibile – jako práh vnímání pro pochopení smyslu pojmu, který se skládá z více známých jednotlivých symbolů, znaků
- minimum separabile – jako prahová hodnota schopnosti rozlišit dva blízko sebe ležící body

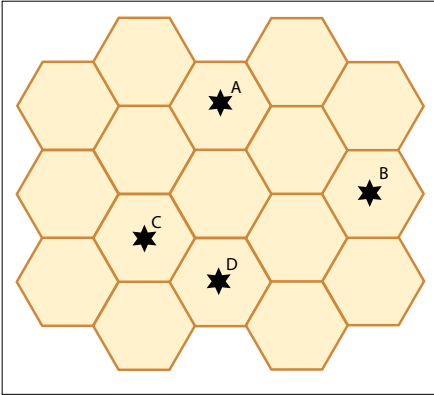
Právě minimum separabile je velice důležité pro konstrukci optotypů. Určujeme dle něj minimální kritérium znaku. S trochou nadsázky lze říct, že proti minimum separabile jde minimum cognobile, kdy kognitivnímu systému mozku stačí rozeznat pouze určitou část symbolu, znaku a zbytek si doanalyzuje. Obdoba je i při čtení souvislého textu, slov, kdy nám stačí rozeznat pouze určité procento písmen pro pochopení celého slova. Situace je o to zajímavější, že mozek nepotřebuje k pochopení ani přesný sled písmen uvnitř slova:

*V SUOIVSOLTSI S VZÝKEUMM NA CMABRIDGE UINERTISY VLŠYO NJAVEO, ŽE NZEÁELŽÍ NA POŘDAÍ PSÍEMN VE SOLVĚ. JEDNINÁ DLEŮITŽÁ VĚC JE, ABY BLYA PNVRÍ A PSOELNDÍ PÍMESNA NA SRPVÁÉN MSTĚ*

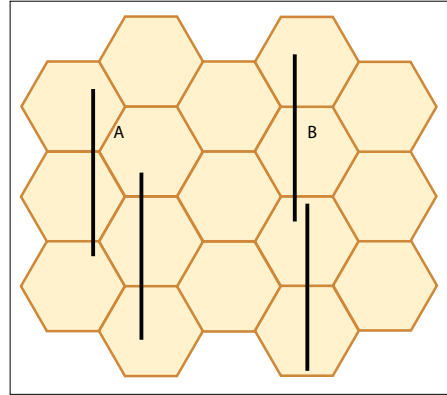
Na minimum separabile závisí úhlová rozlišovací schopnost oka: úhlová a koincidenční.

### Rozlišovací schopnost úhlová – angulární

Dle anatomických propozic oka, především sítnice, byla základní úhlovou rozlišovací schopností lidského oka ustanovena hodnota jedné úhlové minuty ( $1'$ ). Tato hodnota je dána vzdáleností sítnice od obrazového uzlového bodu (17 mm) a velikostí čípku (zhruba 0,005 mm). Na základě těchto hodnot lze určit, že angulární vzdálenost dvou ještě rozlišitelných bodů je 0,0003 rad, což odpovídá zornému úhlu  $1'$ . Tato minimální rozlišovací mez se právě nazývá minimum separabile.



**Obr. 12.2** Možnosti rozlišení bodů. Body A a B se budou jevit odděleně, jelikož mají mezi sebou jeden světločivý element nepodrážděný. Naopak body C a D se budou jevit jako jeden.



**Obr. 12.3** Noniusová rozlišovací mez. V případě A rozeznáme dvě čáry. V situaci B je vjem spojen do jedné čáry.

K rozlišení dvou vedle sebe ležících bodů je potřeba, aby na sítnici mezi jejich dvěma rozptylnými kroužky byl alespoň jeden nepodrážděný světločivý element, čípek (viz obr. 12.2). To je předpokladem pro odlišení dvou stimulů a příkladem je schopnost rozlišit písmena optotypu, např. „O“ od „C“ nebo „P“ od „F“.

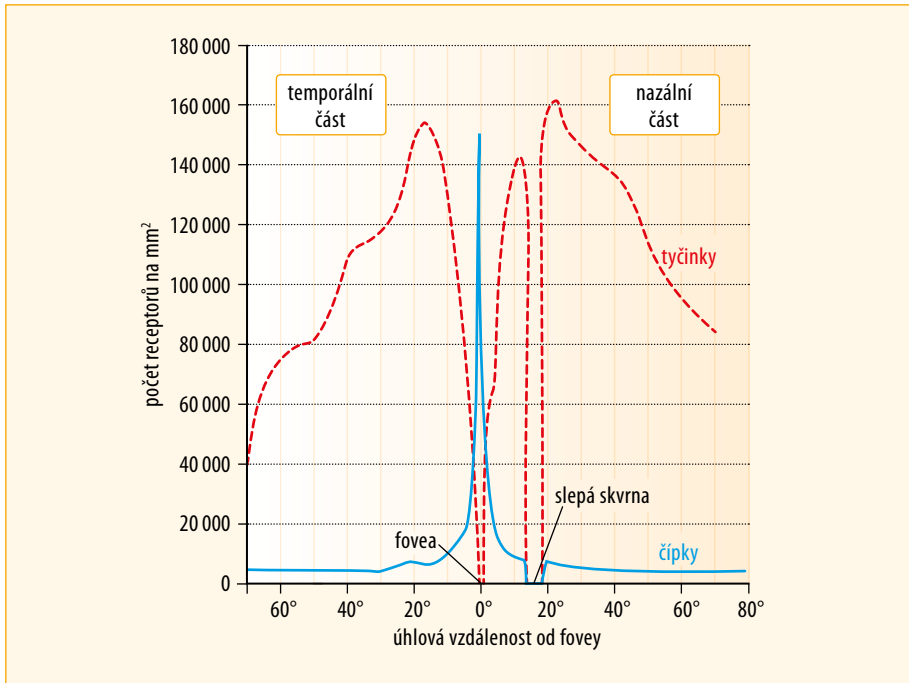
### Rozlišovací schopnost koincidenční – noniusová

Noniusová rozlišovací schopnost oka měří kvalitu stupně návaznosti (koincidence) při sledování dvou i více na sebe navazujících geometrických přímek. Koincidenční zraková ostrost je díky zapojení většího počtu světločivých buněk vícenásobně vyšší než minimum separabile. Možnosti rozlišení čar se nachází na obr. 12.3.

## 12.1.3 Centrální zraková ostrost

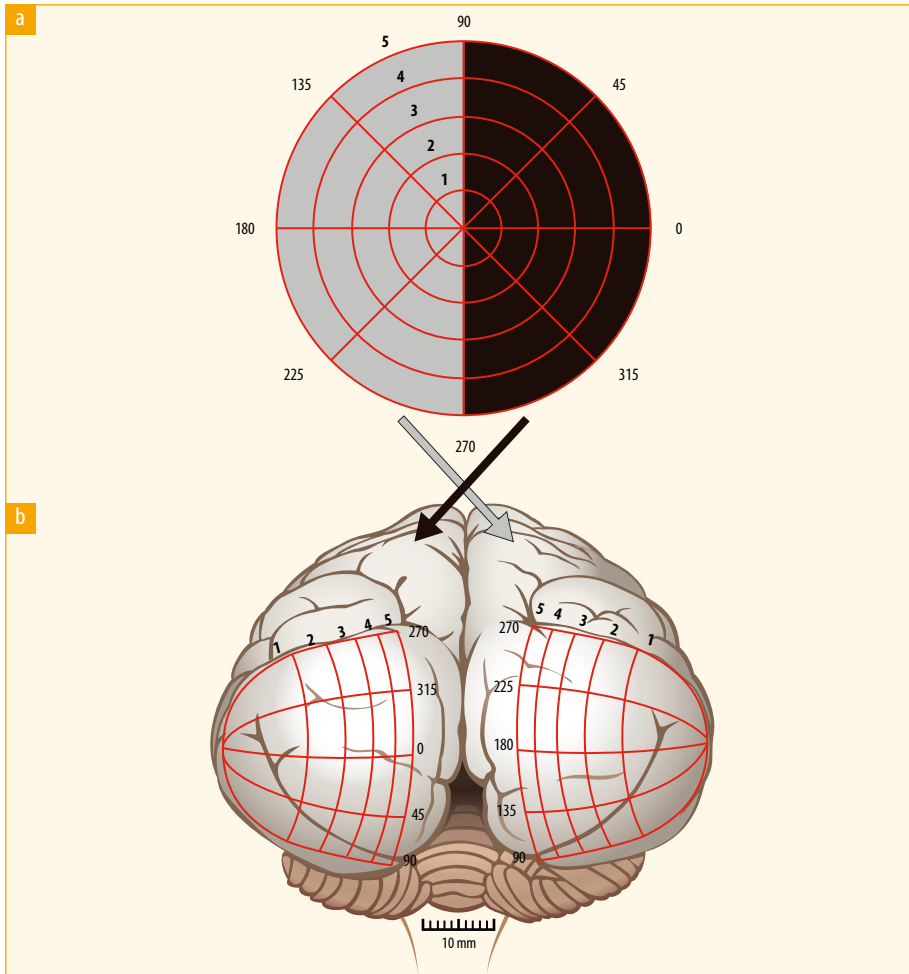
Vynikající centrální zraková ostrost vyšetřujícím napovídá, že oční média jsou čistá, obraz je zaostřen na sítnici, aferentní zraková dráha funguje a zraková kůra vhodně interpretuje přijaté signály. Měření centrální zrakové ostrosti je nejcitlivějším testem integrity zrakového systému [5]. Centrální zraková ostrost se uplatňuje při přímém pohledu, kdy dochází k podráždění centrální krajiny fovey, což představuje oblast o průměru zhruba 1,5 mm. Centrálněji nalézáme foveolární avaskulární zónu (FAZ), kde za fyziologických podmínek nenajdeme cévy. Představuje oblast v průměru okolo 0,5 mm a v jejím středu se nachází místo nejostřejšího vidění, foveola, oblast o průměru 0,35 mm obsahující pouze čípky. Hustota čípků není v oblasti makuly homogenní. Početní rozložení světločivých elementů znázorňuje obrázek 12.4. Studie ukazují, že jejich hustota je v horizontální rovině vyšší než ve vertikální. Tento fakt může korelovat i s četnějšími horizontálními očními pohyby, vyšší senzitivitou horizontální koincidence či dokonce větší preferencí fokusace vertikál [6].





Obr. 12.4 Rozložení tyčinek a čípků v rovině procházející foveou a slepou skvrnou [58]

Projekci centrálního zrakového pole v korové oblasti zobrazuje obrázek 12.5. Nazální část sítnice levého oka a temporální sítnice pravého oka, které přijímají podněty z levého zorného pole (znázorněno šedě; obr. 12.5, nahoře), vysílají projekce do pravého laterálního genikulárního jádra, jehož neurony se promítají do oblasti V1 pravé hemisféry. Naopak temporální část sítnice levého oka a nazální část sítnice pravého oka, které přijímají podněty z pravého zorného pole (znázorněno černě; obr. 12.5, nahoře), vysílají projekce do levého laterálního genikulárního jádra, jehož neurony se promítají do oblasti V1 levé korové hemisféry.



**Obr. 12.5** Topografické rozložení centrálních 5° zorného pole v primární zrakové oblasti (oblast V1) u opice. a) Rozložení středních pěti stupňů zorného pole. Každá polovina zorného pole, znázorněná šedě a černě, se promítá kontralaterálně do zrakové kůry, b) zadní pohled na opičí mozek zobrazující topografické uspořádání oblasti V1. Obrázky jsou na lissencefalickém korovém povrchu rozloženy inverzně [59].

### 12.1.4 Periferní zraková ostrost

Periferní zraková ostrost dosahuje nižších hodnot, primárně je však důležitá pro správnou orientaci a záznam pohybu v prostoru. Rozsah periferního vidění nám udávají hodnoty zorného pole, což je část prostoru, kterou je schopné zachytit naše oko. Rozsah zorného pole je dán anatomickými propozicemi očníce a jejího okolí. Nejvyšších hodnot dosahuje temporálně, až 100°, nahoře a nazálně 60° a dole 70°.



Obr. 12.6 Možné modifikace orientace Landoltových kruhů. Nejčastěji se setkáváme s prvními čtyřmi orientacemi.

rozhodl použít do vyšetřovacích tabulek klasické písmo a pro potřebu klinických studií vytvořil s tímto písmem standardizovaný optotyp. Na Snellenovu práci navázal Monoyer a vyjádřil Snellenův zlomek decimálně. Roku 1888 přišel Edmund Landolt se svými C znaky, u kterých byla odhadnutelnost písmene pouze 12 %. Následuje Luis Sloan se svými srovnatelně odhadnutelnými 10 písmeny. V roce 1982 přišel Rick Ferris a kolektiv z National Eye Institute s optotypovou tabulí log MAR pro klinickou studii, která hodnotila léčbu diabetické retinopatie laserovou koagulační metodou (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study).

Optotypy většiny známých testů ostrosti vyžadují, aby subjekt identifikoval písmena seskupená v řadách s jejich klesající velikostí. Nejčastěji se v praxi setkáváme se Snellenovou koncepcí vyšetření zrakové ostrosti. Často se však setkáme také s různými modifikacemi. Především s použitím Sloanových znaků oproti Snellenových. Dále je to zápis zrakové ostrosti decimálním způsobem. Pro usnadnění testování malých dětí a lidí neznalých latinky se nejčastěji používají optotypové sestavy založené na otáčení písmene E (Pflügerovy háky) nebo jednoduchých obrázcích známých předmětů. U testování pomocí E znaků vyšetřovaný natáčí šablonu písmene E nebo vlastní prsty v orientaci, ve které vidí dané Pflügerovy háky na optotypu. U obrázkových optotypů je vhodné zapůjčení ukázkových šablon dítěti domů, aby se nejdříve obrázky naučilo.

### 12.3.1 Landoltův optotyp

NAS–NRC doporučuje, aby se jako standard pro vyšetření zrakové ostrosti používaly Landoltovy kruhy [8]. Tzv. zlomený prsten je přerušovaný kruh vzhledu písmene C, ve kterém se šířka mezery a černé barvy znaku rovnají jedné pětině výšky písmene C, koncipováno dle principu minima separabile. Kruh je zobrazen s mezerou na jednom z osmi míst a vyšetřovaný odpovídá slovy nebo ukazuje, kde se mezera nachází. Landoltův test má několik výhod, včetně stejné obtížnosti všech cílů (na rozdíl od písmen, která se liší stupněm obtížnosti), citlivosti na astigmatickou refrakční vadu a vhodnosti pro použití s negramotnými subjekty. Landoltův test však není široce používán. Vina je na častějším použití modifikace s čtvernou možností orientace mezery, kdy odhadovací míra činí 25 %. Novější verze využívá možnosti orientace mezery v 8 orientacích (tzn. 12% odhadovací míru). Další nevýhodou je značná stereotypnost vyšetření jak pro pacienta, tak pro vyšetřujícího, problémy s určením, kde je pravá a kde levá (pozice vyšetřujícího vs. vyšetřovaného) a také s orientací v rádcích (obr. 12.6).

### 12.4.3 Modifikace optotypu ETDRS

Postupem času vznikl požadavek na modifikaci optotypu ETDRS. Bylo to primárně z důvodu vyšších pořizovacích nákladů, nepřenositelnosti optotypu a časové náročnosti vyšetření. V praxi se můžeme setkat s následujícími variantami tabulí:

- ETDRS-Fast – metoda rychlejšího skórování na tabuli ETDRS. Snahou je zrychlit a zjednodušit vyšetření při zachování vysoké přesnosti a opakovatelnosti výsledků (TRV). Zatímco standardní metoda měření zrakové ostrosti pomocí tabulek ETDRS vyžaduje, aby subjekt přečetl všechna písmena začínající horním řádkem, při postupu ETDRS-Fast je subjekt požádán, aby přečetl pouze jedno písmeno v každém řádku, dokud se nesplete. Díky tomu vyšetřující najde řádek, od kterého může vyšetřovaný začít číst všechna písmena směrem dolů. Výsledky studií ukazují, že hodnoty přesnosti a TRV jsou u této modifikace bez statisticky významných změn (obr. 12.8) [13].
- Kompaktní redukovaný logMAR optotyp (cRLM – compact reedice logMAR) má pouze tři písmena na řádek oproti běžným logMAR optotypům a mezi nimi menší rozestupy. Při zachování 14 řad k řádku log MAR = 0 je hodnota jednoho znaku rovna 0,033 log MAR. Optotyp cRLM může představovat klinicky přijatelný kompromis pro získání logMAR hodnot s přívětivější dobou testování (obr. 12.9 vlevo) [14].



Obr. 12.8 Způsob čtení znaku u metodiky ETDRS-Fast