

УДК 617.735-005-091:617.736-003.8-053.9-073.756.8

## Оцінка змін морфології та стану мікросудинного русла сітківки у пацієнтів з ексудативною формою вікової макулярної дегенерації за допомогою оптичної когерентної томографії-ангіографії

Н. С. Луценко, професор, д-р мед. наук; О. А. Рудичева, канд. мед. наук;  
О. А. Ісакова, канд. мед. наук; Т. С. Кирилова, клінічний ординатор

Державний заклад «Запорізька медична академія післядипломної освіти МОЗ України»;  
Запоріжжя (Україна)

E-mail: tetianakrylova@gmail.com

### Ключові слова:

оптична когерентна томографія-ангіографія, вікова макулярна дегенерація, фовеальна аваскулярна зона, щільність судин

*Оптична когерентна томографія-ангіографія (ОКТ-А) дозволяє отримати кількісні дані про стан мікроциркуляторного русла, такі як щільність судинного сплетення, а також площа фовеальної аваскулярної зони (ФАЗ). Мета дослідження – оцінити особливості морфологічних змін та показників стану мікросудинного русла сітківки за допомогою ОКТ-А у хворих з ексудативною формою вікової макулярної дегенерації.*

*Матеріал та методи.* Досліджено 47 пацієнтів з ексудативною формою ВМД (51 око), та 13 здорових осіб (22 ока), які склали контрольну групу. Проведено дослідження кількісних показників ОКТ-А (площа ФАЗ у поверхневому та глибокому сплетеннях, щільність судин, товщина сітківки). Відповідно до розрахунку співвідношення площ ФАЗ поверхневого та глибокого сплетень, пацієнтів розподілено на три групи: I група – менше 0,6 (15 очей), II група – 0,6-0,8 (17 очей), III група – більше 0,8 (19 очей).

*Результати.* Спостерігалось збільшення площі ФАЗ глибокого сплетення у пацієнтів усіх трьох груп. Виявлено достовірне збільшення площі ФАЗ поверхневого сплетення у III групі. Виявлено, що у пацієнтів I групи спостерігається переважно набряк сітківки при мінімальних порушеннях стану мікроциркуляторного русла. Група II також характеризується збільшенням товщини сітківки, але це супроводжується помірним зниженням щільності судинного сплетення. У III групі спостерігалось значне зменшення щільності судин поверхневого сплетення та водночас незначна зміна показників товщини сітківки.

*Висновки.* ОКТ-А дозволяє провести оцінку змін морфології та стану мікроциркуляторного русла сітківки, визначити площу ФАЗ та щільність судин у хворих на ексудативну форму ВМД.

**Вступ.** На сьогоднішній день однією з провідних причин втрати центрального зору у літніх людей є вікова макулярна дегенерація (ВМД) ускладнена хоріоїдальною неоваскуляризацією [1]. Традиційними способами мультимодальної візуалізації цієї патології у світі є флуоресцентна ангіографія (ФАГ), індоціанін-зелена ангіографія та оптична когерентна томографія (ОКТ) [2]. З появою ОКТ та зокрема – ОКТ-ангіографії (ОКТ-А) перед офтальмологами світу відкрились нові можливості дослідження патологічних змін сітківки при різних захворюваннях заднього відрізка ока, і зокрема, вологої форми ВМД. ОКТ-А – це порівняно нова неінвазивна методика візуалізації. Вона забезпечує тривимірну візуалізацію сітківки та хоріоїдної мікроциркуляції без необхідності введення внутрішньовенного барвника [3]. Принцип методу сформований на реєстрації амплітуди відображеного оптичного проміння від рухомих еритроцитів [4]. Кожне ОКТ-А-сканування одержується одночасно з відповідним стандартним В-скануванням ОКТ, що дозволяє в по-

вній мірі оцінити як функціональні, так і морфологічні зміни сітківки [5]. ОКТ-А підтвердила складну організацію мікроциркуляторного русла сітківки, яке включає поверхнєве і глибоке судинні сплетення [6, 7]. Кожне сплетення має самостійне функціональне значення, тому їх окремий аналіз дає додаткову інформацію про патофізіологію захворювань сітківки [8]. Крім візуалізації мікроциркуляторного русла, ОКТ-А дозволяє отримати кількісні дані про його стан. Найбільш практично значимі та найчастіше використовувані показники – це щільність судинного сплетення, а також площа фовеальної аваскулярної зони (ФАЗ) [6, 9]. Детальний аналіз опублікованої літератури не виявив досліджень щодо змін площі ФАЗ та щільності судин у сплетеннях сітківки при вологій формі ВМД.

ФАЗ – це не судинна область в центральній частині макули – фовеа. Її розміри серед здорових людей відрізняються [10, 11]. Крім того, при різних захворюваннях сітківки ФАЗ може бути змінена або деформована, що може співвідноситись із втратою гостроти зору [12, 13, 14, 15]. Хоча збільшення площі ФАЗ виявлено і при діабетичній ретинопатії та у очах з оклюзією центральної вени, істотною перешкодою для практичного застосування площі ФАЗ як рутинного діагностичного критерію патології сітківки є широкий діапазон цього показника в нормі [16]. Таким чином, у окремого пацієнта при оцінці площі ФАЗ не завжди можна однозначно вважати показник нормальним або патологічно підвищеним. Зважаючи на ці дані та на відомості про те, що в здорових очах площа ФАЗ поверхневого сплетення є меншою за площу ФАЗ у глибокому сплетенні [10], ми вирішили вирахувати їх співвідношення у пацієнтів з вологою ВМД та дослідити в залежності від цього особливості морфометричних показників та показників стану мікроциркуляторного русла у цих хворих.

**Мета дослідження** – оцінити особливості морфологічних змін та показників стану мікросудинного русла сітківки за допомогою ОКТ-А у хворих з ексудативною формою вікової макулярної дегенерації.

#### Матеріали та методи

У дослідженні взяли участь 47 пацієнтів (27 жіночої, 20 чоловічої статі) з вперше виявленою ексудативною формою ВМД, що супроводжується активною хоріоїдальною неоваскуляризацією (51 око). Середній вік обстежених ( $M \pm SD$ ) становив  $71,3 \pm 10,05$  (діапазон 43–91). Критеріями включення у дослідження були наявність раніше нелікованої субретинальної неоваскуляризації на тлі вологої форми ВМД та відсутність супутньої очної патології, яка може впливати на достовірність результатів дослідження. До групи дослідження були включені хворі з класичною (тип 1; 22 ока), прихованою (тип 2; 16 очей) та змішаною (тип 4; 13 очей) хоріоїдальною неоваскуляризацією, у яких визначалась субфовеальна локалізація патологічного фокусу. Не приймали участь у дослідженні пацієнти з ретиальною ангіоматозною проліферацією (тип 3) та поліпoidною хоріоїдальною васкулопатією.

ОКТ та ОКТ-А критерії активності хоріоїдальної неоваскуляризації були встановлені за даними Miotto S. та співавт., 2018 [17]. Наявність кістозного набряку сітківки, серозного відшарування нейроепітелію та/або пігментного епітелію сітківки, субретинального крововиливу, що були присутні на фоні візуалізації ознак субретинальної неоваскулярної мембрани (наявність вогнища підвищеної рефлексивності, розташованого над або під пігментним епітелієм та/або неправильного куполоподібного відшарування пігментного епітелію з нерівномірної рефлексивності вмістом під ним) відносились до ОКТ критеріїв активності СНМ. Ангіографічними

критеріями активності неоваскулярної мембрани були наявність вторинних судинних розгалужень, множинних тонких щільних капілярів, петлистість та наявність анастомозів, периферійних аркад [17].

Групу контролю склали 13 осіб (22 ока) однорідних до досліджуваних за статтю (9 жінок, 7 чоловіків) і віком (середній вік склав  $66,1 \pm 7,6$  (діапазон 55 – 77)). Критеріями включення до контрольної групи були вік старше 55 років, максимально коригована гострота зору (МКТЗ)  $\geq 1,0$ , та відсутність очної патології. Всі учасники дослідження добровільно підписали інформовану згоду. Так само отримано позитивне рішення локального етичного комітету. Всім пацієнтам було виконано комплексне офтальмологічне обстеження, що включало візометрію, периметрію, тонометрію, біомікроскопію, офтальмоскопію. В обов'язковому порядку всім досліджуваним виконувалась оптична когерентна томографія-ангіографія з використанням алгоритму ангіографії з розділенням спектра і декореляції амплітуди (split-spectrum amplitude decorrelation angiography – SSADA) за допомогою системи AngioVue OCT-A (RTVue XR OCT Avanti, Optovue, Inc., Fremont, CA). Перед обстеженням всім пацієнтам виконувалась дворазова інстиляція 1% розчину тропікаміда для розширення зіниці та покращення якості сканованого зображення. Критеріями виключення з дослідження було неякісне зображення ОКТ-А (індекс сили сигналу (SSI) менше 50) через мимовільні рухи очей або непрозорість середовищ ока [18]. Кількісний аналіз показників стану мікроциркуляторного русла сітківки виконувався за допомогою протоколу AngioAnalytics з використанням режиму сканування Angio Retina 6 x 6 мм. За даними ОКТ-А проводилась оцінка морфометричних показників та показників стану мікросудинного русла сітківки, таких як площа фовеальної аваскулярної зони у поверхневому та глибокому сплетеннях, щільність судин, товщина сітківки (ТС). Площа ФАЗ у поверхневому та глибокому сплетеннях вимірювалась при натисканні на відповідну зону за допомогою автоматичного параметру обчислення «Non Flow». Щільність судин та товщина сітківки вимірювались за допомогою автоматичної опції «Density», де діаметр загальної зони вимірювання становив 3 мм, з яких фовеальна область була розмежована колом діаметром 1 мм, розташованим у центрі зони вимірювання, а парафовеальна зона була розподілена на 4 сектори (темпоральний, верхній, носовий та нижній). Відповідно до розрахунку співвідношення площі ФАЗ поверхневого сплетення до площі ФАЗ глибокого сплетення було проведено розподіл пацієнтів з вологою ВМД на три групи: I група – пацієнти з співвідношенням менше 0,6 (15 очей), II група – пацієнти з співвідношенням 0,6 – 0,8 (17 очей), III група – з співвідношенням більше 0,8 (19 очей). Співвідношення площі ФАЗ поверхневого і глибокого сплетень у контрольній групі (22 ока) варіювало від 0,7 до 1,0.

Для статистичного аналізу результатів використувався пакет програм Statistica 10.0 («Statsoft», США). Дані описової статистики представлено у вигляді середньої арифметичної і стандартного відхилення ( $M \pm SD$ ), статистична значимість оцінювалась за допомогою t-тесту (статистично значущими вважались відмінності при  $p < 0,05$ ).

### Результати

Проведено дослідження змін показників максимально коригованої гостроти зору, площі фовеальної аваскулярної зони поверхневого та глибокого сплетень, щільності судин у поверхневому сплетенні та товщини сітківки в залежності від співвідношення площі ФАЗ поверхневого сплетення до площі ФАЗ глибокого. Проведений аналіз не виявив достовірної різниці у показниках, що досліджувались, в залежності від типу хоріоїдальної неоваскуляризації ( $p > 0,05$ ).

В усіх трьох групах не було виявлено достовірної різниці максимально коригованої гостроти зору, що складала  $0,37 \pm 0,26$ ,  $0,29 \pm 0,28$  та  $0,27 \pm 0,21$ , відповідно у I, II та III групах ( $p > 0,05$ ). При оцінці площі ФАЗ було виявлено достовірне збільшення площі ФАЗ поверхневого сплетення лише у III групі в порівнянні з групою контролю ( $0,661 \pm 0,43 \text{ мм}^2$  ( $p < 0,01$ ) та  $0,318 \pm 0,105 \text{ мм}^2$ , відповідно), та достовірне збільшення площі ФАЗ глибокого сплетення в усіх трьох групах в порівнянні з контрольною ( $0,723 \pm 0,46 \text{ мм}^2$ ,  $0,527 \pm 0,139 \text{ мм}^2$ ,  $0,649 \pm 0,375 \text{ мм}^2$  та  $0,373 \pm 0,118 \text{ мм}^2$ , відповідно) ( $p < 0,01$ ). Не визначалась достовірна різниця між показниками площі ФАЗ поверхневого сплетення в I та II групах в порівнянні з групою контролю ( $0,295 \pm 0,125 \text{ мм}^2$ ,  $0,374 \pm 0,104 \text{ мм}^2$  та  $0,291 \pm 0,105 \text{ мм}^2$ , відповідно) ( $p > 0,05$ ) (мал. 1). Таким чином у пацієнтів I групи спостерігалось збільшення лише площі ФАЗ глибокого сплетення, у пацієнтів II групи визначалось помірне

збільшення площі ФАЗ поверхневого сплетення разом із збільшенням ФАЗ глибокого, та у пацієнтів III групи спостерігалось значне збільшення ФАЗ як поверхневого, так і глибокого сплетень (мал. 2, 3, 4).

Результати дослідження щільності судин поверхневого сплетення у досліджуваних груп пацієнтів представлені у таблиці 1.

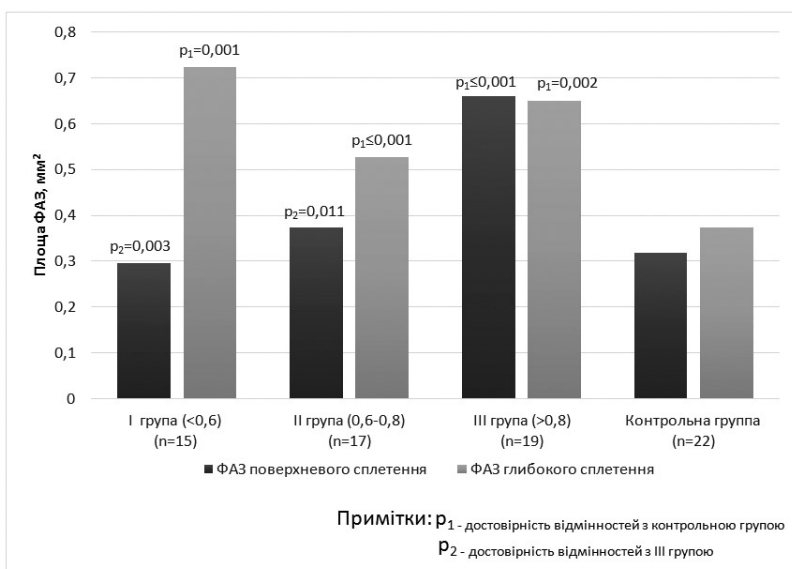
При оцінці показників стану мікросудинного русла сітківки не було виявлено достовірного зменшення щільності судин у фовеа в жодній з груп у порівнянні з контрольною групою ( $p > 0,05$ ). Достовірне зниження щільності судин у парафовеальній області відмічено на 5,4% у I, 8,6% у II та на 14,4% у III групах порівняно з групою контролю, та складало  $50,2 \pm 4,3\%$  ( $p < 0,05$ ),  $48,5 \pm 4,8$ ,  $45,4 \pm 5,3$  та  $53,04 \pm 2,37\%$ , відповідно ( $p < 0,01$ ). При аналізі щільності судин по секторах виявлено достовірне зниження показників в усіх секторах у II ( $p < 0,05$ ) та III групах ( $p < 0,01$ ).

У I групі відмічено достовірне зниження щільності судин у порівнянні з контрольною групою лише у темпоральному та нижньому секторах (до  $50,19 \pm 4,98$  та  $49,32 \pm 4,93\%$  при значенні у групі контролю  $53,58 \pm 3,86$  та  $52,61 \pm 4,26\%$ , відповідно) ( $p < 0,05$ ), що свідчить про незначні порушення стану мікросудинного русла сітківки у пацієнтів цієї групи, які на нашу думку пов'язані із віковими змінами.

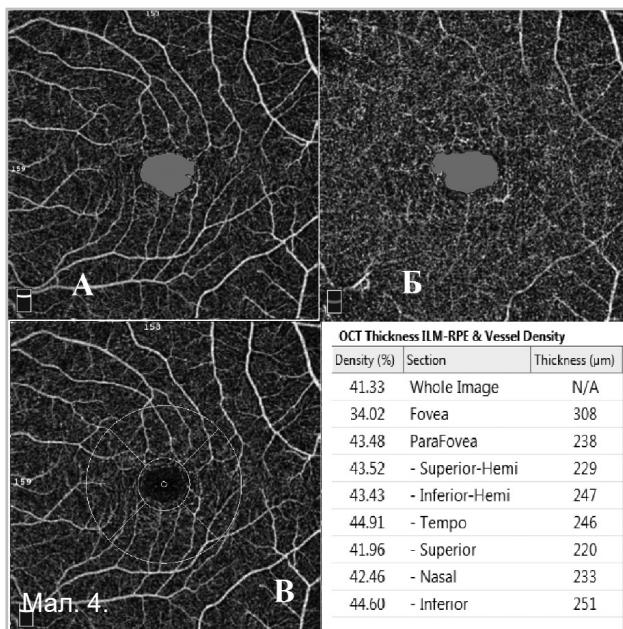
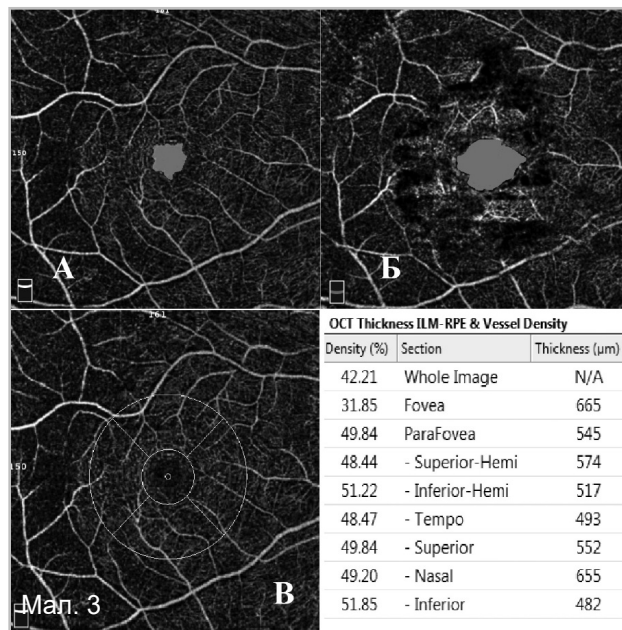
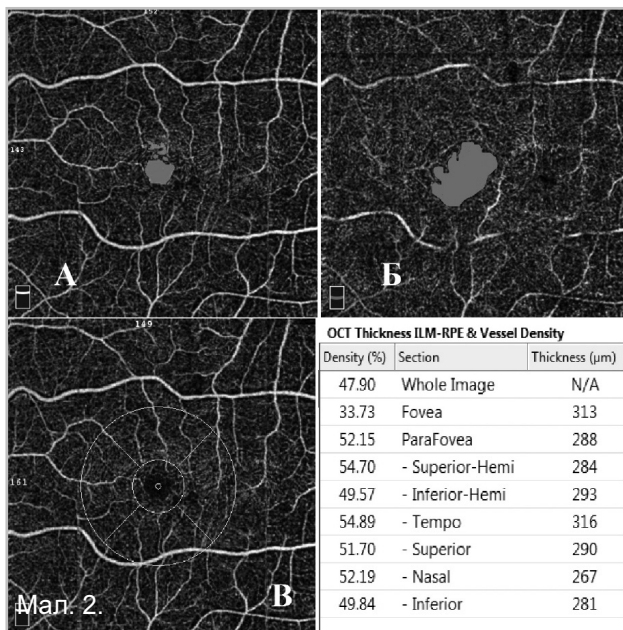
Результати дослідження морфометричних змін сітківки у досліджуваних груп пацієнтів наведені у таблиці 2.

У I та II групах визначалось достовірне збільшення товщини сітківки у всіх зонах вимірювання у порівнянні з контрольною групою ( $p < 0,05$ ), у той час як достовірної різниці товщини сітківки між III та контрольною групами не було виявлено в жодній зоні ( $p > 0,05$ ). Загалом в порівнянні з контрольною групою потовщення сітківки у фовеа спостерігалось на 52,7% у I групі, на 39,2% у II, та на 24,8% у III, а у парафовеальній зоні на 12,9, 15,9 та 7,3% відповідно.

З цього випливає, що у пацієнтів I групи спостерігається переважно набряк сітківки при мінімальних порушеннях стану мікроциркуляторного русла. II група також характеризується збільшенням товщини сітківки, але це супроводжується помірним зниженням щільності судинного сплетення. В свою чергу у пацієнтів III групи, на відміну від I та II, спостерігалось значне зменшення щільності судин поверхневого сплетення та водночас незначна зміна показників товщини сітківки, що необхідно враховувати при розробці тактики лікування цих хворих.



Мал. 1. Показники площі фовеальної аваскулярної зони поверхневого та глибокого сплетень у пацієнтів з вологою формою ВМД та у здорових осіб.



**Мал. 2.** Група I – Пацієнт Н., МКГЗ = 0,3. Відмічаємо збереження нормального розміру ФАЗ у поверхньому сплетенні (0,283 мм<sup>2</sup>) (А), та збільшення ФАЗ глибокого сплетення (0,690 мм<sup>2</sup>) (Б) (співвідношення 0,41). Щільність судин в рамках норми, спостерігається значне збільшення товщини сітківки (В).

**Мал. 3.** Група II - Пацієнт К., МКГЗ = 0,1. Відмічаємо незначне збільшення площі ФАЗ у поверхньому сплетенні (0,340 мм<sup>2</sup>) (А), та збільшення ФАЗ глибокого сплетення (0,480 мм<sup>2</sup>) (Б) (співвідношення – 0,71). Щільність судин знижена у парафовеальній зоні, спостерігається значне збільшення товщини сітківки (В).

**Мал. 4.** Група III - Пацієнт П., МКГЗ = 0,1. Відмічаємо збільшення площі ФАЗ як у поверхньому (0,656 мм<sup>2</sup>) (А), так і у глибокому сплетенні (0,781 мм<sup>2</sup>) (Б) (співвідношення – 0,84). Щільність судин знижена у всіх секторах, спостерігається незначне збільшення товщини сітківки (В).

**Обговорення**

Флюоресцентна ангиографія традиційно вважається золотим стандартом діагностики судинних змін при ВМД [1, 2]. На відміну від флюоресцентної ангиографії, ОКТ-ангиографія не здатна оцінити проникність судинної стінки здорових або новоутворених судин за рахунок відсутності використання барвника. Однак при визначенні судинних аномалій за допомогою ОКТ-А застосовуються методи, засновані на оцінці глибини залягання судин та візуалізації малюнку судин над або під пігментним епітелієм сітківки. Відсутність просочування барвника через судинну стінку дозволяє більш точно оцінити кордони і площу закупорки капілярів і неоваскуляризації. Одночасний аналіз даних ОКТ-ангиографії та структурної ОКТ надає можли-

вість візуалізації інтратетинальних та субретинальних накопичувань рідини біля неоваскулярної мембрани, що дозволяє отримати інформацію, аналогічну виявленню просочування при ФАГ. Перевагами ОКТ-А являється можливість окремо оцінювати аномалії різних судинних сплетень сітківки та хоріоїдеї [19]. Також ОКТ-А надає можливість кількісної оцінки кровотоку сітківки, яка відтворюється та повторюється при наступних дослідженнях, що вивчено у різних групах пацієнтів [20].

Таким чином ОКТ-А дає змогу точно оцінювати та кількісно вимірювати показники стану мікроциркуляторного русла сітківки на різних рівнях без необхідності використання барвника, для чого застосовуються автоматичні алгоритми. ФАЗ – анатомічна область, що

**Таблиця 1.** Показники щільності судин поверхневого сплетення у пацієнтів з вологою формою ВМД та у здорових осіб

Щільність судин (M±SD), (%)	I група (<0,6) (n=15)	II група (0,6-0,8) (n=17)	III група (>0,8) (n=19)	Контрольна група (n=22)
Все зображення	47,02±4,18 p <sub>1</sub> =0,013	45,72±4,28 p <sub>1</sub> ≤0,001	44,56±4,8 p <sub>1</sub> ≤0,001	50,18±3,16
Фовеа	33,98±7,3 p <sub>2</sub> =0,031	34,7±17,9	27,7±8,5	31,25±5,45
Парафовеа	50,2±4,3 p <sub>1</sub> =0,03 p <sub>2</sub> =0,009	48,5±4,8 p <sub>1</sub> =0,001	45,4±5,3 p <sub>1</sub> ≤0,001	53,04±3,27
Темпоральний сектор	50,19±4,98 p <sub>1</sub> =0,026	49,84±5,01 p <sub>1</sub> =0,012	46,16±6,35 p <sub>1</sub> ≤0,001	53,58±3,86
Верхній сектор	50,69±3,70 p <sub>2</sub> =0,004	48,08±5,45 p <sub>1</sub> =0,001	45,19±6,08 p <sub>1</sub> ≤0,001	53,3±4,0
Носовий сектор	50,46±5,10 p <sub>2</sub> =0,002	47,81±5,93 p <sub>1</sub> =0,003 p <sub>2</sub> =0,049	43,64±6,30 p <sub>1</sub> ≤0,001	52,59±3,6
Нижній сектор	49,32±4,93 p <sub>1</sub> =0,037	48,43±6,23 p <sub>1</sub> =0,017	46,82±5,97 p <sub>1</sub> ≤0,001	52,61±4,26

Примітки: p<sub>1</sub> – достовірність відмінностей з контрольною групою; p<sub>2</sub> – достовірність відмінностей з III групою.

**Таблиця 2.** Показники товщини сітківки у пацієнтів з вологою формою ВМД та у здорових осіб

Товщина сітківки (M±SD), (мкм)	I група (<0,6) (n=15)	II група (0,6-0,8) (n=17)	III група (>0,8) (n=19)	IV група (контрольна) (n=22)
Фовеа	391,9±135,5 p≤0,001	357,17±134,88 p=0,001	320,36±162,77	256,6±15,66
Парафовеа	361,86±81,86 p=0,024	371,41±80,05 p=0,005	343,68±93,08	320,41±10,91
Темпоральний сектор	365,66±108,83 p=0,029	357,29±90,05 p=0,027	336,44±101,36	312,95±9,64
Верхній сектор	367,53±99,68 p=0,04	361,76±76,33 p=0,021	327,21±116,25	322,09±11,49
Носовий сектор	378,33±73,10 p=0,002	384,41±88,58 p=0,004	360,0±114,32	326,55±12,82
Нижній сектор	363,06±87,16 p=0,028	382,17±123,95 p=0,025	337,73±88,61	320,27±11,25

Примітки: p – достовірність відмінностей з контрольною групою.

викликає великий клінічний інтерес, оскільки зміна її метричних параметрів може бути важливим показником початку та прогресування хвороб сітківки. Для визначення показників ФАЗ у нормі було проведено ряд досліджень, за результатами яких площа ФАЗ поверхневого сплетення в нормі коливається від 0,25 до 0,34 мм<sup>2</sup>, а глибокого – від 0,37 до 0,48 мм<sup>2</sup> [10, 21], що збігається з отриманими нами показниками у групі контролю, куди увійшли очі здорових осіб. Розміри ФАЗ та щільність судин інтенсивно вивчалися при різних патологічних станах. Так, збільшення площі ФАЗ та зниження щільності судинного сплетення, зареєстровані за допомогою ОКТ-А, можуть бути індикатором порушень сітківки, таких як діабетична ре-

тинопатія та оклюзія судин у сітківці [13, 14, 22, 23]. Були також проведені дослідження щодо змін ФАЗ у пацієнтів з неексудативною формою ВМД, де не було виявлено статистично значущих змін ФАЗ у пацієнтів з різними стадіями сухої ВМД у порівнянні з контрольними групами здорових осіб [24].

Наскільки нам відомо, раніше не проводилось досліджень змін показників ФАЗ та стану мікроциркуляторного русла у хворих з ексудативною ВМД. Отримані нами результати свідчать про наявність збільшення площі ФАЗ глибокого сплетення у всіх пацієнтів з вологою ВМД незалежно від зміни показників стану мікросудинного русла та товщини сітківки. При цьому у окремих групах пацієнтів визначались нормаль-

ні показники площі ФАЗ поверхневого сплетення при відсутності зниження щільності судинного сплетення та наявності значного набряку сітківки, і навпаки – збільшення площі ФАЗ поверхневого сплетення при зниженні показників стану мікросудинного русла та відносно невеликому набряку сітківки.

Деякі автори описують у нормі негативну кореляцію між поверхневою площею ФАЗ та товщиною центральної сітківки [10, 20], що також мало місце в нашому дослідженні у пацієнтів групи контролю ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,05$ ). Але у пацієнтів з ексудативною ВМД статистично значимих кореляційних зв'язків між площею ФАЗ та товщиною сітківки виявлено не було.

### Висновки

1. ОКТ-А безконтактний, неінвазивний метод дослідження стану мікроциркуляторного русла сітківки, який дозволяє отримати кількісні дані (щільність судинного сплетення, площа аваскулярної зони) у судинному сплетенні сітківки.

2. При на ексудативній формі ВМД виявлено збільшення площі аваскулярної зони у глибокому сплетенні сітківки в усіх групах спостереження від 1.5 до 1.9 разів ( $p < 0,01$ ).

3. Щільність судин поверхневого сплетення сітківки в парафовеальній зоні у хворих на ексудативну ВМД достовірно знижувалася в III групі (показник склав  $45,4 \pm 5,3\%$ ) у порівнянні з I групою ( $50,2 \pm 4,3\%$ ) та контрольною групою, де показник склав  $53,04 \pm 3,27\%$ .

4. Морфологічні зміни сітківки при ексудативній формі ВМД не відображають зміни стану судинного русла сплетень сітківки. При співвідношенні площі ФАЗ  $< 0,6$  у хворих спостерігається збільшення товщини сітківки ( $361,86 \pm 81,86$  мкм), та відсутні значні зміни щільності судин у порівнянні з контролем. При збільшенні співвідношення площі ФАЗ  $> 0,8$  товщина сітківки в парафовеа достовірно не змінена ( $343,68 \pm 93,08$  мкм), в той час як виявлено достовірне зменшення щільності судин.

### Література

- Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis / W. L. Wong, X. Su, X. Li [et al.] // *The Lancet Global Health*. – 2014. – Vol. 2. – P. 106-116.
- Diagnostic evaluation of type 2 (classic) choroidal neovascularization: optical coherence tomography, indocyanine green angiography, an fluorescein angiography / F. Sulzbacher, C. Kiss, M. Munk [et al.] // *American Journal of Ophthalmology*. – 2011. – Vol. 152. – P. 799-806.
- Clinical guide to Angio-OCT: non invasive, dyeless OCT angiography / [B. Lumbroso, D. Huang, Y. Jia et al.]. – [1st ed.]. - New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd., 2015. – 86 p.
- Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography / Y. Jia, O. Tan, J. Tokayer [et al.] // *Optics Express*. – 2012. – Vol. 20. – P. 4710-4725.
- optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age-related macular degeneration / Y. Jia, S. T. Bailey, D. J. Wilson [et al.] // *Ophthalmology*. – 2014. – Vol. 121. – P. 1435-1444.
- Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye / Y. Jia, S. T. Bailey, T. S. Hwang [et al.] // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2015. – Vol. 112 (18). – P. 2395-2402.
- Savastano M. C. In vivo characterization of retinal vascularization morphology using optical coherence tomography angiography / M. C. Savastano, B. Lumbroso, M. Rispoli // *Retina*. – 2015. – Vol. 35 (11). – P. 2196-2203.
- Информативность ОКТ-ангиографии в сочетании с исследованиями регионарной гемодинамики при окклюзии вен сетчатки / С. Н. Тульцева, Ю. С. Астахов, А. Г. Руховец [и др.] // *Офтальмол. ведомости*. – 2017. – Т. 10 (2). – С. 40-48.
- Quantifying microvascular abnormalities with increasing severity of diabetic retinopathy using optical coherence tomography angiography / P. L. Nesper, P. K. Roberts, A. C. Onishi [et al.] // *Investigative ophthalmology & visual science*. – 2017. – Vol. 58 (6). – P. BI0307-BI0315.
- Correlation of foveal avascular zone size with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography / W. A. Samara, E. A. T. Say, C. T. L. Khoo [et al.] // *Retina*. – 2015. – Vol. 35. – P. 2188-2195.
- Reproducibility and repeatability of foveal avascular zone measurements in healthy subjects by optical coherence tomography angiography / P. Carpineto, R. Mastropasqua, G. Marchini [et al.] // *British Journal of Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 100. – P. 671-676.
- Visual acuity is correlated with the area of the foveal avascular zone in diabetic retinopathy and retinal vein occlusion / C. Balaratnasingam, M. Inoue, S. Ahn [et al.] // *Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 123. – P. 2352-2367.
- Swept-source OCT angiography imaging of the foveal avascular zone and macular capillary network density in diabetic retinopathy / M. Al-Sheikh, H. Akil, M. Pfau [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2016. – Vol. 57. – P. 3907-3913.
- Enlargement of foveal avascular zone in diabetic eyes evaluated by en face optical coherence tomography angiography / N. Takase, M. Nozaki, A. Kato [et al.] // *Retina*. – 2015. – Vol. 35. – P. 2377-2383.
- Optical coherence tomography angiography of the foveal avascular zone in diabetic retinopathy / F. J. Freiberg, M. Pfau, J. Wons [et al.] // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2016. – Vol. 254. – P. 1051-1058.
- Acircularity index and axis ratio of the foveal avascular zone in diabetic eyes and healthy-controls measured by optical coherence tomography angiography / B. D. Krawitz, L. S. Mo, S. Geyman [et al.] // *Vision Res*. – 2017. – Vol. 139. – P. 177-186.
- Morphologic criteria of lesion activity in neovascular age-related macular degeneration: a consensus article / S. Miotto, N. Zemella, E. Gusson [et al.] // *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. – 2018. – Vol. 34 (3). – P. 298-308.
- Matsunaga D.** OCT angiography in healthy human subjects / D. Matsunaga, C. A. Puliafito, A. H. Kashani // *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging Retina*. – 2014. – Vol. 45. – P. 510-515.
- Clinical OCT angiography atlas / [B. Lumbroso, D. Huang, Ch. J. Chen et al.]. – [1st ed.]. - New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd., 2015. – 182 p.
- Repeatability of automated vessel density measurements using optical coherence tomography angiography / M. Al-Sheikh, T. C. Tepelus, T. Nazikyan, S. V. R. Sadda // *Brit-*

- ish Journal of Ophthalmology. – 2017. – Vol. 101 (4). – P. 449-452.
21. Optical coherence tomography angiography evaluation of the parafoveal vasculature and its relationship with ocular factors / C. S. Tan, L. W. Lim, V. S. Chow [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2016. – Vol. 57. – P. 224-234.
  22. Retinal capillary network and foveal avascular zone in eyes with vein occlusion and fellow eyes analyzed with optical coherence tomography angiography retinal capillary network and FAZ in RVO with OCTA / M. Adhi, M. A. B. Filho, R. N. Louzada [et al.] // Investigative ophthalmology & visual science. – 2016. – Vol. 57. – P. 486-494.
  23. Optical coherence tomography angiography of retinal venous occlusion / A. H. Kashani, S. Y. Lee, A. Moshfeghi [et al.] // Retina. – 2015. – Vol. 35. – P. 2323-2331.
  24. Stavrev V. Quantitative assessment of foveal avascular zone in patients with early and intermediate nonexudative age-related macular degeneration using optical coherence tomography-angiography / V. Stavrev, N. Sivkova, D. Koleva-Georgieva // Open Journal of Ophthalmology. – 2018. – Vol. 8 (3). – P. 133-139.

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

*Поступила 12.11.2018*

### **Оценка изменений морфологии и состояния микрососудистого русла сетчатки у пациентов с экссудативной формой возрастной макулярной дегенерации с помощью оптической когерентной томографии-ангиографии**

Луценко Н. С., Рудычева А. А., Исакова О. А., Кириллова Т. С.

ГЗ «Запорожская медицинская академия последипломного образования Министерства здравоохранения Украины»; Запорожье (Украина)

*Оптическая когерентная томография-ангиография (ОКТ-А) позволяет получить количественные данные о состоянии микроциркуляторного русла, такие как плотность сосудистого сплетения, а также площадь фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ).*

**Цель исследования** – оценить особенности морфологических изменений и показателей состояния микрососудистого русла сетчатки с помощью ОКТ-А у больных с экссудативной формой возрастной макулярной дегенерации.

**Материалы и методы.** Исследовано 47 пациентов с экссудативной формой ВМД (51 глаз), и 13 здоровых лиц (22 глаза), которые составили контрольную группу. Проведено исследование количественных показателей ОКТ-А (площадь ФАЗ в поверхностном и глубоком сплетениях, плотность сосудов, толщина сетчатки). Согласно расчета соотношения площадей ФАЗ поверхностного и глубокого сплетений пациенты были разделены на 3 группы: I группа - меньше 0,6 (15

глаз), II группа - 0,6 - 0,8 (17 глаз), III группа - более 0,8 (19 глаз).

**Результаты.** Наблюдалось увеличение ФАЗ глубокого сплетения у пациентов всех 3 групп. Выявлено достоверное увеличение ФАЗ поверхностного сплетения в III группе. Выявлено, что у пациентов I группы наблюдается преимущественно отек сетчатки при минимальных нарушениях состояния микроциркуляторного русла. Группа II также характеризуется увеличением толщины сетчатки, но этому сопутствует умеренное снижение плотности сосудистого сплетения. В III группе наблюдалось значительное уменьшение плотности сосудов поверхностного сплетения и одновременно незначительное изменение показателей толщины сетчатки.

**Выводы.** ОКТ-А позволяет провести оценку изменений морфологии и состояния микроциркуляторного русла сетчатки, определить ФАЗ и плотность сосудов у больных экссудативной формой ВМД.

**Ключевые слова:** оптическая когерентная томография-ангиография, возрастная макулярная дегенерация, фовеальная аваскулярная зона, плотность сосудов