

DOI: [https://doi.org/10.34287/MMT.1\(52\).2022.3](https://doi.org/10.34287/MMT.1(52).2022.3)Н. С. Луценко¹, Т. В. Неділька²¹Державний заклад «Запорізька медична академія післядипломної освіти Міністерства охорони здоров'я України» Запоріжжя, Україна²Комунальне некомерційне підприємство «Запорізька обласна клінічна лікарня» Запорізької обласної ради Запоріжжя, УкраїнаN. S. Lutsenko¹, T. V. Nedilka²¹State Institution «Zaporizhzhia Medical Academy of post-graduate education Ministry of Health of Ukraine» Zaporizhzhia, Ukraine²Municipal non-profit enterprise «Zaporizhzhya Regional Clinical Hospital» of Zaporizhzhya Regional Council Zaporizhzhia, Ukraine

ДІАГНОСТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ОПТИЧНОЇ КОГЕРЕНТНОЇ ТОМОГРАФІЇ ТА АНГІОГРАФІЇ У ДІАГНОСТИЦІ ПЕРВИННОЇ ВІДКРИТОКУТОВОЇ ГЛАУКОМИ

Diagnostic capabilities of optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography in the diagnosis of primary open-angle glaucoma

Реферат

Мета дослідження. Визначення характерних змін шару нервових волокон (ШНВ), гангліонарного комплексу (ГК) та мікроциркуляторного русла сітківки у хворих на первинну відкритокутову глаукому (ПВКГ) за допомогою оптичної когерентної томографії (ОКТ) та оптичної когерентної томографії ангіографії (ОКТА).

Матеріали та методи. У дослідженні взяли участь 20 осіб (11 жіночої, 9 чоловічої статі). Пацієнти були розподілені на 2 групи. В першу групу увійшло 10 клінічно здорових осіб, в другу групу – 10 хворих на ПВКГ. Всім пацієнтам проведено стандарте офтальмологічне обстеження, ОКТ/ОКТА дослідження ШНВ, ГК та мікроциркуляторного русла сітківки.

Результати. В ході дослідження визначено характерні зміни у хворих на ПВКГ. Встановлено, що товщина ШНВ та щільність судинних сплеть (ЩСС) сітківки зменшуються при розвитку глаукомної оптикопатії. В порівнянні з групою здорових осіб у хворих на ПВКГ показник товщини ШНВ у нижньо-скроневому секторі перипапільярної зони було зменшено на 44,04% ($p < 0,01$), щільність поверхневого судинного сплетіння зменшена на 16,3%, глибокого – на 12,5% ($p < 0,01$). Периметр фовеолярної

Abstract

Purpose of the study. To assess the features of the retinal nerve fiber layer (RNFL), ganglion complex (GC) and the microcirculatory bed of the retina in patients with primary open-angle glaucoma (POAG) using optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomography angiography (OCTA).

Materials and methods. The study involved 20 people (11 females, 9 males). Patients were divided into 2 groups. The first group included 10 clinically healthy individuals, the second group – 10 patients with POAG. All patients underwent standard ophthalmic examination, OCT/OCTA examination of the RNFL, GC and retinal microcirculatory bed.

Results. The study identified the most sensitive indicators to the progression of the glaucoma process. It was found that the RNFL thickness and the density of the retinal vascular progressively decrease with the development of glaucoma opticopathy. Compared with the group of healthy individuals in patients with POAG, the RNFL thickness in the lower temporal sector of the peripapillary zone was reduced by 44,04% ($p < 0,01$). Compared with healthy individuals, the density of the superficial vascular plexus decreased by 16,3%, deep – by 12,5% ($p < 0,01$).

аваскулярної зони (ФАЗ) у хворих на глаукому збільшено за 31,01%, площа ФАЗ збільшена у 1,6 рази ($p < 0,01$).

Висновки. ОКТ та ОКТА є ефективними методами оцінки стану ГК, ШНВ та мікроциркуляторного русла сітківки, що дозволяють проводити діагностику та неінвазивний моніторинг хворих на ПВКГ.

Ключові слова: оптична когерентна томографія, ангиографія, гангліонарний комплекс, первинна відкритокутова глаукома, щільність судин сітківки, фовеолярна аваскулярна зона, капілярне перипапілярне сплетіння.

The perimeter of the foveolar avascular zone in patients with glaucoma increased by 31,01%, the area of the foveolar avascular zone increased 1,6 times ($p < 0,01$).

Conclusions. OCT and OCTA are effective methods for assessing the state of GC, RNFL and microcirculatory bed of the retina, which allow for non-invasive monitoring and evaluation of these indicators in patients with POAG.

Keywords: optical coherence tomography, angiography, ganglion complex, primary open-angle glaucoma, retinal vessel density, foveolar avascular zone, capillary peripapillary plexus.

ВСТУП

Оптична когерентна томографія (ОКТ) та оптична когерентна томографія ангиографія (ОКТА) – являють собою неінвазивні, точні, безпечні для пацієнта методики дослідження стану переднього та заднього сегменту ока. Ці методики, продемонстрували свою ефективність при найрізноматніших захворюваннях очей, зокрема при первинній відкритокутовій глаукомі (ПВКГ). Це тяжке, інвалідизуюче, невинно прогресуюче захворювання посідає друге місце у світі серед причин сліпоти [1]. Оскільки функціональні зміни, здебільшого слідкують за структурними змінами органа зору, виправданим є використання ОКТ та ОКТА для ранньої діагностики доклінічних форм глаукоми [2].

На сьогоднішній день, виділяють два основних механізми розвитку глаукомної оптикопатії – механічний та судинний [3]. Механічна теорія, пояснює апоптоз порушенням аксонального транспорту гангліозних клітин сітківки (ГКС), через ремодуляцію решітчастої пластинки, внаслідок підвищення внутрішньочного тиску (ВОТ) [4]. Решітчаста пластинка стає тоншою та деформується, зростає відношення екскавації до диску зорового нерву (ДЗН), ускладнюється аксоплазматичний транспорт зорового нерву, що закінчується апоптозом ГКС [5]. Проте ця теорія неспроможна пояснити як прогресування глаукоми в осіб з нормальними значеннями ВОТ, так і відсутність оптикопатії в осіб з високими показниками ВОТ [6]. Судинна теорія пояснює апоптоз ГКС зниженням очного кровотоку та перфузії зорового нерву [7]. Гіперперфузія та втрата судинної ауторегуляції призводять до ішемії та окисного стресу [8].

Діагностичні можливості ОКТ та ОКТА охоплюють широкий спектр структур, що змінюються відповідно до обох теорій розвитку глаукоми. Товщина шару нервових волокон (ШНВ) диску зорового нерва (ДЗН) та гангліонарного комплексу (ГК) сітківки, щільність капілярного перипапілярного сплетіння, щільність глибокого та поверхневого судинних сплетіння,

параметри ДЗН та фовеолярної аваскулярної зони (ФАЗ) заслуговують пильного та детального вивчення, як у нормі так і у випадку глаукомного процесу. Визначення характерних для ПВКГ змін цих структур, пошук послідовностей та патернів їх ремодуляції, мають розширити та підвищити ефективність ранньої діагностики та оцінки прогресії ПВКГ.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення характерних змін шару нервових волокон, гангліонарного комплексу та мікроциркуляторного русла сітківки у хворих на первинну відкритокутову глаукому за допомогою оптичної когерентної томографії та оптичної когерентної томографії ангиографії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У дослідженні взяли участь 20 осіб (11 жіночої, 9 чоловічої статі). Відповідно з метою та завданнями дослідження пацієнти були розподілені на 2 групи. В першу групу увійшло 10 клінічно здорових осіб, в другу групу – 10 хворих на первинну відкритокутову глаукому. Середній вік обстежених ($M \pm SD$) становив ($57,9 \pm 11,3$) (діапазон від 36 до 70). Критеріями включення у дослідження були вік від 36 до 70 років, відсутність на даний момент і раніше будь яких офтальмологічних захворювань окрім ПВКГ та аномалій рефракції у діапазоні від мінус 3,0 дптр до 2,0 дптр, що піддаються повній корекції, відсутність супутніх загальних захворювань, що можуть впливати на стан судинного русла сітківки (гіпертонічна хвороба, цукровий діабет і т. і.). Критеріями виключення були наявність низької якості зображення ОКТ та ОКТА (оцінка якості скану (SQ) нижче 7 балів) через непрозорість середовищ або мимовільні рухи очей.

ОКТ та ОКТА зображення мікроциркуляторного русла сітківки були отримані за допомогою системи AngioVue OCT-A (RTVue XR OCT Avanti, Optovue, Inc., Fremont, CA), що використовує алгоритм ангиографії з розділенням спектра і

декореляції амплітуди (split-spectrum amplitude decorrelation angiography – SSADA). Дослідження проводилось в умовах штучного затемнення кімнати без використання засобів для мідріазу зіниці.

Кожне сканування підлягало автоматичній обробці програмою корекції руху DualTrac, що поєднує стеження за рухом очей під час сканування та запатентовані алгоритми післяобробки отриманих сканів, та перевірки на правильність автоматичної сегментації шарів сітківки шляхом прокрутки курсора по всім В-сканам сканованої ділянки. У разі наявності помилок сегментації виконувалась їх мануальна корекція.

Кількісний аналіз виконувався за допомогою протоколу AngioAnalytics. За даними ОКТА проводилась оцінка окремо поверхневого та глибокого сплетінь сітківки, капілярного сплетіння перипапілярної зони та ФАЗ за допомогою автоматичної опції «Density» та «FAZ» з використанням рапорту параметрів цілого зображення.

ОКТ зображення ДЗН та оцінка ШНВ проводилась у режимі ONH з діаметром кола 4,5 мм. Оцінка ГКК проводилась у режимі GCC з площею скану 6 мм x 6 мм.

Всі дослідження проведено з дотриманням умов Гельсінкської конвенції. Так само отримано позитивне рішення локального етичного комітету. Усі учасники дослідження добровільно підписали інформовану згоду.

Для статистичного аналізу результатів використовувався 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 ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження товщини ГК сітківки, фокальних та глобальних втрат гангліонарних клітин приведено у таблиці 1.

Середня товщина ГК в першій групі, достовірно вища на 29,87% ($p = 0,00$), також як вищі показники товщини ГК у верхньому і нижньому секторах на 28,03% і 30,22% відповідно, ніж у другій групі (рис. 1). Показники ж фокальних втрат та глобальних втрат, у другій групі достовірно вищі ніж у групі здорових людей ($p = 0,00$). Зменшення товщини ГК та збільшення фокальних та глобальних втрат у другій групі, вказують на загибель аксонів гангліонарних клітин сітківки та характеризують розвинену нейродегенерацію [9].

Нижче приведено данні товщини ШНВ та щільності судинних сплетінь ДЗН (табл. 2).

Таблиця 1

Показники товщини ГК сітківки, фокальних та глобальних втрат гангліонарних клітин, товщини ШНВ

| Показник, ($M \pm SD$) | 1 група | 2 група | p |
|--------------------------|---------------|---------------|------|
| Середня товщина ГК, мкм | 100,05 ± 4,03 | 77,61 ± 9,46 | 0,00 |
| ГК верхній сектор, мкм | 99,40 ± 4,69 | 77,94 ± 11,31 | 0,00 |
| ГК нижній сектор, мкм | 100,70 ± 3,96 | 77,33 ± 9,22 | 0,00 |
| Фокальні втрати ГК, % | 0,15 ± 0,13 | 6,04 ± 4,28 | 0,00 |
| Глобальні втрати ГК, % | 0,92 ± 1,43 | 17,64 ± 8,98 | 0,00 |

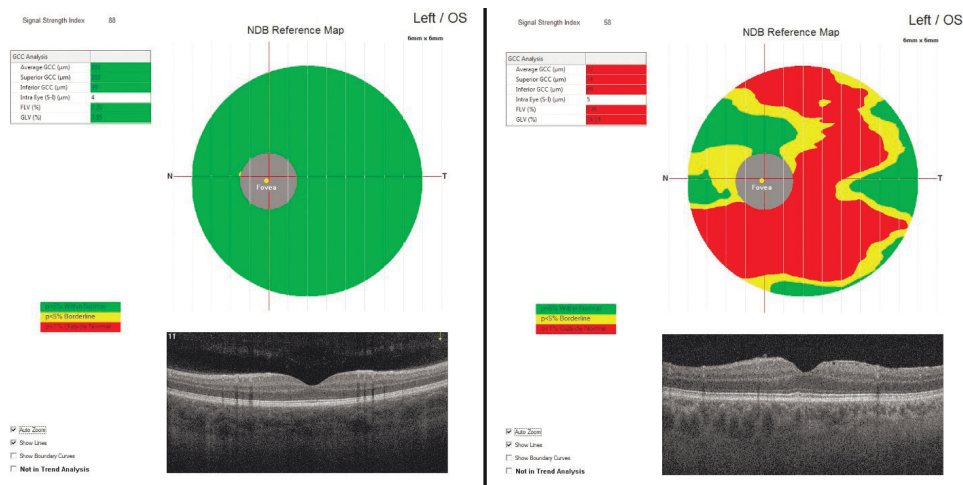


Рис. 1. Різниця у стані ГК між здоровим оком (зліва) та оком хворого на ПВКГ (зправа)

Товщина ШНВ, ЩСС ДЗН, параметри ДЗН

| Показники | 1 група | 2 група | p |
|--|----------------|---------------|----------|
| Товщина шару нервових волокон (M ± SD), мкм | | | |
| Середня товщина | 103,80 ± 6,45 | 75,50 ± 10,58 | 0,00 |
| Перипапілярно | 111,16 ± 8,39 | 76,38 ± 16,15 | 0,00 |
| Верхньої половини | 112,40 ± 8,47 | 74,61 ± 16,10 | 0,00 |
| Нижньої половини | 108,45 ± 10,25 | 75,28 ± 13,99 | 0,00 |
| Назально-верхній сектор | 105,65 ± 16,40 | 75,89 ± 15,10 | 0,000002 |
| Назально-нижній сектор | 85,75 ± 11,73 | 67,17 ± 11,58 | 0,00002 |
| Нижньо-назальний сектор | 122,85 ± 24,78 | 88,89 ± 25,06 | 0,000169 |
| Нижньо-скроневи́й сектор | 153,10 ± 17,92 | 85,67 ± 33,36 | 0,00 |
| Скронево-нижній сектор | 75,80 ± 11,99 | 58,56 ± 10,65 | 0,000042 |
| Скронево-верхній сектор | 74,70 ± 13,29 | 60,06 ± 13,27 | 0,001689 |
| Верхньо-скроневи́й сектор | 132,45 ± 16,24 | 77,39 ± 31,95 | 0,00 |
| Верхньо-назальний сектор | 142,05 ± 18,58 | 82,39 ± 24,36 | 0,00 |
| Щільність судинних сплетінь ДЗН (M ± SD), % | | | |
| Всього зображення | 49,19 ± 1,74 | 39,77 ± 7,25 | 0,000006 |
| Всередині диску | 53,38 ± 3,44 | 46,81 ± 10,83 | 0,018763 |
| Перипапілярно | 50,73 ± 2,14 | 41,15 ± 8,36 | 0,000041 |
| Верхня половина | 51,14 ± 1,88 | 41,34 ± 9,64 | 0,000148 |
| Нижня половина | 50,32 ± 2,72 | 40,95 ± 7,38 | 0,000018 |
| Назально-верхній сектор | 47,72 ± 3,15 | 39,85 ± 7,56 | 0,00031 |
| Назально-нижній сектор | 46,83 ± 4,08 | 39,68 ± 5,30 | 0,000164 |
| Нижньо-назальний сектор | 46,79 ± 4,30 | 38,85 ± 7,72 | 0,000785 |
| Нижньо-скроневи́й | 56,14 ± 4,43 | 41,31 ± 14,04 | 0,000154 |
| Скронево-нижній сектор | 77,18 ± 103,88 | 44,52 ± 9,19 | 0,269616 |
| Скронево-верхній сектор | 53,49 ± 3,36 | 48,75 ± 10,58 | 0,076356 |
| Верхньо-скроневи́й сектор | 55,35 ± 3,37 | 37,65 ± 16,11 | 0,000058 |
| Верхньо-назальний сектор | 49,56 ± 3,12 | 38,33 ± 11,21 | 0,000242 |
| Параметри ДЗН, (M ± SD) | | | |
| Співвідношення площі екскавації до площі диску | 0,30 ± 0,17 | 0,64 ± 0,19 | 0,000001 |
| Вертикальне співвідношення | 0,46 ± 0,23 | 0,81 ± 0,14 | 0,000003 |
| Горизонтальне співвідношення | 0,55 ± 0,26 | 0,83 ± 0,15 | 0,000331 |
| Площа обідку | 1,32 ± 0,36 | 0,74 ± 0,44 | 0,000052 |
| Площа диску | 1,89 ± 0,26 | 1,97 ± 0,32 | 0,403402 |
| Об'єм екскавації | 0,13 ± 0,14 | 0,47 ± 0,29 | 0,000037 |

У пацієнтів другої групи спостерігається зниження показників товщини ШНВ у всіх секторах. Перипапілярна товщина ШНВ у другій групі на 31,29% нижча ніж у групі здорових людей (p = 0,00). У групі хворих на глаукому, знижено показники у назально-верхньому секторі на 28,17% (p < 0,05), назально-нижньому на 21,67% (p < 0,05), нижньо-назальному на 27,64% (p = 0,000169), скронево-нижньому на 27,74% (p < 0,05), скронево-верхньому на 19,6% (p = 0,001689), у верхньо-скроневому та верхньо-назальному секторах на 41,57% (p = 0,00) та 42,00% (p = 0,00) відповідно. Звертає на себе

увагу зниження товщини ШНВ у другій групі у нижньо-скроневому секторі, що становить 44,04% проти першої групи (p = 0,00). За даними літератури, саме в цьому секторі найчастіше відбувається значне зменшення товщини ШНВ і спостерігається найменша схильність до покращення [10]. Donald L. В. та колеги провели аналіз товщини ШНВ у різних секторах ДЗН у 63 пацієнтів з глаукомою з різними ступенями вираженості візуальних дефектів. При проведенні ROC-аналізу, найбільші показники площі під кривою (0,959) були отримані у нижньо-скроневому секторі [11]. Подібні результати

отримали Christopher K. L. та колеги провівши аналіз товщини ШНВ у 27 здорових осіб, 21 особи з підозрою на глаукому та у 41 людини з діагнозом глаукоми. Проведений ROC-аналіз даних ОКТ виявив найвищий показник площі від кривою (0,909) у нижньо-скроневому секторі [12]. Також варто зауважити, що нервові волокна у темпоральних секторах, які відповідають папілломакулярному пучку, зберігаються найкраще. Це узгоджується зі спостереженням, що пацієнти з глаукомою зберігають центральний зір до пізніх стадій захворювання [13]. Нижче, на рисунку 2, для покращення сприйняття даних, графічно зображено товщину ШНВ відносно до анатомо-топографічних секторів ДЗН, у першій і другій групі.

Тенденція до зниження показників у другій групі зберігається і в результатах виміру ЩСС навколо ДЗН (рис. 4). Відмічається достовірне зниження цих показників у всіх досліджуваних секторах, окрім скронево-нижнього ($p = 0,269616$) і скронево-верхнього сектору ($p = 0,076356$). ЩСС у назально-верхньому секторі знижено на 16,49% ($p = 0,00031$), назально-нижньому на 15,27% ($p = 0,000164$), нижньо-назальному на 16,97% ($p = 0,000785$), нижньо-скронево-

на 26,47% ($p = 0,000154$), у верхньо-скронево-му та верхньо-назальному секторах ЩСС менша на 31,98% ($p < 0,05$), та 22,66% ($p = 0,000242$) відповідно. Як і у випадку товщини ШНВ, найбільша тенденція до втрати ЩСС спостерігається у нижніх та верхніх секторах ДЗН. Особливої уваги заслуговує зменшення щільності перипапільярного сплетіння у другій групі на 18,88% в порівнянні з першою групою ($p < 0,05$), зміни в якому є важливим прогностичним та діагностичним критерієм глаукомного процесу [14]. Графічне зображення ЩСС перипапільярної зони зображено на рисунку 3.

Зниження відношення ширини нейроретинального обідку до площі ДЗН у другій групі проти першої групи, а також збільшення об'єму екскавації ДЗН, вказує на ремоделювання решітчастої пластинки. Це, в свою чергу, впливає на аксони гангліонарних клітин сітківки, шляхом їх стиснення, і призводить до характерних для глаукоми змін [15].

Стан щільності поверхневого та глибокого судинного сплетіння сітківки, параметри ФАЗ наведено у таблиці 3.

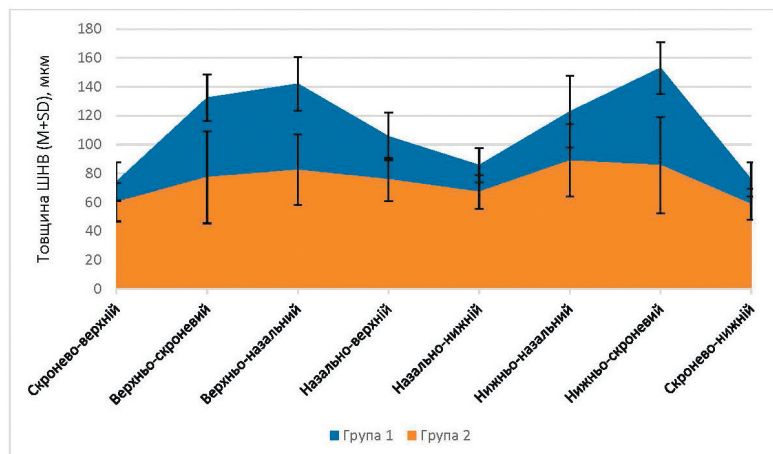


Рис. 2. Графічне зображення товщини ШНВ відносно до анатомо-топографічних секторів ДЗН

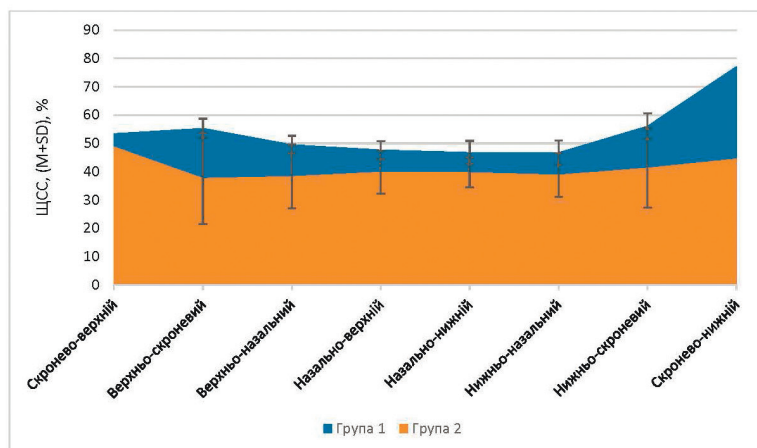


Рис. 3. Графічне зображення ЩСС у відношенні до анатомо-топографічних секторів перипапільярної зони

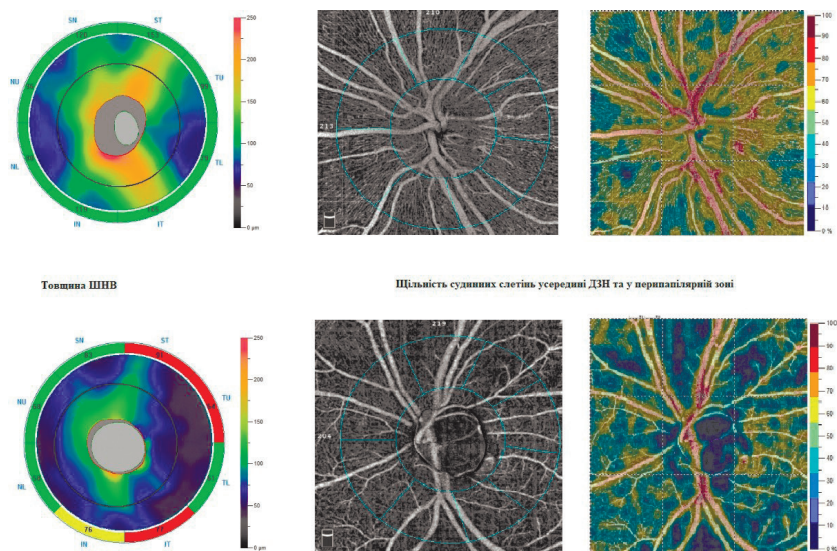


Рис. 4. Приклад різниці у товщині ШНВ та ЩСС усереднені ДЗН та перипапільярній зоні між здоровим оком (згори) та оком хворого на ПВКГ (знизу)

При дослідженні щільності поверхневого судинного сплетіння у зоні 6 мм x 6 мм було визначено зменшення показників кровотоку у другій групі в порівнянні з першою на 16,36% ($p < 0,05$) на всьому скані, і окремо на 34,09% ($p = 0,000263$) у фовеа, на 10,44% у парафовеа ($p = 0,001943$) та на 16,92% у перифовеа ($p < 0,05$) (рис. 5). Та ж тенденція до зменшення щільності кровотоку зберіглась і в глибокому судинному сплетінні: 12,5% на всьому зображенні ($p = 0,001486$), 26,64% у фовеа ($p = 0,00$), 7,18% у парафовеа ($p = 0,00628$), і на 13,4% у перифовеа ($p = 0,001326$). На фоні глаукомного процесу найбільше зменшилися показники щільності поверхневого судинного сплетіння, що підтверджує раніше проведені дослідження [16, 17].

Нами була відмічена залежність між щільністю поверхневого судинного сплетіння та се-

редньою товщиною ГК, як у групі здорових осіб ($r = 0,49583$, $p = 0,03$) так і у хворих на ПВКГ ($r = 0,634651$, $p = 0,02$). Окремої уваги слід приділити різниці у параметрах ФАЗ. Збільшення площі ФАЗ при дегенеративних патологіях сітківки було доведено в попередніх дослідженнях [18]. Периметр ФАЗ у другій групі виявився більшим на 31,01% ($p < 0,05$) ніж у першій групі, також у хворих на глаукому відмічається збільшення площі ФАЗ у 1,6 рази ($p < 0,05$) ніж у групі здорових людей. Зниження показників кровотоку у поверхневому судинному сплетінні і збільшення ФАЗ і раніше були відмічені при розвиненій глаукомній оптикопатії [19].

Це дослідження має деякі обмеження. Розмір вибірки досліджуваних є невеликим, тому необхідні більш ретельні дослідження у більших когортах.

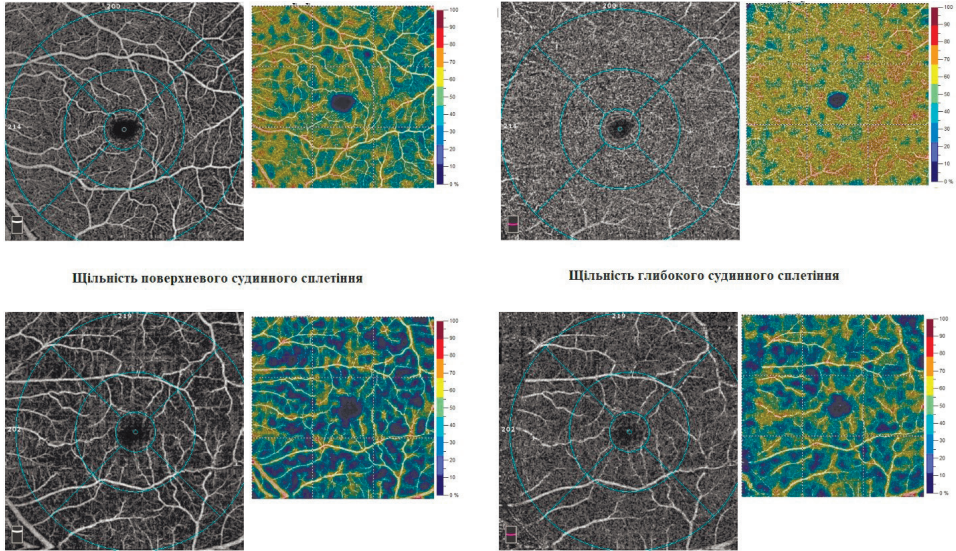


Рис. 5. Приклад порівняння щільності поверхневого та глибокого судинного сплетіння між здоровим оком (згори) та оком хворого на глаукому (знизу)

Показники щільності поверхневого та глибокого судинних сплетінь сітківки та параметри ФАЗ

| Показники | Група 1 | Група 2 | p |
|---|--------------|--------------|----------|
| Щільність поверхневого судинного сплетіння (M ± SD), % | | | |
| Усього зображення | 51,35 ± 2,73 | 42,95 ± 5,64 | 0,000004 |
| Верхньої половини | 51,24 ± 2,72 | 43,37 ± 5,99 | 0,00002 |
| Нижньої половини | 51,49 ± 2,87 | 42,52 ± 5,67 | 0,000002 |
| Фовеа | 29,45 ± 8,03 | 19,41 ± 4,14 | 0,000263 |
| Паравофеа | 53,36 ± 3,45 | 47,79 ± 5,83 | 0,001943 |
| Парафофеа: верхня половина | 53,34 ± 3,14 | 47,91 ± 5,29 | 0,000986 |
| Парафофеа: нижня половина | 53,38 ± 3,90 | 47,39 ± 6,52 | 0,002821 |
| Парафофеа: скроневий сектор | 52,91 ± 3,10 | 46,98 ± 6,39 | 0,000665 |
| Парафофеа: верхній сектор | 54,17 ± 2,59 | 48,92 ± 5,66 | 0,001255 |
| Парафофеа: назальний сектор | 51,56 ± 7,36 | 47,78 ± 4,92 | 0,116118 |
| Парафофеа: нижній сектор | 54,73 ± 3,62 | 47,45 ± 7,28 | 0,000741 |
| Перифофеа | 51,72 ± 3,21 | 42,97 ± 6,09 | 0,00001 |
| Перифофеа: верхня половина | 51,61 ± 3,26 | 43,39 ± 6,60 | 0,000058 |
| Перифофеа: нижня половина | 50,75 ± 6,25 | 52,57 ± 5,89 | 0,000825 |
| Перифофеа: скроневий сектор | 47,81 ± 2,14 | 40,51 ± 5,95 | 0,000042 |
| Перифофеа: верхній сектор | 51,80 ± 3,28 | 42,65 ± 6,96 | 0,000023 |
| Перифофеа: назальний сектор | 55,73 ± 4,26 | 47,66 ± 6,49 | 0,000189 |
| Перифофеа: нижній сектор | 51,88 ± 3,43 | 41,13 ± 5,79 | 0,00 |
| Щільність глибокого судинного сплетіння (M ± SD), % | | | |
| Усього зображення | 54,82 ± 4,39 | 47,97 ± 6,92 | 0,001486 |
| Верхньої половини | 54,61 ± 4,63 | 48,17 ± 7,19 | 0,003735 |
| Нижньої половини | 55,05 ± 4,60 | 47,78 ± 6,77 | 0,000882 |
| Фовеа | 46,69 ± 4,88 | 34,25 ± 4,86 | 0,00 |
| Паравофеа | 57,49 ± 2,77 | 53,36 ± 5,30 | 0,00628 |
| Парафофеа: верхня половина | 57,64 ± 2,57 | 53,90 ± 4,81 | 0,006725 |
| Парафофеа: нижня половина | 57,32 ± 3,12 | 52,82 ± 6,25 | 0,009844 |
| Парафофеа: скроневий сектор | 58,56 ± 2,64 | 54,08 ± 6,72 | 0,011294 |
| Парафофеа: верхній сектор | 57,00 ± 3,24 | 53,50 ± 4,56 | 0,014837 |
| Парафофеа: назальний сектор | 57,37 ± 2,78 | 54,08 ± 5,24 | 0,024857 |
| Парафофеа: нижній сектор | 57,04 ± 3,57 | 51,81 ± 6,48 | 0,005423 |
| Перифофеа | 56,58 ± 4,51 | 49,00 ± 7,86 | 0,001326 |
| Перифофеа: верхня половина | 56,41 ± 4,67 | 49,08 ± 8,43 | 0,003057 |
| Перифофеа: нижня половина | 56,75 ± 4,73 | 48,90 ± 7,47 | 0,000815 |
| Перифофеа: скроневий сектор | 58,15 ± 4,23 | 50,82 ± 8,47 | 0,002883 |
| Перифофеа: верхній сектор | 55,65 ± 5,21 | 48,02 ± 8,62 | 0,003364 |
| Перифофеа: назальний сектор | 56,25 ± 4,48 | 49,78 ± 7,59 | 0,00424 |
| Перифофеа: нижній сектор | 56,29 ± 5,40 | 47,35 ± 7,67 | 0,000435 |
| Фовеолярна аваскулярна зона, мм ² | 0,17 ± 0,06 | 0,28 ± 0,08 | 0,000064 |
| Фовеолярна аваскулярна зона периметр, мм | 1,58 ± 0,28 | 2,07 ± 0,31 | 0,000049 |

ВИСНОВКИ

1. ОКТ та ОКТА є ефективними методами оцінки стану ГК, ШНВ та мікроциркуляторного русла сітківки, що дозволяють проводити неін-

вазивний моніторинг та оцінку перерахованих показників у хворих на ПВКГ.

2. Встановлено, що товщина ШНВ та ЩСС сітківки прогресивно зменшуються по мірі розвитку глаукомної оптикопатії. У порівнянні

зі здоровими особами перипапільна товщина ШНВ у хворих на ПБКГ була зменшена на 31,29% ($p = 0,00$), щільність поверхневого судинного сплетіння зменшена на 16,3% ($p < 0,05$), глибокого – на 12,5% ($p = 0,001486$).

3. Найбільше зниження товщини ШНВ помічено у нижньо-скроневому секторі ДЗН. В порівнянні із здоровими особами у хворих на ПБКГ показник було зменшено на 44,04% ($p = 0,00$).

REFERENCES

- Kingman S. Glaucoma is second leading cause of blindness globally. Bull World Health Organ. 2004; 82 (11): 887–888.
- Aghsaei Fard M, Ritch R. Optical coherence tomography angiography in glaucoma. Ann Transl Med. 2020; 8 (18): doi: 10.21037/atm-20-2828.
- Fechtner RD, Weinreb RN. Mechanisms of optic nerve damage in primary open angle glaucoma. Surv Ophthalmol. 1994; 39 (1): 23–42.
- Yan DB, Coloma FM, Metheetrairut A et al. Deformation of the lamina cribrosa by elevated intraocular pressure. Br J Ophthalmol. 1994; 78 (8): 643–8.
- Quigley HA, Hohman RM, Addicks EM et al. Morphologic changes in the lamina cribrosa correlated with neural loss in open-angle glaucoma. Am J Ophthalmol. 1983; 95 (5): 673–91.
- Varma R, Wang D, Wu C et al. Four-year incidence of open-angle glaucoma and ocular hypertension: the Los Angeles Latino Eye Study. Am J Ophthalmol. 2012; 154 (2): 315–325.e1.
- Flammer J. The vascular concept of glaucoma. Surv Ophthalmol. 1994; 38 Suppl: S3–6.
- Schmidl D, Garhofer G, Schmetterer L. The complex interaction between ocular perfusion pressure and ocular blood flow – relevance for glaucoma. Exp Eye Res. 2011; 93 (2): 141–55.
- Scuderi G, Fragiotta S, Scuderi L et al. Ganglion Cell Complex Analysis in Glaucoma Patients: What Can It Tell Us? Eye Brain. 2020; 12: 33–44. doi:10.2147/EB.S226319.
- Leung CKS, Chan WM, Chong KKL et al. Comparative study of retinal nerve fiber layer measurement by StratusOCT and GDx VCC, I: correlation analysis in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46 (9): 3214–20.
- Budenz DL, Michael A, Chang RT et al. Sensitivity and specificity of the StratusOCT for perimetric glaucoma. Ophthalmology. 2005; 112 (1): 3–9.
- Leung CKS, Chan WM, Chong KKL et al. Comparative study of retinal nerve fiber layer measurement by StratusOCT and GDx VCC, I: correlation analysis in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46 (9): 3214–20.
- Leung CKS, Cheung CYL, Weinreb RN et al. Evaluation of Retinal Nerve Fiber Layer Progression in Glaucoma: A Study on Optical Coherence Tomography Guided Progression Analysis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010; 51 (1): 217–22.
- Grieshaber MC, Mozaffarieh M, Flammer J. What is the link between vascular dysregulation and glaucoma? Surv Ophthalmol. 2007; 52 Suppl. 2: S144–54.
- Hernandez MR. The optic nerve head in glaucoma: role of astrocytes in tissue remodeling. Prog Retin Eye Res. 2000; 19 (3): 297–321.
- Rao HL, Pradhan ZS, Suh MH et al. Optical coherence tomography angiography in glaucoma. J Glaucoma. 2020; 29 (4): 312.
- Lutsenko NS, Rudycheva OA, Isakova OA et al. Morphological and hemodynamic features of the macular area in patients with primary open-angle glaucoma. Oftalmolohiia. 2018; 1 (08): 114–115.
- Lutsenko NS, Rudycheva OA, Isakova OA, et al. Assessing OCTA changes in morphology and structure of retinal microvascular bed in patients with exudative AMD. J.ophthalmol.(Ukraine). 2019; 2: 7–13.
- Philip S, Najafi A, Tantraworasin A et al. Macula Vessel Density and Foveal Avascular Zone Parameters in Exfoliation Glaucoma Compared to Primary Open-Angle Glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2019; 60 (4): 1244–53.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2022