proLékaře.cz | 12.11.2026

Mikroperimetrie jako citlivý nástroj hodnocení funkčního výsledku operace idiopatické makulární díry

Lukeš Julius[1], Ernest Jan[1,2], Myslík Manethová Kateřina[1,3]

[1]Oftalmologická klinika 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní Thomayerovy nemocnice
[2]Axon Clinical s.r.o.
[3]3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy



MUDr. Julius Lukeš Ph.D.

Do redakce doručeno dne: 14. 4. 2026
Přijato k publikaci dne: 30. 6. 2026
Publikováno on-line: 23. 10. 2026
https://doi.org/10.31348/2026/38

Autoři práce prohlašují, že vznik i téma odborného sdělení a jeho zveřejnění není ve střetu zájmů a není podpořeno žádnou farmaceutickou firmou.

Korespondenční adresa:
Oftalmologická klinika 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní Thomayerovy nemocnice
Vídeňská 800
140 59 Praha 4 - Krč
E-mail: julius.lukes@ftn.cz

SOUHRN

Cíl: Posoudit změny citlivosti sítnice a parametrů fixace u pacientů s idiopatickou makulární dírou vyšetřených mikroperimetrií před operací a 3 měsíce po pars plana vitrektomii s peelingem membrana limitans interna (MLI).
Materiál a metody: Do prospektivní studie bylo zařazeno 11 očí 11 pacientů. U všech byla provedena 25G pars plana vitrektomie s prostým cirkulárním peelingem MLI v rozsahu 2–3 průměrů papily a tamponádou SF6. Hodnocena byla nejlepší korigovaná zraková ostrost (NKZO), citlivost sítnice měřená přístrojem MAIA a parametry fixace (P1, P2, BCEA 63 %, BCEA 95 %). Mikroperimetrie byla provedena před operací a 3 měsíce po operaci. K porovnání byl použit Wilcoxonův párový test, pro podskupiny Mannův–Whitneyův test a pro korelace Spearmanův koeficient.
Výsledky: Průměrný věk pacientů činil 67,2 ±7,6 roku; soubor tvořilo 9 žen a 2 muži. Anatomického uzávěru bylo dosaženo u všech očí. NKZO se zlepšila z 0,31 ±0,11 na 0,67 ±0,22 (p = 0,001). Z analýzy mikroperimetrie byl pro pooperační progresi katarakty vyřazen 1 pacient. U zbývajících 10 očí se citlivost zvýšila z 16,72 ±4,48 na 19,68 ±4,27 dB (p = 0,006). Parametry fixace se významně nezměnily. Zlepšení citlivosti bylo větší u velkých děr (> 400 µm; 3,97 vs. 1,95 dB; p = 0,222). Byla prokázána statisticky významná inverzní korelace mezi velikostí makulární díry a vstupní citlivostí sítnice (ρ = -0,83; p = 0,003).
Závěr: Mikroperimetrie představuje přínosnou doplňkovou metodu hodnocení funkčního výsledku operace idiopatické makulární díry. Umožňuje zachytit změny citlivosti sítnice v makulární oblasti, které nejsou vždy plně vyjádřeny samotnou NKZO. V našem souboru došlo po operaci k významnému zlepšení zrakové ostrosti i citlivosti sítnice, zatímco parametry fixace zůstaly bez statisticky významné změny.
Klíčová slova: idiopatická makulární díra, mikroperimetrie, MAIA, peeling MLI, pars plana vitrektomie, nejlepší korigovaná zraková ostrost

SUMMARY

Microperimetry as a Sensitive Tool for Assessing Functional Outcomes after Idiopathic Macular Hole Surgery

Aims: To evaluate changes in retinal sensitivity and fixation parameters in patients with idiopathic macular hole using microperimetry before surgery and 3 months after pars plana vitrectomy with internal limiting membrane (ILM) peeling.
Materials and Methods: This prospective study included 11 eyes of 11 patients. All patients underwent 25-gauge pars plana vitrectomy with conventional circular ILM peeling extending approximately 2–3 optic disc diameters around the macular hole and SF6 gas tamponade. Best-corrected visual acuity (BCVA), retinal sensitivity measured by MAIA microperimetry, and fixation parameters (P1, P2, BCEA 63% and BCEA 95%) were evaluated. Microperimetry was performed preoperatively and 3 months postoperatively. The Wilcoxon signed-rank test was used for paired comparisons, the Mann–Whitney U test for subgroup analysis, and Spearman's rank correlation coefficient for correlation analysis.
Results: The mean age was 67.2 ±7.6 years; the cohort included 9 women and 2 men. Anatomical closure of the macular hole was achieved in all eyes. BCVA improved from 0.31 ±0.11 to 0.67 ±0.22 (p = 0.001). One patient was excluded from the primary microperimetry analysis because of postoperative cataract progression. In the remaining 10 eyes, mean retinal sensitivity increased from 16.72 ±4.48 to 19.68 ±4.27 dB (p = 0.006). No statistically significant changes were observed in the fixation parameters. The improvement in retinal sensitivity was numerically greater in larger macular holes (>400 µm; 3.97 vs. 1.95 dB; p = 0.222). A statistically significant inverse correlation was observed between macular hole size and baseline retinal sensitivity (ρ = -0.83; p = 0.003).
Conclusion: Microperimetry represents a valuable complementary method for evaluating functional outcomes after idiopathic macular hole surgery. It enables the detection of changes in macular retinal sensitivity that may not be fully reflected by BCVA alone. In our cohort, both visual acuity and retinal sensitivity improved significantly after surgery, whereas fixation parameters showed no statistically significant change.
Keywords: idiopathic macular hole, microperimetry, MAIA, ILM peeling, pars plana vitrectomy, best-corrected visual acuity

Čes. a slov. Oftal., 82, 2026, No. x, p.

proLékaře.cz | 12.11.2026

ÚVOD

Idiopatická makulární díra představuje závažné onemocnění centrální sítnice, které postihuje především starší pacienty a vede k poklesu centrální zrakové ostrosti, poruše čtecí schopnosti, metamorfopsiím a zhoršení kvality vidění [1–4]. Z hlediska patofyziologie jde nejčastěji o důsledek vitreomakulární trakce, při níž se uplatňuje souhra anteroposteriorních a tangenciálních sil působících na foveolu, vedoucí k dehiscenci sítnicových vrstev a vzniku defektu v oblasti fovey [2]. Bezstehová pars plana vitrektomie s peelingem MLI a plynovou tamponádou je dnes standartní léčebný postup s vysokou anatomickou úspěšností a obvyklým zlepšením zrakové ostrosti [5–8]. Pooperační stav je hodnocen zejména pomocí NKZO jako základního funkčního parametru, ale také pomocí morfologických zobrazovacích metod, především optické koherenční tomografie (OCT) [9] a nově OCT angiografie, která sleduje foveolární avaskulární zónu, denzitu kapilárních plexů a změny choriokapilaris před a po operaci [10–14]. Samotné hodnocení anatomického uzávěru a NKZO však nemusí plně vystihovat skutečnou funkční obnovu makulární krajiny [15]. Pacient s úspěšně uzavřenou makulární dírou a zlepšenou NKZO může nadále udávat poruchy kvality vidění, nejistou fixaci, obtíže při čtení nebo subjektivní vnímání centrálního deficitu [4,16,17]. Podobně ani OCT nemusí vždy plně odpovídat funkčnímu stavu makuly [12,18].

Mikroperimetrie umožňuje přesnější funkční mapování makulární oblasti [19,20]. Oproti konvenční perimetrii kombinuje projekci stimulů na definované místo sítnice se sledováním polohy oka pomocí fundus trackingu a umožňuje tak korelovat citlivost sítnice s konkrétní morfologickou lokalizací [21]. Vedle průměrné citlivosti sítnice poskytuje i informaci o stabilitě a lokalizaci fixace [22–24]. U pacientů s makulární dírou umožňuje zachytit funkční změny v bezprostředním okolí fovey a detailněji popsat pooperační vývoj makulární funkce. Přestože mikroperimetrie přináší cenné doplňující informace, její role v rutinním klinickém hodnocení není dosud jednoznačně vymezena a počet prací zaměřených na časný pooperační vývoj zůstává omezený [25–28]. Vztah mezi velikostí makulární díry a pooperačním funkčním výsledkem rovněž není plně objasněn. Zatímco větší šířka díry bývá spojována s horším výchozím funkčním stavem, její vliv na časný vývoj mikroperimetrických parametrů a změny fixační stability v prvních měsících po operaci zůstává nejasný [25,29,30].

Cílem práce bylo posoudit změny citlivosti sítnice a parametrů fixace u pacientů s idiopatickou makulární dírou vyšetřených mikroperimetrií před operací a 3 měsíce po pars plana vitrektomii s peelingem MLI. Současně jsme sledovali změny zrakové ostrosti, vztah funkčních parametrů k velikosti makulární díry a přínos mikroperimetrie pro posouzení chirurgického výsledku.

MATERIÁL A METODY

Do prospektivní studie bylo zařazeno 11 očí 11 pacientů operovaných pro idiopatickou makulární díru na Oftalmologické klinice 3. lékařské fakulty University Karlovy a Fakultní Thomayerovy nemocnice v období od prosince 2024 do prosince 2025. Soubor tvořilo 9 žen a 2 muži. Průměrný věk činil 67,2 ±7,6 roku (57–78 let). Šest očí bylo pseudofakických a pět fakických. Fakické oči před operací nevykazovaly klinicky významnou kataraktu; u pacientů s vyšším stupněm opacifikace čočky byla nejprve provedena operace katarakty. U žádného pacienta nebyl proveden kombinovaný výkon.

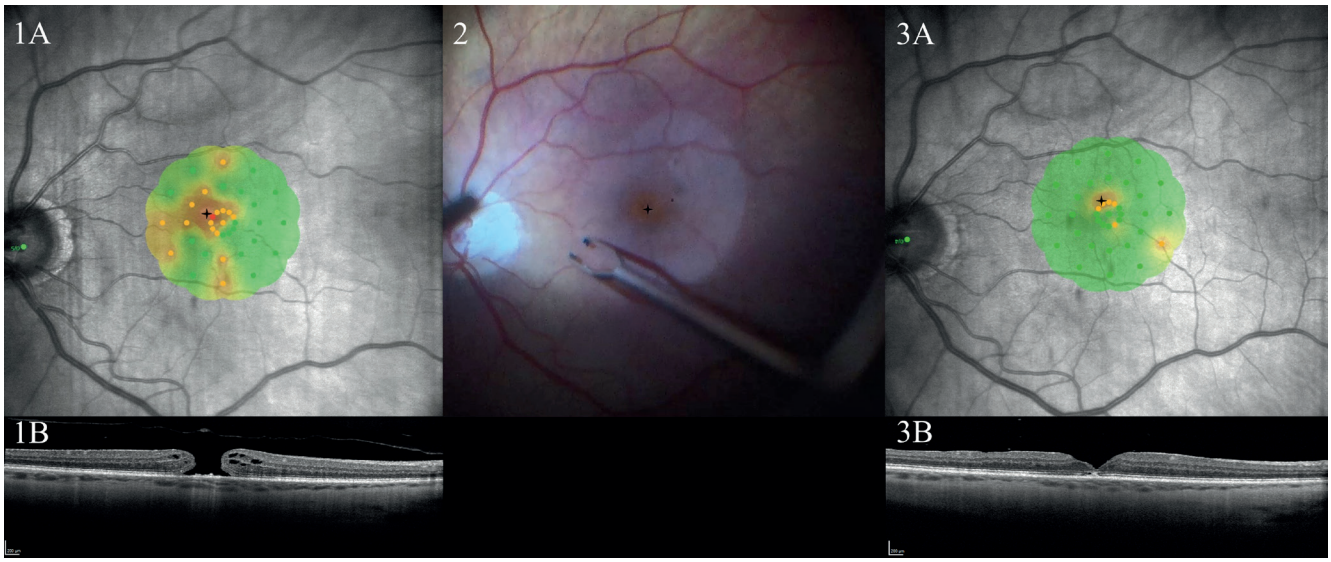
Do studie byly zahrnuty idiopatické makulární díry. Velikost makulární díry byla stanovena jako minimum linear diameter (MLD), měřeno v nejužším místě díry, na předoperačním OCT. Pro subanalýzu byly oči pragmaticky rozděleny do dvou skupin podle hranice 400 µm; toto rozdělení neodpovídá plně standardní tříkategorické IVTS

Tabulka 1. Základní charakteristika souboru

Parametr	Hodnota
Počet očí / pacientů	11 / 11
Věk, průměr ±SD (roky)	67,2 ±7,6
Pohlaví, Ž/M	9 / 2
Operované oko, OP/OL	5 / 6
Stav čočky, fakické/pseudofakické oči	5 / 6
Anestezie RBA/CA	7 / 4
Typ tamponády (SF6)	11 / 11
Anatomický uzávěr makulární díry	11/11 (100%)
NOT před operací, průměr ±SD (mmHg)	15,6 ±3,2
NOT po operaci, průměr ±SD (mmHg)	16,1 ±3,9

SD – průměrná odchylka, Ž – ženy, M – muži, OP – oko pravé, OL – oko levé, RBA – retrobulbární anestezie, CA – celková anestezie, NOT – nitrooční tlak. Všechna fakická oka byla před operací bez klinicky významné katarakty. U pacientů s vyšším stupněm opacifikace čočky byla nejprve provedena operace katarakty

proLékaře.cz | 12.11.2026



Obrázek 1. Funkční a morfologické změny u pacienta č. 4 před operací a 3 měsíce po operaci makulární díry.
1. (**A**) Předoperační mikroperimetrie (MAIA) s patrným poklesem citlivosti sítnice v oblasti makulární díry. Černá hvězdice znázorňuje lokalizaci makulární díry. U pacienta je patrna extrafoveolární fixace. (**B**) Předoperační OCT zobrazující makulární díru s MLD 356*μm*.
2. Peroperační snímek při 25G pars plana vitrektomii, na kterém je patrný rozsah peelingu membrana limitans interna odpovídající sledované oblasti na mikroperimetrii.
3. (**A**) Pooperační mikroperimetrie po 3 měsících s nárůstem citlivosti sítnice v centrální makulární oblasti. (**B**) Pooperační OCT dokumentující anatomický uzávěr makulární díry.
Barevné zobrazení citlivosti sítnice: zelené (25dB), oranžové (15dB), červené (5dB) body
OCT – optická koherenční tomografie, MLD – minimum linear diameter, dB – decibel

klasifikaci. Vyloučeny byly traumatické makulární díry a jiné závažné makulární patologie. Pacient č. 5 s dystrofickými změnami odpovídajícími věkem podmíněné makulární degeneraci byl ponechán v souboru jako součást reálné klinické populace. Základní charakteristiku souboru shrnuje Tabulka 1.

Ve všech případech byla provedena 25G pars plana vitrektomie s prostým cirkulárním peelingem MLI v rozsahu přibližně 2–3 průměrů papily kolem makulární díry (Obrázek 1) a tamponádou SF6. Výkony byly provedeny v retrobulbární nebo celkové anestezii podle klinické situace a preference pacienta. U dvou pacientů byl doplněn endolaser v oblasti periferních degenerací či trhlin, které neměly vliv na výsledné zrakové funkce. Operace provedli dva zkušení vitreoretinální chirurgové.

V našem souboru jsme preferovali prostý peeling MLI, protože jde o zavedenou standardní techniku s vysokou úspěšností uzávěru, dobrou reprodukovatelností a menší technickou komplexitou. Přestože invertovaný MLI flap může zlepšit anatomické výsledky u velkých nebo rizikových makulárních děr, u běžných idiopatických děr nejsou jeho funkční přínosy jednoznačné a v řadě studií byly výsledky srovnatelné s konvenčním peelingem [31–34].

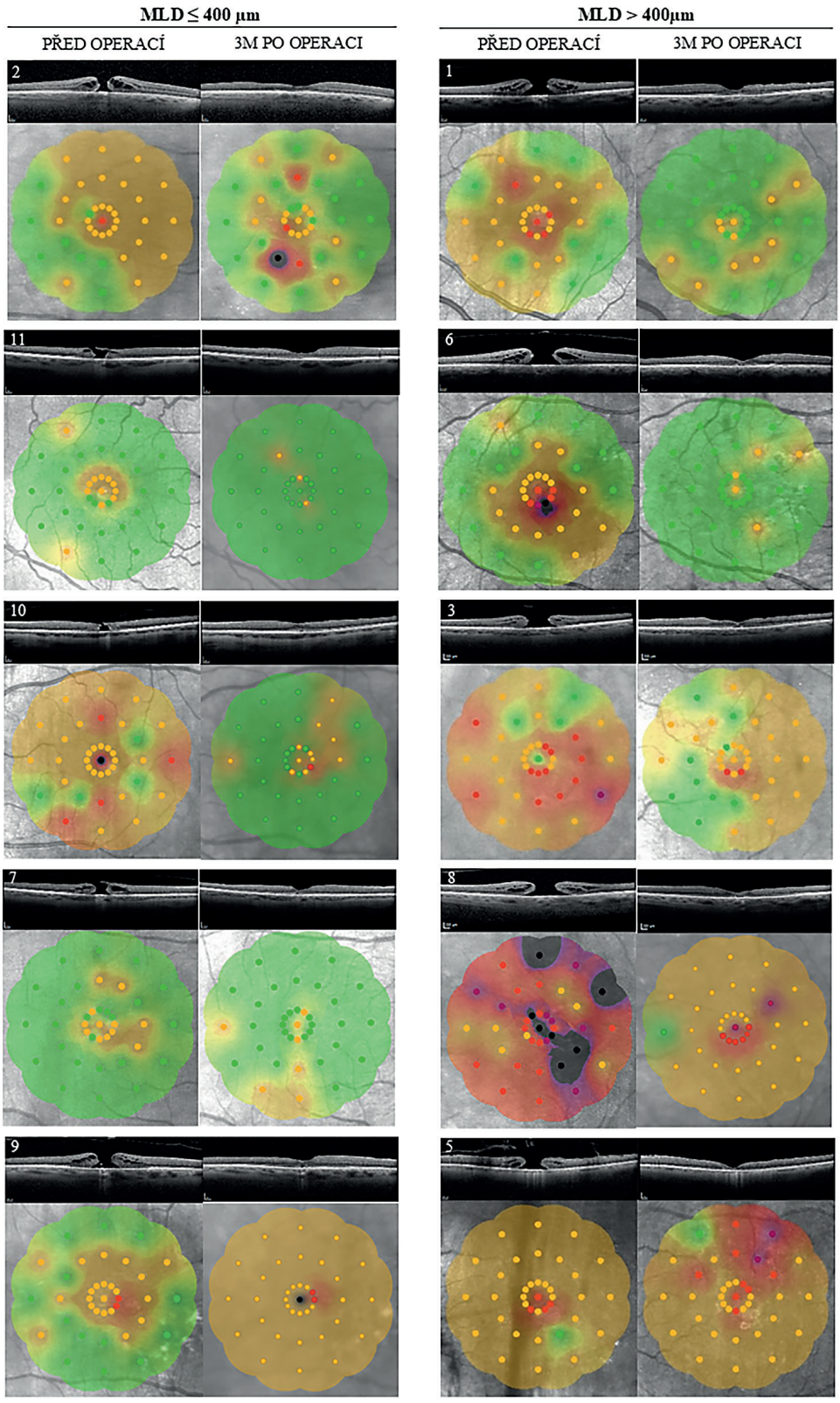
U všech pacientů bylo před operací a 3 měsíce po operaci provedeno kompletní oftalmologické vyšetření, které zahrnovalo hodnocení NKZO v decimálním Snellenově vyjádření, měření nitroočního tlaku, refrakce, vyšetření předního segmentu a fundu. Součástí vstupního i pooperačního vyšetření bylo OCT, OCT angiografie, fluorescenční angiografie a fotografie fundu.

Mikroperimetrie byla provedena přístrojem MAIA (Macular Integrity Assessment, CenterVue) v temné místnosti a v arteficiální mydriáze. Vyšetření bylo realizováno pomocí makulárního programu zahrnujícího centrální oblast o rozsahu 10° s 37 stimulačními body. Byly použity stimuly velikosti Goldmann III na pozadí o luminanci 4 apostiblů (asb), s maximální luminancí 1000 asb a dynamickým rozsahem 36 decibelů (dB). Projekce stimulů probíhala pomocí strategie „4-levels fixed" s předdefinovanými intenzitami stimulů 25, 15, 5 a 0 dB, bez adaptivního stanovení prahových hodnot. Hodnocena byla průměrná citlivost sítnice, fixační stabilita pomocí parametru BCEA (bivariate contour ellipse area), konkrétně BCEA 63 % a BCEA 95 % a parametry fixace P1 a P2 (fixation stability), vyjadřující procento fixačních bodů v kruhu o průměru 1°, respektive 2° kolem preferovaného fixačního bodu.

Pro hlavní analýzu mikroperimetrie byl z hodnocení vyřazen pacient č. 9, u něhož došlo v pooperačním období k progresi katarakty, která mohla ovlivnit naměřenou citlivost sítnice. Tento pacient byl ponechán v klinickém souboru a v analýze zrakové ostrosti a anatomického výsledku.

Kontinuální proměnné jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka, případně medián podle charakteru dat. K porovnání předoperačních a pooperačních hodnot byl použit Wilcoxonův párový test, k porovnání velikosti změny mezi podskupinami Mannův–Whitneyův test a ke korelační analýze Spearmanův korelační koeficient. Za statisticky významnou byla považována hodnota $p < 0,05$.

proLékaře.cz | 12.11.2026



Obrázek 2. Grafické znázornění individuálních změn mikroperimetrické citlivosti sítnice a morfologických změn na OCT u pacientů č. 1-3, 5-11 před operací a 3 měsíce (3M) po operaci.
Obrázek shrnuje mikroperimetrické výsledky jednotlivých pacientů (označeny číslem) rozdělených do dvou skupin dle MLD a dokumentuje individuální variabilitu pooperační funkční odpovědi. U většiny pacientů je patrný trend ke zlepšení citlivosti sítnice, zatímco u některých očí přetrvávají lokální nebo difuzní odchylky. Pacient č. 9 je v obrázku uveden pro ilustraci typického poklesu senzitivity při progresi nukleární katarakty, nebyl však zahrnut do hlavní statistické analýzy mikroperimetrických parametrů. Barevné zobrazení citlivosti sítnice: zelené (25dB), oranžové (15dB), červené (5dB), fialové (0dB), černé (<0dB) body

OCT – optická koherenční tomografie, 3M – 3 měsíce, MLD – minimum linear diameter, dB – decibel

proLékaře.cz | 12.11.2026

VÝSLEDKY

Do hodnocení bylo zařazeno 11 očí 11 pacientů s idiopatickou makulární dírou. Soubor tvořilo 9 žen a 2 muži, průměrný věk činil 67,2 ±7,6 roku. Průměrný nitrooční tlak byl 15,6 mmHg před operací a 16,1 mmHg po operaci; rozdíl nebyl statisticky významný (p = 0,604) (Tabulka 1).

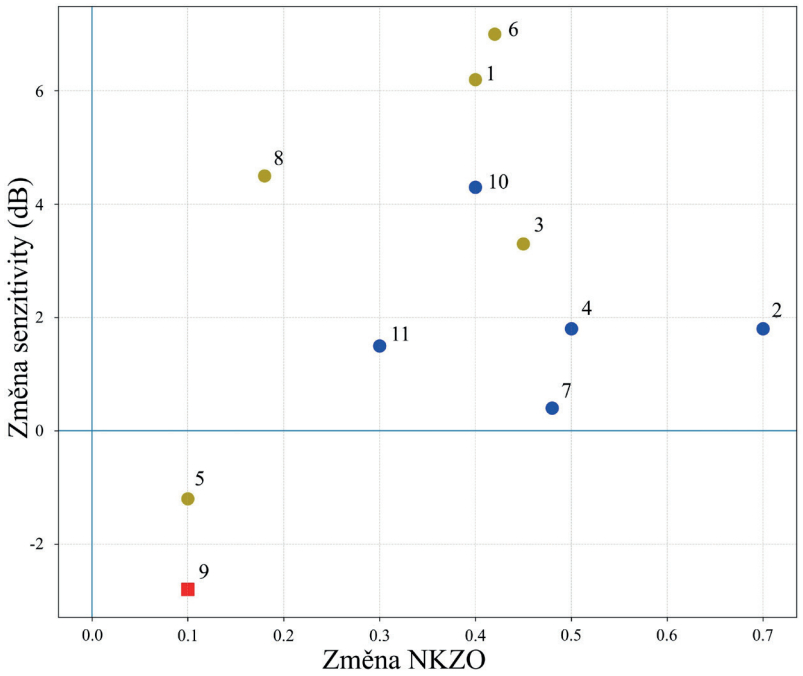
Při kontrolním pooperačním OCT bylo u všech očí potvrzeno anatomicky úspěšné uzavření makulární díry (Obrázek 1 a 2). U všech pacientů došlo ke zlepšení NKZO. Průměrná NKZO se zlepšila z 0,31 ±0,11 před operací na 0,67 ±0,22 po operaci (p = 0,001) (Tabulka 2).

Průměrná citlivost sítnice se zvýšila z 16,72 ±4,48 dB před operací na 19,68 ± 4,27 dB za 3 měsíce po operaci (p = 0,006). Průměrná změna činila +2,96 dB, medián změny +2,53 dB (Tabulka 2, Obrázek 1 a 2). Korelační analýza neprokázala statisticky významný vztah mezi změnou NKZO a změnou mikroperimetrické citlivosti sítnice (Spearman ρ = -0,012; p = 0,973) (Graf 1).

Tabulka 2. Přehled základních klinických a funkčních údajů jednotlivých pacientů

Pacient	Věk (roky)	Pohlaví	Stav čočky	Posun fixačního bodu	MLD (μm)	NKZO před	NKZO po	Senzitivita před (dB)	Senzitivita po (dB)
1	67	Ž	artefakie	ano	**417**	0,10	0,50	15,54	21,76
2	64	M	fakie	ne	232	0,30	1,00	16,89	18,65
3	75	Ž	artefakie	ano	**579**	0,25	0,70	13,04	16,35
4	60	Ž	artefakie	ano	356	0,50	1,00	21,35	23,11
5	78	M	artefakie	ano	**443**	0,25	0,32	14,19	13,04
6	64	Ž	fakie	ne	**546**	0,20	0,63	16,35	23,38
7	63	Ž	fakie	ne	297	0,32	0,80	22,30	22,70
8	76	Ž	artefakie	ano	**620**	0,32	0,50	8,31	12,77
9	76	Ž	fakie	ano	336	0,40	0,50	16,82	14,05
10	59	Ž	fakie	ano	270	0,40	0,80	16,49	20,81
11	57	Ž	artefakie	ano	268	0,32	0,63	22,70	24,19

Ž – ženy, M – muži, MLD – minimum linear diameter, MLD > 400μm označeny bold, NKZO – nejlepší korigovaná zraková ostrost, dB – decibel



Graf 1. Vztah mezi změnou NKZO a změnou citlivosti sítnice 3 měsíce po operaci
Graf znázorňuje vztah mezi změnou nejlepší korigované zrakové ostrosti a změnou průměrné citlivosti sítnice (dB) u jednotlivých pacientů 3 měsíce po operaci. Každý bod představuje jednoho pacienta (číselné označení odpovídá jednotlivým případům). Modré body označují pacienty s MLD ≤400μm, žluté body pacienty s MLD >400μm, červený čtverec označuje pacienta č. 9, který nebyl zahrnut do hlavní analýzy z důvodu pooperační progrese katarakty. Graf neprokazuje korelaci mezi změnou NKZO a změnou citlivosti sítnice

NKZO – nejlepší korigovaná zraková ostrost, dB – decibel, MLD – minimum linear diameter

proLékaře.cz | 12.11.2026

Parametry fixace se statisticky významně nezměnily. Hodnota P1 činila před operací 76,8 ±20,2 % a po operaci 79,5 ±25,9 % (p = 0,461), P2 93,3 ±8,8 % a 93,7 ±11,1 % (p = 0,281). BCEA 63 % činila 3,18 ±3,38 před operací a 3,34 ±5,04 po operaci (p = 0,160), BCEA 95 % 9,51 ±10,11 a 9,95 ±15,09 po operaci (p = 0,160) (Tabulka 3). U 8 z 11 pacientů byla před operací přítomna extrafoveolární fixace (Tabulka 2).

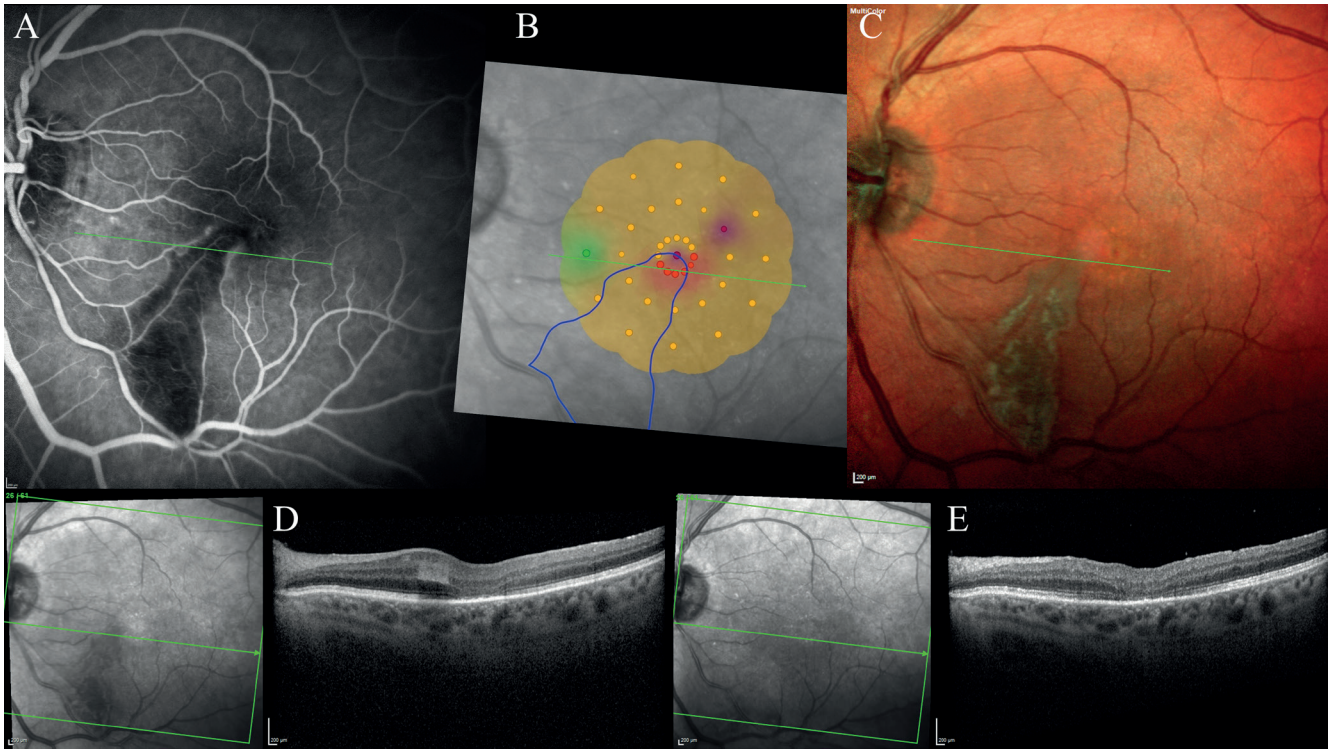
S ohledem na malý počet pacientů bylo kvantitativní hodnocení doplněno kvalitativní analýzou individuálních mikroperimetrických nálezů. Ta ukázala značnou variabilitu pooperační funkční odpovědi (Obrázek 2). U pacienta č. 2 byl na mikroperimetrii pooperačně patrný paracentrální skotom při změnách vnitřních vrstev sítnice na OCT, odpovídající neurodegenerativní přestavbě, které mohou souviset s peelingem MLI, případně s drobným

Tabulka 3. Srovnání předoperačních a pooperačních funkčních parametrů

Parametr	Před operací	Po operaci	p
NKZO	0,31 ±0,11	0,67 ±0,22	0,001
Citlivost sítnice (dB)*	16,72 ±4,48	19,68 ±4,27	0,006
P1 (%)*	76,8 ±20,2	79,5 ±25,9	0,461
P2 (%)*	93,3 ±8,8	93,7 ±11,1	0,281
BCEA 63% area*	3,18 ±3,38	3,34 ±5,04	0,160
BCEA 95% area*	9,51 ±10,11	9,95 ±15,09	0,160
NOT (mmHg)	15,6 ±3,2	16,1 ±3,9	0,604

NKZO – nejlepší korigovaná zraková ostrost, dB – decibel, P1 – fixation stability 1° (procento fixačních bodů v kruhu o průměru 1° kolem preferovaného fixačního bodu – PRL), P2 – fixation stability 2° (procento fixačních bodů v kruhu o průměru 2° kolem PRL), BCEA – bivariate contour ellipse area BCEA63%/95% – plocha elipsy oblasti obsahující 63 %, respektive 95 % fixačních bodů kolem PRL, NOT – nitrooční tlak. Data jsou uvedena jako průměr ± SD. p-hodnoty byly vypočteny Wilcoxonovým párovým testem

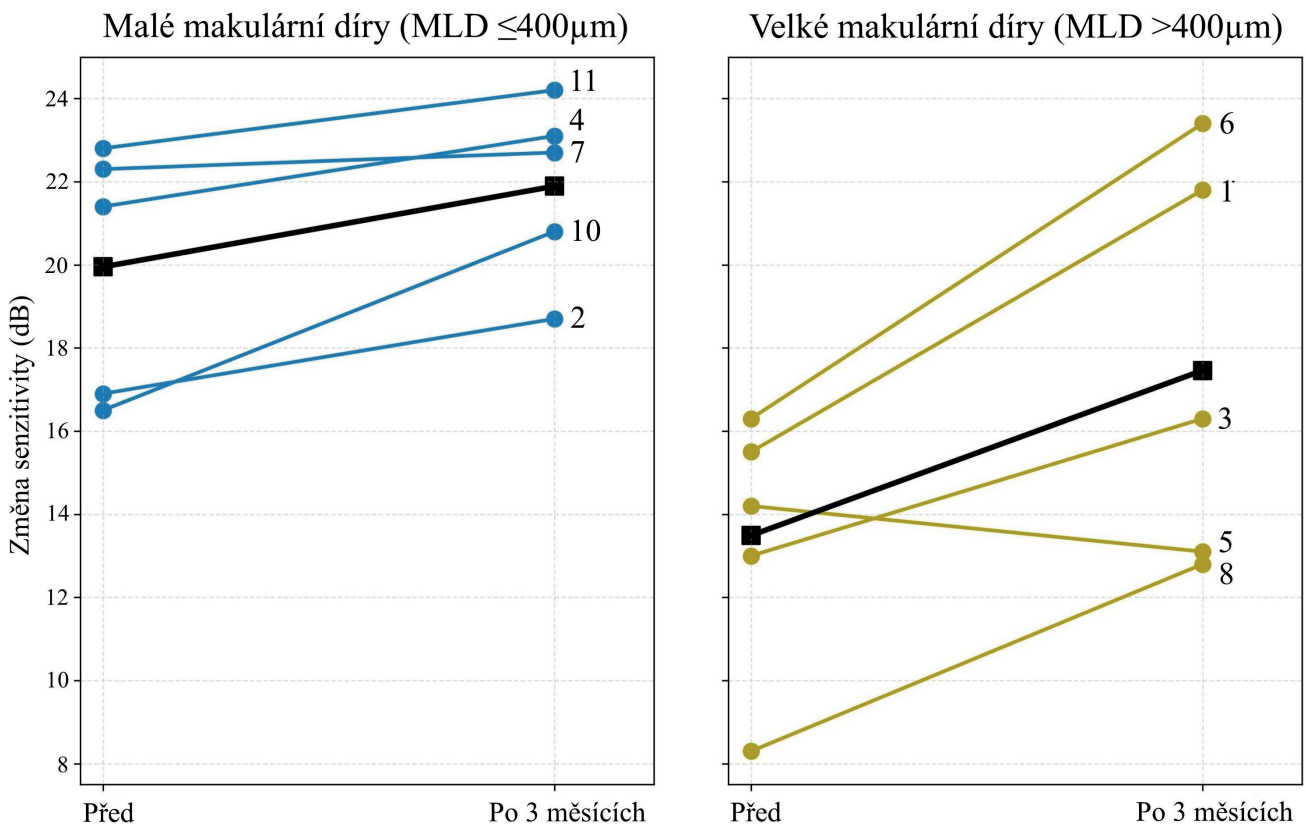
**Do analýzy nebyl zařazen pacient č. 9 pro progresi katarakty v pooperačním období*



Obrázek 3. Pooperační perfuzní anomálie u pacienta č. 8.
(**A**) Fluorescenční angiografie 9. den po operaci v čase 1,18 minuty prokazující oblast hypoperfuze v povodí větve dolní temporální arkády. (**B**) Mikroperimetrie 3 měsíce po operaci s projekcí vyšetřované oblasti, dokumentující sníženou citlivost sítnice v odpovídající lokalizaci perfuzní anomálie. Oblast hypoperfuze je označena modrou barvou. Zelený bod (25dB), oranžové body (15dB), červené body (5dB), fialové body (0dB). (**C**) OCT Multicolor fotografie 9. den po operaci s patrnou bělavou lézí odpovídající postižené oblasti sítnice. (**D**) OCT makuly 9. den po operaci zobrazující fokální hyperreflektivitu a ztluštění v oblasti vnitřních vrstev sítnice, odpovídající časnému ischemickému postižení. (**E**) Pooperační OCT 3 měsíce po operaci zobrazující ztenčení a dezorganizaci vnitřních vrstev sítnice v oblasti předchozí perfuzní poruchy, odpovídající postischemické atrofii

dB – decibel, OCT – optická koherenční tomografie

proLékaře.cz | 12.11.2026



Graf 2. Změna citlivosti sítnice podle velikosti makulární díry.
Graf znázorňuje změnu průměrné citlivosti sítnice (dB) před operací a 3 měsíce po operaci u pacientů s malými makulárními dírami (modrá barva) a velkými makulárními dírami (žlutá barva). Jednotlivé barevné linie představují průběh hodnot u jednotlivých pacientů, číselné označení odpovídá jednotlivým případům. Černá linie znázorňuje průměrnou hodnotu ve skupině
dB – decibel

peroperačním inzultem. U pacienta č. 4 byla zaznamenána extrafoveolární fixace (Obrázek 1), která je u pacientů s makulární dírou častým nálezem a odráží změnu fixační strategie při postižení centrální makulární funkce. U pacienta č. 5 došlo pooperačně ke zlepšení NKZO, avšak s přetrvávající sníženou citlivostí sítnice při dystrofických změnách makuly (Obrázek 2). U pacienta č. 8 přetrvávalo i přes celkové pooperační zlepšení citlivosti sítnice relativní snížení citlivosti v dolní polovině fovey (Obrázek 2). V této oblasti byly na očním pozadí, fluorescenční angiografii a OCT 9. den po operaci přítomny známky odpovídající pooperační perfuzní poruše (Obrázek 3). U pacienta č. 9 byl zjištěn difuzní pokles citlivosti sítnice, při progresi nukleární katarakty (Obrázek 2). Naopak u pacientů č. 10 a 11 s menšími makulárními dírami byla patra velmi dobrá pooperační restituce citlivosti sítnice (Obrázek 2).

V subanalýze podle velikosti makulární díry byla vstupní citlivost vyšší u malých děr (19,95 ±3,02 dB vs. 13,49 ±3,16 dB; Tabulka 2). Byla prokázána statisticky významná inverzní korelace mezi MLD a vstupní citlivostí sítnice (ρ = -0,83; p = 0,003). Pooperační zlepšení citlivosti bylo numericky větší u velkých makulárních děr (+3,97 dB) než u malých děr (+1,95 dB), avšak vztah mezi MLD a rozsahem změny citlivosti nebyl statisticky významný (ρ = 0,42; p = 0,228; Graf 2).

DISKUZE

Mikroperimetrie se v posledních letech etablovala jako užitečná metoda hodnocení funkčního postižení makuly u různých onemocnění sítnice. Její význam byl doložen mimo jiné u diabetického makulárního edému [35–37], centrální serózní chorioretinopatie [38,39] a věkem podmíněné makulární degenerace [40,41], kde umožňuje přesnější korelaci mezi morfologickým nálezem a lokální funkcí sítnice. Po operaci makulární díry může citlivost sítnice měřená mikroperimetrií přesněji a podrobněji než samotná NKZO odrážet rozsah obnovy zrakových funkcí [42–45].

V našem souboru vedla pars plana vitrektomie s peelingem MLI a tamponádou SF6 k příznivému anatomickému i funkčnímu výsledku. U všech operovaných očí bylo 3 měsíce po výkonu dosaženo uzávěru makulární díry a zlepšení NKZO. Současně bylo v hlavní mikroperimetrické analýze prokázáno statisticky významné zvýšení citlivosti sítnice v makulární oblasti. Tento souběh anatomického uzávěru, zlepšení NKZO a nárůstu citlivosti sítnice podporuje předpoklad, že chirurgická léčba idiopatické makulární díry vede nejen k morfologické rekonstrukci fovey, ale i k časné funkční obnově makulární krajiny.

proLékaře.cz | 12.11.2026

Peeling MLI působí primárně odstraněním tangenciální trakce a zvýšením poddajnosti makuly, současně však zasahuje do zakončení Müllerových buněk a vede k mikrostrukturálním změnám vnitřní sítnice [46]. Nejčastěji popisovanými morfologickými následky jsou SANFL (Swelling of the Arcuate Nerve Fiber Layer) a DONFL (Dissociated Optic Nerve Fiber Layer) [47-49]. Dočasné změny typu SANFL obvykle ustupují během 2–3 měsíců, zatímco DONFL může přetrvávat dlouhodobě jako strukturální nález bez jednoznačného funkčního korelátu [50]. Literatura není stran funkčních změn jednotná; některé práce popsaly snížení citlivosti sítnice a vyšší výskyt mikroskotomů po peelingu MLI [51], jiné významný deficit neprokázaly nebo zjistily pooperační zlepšení citlivosti [45,52,53].

V minulosti se studie hodnotící efekt funkčního výsledku uzávěru makulárních děr zaměřily především na NKZO [54–57]. Ačkoli je NKZO obecně považována za hlavní ukazatel centrální zrakové funkce, je ovlivněna řadou faktorů, včetně velikosti makulární díry, rozsahu postižení fotoreceptorových vrstev a pooperačních reparačních procesů [25,58]. Při funkčním hodnocení hojení makulární díry může být její výpovědní hodnota zkreslena i změnou fixační strategie, zejména posunem fixačního bodu k okraji makulární díry [30]. Častý výskyt extrafoveolární fixace v našem souboru (8/11) ukazuje, že idiopatická makulární díra může být spojena nejen se snížením centrální citlivosti sítnice, ale i se změnou fixačního chování.

Hlavním přínosem práce je zařazení mikroperimetrie vedle standardně sledovaných parametrů, jako jsou NKZO a OCT. Zatímco zraková ostrost poskytuje globální informaci o centrální funkci, mikroperimetrie umožňuje topograficky přesnější hodnocení citlivosti sítnice a zachycuje i lokální funkční změny, které mohou být klinicky významné. U makulární díry je tento přístup zvlášť cenný, protože anatomický uzávěr defektu nemusí nutně znamenat úplnou obnovu fyziologické funkce centrální sítnice [25].

V našem souboru došlo během prvních 3 měsíců po operaci ke zvýšení průměrné citlivosti sítnice téměř o 3 dB. Tento nález potvrzuje dříve publikovaná data, že mikroperimetrie je schopna zachytit časné funkční zlepšení i v relativně krátkém pooperačním období [25].

Neprokázali jsme statisticky významnou změnu parametrů fixace, zatímco citlivost sítnice se významně zlepšila. Tento rozdíl naznačuje, že jednotlivé složky makulární funkce se po operaci nemusí obnovovat paralelně a že úprava fixační stability může zaostávat za zlepšením samotné senzitivity a zrakové ostrosti [25,30,44,59]. Současně nelze vyloučit, že malý počet pacientů a poměrně vysoká variabilita fixačních parametrů neumožnily zachytit jemnější změny s dostatečnou statistickou silou.

Uzávěr makulární díry může být na OCT patrný již během prvních 24 hodin po operaci, avšak časování uzávěru je mezi pacienty variabilní [60]. Anatomický uzávěr však nezaručuje úplnou reorganizaci jednotlivých vrstev sítnice. Na mikrostrukturální úrovni dochází k významným změnám zejména v zevních vrstvách sítnice v průběhu prvních 12 měsíců po operaci [25,61,62]. Funkční obnova se přitom může vyvíjet až několik let [63–65].

V našem souboru nebyla prokázána korelace mezi zlepšením NKZO a zlepšením mikroperimetrické citlivosti. Tento nález podporuje předpoklad, že obě metody hodnotí odlišné složky makulární funkce a že mikroperimetrie může přinášet doplňující informaci nad rámec samotné zrakové ostrosti.

Bacherini et al. poukázali na signifikantní korelaci mezi velikostí předoperační MLD a postoperační senzitivity na mikroperimetriii, kde větší makulární díry vykazovali pooperačně nižší senzitivitu [12]. Naše výsledky ukazují, že větší makulární díry byly spojeny s nižší vstupní citlivostí sítnice, což svědčí pro výraznější funkční postižení makuly již před operací. U těchto očí bylo současně pozorováno numericky větší pooperační zlepšení senzitivity. Tento nález lze vysvětlit horším výchozím funkčním stavem a tím i větším prostorem ke zlepšení po anatomicky úspěšné operaci. Naproti tomu menší makulární díry vykazovaly vyšší vstupní citlivost, menší pooperační zisk, ale i vyšší výslednou pooperační citlivost než díry velké. Tento obraz pravděpodobně odráží menší míru předoperačního funkčního poškození a určitý ceiling effect. Přestože trend k většímu zlepšení u velkých děr byl zřejmý, při malém počtu pacientů nebylo možné prokázat statisticky významný vztah mezi MLD a rozsahem pooperační změny senzitivity.

Důležitou součástí interpretace našich výsledků bylo zohlednění individuálních klinických zvláštností jednotlivých pacientů. U pacienta č. 9 došlo v pooperačním období k progresi nukleární katarakty. Přestože i u tohoto pacienta bylo dosaženo anatomicky úspěšného uzávěru makulární díry a současně došlo ke zlepšení NKZO, mikroperimetrické vyšetření vykázalo povšechný pokles citlivosti sítnice. Tento případ ukazuje, že výsledky mikroperimetrie nemusí odrážet výhradně stav makuly, ale mohou být ovlivněny i dalšími očními faktory.

Podobně u pacienta č. 5 mohly pooperační vývoj citlivosti sítnice ovlivnit nejen samotná makulární díra a její uzávěr, ale i souběžné atrofické a dystrofické změny při věkem podmíněné makulární degeneraci.

U pacienta č. 8 bylo patrné výrazné pooperační zlepšení citlivosti sítnice, přesto přetrvávalo její relativní snížení v dolní polovině fovey. Tento nález lze interpretovat v souvislosti se suspektní parciální okluzí větve retinální arterie dolní temporální arkády. K perfuzní poruše mohly přispět anatomické poměry zúžených cév v kombinaci s hemodynamickými změnami časného pooperačního období a expanzí plynu SF6 [66,67]. Tyto případy potvrzují, že interpretace mikroperimetrie musí vycházet z širšího klinického kontextu.

Za hlavní přednosti studie považujeme její prospektivní design, jednotnou operační techniku, typ tamponády i standardizovaný čas pooperačního vyšetření. Hlavní limitací studie je malý počet pacientů, který omezuje statistickou sílu analýzy, zejména při hodnocení podskupin a korelací. Dalším omezením je relativně krátká doba

proLékaře.cz | 12.11.2026

sledování. Lze předpokládat, že anatomická restituce makuly může po operaci předcházet restituci funkční a že některé změny citlivosti sítnice, fixační stability nebo subjektivního vizuálního komfortu se stabilizují až s delším časovým odstupem. Tříměsíční kontrolní interval proto nemusí plně odrážet definitivní rozsah pooperační funkční obnovy. Budoucí studie by měly zahrnovat delší dobu sledování a zaměřit se na porovnání konvenčního peelingu MLI a techniky invertovaného MLI flapu.

Přes uvedená omezení považujeme naše výsledky za klinicky relevantní. Potvrzují, že mikroperimetrie může sloužit jako užitečná doplňková metoda při hodnocení pooperačního výsledku u idiopatické makulární díry. Její přínos spočívá zejména v možnosti detailnějšího funkčního mapování makulární oblasti a v lepší interpretaci situací, kdy anatomický nález nebo samotná NKZO nevysvětlují plně pacientovy subjektivní zrakové obtíže.

ZÁVĚR

Pars plana vitrektomie s peelingem MLI a tamponádou SF6 vedla v našem souboru k anatomicky úspěšnému uzávěru idiopatické makulární díry u všech pacientů a ke zlepšení NKZO u všech operovaných očí. V hlavní mikroperimetrické analýze bylo současně prokázáno statisticky významné zvýšení citlivosti sítnice v makulární oblasti. Naše výsledky podporují význam mikroperimetrie jako přínosné doplňkové metody hodnocení pooperačního funkčního stavu u pacientů s idiopatickou makulární dírou. Vedle kvantifikace průměrné citlivosti sítnice umožňuje zachytit individuální funkční odchylky, přetrvávající skotomy a změny fixační strategie, které nemusí být zřejmé ze samotného anatomického nálezu nebo z hodnocení NKZO. Současně je třeba mít na paměti, že časná anatomická restituce nemusí být bezprostředně provázena úplnou restitucí funkční. Tříměsíční sledování zachycuje pouze časnou fázi pooperačního vývoje a plná úprava některých funkčních parametrů může nastupovat až v delším časovém horizontu. K přesnějšímu vymezení role mikroperimetrie v rutinním hodnocení pacientů po operaci idiopatické makulární díry budou zapotřebí další prospektivní studie s větším počtem pacientů a delším sledováním.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali MUDr. Martinu Wallischovi za možnost využití přístroje MAIA.

LITERATURA

1. McCannel CA, Ensminger JL, Diehl NN, et al. Population-based Incidence of Macular Holes. Ophthalmology. 2009;116:1366-1369. doi:10.1016/j.ophtha.2009.01.052
2. Johnson RN, Gass JDM. Idiopathic Macular Holes. Ophthalmology. 1988;95:917-924. doi:10.1016/S0161-6420(88)33075-7
3. Chen Q, Liu Z xia. Idiopathic Macular Hole: A Comprehensive Review of Its Pathogenesis and of Advanced Studies on Metamorphopsia. J Ophthal. 2019;2019:1-8. doi:10.1155/2019/7294952
4. Hirneiss C, Neubauer AS, Gass CA, et al. Visual quality of life after macular hole surgery: outcome and predictive factors. Br J Ophthal. 2007;91:481-484. doi:10.1136/bjo.2006.102376
5. Duker JS, Kaiser PK, Binder S, et al. The International Vitreomacular Traction Study Group Classification of Vitreomacular Adhesion, Traction, and Macular Hole. Ophthalmology. 2013;120:2611-2619. doi:10.1016/j.ophtha.2013.07.042
6. Kim SJ, Lim JI, Bailey ST, et al. Idiopathic Macular Hole Preferred Practice Pattern®. Ophthalmology. 2025;132:234-269. doi:10.1016/j.ophtha.2024.12.021
7. Rambousek J, Veith M, Penčák M, et al. The Success Rate of Persistent Primary Macular Hole Reoperations. Cesk Slov Oftalmol. 2025;81:1-7. doi:10.31348/2025/45
8. Veith M, Straňák Z, Penčák M, Studený P. Surgical Treatment of the Idiopathic Macular Hole by Means of 25-Gauge Pars Plana Vitrectomy with the Peeling of the Internal Limiting Membrane Assisted by Brilliant Blue and Gas Tamponade. Cesk Slov Oftalmol. 2015;71:170-174.
9. Tsuboi K, Fukushima M, Akai R. How optical coherence tomography has changed the management of macular holes: A narrative review. Taiwan J Ophthal. 2025;15:344-353. doi:10.4103/tjo.TJO-D-25-00056
10. Wilczyński T, Heinke A, Niedzielska-Krycia A, et al. Optical coherence tomography angiography features in patients with idiopathic full-thickness macular hole, before and after surgical treatment. CIA. 2019;Volume 14:505-514. doi:10.2147/CIA.S189417
11. Teng Y, Yu M, Wang Y, et al. OCT angiography quantifying choriocapillary circulation in idiopathic macular hole before and after surgery. Graefes Arch Clin Exp Ophthal. 2017;255:893-902. doi:10.1007/s00417-017-3586-0
12. Bacherini D, Savastano MC, Dragotto F, et al. Morpho-Functional Evaluation of Full-Thickness Macular Holes by the Integration of Optical Coherence Tomography Angiography and Microperimetry. JCM. 2020;9:229. doi:10.3390/jcm9010229
13. Hwang S, Kang MH, Seong M, et al. Swept-Source OCT Angiography Features in Patients after Macular Hole Surgery. JPM. 2022;12:1493. doi:10.3390/jpm12091493
14. Shahlaee A, Rahimy E, Hsu J, et al. Preoperative and postoperative features of macular holes on en face imaging and optical coherence tomography angiography. Am J Ophthal Case Reports. 2017;5:20-25. doi:10.1016/j.ajoc.2016.10.008
15. Ooka E, Mitamura Y, Baba T, et al. Foveal Microstructure on Spectral-Domain Optical Coherence Tomographic Images and Visual Function After Macular Hole Surgery. American Journal of Ophthalmology. 2011;152:283-290.e1. doi:10.1016/j.ajo.2011.02.001
16. Cappello E, Virgili G, Tollot L, et al. Reading ability and retinal sensitivity after surgery for macular hole and macular pucker. Retina. 2009;29:1111-1118. doi:10.1097/IAE.0b013e3181a3b832
17. Tranos PG, Ghazi-Nouri SMS, Rubin GS, et al. Visual function and subjective perception of visual ability after macular hole surgery. Am J Ophthal. 2004;138:995-1002. doi:10.1016/j.ajo.2004.07.049
18. Villate N, Lee JE, Venkatraman A, et al. Photoreceptor layer features in eyes with closed macular holes: Optical coherence tomography findings and correlation with visual outcomes. Am J Ophthal. 2005;139:280-289. doi:10.1016/j.ajo.2004.09.029
19. Laishram M. Microperimetry – A New Tool for Assessing Retinal Sensitivity in Macular Diseases. JCDR. 2017. doi:10.7860/JCDR/2017/25799.10213
20. Horie S, Giulia C, Esmaeilkhanian H, et al. Microperimetry in Retinal Diseases. Asia-Pacific J Ophthal. 2023;12:211-227. doi:10.1097/APO.0000000000000597
21. Pfau M, Jolly JK, Wu Z, et al. Fundus-controlled perimetry (microperimetry): Application as outcome measure in clinical trials. Progress Reti Eye Res. 2021;82:100907. doi:10.1016/j.preteyeres.2020.100907
22. Morales MU, Saker S, Wilde C, et al. Reference Clinical Database for Fixation Stability Metrics in Normal Subjects Measured with the MAIA Microperimeter. Trans Vis Sci Tech. 2016;5:6. doi:10.1167/tvst.5.6.6

proLékaře.cz | 12.11.2026

23. Longhin E, Convento E, Pilotto E, et al. Static and dynamic retinal fixation stability in microperimetry. Canadian Journal of Ophthalmology. 2013;48:375-380. doi:10.1016/j.jcjo.2013.05.021
24. Dikkaya F, Karaman Erdur S. Retinal Sensitivity and Fixation Analysis Using Microperimetry in Children With Anisometropic Amblyopia. J Pediatr Ophthal Strab. 2020;57:246-250. doi:10.3928/01913913-20200428-01
25. Chen W chih, Wang Y, Li X xin. Morphologic and functional evaluation before and after successful macular hole surgery using spectral-domain optical coherence tomography combined with microperimetry. Retina. 2012;32:1733-1742. doi:10.1097/IAE.0b013e318242b81a
26. Huang P, Wang H, Chen F, et al. Functional evaluation with microperimetry in large idiopathic macular holes treated by a free internal limiting membrane flap tamponade technique. BMC Ophthal. 2020;20:302. doi:10.1186/s12886-020-01573-z
27. Wons J, Pfister IB, Anastasi S, et al. Functional Outcome After Macular Hole Surgery: Comparison of Standard Perimetry with Microperimetry. OPTH. 2022;Volume 16:2235-2243. doi:10.2147/OPTH.S367431
28. Jun SY, Kong M. Microperimetric analysis of eyes after macular hole surgery with indocyanine green staining: a retrospective study. BMC Ophthal. 2023;23:430. doi:10.1186/s12886-023-03161-3
29. Sborgia G, Niro A, Sborgia A, et al. Inverted internal limiting membrane-flap technique for large macular hole: a microperimetric study. Int J Retin Vitr. 2019;5:44. doi:10.1186/s40942-019-0195-6
30. Yanagita T, Shimizu K, Fujimura F, et al. Fixation Point After Successful Macular Hole Surgery With Internal Limiting Membrane Peeling. Ophthalmic Surg Lasers Imag Ret. 2009;40:109-114. doi:10.3928/15428877-20090301-23
31. Ventre L, Fallico M, Longo A, et al. Conventional internal limiting membrane peeling versus inverted flap for small-to-medium idiopathic macular hole: A Randomized Trial. Retina. 2022;42:2251-2257. doi:10.1097/IAE.0000000000003622
32. Tsai MJ, Yang CM, Yang CH, et al. A delphi consensus study for treatment of full-thickness macular hole in Taiwan. Sci Rep. 2025;15:20434. doi:10.1038/s41598-025-06929-3
33. Kannan NB, Kohli P, Parida H, et al. Comparative study of inverted internal limiting membrane (ILM) flap and ILM peeling technique in large macular holes: a randomized-control trial. BMC Ophthalmol. 2018;18:177. doi:10.1186/s12886-018-0826-y
34. Ďurana V, Hrevuš M, Havrda J, et al. Comparison of Techniques: Inverted Flap and Conventional Internal Limiting Membrane Removal in Idiopathic Macular Hole Surgery. Cesk Slov Oftalmol. 2024;80:240-245. doi:10.31348/2024/31
35. Vujosevic S, Midena E, Pilotto E, et al. Diabetic Macular Edema: Correlation between Microperimetry and Optical Coherence Tomography Findings. Invest Ophthal Vis Sci. 2006;47:3044. doi:10.1167/iovs.05-1141
36. Okada K, Yamamoto S, Mizunoya S, et al. Correlation of retinal sensitivity measured with fundus-related microperimetry to visual acuity and retinal thickness in eyes with diabetic macular edema. Eye. 2006;20:805-809. doi:10.1038/sj.eye.6702014
37. Levine ES, Moult EM, Greig EC, et al. Multiscale correlation of microvascular changes on optical coherence tomography angiography with retinal sensitivity in diabetic retinopathy. Retina. 2022;42:357-368. doi:10.1097/IAE.0000000000003299
38. Springer C, Völcker HE, Rohrschneider K. Chorioretinopathia centralis serosa – Netzhautfunktion und -morphologie: Mikroperimetrie und optische Kohärenztomografie im Vergleich. Ophthalmologe. 2006;103:791-797. doi:10.1007/s00347-006-1396-6
39. Li H, Chen L, Wu M, et al. Analysis of retinal sensitivity between acute and recurrent central serous chorioretinopathy by microperimetry. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2023;42:103576. doi:10.1016/j.pdpdt.2023.103576
40. Midena E, Pilotto E. Microperimetry in age: related macular degeneration. Eye. 2017;31:985-994. doi:10.1038/eye.2017.34
41. Roh M, Laíns I, Shin HJ, et al. Microperimetry in age-related macular degeneration: association with macular morphology assessed by optical coherence tomography. Br J Ophthal. 2019;bjophthalmol-2018-313316. doi:10.1136/bjophthalmol-2018-313316
42. Richter-Mueksch S, Vécsei-Marlovits PV, Sacu SG, et al. Functional Macular Mapping in Patients with Vitreomacular Pathologic Features Before and After Surgery. Am J Ophthal. 2007;144:23-31.e1. doi:10.1016/j.ajo.2007.03.045
43. Amari F. Predicting visual outcome after macular hole surgery using scanning laser ophthalmoscope microperimetry. Br J Ophthal. 2001;85:96-98. doi:10.1136/bjo.85.1.96
44. Liu Y, Yang X, Zhou W, et al. Assessment of photoreceptor recovery and visual function utilizing adaptive optics and microperimetry in patients with surgically closed macular holes. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2025;51:104458. doi:10.1016/j.pdpdt.2024.104458
45. Garcin T, Gaudric A, Sikorav A, et al. Internal Limiting Membrane Peeling for Large Macular Holes Induces Only Structural Remodeling without Functional Impairment Over 12 Years. Ophthal Retina. 2025;9:253-262. doi:10.1016/j.oret.2024.09.005
46. Nakamura T, Murata T, Hisatomi T, et al. Ultrastructure of the vitreoretinal interface following the removal of the internal limiting membrane using indocyanine green. Curr Eye Res. 2003;27:395-399. doi:10.1076/ceyr.27.6.395.18189
47. Ito Y, Terasaki H, Takahashi A, et al. Dissociated Optic Nerve Fiber Layer Appearance after Internal Limiting Membrane Peeling for Idiopathic Macular Holes. Ophthalmology. 2005;112:1415-1420. doi:10.1016/j.ophtha.2005.02.023
48. Clark A, Balducci N, Pichi F, et al. Swelling of the arcuate nerve fiber layer after internal limiting membrane peeling. Retina. 2012;32:1608-1613. doi:10.1097/IAE.0b013e3182437e86
49. Babu N, Kohli P. Commentary: Retinal changes after internal limiting membrane peeling. Indian Journal of Ophthalmology. 2023;71:933-934. doi:10.4103/ijo.IJO_2272_22
50. Imai H, Ohta K. Microperimetric determination of retinal sensitivity in areas of dissociated optic nerve fiber layer following internal limiting membrane peeling. Jpn J Ophthal. 2010;54:435-440. doi:10.1007/s10384-010-0839-4
51. Tadayoni R, Svorenova I, Erginay A, et al. Decreased retinal sensitivity after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery. Br J Ophthalmol. 2012;96:1513-1516. doi:10.1136/bjophthalmol-2012-302035
52. Qi Y, Wang Z, Li SM, et al. Effect of internal limiting membrane peeling on normal retinal function evaluated by microperimetry-3. BMC Ophthalmol. 2020;20:140. doi:10.1186/s12886-020-01383-3
53. Tortuyaux F, Angioï K, Conart JB, et al. Effets à long terme du pelage de la membrane limitante interne sur la sensibilité et l'anatomie rétinienne lors de la chirurgie des trous maculaires. J Français d'Ophtal. 2021;44:523-530. doi:10.1016/j.jfo.2020.06.049. French.
54. Itoh Y, Inoue M, Rii T, et al. Significant Correlation Between Visual Acuity and Recovery of Foveal Cone Microstructures After Macular Hole Surgery. Am J Ophthal. 2012;153:111-119.e1. doi:10.1016/j.ajo.2011.05.039
55. Oh J, Smiddy WE, Flynn HW, et al. Photoreceptor Inner/Outer Segment Defect Imaging by Spectral Domain OCT and Visual Prognosis after Macular Hole Surgery. Invest Ophthal Vis Sci. 2010;51:1651. doi:10.1167/iovs.09-4420
56. Sano M, Shimoda Y, Hashimoto H, et al. Restored Photoreceptor Outer Segment and Visual Recovery After Macular Hole Closure. Am J Ophthal. 2009;147:313-318.e1. doi:10.1016/j.ajo.2008.08.002
57. Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, et al. Foveal Microstructure and Visual Acuity in Surgically Closed Macular Holes: Spectral-Domain Optical Coherence Tomographic Analysis. Ophthalmology. 2010;117:1815-1824. doi:10.1016/j.ophtha.2010.01.017
58. Bajdik B, Vajas A, Kemenes G, et al. Prediction of long-term visual outcome of idiopathic full-thickness macular hole surgery using optical coherence tomography parameters that estimate potential preoperative photoreceptor damage. Graefes Arch Clin Exp Ophthal. 2024;262:3181-3189. doi:10.1007/s00417-024-06500-2
59. Tarita-Nistor L, González EG, Markowitz SN, et al. Fixation characteristics of patients with macular degeneration recorded with the mp-1 microperimeter. Retina. 2008;28:125-133. doi:10.1097/IAE.0b013e3180ed4571
60. Shimozono M, Oishi A, Hata M, et al. Restoration of the photoreceptor outer segment and visual outcomes after macular hole closure: spectral-domain optical coherence tomography analysis. Graefes Arch Clin Exp Ophthal. 2011;249:1469-1476. doi:10.1007/s00417-011-1681-1
61. Lee MW, Kim TY, Song YY, et al. Changes in each retinal layer and ellipsoid zone recovery after full-thickness macular hole surgery. Sci Rep. 2021;11:11351. doi:10.1038/s41598-021-90955-4
62. Sevgi DD, Yee PS, Srivastava SK, et al. Longitudinal ellipsoid zone dynamics after macular hole repair in the discover study: Structure–Function Assessment. Retina. 2021;41:915-920. doi:10.1097/IAE.0000000000002983
63. Elhusseiny AM, Schwartz SG, Flynn HW, et al. Long-Term Outcomes after Macular Hole Surgery. Ophthal Retina. 2020;4:369-376. doi:10.1016/j.oret.2019.09.015

proLékaře.cz | 12.11.2026

64. Kaźmierczak K, Stafiej J, Stachura J, et al. Long-Term Anatomic and Functional Outcomes after Macular Hole Surgery. J Ophthal. 2018;2018:1-9. doi:10.1155/2018/3082194
65. Passemard M, Yakoubi Y, Muselier A, et al. Long-term Outcome of Idiopathic Macular Hole Surgery. Am J Ophthal. 2010;149:120-126. doi:10.1016/j.ajo.2009.08.003
66. Fischer C, Bruggemann A, Hager A, et al. Vascular Occlusions following Ocular Surgical Procedures: A Clinical Observation of Vascular Complications after Ocular Surgery. J Ophthal. 2017;2017:1-6. doi:10.1155/2017/9120892
67. Russell JF, Scott NL, Haddock LJ, et al. Central retinal artery occlusion on postoperative day one after vitreoretinal surgery. Am J Ophthalmol Case Rep. 2018;12:93-96. doi:10.1016/j.ajoc.2018.10.001