

УДК 617.736-001.5-02:617.747-089]-073.756.8

Особливості хоріоретинального комплексу й перфузії хоріокапілярів за даними оптичної когерентної томографії-ангіографії при ідіопатичному розриві макули до та після вітректомії з пілінгом внутрішньої межової мембрани за класичним і фовеозберігаючим типами

Інес Буаллагуї, аспірант; З. А. Розанова, канд. мед. наук; А. О. Невська, лікар;
М. М. Уманець, д-р мед. наук

ДУ «Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України»

Одеса (Україна)

Мета: дослідити зміни хоріоретинального комплексу та щільність перфузії хоріокапілярів у макулі у хворих на ідіопатичний розрив макули (ІРМ) до та після вітректомії з пілінгом внутрішньої межової мембрани (ВММ) за класичним або фовеозберігаючим типом.

Матеріал та методи. У дослідження включені хворі, що мали ІРМ II–IV стадій за D. Gass, проводили вітректомію 25 Ga, пілінг ВММ за класичною або фовеозберігаючою методиками й тампонадою вітреальної порожнини 20% SF6 або 15% C3F8. До операції та через 1 місяць після неї вимірювали діаметр ІРМ, площу фовеолярної аваскулярної зони (ФАЗ) у глибокому сплетінні сітківки, щільність перфузії хоріокапілярів (ЩПХ).

Результати. Прооперовано 71 око в 70 пацієнтів віком $65,7 \pm 6,8$ (SD) років, термін існування розриву – 3,0 місяця (Median (Qlow–QUp) 1,0–6,0), максимально коригована гострота зору (МКГЗ) – 0,19 (0,1–0,25), мінімальний діаметр ІРМ – 377,0 (281,0–530,0) мкм, максимальний діаметр ІРМ – 673,5 (549,5–1010,5) мкм. Площа ФАЗ на оці з ІРМ – 0,51 (0,15–0,53) мм², на парному оці – 0,46 (0,10–0,74) (p=0,49) мм², середня ЩПХ на оці з ІРМ – 0,11±0,06, на парному оці ЩПХ – 0,29±0,13 (p=0,0001). 34 ока прооперовано за класичною методикою, 37 – за фовеозберігаючою, за вихідним станом групи не розрізнялись. Закриття після першого втручання ІРМ відбулося на 63 із 71 очей, що становило 88,8% (88,2% за класичною та 89,2% за фовеозберігаючою методикою). МКГЗ підвищилася до 0,60 (0,4–0,8) (p=0,00001). Після закриття ІРМ загалом по групі площа ФАЗ зменшилася до 0,30 (0,12–0,6), але зміни не були статистично значущі, ЩПХ значуще підвищилася з 0,11±0,06 до 0,25±0,10 (p=0,0001). Аналіз даних ОКТ-ангіо по групах фовеозберігаючої та класичної методики макулярного пілінгу не виявив різниці в показниках мікроциркуляції сітківки та хоріокапілярів.

Висновки. Утворення ІРМ супроводжується порушенням перфузії в хоріокапілярах, після закриття ІРМ щільність перфузії хоріокапілярів відновлюється. Методика пілінгу ВММ не впливає на відновлення щільності перфузії хоріокапілярів.

Ключові слова:

вітректомія, оптична когерентна томографія, оптична когерентна томографія-ангіо, ідіопатичні розриви макули, внутрішня межова мембрана, сітківка

Актуальність. Ідіопатичний розрив макули (ІРМ) є захворюванням, що супроводжується зниженням або втратою центрального зору й зустрічається частіше у людей похилого віку. Жінки хворіють майже втричі частіше, ніж чоловіки [1–3]. Лікування цього захворювання тільки хірургічне: виконується вітректомія з пілінгом внутрішньої межової мембрани (ВММ) за різноманітними методиками та газовою ендотампонадою вітреальної порожнини газоповітряними сумішами або стерильним повітрям з наступним дотриманням хворими вимушеного положення голови від однієї

доби й більше [5–9]. Останнім часом деякі автори [10, 11] перевагу надають фовеозберігаючим методам видалення ВММ, так як вважають його менш травматичним за класичний.

Застосування оптичної когерентної томографії-ангіографії (ОКТ-ангіо), дає змогу розширити уявлення про патогенез ІРМ і можливість його післяопераційного закриття. У сучасній літературі наводяться дані, що вітректомія з видаленням ВММ через ІРМ призводить

до зменшення щільності судин у глибокому сплетінні сітківки. Натомість існує протилежна думка, що саме наявність ІРМ є причиною судинних змін у сітківці та хоріокапілярах [12–14].

Мета: дослідити особливості змін хоріоретинального комплексу та щільність перфузії хоріокапілярів у макулі за даними ОКТ-ангіо у хворих на ІРМ до та після вітректомії з пілінгом ВММ за класичним або фовеозберігаючим типами.

Матеріал та методи

Дослідження було проспективним, відкритим, інтвенційним, проведено в відділі патології сітківки та скловидного тіла ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України» відповідно до етичних принципів Гельсінської декларації. Усі учасники дослідження надали письмову інформовану згоду на проведення хірургічного втручання (вітректомії). До дослідження включені хворі, що мали ІРМ II–IV стадій за класифікацією D. Gass [15]. Критерії виключення – пацієнти, у яких раніше вже була виконана вітректомія, діагностована волога форма вікової дегенерації макули, міопія більше ніж 6 діоптрій, глаукома, діабетична ретинопатія або інші судинні захворювання сітківки й хоріоїдеї.

Хворі проходили обстеження, що включало рефрактометрію, тонометрію, візометрію, біомікроскопію, огляд очного дна з максимально розширеною зіницею на щільній лампі з лінзою 90 D та бінокулярним офтальмоскопом із лінзою 20 D, також оптичну когерентну томографію (ОКТ) ділянки макули з визначенням мінімального й максимального діаметра макулярного отвору та фовеолярної товщини сітківки (ФТС). Методом ОКТ-ангіо визначали площу фовеолярної аваскулярної зони (ФАЗ) у глибокому судинному сплетінні сітківки в режимі «Retina Angio Wide». Вимірювання проводилося двічі після встановлення точки фокуса (цілі) у фовеолярній зоні, або в центрі розриву макули (точка «фовеа» виставлялася в ручному режимі), час сканування – 2,4 с. У тому ж режимі в зоні макули на ділянці, що за площею дорівнювала площі диску зорового нерва, вимірювали площу хоріокапілярів, де визначається перфузія. Щільність перфузії хоріокапілярів (ЩПХ) обчислювали як відношення площі хоріокапілярів, де є перфузія, до площі вимірювання. Досліджувана площа дорівнювала за діаметром площі диску зорового нерва на кожному оці. Дослідження проводили на приладі OPTOPOL Technology (Польща) (рис. 1 – 3 – див. 2 стор. обкладинки).

Виконували транскілярну трипортову субтотальну вітректомію 25Ga із застосуванням ширококутної безконтактної системи візуалізації. Етапи хірургії включали таке: індукцію відшарування та висічення задньої гіалоїдної мембрани на 3600, контрастування ВММ трипановим синім. Або проводили класичний пілінг ВММ навколо отвору макули діаметром 1,5–2,0 діаметра зорового нерва, або застосовували фовеозберігаючу методику видалення ВММ, що описана в на-

ших попередніх роботах [16]. Операцію завершували тампонадою вітреальної порожнини або 20% SF₆, або 15% C₃F₈. Хворим було рекомендовано дотримуватися положення голови «обличчям донизу» 1–2 тижні залежно від типу газової тампонади. Через 1 місяць після операції проводили повне повторне обстеження.

Статистичний аналіз отриманих результатів виконували в електронних таблицях із використанням програми STATISTICA 8.0 (StatSoft.Inc). Номінальні дані описували із зазначенням абсолютних значень і відсоткових часток. Кількісні показники оцінювали відповідно до нормального розподілу за критерієм Колмогорова-Смирнова. У разі нормального розподілу дані об'єднували у варіаційні ряди, у яких розраховували середні арифметичні величини (M) і стандартні відхилення (SD). Під час порівняння середніх величин нормально розподілених сукупностей розраховували t-критерій Стьюдента. Сукупності кількісних показників, розподіл яких відрізнявся від нормального, приведено за допомогою значень медіани (Median) і нижнього й верхнього квантилів (Q_{low} - Q_{up}) – міжквартильного інтервалу. Для їх порівняння використовували U-критерій Манна-Уїтні. Кореляційні зв'язки між показниками визначали із застосуванням коефіцієнтів Спірмена чи Пірсона.

Діагностичну значимість показників визначали за допомогою методу бінарної класифікації – ROC-кривої (Receiver Operating Characteristic) із визначенням площі під кривою AUC («area under curve») та 95% довірчим інтервалом (ДІ). Отримана модель задовільна за значення вище від 0,5 і вважається статистично значуща, якщо значення ДІ вище за 0,5. Також визначається порогове значення показника (точка відсікання – «cut-off») із визначенням величини чутливості та специфічності методу.

Результати

Всього прооперовано 71 око у 70 хворих (15 чоловіків, 55 жінок), середній вік – 65,7 (SD 6,8) років, середній термін існування розриву – 3,0 місяця (Median) (Q_{low} - Q_{up} – 1,0–6,0 місяців), максимально коригована гострота зору (МКГЗ) до операції – 0,19 (Median) (Q_{low} - Q_{up} – 0,1–0,25), що було значуще ($p=0,00001$) нижче за МКГЗ парного ока – 0,92 (Median) (Q_{low} - Q_{up} – 0,7–1,0).

Мінімальний діаметр ІРМ у середньому становив 377,0 мкм (Median) (Q_{low} - Q_{up} – 281,0–530,0 мкм), а максимальний – 673,5 мкм (Median) (Q_{low} - Q_{up} – 549,5–1010,5 мкм). Були виявлені значні відмінності в МКГЗ та ЩПХ, але не виявлено відмінностей в площі ФАЗ (у глибокому ретинальному сплетінні, між хворим та і парним оком) (табл. 1).

В це порівняння включені парні очі без патології, що вважалися здоровими, тому їх менше, ніж очей із ІРМ. Дослідження площі ФАЗ на очах з ІРМ до операції проведені на 50 очах (33 – на очах із класичним пілінгом ВММ, 17 – на очах за фовеозберігаючою методикою), тому вихідна гострота зору відрізняється від загальної по групі. Дослідження ЩПХ до операції

Таблиця 1. Порівняльна характеристика максимально коригованої гостроти зору (МКГЗ) і даних ОКТ-ангіо очей з ідіопатичним розривом макули та здорових (парних) очей

	МКГЗ		Площа ФАЗ (мм ²)		ЩПХ
	Median	(Q _{low} - Q _{Up})	Median	(Q _{low} - Q _{Up})	M±SD
Очі з розривом макули n=50	0,17	0,1 - 0,25	0,51	0,15-0,53	0,11±0,06
Здорові очі n=40	0,92	0,7 – 1,0	0,46	0,10-0,74	0,29±0,13
Рівень значущості різниці між групами	p=0,00001		p=0,49		p=0,0001

Примітка: n – кількість очей; Median – медіана; (Q_{low}-Q_{Up}) – нижній і верхній квартилі; ФАЗ – фовеолярна аваскулярна зона; ЩПХ – щільність перфузії хоріокапілярів.

проведені на 48 очах з ІРМ (31 око – за класичною, 17 очей – фовеозберігаючою методикою).

На очах із ІРМ ЩПХ була значно менша, ніж на парному оці. Визначений сильний позитивний кореляційний зв'язок між мінімальним діаметром ІРМ і ЩПХ $r=0,63$ ($p<0,05$), а також із ЩПХ та МКГЗ $r=0,41$ ($p<0,05$).

Значуще зниження щільності кровотоку хоріокапілярів у ділянці фовеа на очах з ІРМ показано на рис. 4.

Значна різниця в ЩПХ на очах із ІРМ і здорових очах дала змогу створити діагностичну модель вірогідності наявності розриву макули за ЩПХ. Для оцінювання діагностичної значущості площі кровотоку хоріокапілярів у проекції макули під час прогнозування наявності отвору в макулі використовували метод ROC-кривих (рис. 5).

Площа AUC (Area Under Curve) під ROC-кривою, яка відповідає за бінарну класифікацію показника

щільності перфузії під час розділення цього показника для ока із ІРМ і парного ока, дорівнює 0,89 із 95% ДІ 0,81–0,97. Високе значення площі під ROC-кривою свідчить про те, що показник щільності перфузії хоріокапілярів має високу діагностичну значимість. Точка відсікання (cut-off value), яка дорівнює 0,156 із чутливістю 83% та специфічністю 80%, показує, що вище за це номінальне значення ЩПХ відповідає умовній нормі, а нижче – патології, тобто наявності ІРМ.

Через 1 місяць після операції загалом по групі розрив макули закrywся на 63 із 71 очей, що становило 88,8%. На 8 очах із незакриттям ІРМ проведені або додаткова газова тампонада 15% C₃F₈ (6 очей), або релієвотомія з додатковим видаленням ВММ і тампонадою 15% C₃F₈ (2 ока). Після повторного втручання ІРМ закrywся на всіх очах. Але дослідження ОКТ-ангіо після операції проводили тільки на очах, де ІРМ закrywся після першого втручання. Після операції площа ФАЗ і

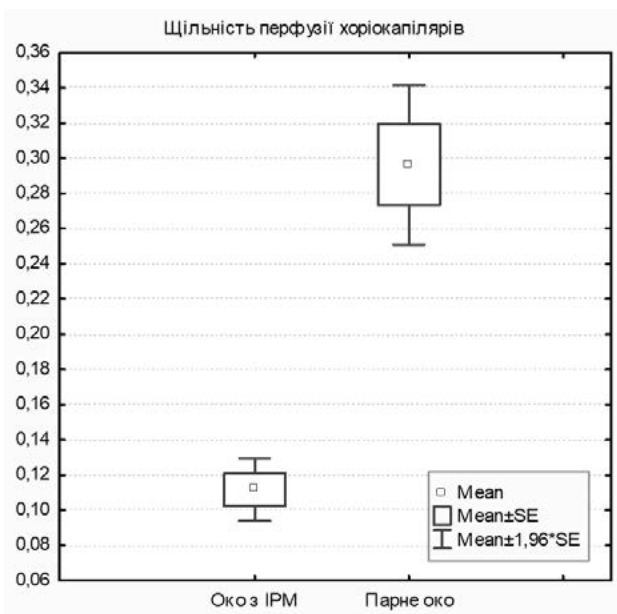


Рис. 4. Щільність перфузії хоріокапілярів на очах з ідіопатичним розривом макули (1) і здоровому (парному) оці (2).

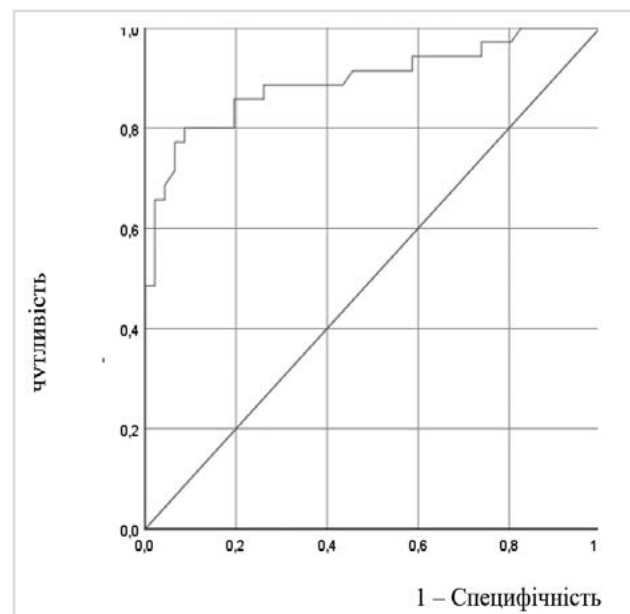


Рис. 5. ROC-крива (Receiver Operating Characteristic) щільності перфузії хоріокапілярів залежно від наявності макулярного отвору.

ЩПХ досліджені на 33 очах (19 очей за класичною методикою пілінгу ВММ і 14 очей за фовеозберігаючою методикою).

МКГЗ загалом по групі значуще підвищилася з 0,17 (Median) ($Q_{low}-Q_{Up} = 0,1-0,25$) до 0,60 (Median) ($Q_{low}-Q_{Up} = 0,4-0,8$), ($p=0,000000$), при цьому площа ФАЗ значуще не змінилася, а ЩПХ збільшилася (табл. 2).

ЩПХ на оперованому оці через 1 місяць після операції підвищилася до $0,20\pm 0,13$, але все ж була значуще нижча, ніж на парному оці, $-0,29\pm 0,13$ ($p=0,001$). При цьому виявлена статистично значуща кореляція між ЩПХ та МКГЗ після операції – $r=0,27$ ($p<0,05$).

Після закриття ІРМ за даними ОКТ стало можливим визначити ФТС, яка становила в середньому по групі 325 ± 98 мкм ($M\pm SD$) і була значуще більша, ніж на парному оці, $-260,3\pm 68,5$ мкм ($M\pm SD$) ($n=22$, $p=0,015$). Встановлений негативний зв'язок між товщиною сітківки у фовеолярній зоні та площею ФАЗ на очах після закриття ІРМ: $r=-0,69$ ($n=24$, $p<0,05$).

Аналіз морфометрії макули й показників мікроциркуляції в хоріоретинальному комплексі макули в групах класичної та фовеозберігаючої методик свідчить, що до операції різниці між групами не було (табл. 3).

Після операції МКГЗ підвищилася в обох групах, у групі фовеозберігаючої методики до 0,55 (Median) ($Q_{low}-Q_{Up} = 0,35-0,7$), у групі класичної методики – до 0,43 (Median) ($Q_{low}-Q_{Up} = 0,35-0,6$), різниця в гостроті зору значуща ($p=0,039$). ФТС у групі класичного пілінгу ВММ після операції становила $357,4\pm 103,2$ ($M\pm SD$), у групі фовеозберігаючої методики – $291,8\pm 42,7$ ($M\pm SD$), тобто є тенденція до ФТС, більш подібної до ФТС здорового парного ока, в цій групі, але різниця не значуща ($p=0,08$).

Після операції ми виявили аналогічні зміни по групах класичної та фовеозберігаючої методик, як загалом по всій групі прооперованих очей (табл. 4).

У групі фовеозберігаючої методики є тенденція до зменшення площі ФАЗ, значуще покращився показник ЩПХ. У групі класичного пілінгу ВММ також спостерігається значуще підвищення ЩПХ. Порівняння показників площі ФАЗ і ЩПХ після операції між групами класичного пілінгу ВММ і фовеозберігаючої методики значущої різниці не виявило, вони в обох групах були нижчі, ніж на парному оці (табл. 5).

Таблиця 2. Динаміка показників максимально коригованої гостроти зору (МКГЗ), площі ФАЗ у глибокому ретинальному сплетінні та щільності перфузії хоріокапілярів до та після вітректомії в разі первинного закриття ідіопатичного розриву макули

МКГЗ Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)		Площа ФАЗ (мм ²) Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)		ЩПХ M \pm SD	
до операції	після операції	до операції	після операції	до операції	після операції
n=70	n=70	n=50	n=33	n=48	n=33
0,17 0,1 - 0,25	0,60 0,4 - 0,8	0,51 0,15-0,53	0,30 0,12-0,6	0,11 \pm 0,06	0,20 \pm 0,13
p=0,000000		p=0,46		p=0,005	

Примітка: n – кількість досліджуваних очей; Median – медіана; ($Q_{low}-Q_{Up}$) – нижній і верхній кватилі; p – рівень значущості різниці показників; ФАЗ – фовеолярна аваскулярна зона; ЩПХ – щільність перфузії хоріокапілярів.

Таблиця 3. Вихідний стан максимально коригованої гостроти зору (МКГЗ), морфометрії макули та показників мікроциркуляції в хоріоретинальному комплексі макули залежно від методики пілінгу внутрішньої межової мембрани

Група хворих	МКГЗ	Мінімальний діаметр ІРМ (мкм)	Макс діаметр ІРМ (мкм)	ФАЗ (мм ²)	ЩПХ
	Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)	Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)	Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)	Median ($Q_{low}-Q_{Up}$)	M \pm SD
Класична методика n=34	0,14 (0,07-0,25)	421 (287-459)	805 (520-1048)	0,39 (0,18-0,67)	0,12 \pm 0,06
Фовеозберігаюча методика n=37	0,17 (0,1-0,25)	376 (261-520)	654 (568-806)	0,50 (0,12-0,88)	0,09 \pm 0,04
Рівень значущості різниці між групами – p	p=0,89	p=0,68	p=0,36	p=0,72	p=0,14

Примітка: n – кількість досліджуваних очей; Median – медіана; ($Q_{low}-Q_{Up}$) – нижній і верхній кватилі; ІРМ – ідіопатичний розрив макули; ФАЗ – фовеолярна аваскулярна зона; ЩПХ – щільність перфузії хоріокапілярів.

Таблиця 4. Порівняння площі ФАЗ і ЩПХ макули в разі закриття ідіопатичного розриву макули після вітректомії за різною методикою пілінгу внутрішньої межевої мембрани

Група хворих	ФАЗ (мм ²)		ЩПХ	
	До операції	Після операції	До операції	Після операції
	Median (Q _{low} -Q _{up}) n	Median (Q _{low} -Q _{up}) n	M±SD n	M±SD n
Класична методика	0,39 (0,18-0,67) 33	0,34 (0,15-0,67) 19	0,12±0,06 31	0,19±0,16 19
	p=0,8		p=0,05	
Фовеозберігаюча методика	0,50 (0,12-0,88) 17	0,22 (0,12-0,46) 14	0,09±0,04 17	0,18±0,08 14
	p=0,08		p=0,002	

Примітка: n – кількість досліджуваних очей; Median – медіана; (Q_{low}-Q_{up}) – нижній і верхній кuartилі; p – рівень значущості різниці показників; ФАЗ – фовеолярна аваскулярна зона; ЩПХ – щільність перфузії хоріокапілярів.

Таблиця 5. Порівняння стану ЩПХ після закриття ідіопатичного розриву макули та парного ока залежно від методики пілінгу внутрішньої межевої мембрани

Група хворих	ЩПХ		ЩПХ	
	око після закриття ІРМ		парне око	
	n	M±SD	n	M±SD
Класична методика	19	0,19±0,16	35	0,29±0,13
	p=0,003			
Фовеозберігаюча методика	14	0,18±0,08	35	0,29±0,13
	p=0,0001			

Примітка: n – кількість досліджуваних очей; p – рівень значущості різниці показників; ЩПХ – щільність перфузії хоріокапілярів; ІРМ – ідіопатичний розрив макули.

Обговорення

Більшість досліджень до- та післяопераційного стану ретинальних і хоріоїдальних мікросудинних сплетінь ділянки макули під час хірургії ІРМ присвячено дослідженню площі фовеолярної аваскулярної зони в поверхневому та глибокому капілярному сплетінні сітківки. Всі автори відмічають, що до операції, коли існує розрив макули, площа ФАЗ розширюється в обох сплетіннях (поверхневому та глибокому) унаслідок набряку сітківки по краях розриву. Після закриття ІРМ ФАЗ зменшується і стає меншою порівняно з парним оком. Крім того, у дослідженнях, де під час операції ВММ видаляли тільки з одного боку отвору макули, порівняння щільності капілярів сітківки в зоні видалення та збереженої ВММ виявило зменшення щільності капілярів у глибокому ретинальному сплетінні в зоні видалення ВММ. Це може свідчити про те, що видалення ВММ негативно впливає на перфузію в мікрокапілярах парафовеолярної ділянки. Деякі автори виявили кореляцію між площею ФАЗ і гостротою зору до

та після закриття ІРМ. Інші автори вказують на кореляцію між розміром розриву макули та площею ФАЗ, а також площею ФАЗ і товщиною сітківки у фовеолярній зоні після закриття ІРМ [12–14, 17, 18]. У нашому дослідженні не виявлено таких змін у площі ФАЗ до та після вітректомії. Однак варто зазначити, що тільки в групі фовеозберігаючої методики після закриття ІРМ є тенденція до зменшення її площі. Натомість встановлено негативний зв'язок між ФТС і площею ФАЗ на очах після закриття ІРМ. Крім того, більшість робіт стосовно площі ФАЗ, описаних сьогодні в літературі, проведена на невеликій кількості очей (від 15 до 28), тому дані, отримані в дослідженнях, дуже різняться.

За результатами нашого дослідження, найбільшу діагностичну значимість має показник ЩПХ. Його значення значуще менше на очах з ІРМ. Після закриття розриву макули ЩПХ значуще підвищується в усіх хворих незалежно від методики пілінгу ВММ. У нашому дослідженні щодо ЩПХ вдалося створити діагностичну модель вірогідності наявності розриву макули

з чутливістю 83% та специфічністю 80%, якщо ЩПХ менша ніж 0,156.

Після закриття ІРМ щільність перфузії хоріокапілярів значуще підвищилася, але залишалася нижчою, ніж на парному оці. Т. Wilczyński зі співавторами в 2019 р. [14] отримали аналогічний результат: підвищення щільності хоріокапілярів у макулярній ділянці, яка була навіть порівнянна з показниками парного ока, але в їхній роботі всі вимірювання проведені через 3 місяці після оперативного втручання, а в нашому – через 1 місяць, можливо, надалі в наших пацієнтів відновлення щільності перфузії сягає показників парного ока.

Якщо зміни в площі ФАЗ можна пояснити стисненням капілярів за рахунок набряку сітківки по краю розриву, то зміни перфузії хоріокапілярів механічними стисненням пояснити не можна. Чому за наявності ІРМ зменшується щільність перфузії хоріокапілярів? Згідно з нашим дослідженням, можна припустити, що перфузія в хоріокапілярах, імовірно, має певне значення у формуванні ІРМ, натомість вітректомія в цієї категорії пацієнтів незалежно від методики пілінгу ВММ призводить до покращення перфузії цього судинного шару хоріоретинального комплексу макули. Однак механізм цього явища залишається недостатньо вивченим і потребує подальшого дослідження.

Можливо, порушення в перфузії хоріокапілярів не виникають за наявності розриву макули, а передують їм і поряд із вітреомакулярною та тангенціальною тракціями відіграють роль у формуванні ІРМ. Такі гіпотези висловлює низка дослідників [19–21]. Тоді стає більш зрозумілим, чому після закриття ІРМ покращуються показники перфузії саме хоріокапілярів. Можливо, відновлення кровотоку в хоріокапілярах пов'язано з відновленням структури сітківки у фовеолярній зоні та відновленням функціонування фоторецепторів. Про це може свідчити те, що в разі поширових розривів макули змін хоріокапілярів не знайдено, щільність хоріокапілярів корелює з площею пошкодження еліпсоїдної зони [22]. Фоторецептори й пігментний епітелій – клітини, що мають дуже високий метаболізм, а хоріокапіляри є єдиним джерелом кисню та живильних речовин для них [23]. Імовірно, відновлення функціонування фоторецепторів стимулює більш інтенсивну роботу хоріокапілярів, що призводить до збільшення щільності кровотоку в них.

Висновки

1. Наявність розриву макули супроводжується порушенням мікроциркуляції в хоріокапілярах, що проявляється в зменшенні щільності перфузії в них у ділянці макули. Зменшення щільності перфузії хоріокапілярів нижче за 0,156 може свідчити про наявність ІРМ.

2. Після закриття ІРМ функціонування хоріокапілярів відновлюється, але залишається значуще нижчим, ніж на парному оці, у термін 1 місяць після оперативного втручання.

3. Методика видалення ВММ (класичний або фовеозберігаючий типи) не впливає на післяопераційне відновлення щільності перфузії хоріокапілярів.

Література

1. **McCannel CA, Ensminger JL, Diehl NN, Hodge DN.** Population-based incidence of macular holes. *Ophthalmology*. 2009;116(7):1366-1369.
2. **Ali FS, Stein JD, Blachley TS, Ackleyal S, Stewart JM.** Incidence of and Risk Factors for Developing Idiopathic Macular Hole Among a Diverse Group of Patients Throughout the United States. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(4):299-305.
3. **Kang HK, Chang AA, Beaumont PE.** The macular hole: report of an Australian surgical series and meta-analysis of the literature. *Clin Exp Ophthalmol*. 2000;28(4):298-308.
4. **Cornish KS, Lois N, Scott N, et al.** Vitrectomy with internal limiting membrane (ILM) peeling versus vitrectomy with no peeling for idiopathic full-thickness macular hole (FTMH). *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;6:456.
5. **Morescalchi F, Costagliola C, Gambicorti E, Duse S, Romano MR, Semeraro F.** Controversies over the role of internal limiting membrane peeling during vitrectomy in macular hole surgery. *Surv Ophthalmol*. 2017 Jan-Feb;62(1):58-69.
6. **Smiddy WE, Flynn HW Jr** Pathogenesis of macular holes and therapeutic implications. *Am J Ophthalmol*. 2004 Mar;137(3):525-37
7. **Haritoglou C, Reiniger IW, Schaumberger M, Gass CA, Priglinger SG, Kampik A.** Five-year follow-up of macular hole surgery with peeling of the internal limiting membrane: update of a prospective study. *Retina*. July 2006 26(6):618-22
8. **Dervenis N, Dervenis P, Sandinha T, Murphy DC, Steel DH.** Intraocular tamponade choice with vitrectomy and internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. A systematic review and meta-analysis. *Ophthalmol Retina*. 2022 Jun;6(6):457-468.
9. **Bae K, Kang SW, Kim JH, Kim SJ, Kim JM, Yoon JM.** Extent of Internal Limiting Membrane Peeling and its Impact on Macular Hole Surgery Outcomes: A Randomized Trial. *Am J Ophthalmol*. 2016 Sep;169:179-188.
10. **Ho TC, Yang CM, Huang JS, Yang CH, Chen MS.** Foveola nonpeeling internal limiting membrane surgery to prevent inner retinal damages in early stage 2 idiopathic macula hole. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2014 Oct 252(10):1553-60.
11. **Morescalchi F, Russo A, Bahja H, Gambicorti E, Cancarini A, Costagliola C, et al.** Fovea-sparing versus complete internal limiting membrane peeling in vitrectomy for the treatment of macular holes. *Retina*. 2020 Jul 40(7):1306-1314.
12. **Michalewska Z, Nawrocki J.** Swept-source optical coherence tomography angiography reveals internal limiting membrane peeling alters deep retinal vasculature. *Retina*. 2018 Sep;38 Suppl 1:S154-S160.
13. **Rizzo S, Savastano A, Bacherini D, Savastano MC.** Vascular Features of Full-Thickness Macular Hole by OCT Angiography. *Ophthalmic Surgery Lasers and Imaging Retina*. 2017. Jan 48 (1):2-8.
14. **Wilczyński T, Heinke A, Niedzielska-Krycia A, Jorg D, Michalska-Malecka K.** Optical coherence tomography angiography features in patients with idiopathic full-thickness macular hole, before and after surgical treatment. *Clinical Interventions in Aging* 2019;14 505–514.

15. Gass JD. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. Am J Ophthalmol, 1995. Jun 119(6):752-9.
16. Буаллагуї І, Розанова ЗА, Уманець ММ. Хірургічне лікування ідіопатичних розривів макули із застосуванням фовеозберігаючої методики та газової тампонади 20% SF6. Офтальмологічний журнал. 2023. № 4 (513)21-25
17. Kita Y, Inoue M, Kita R, Sano M, Orihara T, Itoh Y, et al. Changes in the size of the foveal avascular zone after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for a macular hole. Jpn J Ophthalmol. 2017 Nov;61(6):465-471.
18. Cho JH, Yi HC, Bae SH, Kim H. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography. BMC Ophthalmology 2017; 17:217
19. Aras C, Osakoglu O, Akova N. Foveolar choroidal blood flow in idiopathic macular hole. Int. Ophthalmol. 2004 (25): 225-231.
20. D'Aloisio R, Carpineto P, Aharrh-Gnama A, Iafigliola C, Cerino L, Di Nicola M. et al. Early Vascular and Functional Changes after Vitreoretinal Surgery: A Comparison between the Macular Hole and Epiretinal Membrane. Diagnostics 2021, 11, 1031.
21. Teng Y, Yu M, Wang Y, Liu X, You Q, Liu W. OCT angiography quantifying choriocapillary circulation in idiopathic macular hole before and after surgery Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017 May;255(5):893-902.
22. Ahn J, Yoo G, Kim JT, Kim SW, Oh J. Choriocapillaris layer imaging with swept-source optical coherence tomography angiography in lamellar and full-thickness macular hole. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2018 Jan;256(1):11-21.
23. Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. Prog Retin Eye Res. 2010 March; 29(2): 144–168.

Відомості про авторів та розкриття інформації

Автор листування: Розанова Зоя Анатоліївна – rozanovazoya@ukr.net

Внесок кожного автора в роботу: Інес Буаллагуї – збирання даних; аналіз; підготовка рукопису; Розанова З.А. – написання – проектування; формальний аналіз; рецензування та редагування; Невська А.О. – збирання даних; аналіз; підготовка рукопису; Уманець М.М. – розроблення концепції; методологія проектування; аналіз. Усі автори проаналізували результати та схвалили остаточний варіант рукопису.

Відмови від відповідальності: висловлені у поданій статті думки є власними думками авторів, а не офіційними позиціями установи.

Джерела підтримки: відсутні.

Конфлікт інтересів: Автори засвідчують про відсутність конфліктів інтересів, які б могли вплинути на їх думку стосовно предмету чи матеріалів, описаних та обговорених в даному рукопису.

Абревіатури. ВММ – внутрішня межова мембрана, ІРМ – ідіопатичний розрив макули, МКГЗ – максимальна коригована гострота зору, ОКТ – оптична когерентна томографія, ОКТ-ангіо – оптична когерентна томографія-ангіографія, ПК хориокапілярів – площа кровотоку хориокапілярів, ПХК – площа хориокапілярів, ФТС – фовеолярная товщина сітківки, ФАЗ – фовеолярная аваскулярная зона.

Надійшла 13.09.2023

Фото до статті Інес Буаллагуї з співав. «Особливості хоріоретинального комплексу й перфузії хоріокапілярів за даними оптичної когерентної томографії-ангіографії при ідіопатичному розриві макули до та після вітректомії з пілінгом внутрішньої межової мембрани за класичним і фовеозберігаючим типами»

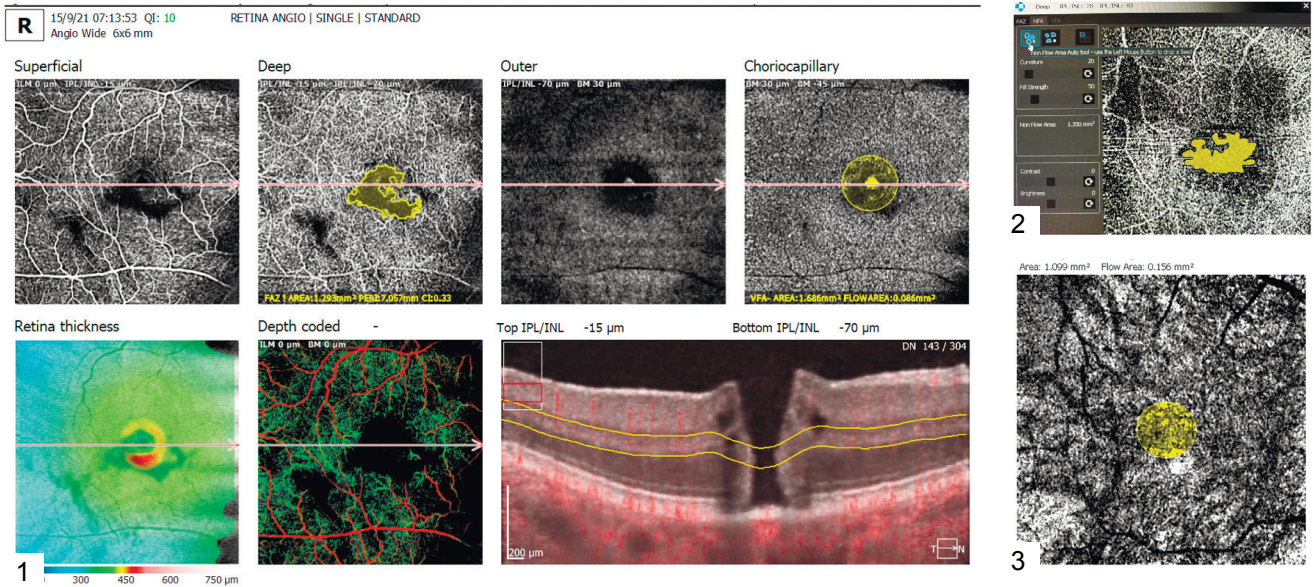


Рис. 1. Вимірювання фовеолярної аваскулярної зони в глибокому ретинальному сплетінні, зони перфузії хоріокапілярів у площі вимірювання, що відповідає площі диску зорового нерва (загальний вигляд інтерфейсу програмного забезпечення томографа).

Рис. 2. Вимірювання площі фовеолярної аваскулярної зони в глибокому ретинальному сплетінні (збільшений вигляд інтерфейсу програмного забезпечення томографа).

Рис. 3. Вимірювання щільності перфузії хоріокапілярів у площі вимірювання, що відповідає площі диску зорового нерва (збільшений вигляд інтерфейсу програмного забезпечення томографа)

Фото до статті Ульянової Н.А. з співав. «Вдосконалення визначення локалізації внутрішньоочних сторонніх тіл за даними комп'ютерної томографії орбіт»

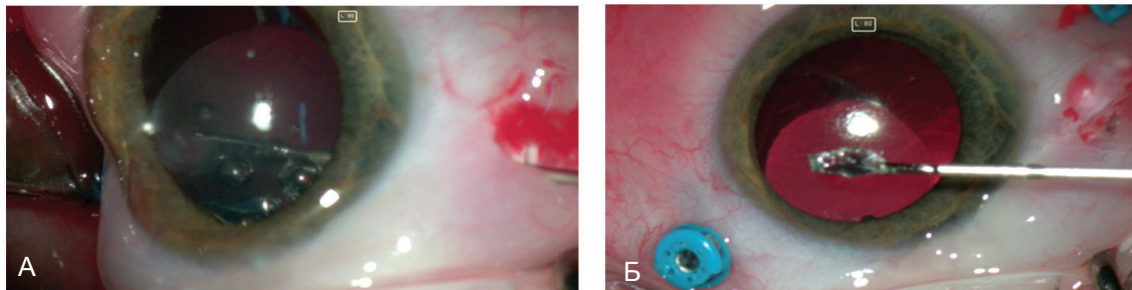


Рис. 1. Інтраопераційна візуалізація скляного внутрішньоочного стороннього тіла (ВОСТ). А) Захват ВОСТ пінцетом при склерокомпресії в проекції розташування стороннього тіла, за даними КТ. Б) Видалене скляне ВОСТ.

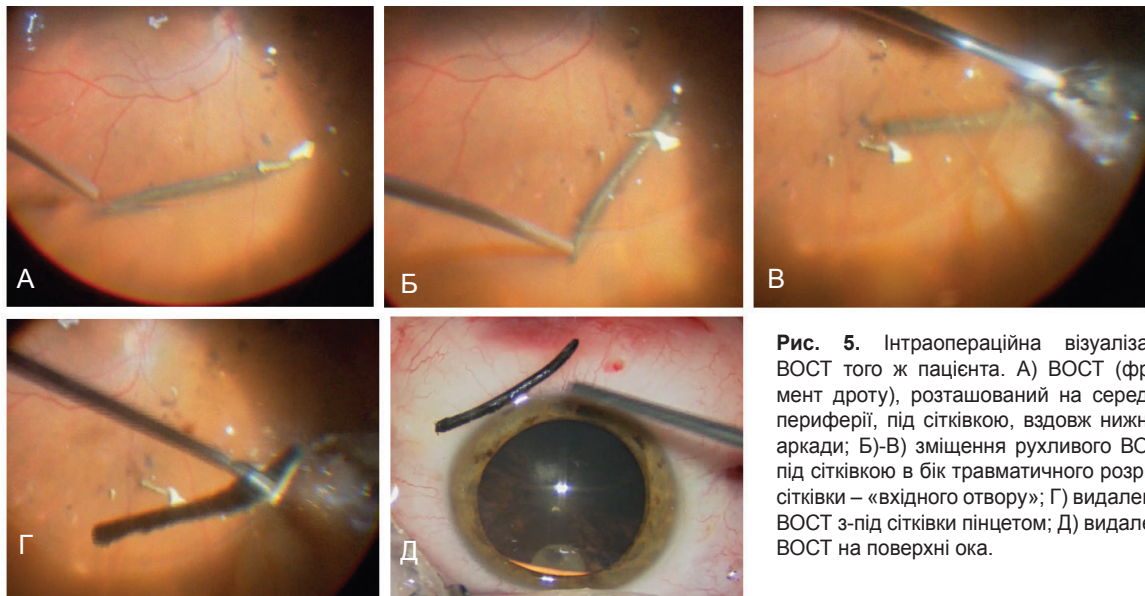


Рис. 5. Інтраопераційна візуалізація ВОСТ того ж пацієнта. А) ВОСТ (фрагмент дроту), розташований на середній периферії, під сітківкою, вздовж нижньої аркади; Б)-В) зміщення рухливого ВОСТ під сітківкою в бік травматичного розриву сітківки – «вхідного отвору»; Г) видалення ВОСТ з-під сітківки пінцетом; Д) видалене ВОСТ на поверхні ока.