

## Вдосконалення визначення локалізації внутрішньоочних сторонніх тіл за даними комп'ютерної томографії орбіт

Н. А. Ульянова<sup>1</sup>, д-р мед. наук, професор; Ю. В. Стасюк<sup>2</sup>, лікар;  
О. С. Сідак-Петрецька<sup>1</sup>, канд. мед. наук; Н. П. Тичина<sup>1</sup>, лікар;  
Н. І. Бондар<sup>1</sup>, канд. мед. наук; Ю. М. Родіна<sup>1</sup>, канд. мед. наук

<sup>1</sup> ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України»;

<sup>2</sup> Діагностичний центр «Магнітом»  
Одеса (Україна)

**Вступ.** Виявлення та встановлення точної локалізації внутрішньоочного стороннього тіла (ВОСТ) є необхідними для оцінки важкості травми та визначення методу їх видалення.

**Мета.** Вдосконалення способу локалізації ВОСТ шляхом застосування протеза Балтіна-Комберга при проведенні комп'ютерної томографії орбіт.

**Матеріал та методи.** Під спостереженням знаходилося 6 пацієнтів з одно-стороннім проникаючим пораненням рогівки та/або склери з наявністю ВОСТ в задньому сегменті ока. Для верифікації локалізації ВОСТ виконували ультразвукове дослідження та КТ орбіт з використанням протеза Балтіна-Комберга за запропонованою нами методикою. Рентгенографія орбіт виконувалась за місцем надання первинної допомоги. Зіставлені результати рентгенографії, ультразвукового дослідження та КТ. Остаточна верифікація положення ВОСТ визначалась інтраопераційно, під час проведення стандартної трьохпортової 25-Га трансциліарної вітректомії з видаленням ВОСТ.

**Результати.** Проведений аналіз відповідності результатів візуалізації металевих ВОСТ (від 0.9 до 2.5 мм) на передопераційному етапі (за даними рентгенографії орбіт, ультразвукового дослідження, КТ орбіт) та інтраопераційної візуалізації в ході вітректомії у 3 випадках виявив ідентичні результати перед та інтраопераційної візуалізації. В одному випадку металеве ВОСТ було виявлене при ультразвуковому дослідженні, але не визначалося на рентгенограмі. При КТ, за запропонованою методикою, ВОСТ розмірами 0.2×0.3 мм було виявлене преретинально.

У одного пацієнта з ВОСТ (дріт розмірами 10.0×1.0 мм, розташований у 10 мм від анатомічної осі, 9.0-11.5 мм від площини лімба) та локальним відшаруванням сітківки, виявлена розбіжність в положенні ВОСТ за даними рентгенографії та КТ з протезом Балтіна-Комберга. Розбіжність відстані від площини лімба склала 4.5 мм, а від анатомічної осі – 5 мм, що було обумовлене рухливістю ВОСТ, розташованого під сітківкою.

**Висновки.** Визначення локалізації ВОСТ, за даними КТ з використанням протеза Балтіна-Комберга, має переваги у порівнянні з рентгенографією завдяки можливості встановлення точної локалізації рухливого ВОСТ в положенні пацієнта, що максимально наближене до його інтраопераційного положення, тобто лежачи на спині.

### Ключові слова:

проникне поранення ока, внутрішньоочні сторонні тіла, діагностичне зображення, комп'ютерна томографія

**Вступ.** Травматичні ураження органу зору із потраплянням сторонніх тіл різного походження в ділянку орбіти є одними з найпоширеніших видів травм ока й становлять серйозну медико-соціальну проблему. Частота потрапляння сторонніх тіл всередину ока при відкритих травмах ока коливається від 18 до 41% [1]. Так, серед дорослого населення Сполучених Штатів Америки частота наявності внутрішньоочного стороннього тіла (ВОСТ) при відкритій травмі ока становить до 20% [2]. Слід зазначити, що майже у 70% випадків ВОСТ потрапляють через рогівку [3] та здебільшого зосереджені в задньому відділі ока [4].

Основними факторами, що призводять до незадовільних результатів лікування цієї категорії пацієнтів, окрім пошкоджень, спричинених безпосередньо травмою, є ускладнення, які виникають внаслідок наявності ВОСТ.

Так, посттравматичний ендoftальміт зустрічається у від 2% до 30%, відшарування сітківки у від 5,5% до 30% випадків відкритої травми ока з ВОСТ [5], тобто частіше, ніж при відкритих травмах очного яблука без ВОСТ.

Виявлення та встановлення точної локалізації стороннього тіла всередині ока є необхідними для оцінки важкості травми та визначення методу їх видалення. Одним із методів локалізації ВОСТ вважається рентгенологічний метод Балтіна-Комберга, який полягає у проведенні рентгенографії із накладанням спеціального протеза на очне яблуко, для контрастування зони лімба та основних меридіанів рогівки, із подальшим вимірюванням відстані між стороннім тілом та протезом на рентгенівських знімках за допомогою схематичних шаблонів [6]. Попри простоту та доступність виконання, цей метод має певні недоліки, зокрема, не дозволяє виявляти сторонні тіла менші за 0,5 мм та не враховує можливі зміни локалізації рухливих ВОСТ у положенні хворого під час виконання рентгенологічного дослідження у стандартних укладках обличчям донизу та під час оперативного втручання в положенні хворого на спині вверх обличчям. Натомість комп'ютерна томографія (КТ) – це сучасний та інформативний метод виявлення сторонніх тіл металевої та неметалевої щільності, різних розмірів та різної локалізації.

КТ надзвичайно чутлива при виявленні металевих сторонніх тіл навіть менших за 0,3 мм як у поверхневих, так і глибоких структурах очного яблука, а також у тканинах орбіти. Також спіральна КТ, на відміну від звичайної рентгенографії, виявила високу частоту виявлення скляних та дрібних сторонніх тіл (96,2 % для сторонніх тіл розміром 1,5 мм) [7]. Однак, попри високу діагностичну значущість КТ у виявленні ВОСТ, відсутня стандартизація інтерпретації результатів дослідження, зокрема, визначення локалізації положення ВОСТ відносно площини лімба та анатомічної осі ока.

Виходячи з вищенаведеного, **метою** нашої роботи було вдосконалення способу встановлення локалізації ВОСТ шляхом застосування протеза Балтіна-Комберга при проведенні комп'ютерної томографії орбіт.

#### Матеріал та методи

Проаналізовано результати діагностики та хірургічного лікування 6 пацієнтів з односторонньою травмою ока, які перебували на лікуванні у відділі посттравматичної патології ока ДУ «Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України». Всі пацієнти були чоловічої статі, віком від 27 до 53 років та мали проникне поранення рогівки та/або склери із наявністю ВОСТ у задньому сегменті ока. У чотирьох випадках пацієнти були госпіталізовані для хірургічного лікування та видалення ВОСТ у ранньому посттравматичному періоді, до 7 діб після отримання травми. Всім таким пацієнтам попередньо була проведена первинна хірургічна обробка рани за місцем надання первинної допомоги. У одного пацієнта, без наявних рубців рогівки з ознаками сидерозу, ймовірний термін отримання травми складав близько 10 місяців. Ще в одному випадку, у пацієнта з артіфакцією, був посттравматичний корнеосклеральний рубець вна-

слідок проникного поранення, отриманого більш ніж 20 років тому, в дитячому віці.

Всім пацієнтам проводили візометрію, периметрію, тонометрію, біомікроскопію та офтальмоскопію. Рентгенографія орбіт пацієнтам виконувалась за місцем надання первинної допомоги. В Інституті для верифікації локалізації ВОСТ всім пацієнтам проводили ультразвукове дослідження переднього та заднього відрізків ока та КТ орбіт. Дослідження проводились відповідно до принципів Гельсінкської декларації за умов інформованої добровільної згоди пацієнтів.

КТ виконували на комп'ютерному томографі Toshiba (Aquilion Prime 160 зрізів) з використанням протеза Балтіна-Комберга за запропонованою нами методикою [8]. Також проводили 3D реконструкцію орбіт з наявним ВОСТ. На отриманих знімках визначали форму, щільність, розміри та точне розташування стороннього тіла в орбіті та в оці, шляхом вимірювання відстані від ВОСТ до анатомічної осі ока та до площини лімба, яка контрастувалася протезом Балтіна-Комберга. Всі вимірювання здійснювались у програмному забезпеченні томографа із використанням робочої станції Vitrea.

В кожному клінічному випадку було проаналізовано та зіставлено результати рентгенографії, ультразвукового дослідження та КТ. Всім пацієнтам була проведена стандартна трьохпортова 25-Ga транскіліарна вітректомія з видаленням ВОСТ. Остаточну верифікацію положення ВОСТ визначали інтраопераційно. Діагностичну значущість використаних методів передопераційної діагностики оцінювали на підставі відповідності результатів обстеження фактичному розташуванню стороннього тіла всередині ока. У роботі були застосовувані методи описової статистики.

#### Результати

За підсумками проведеного аналізу відповідності результатів візуалізації ВОСТ на передопераційному етапі, з використанням даних рентгенографії орбіт, ультразвукового дослідження, КТ орбіт та інтраопераційної візуалізації при виконанні вітректомії, у трьох випадках було виявлено збіг результатів передта інтраопераційної візуалізації. В усіх цих випадках ВОСТ були представлені металевими уламками розмірами від 0,9 до 2,5 мм, що були вбиті в оболонки очного яблука. В одному випадку ВОСТ було розташоване на відстані 7 мм від лімба, у двох Рис. 4. Комп'ютерна томографія орбіт того ж пацієнта. А) за звичайною методикою; Б) з протезом Балтіна-Комберга; В) 3D реконструкція з протезом Балтіна-Комберга. на відстані понад 7 мм від лімба.

В одному випадку металеве ВОСТ було виявлене при ультразвуковому дослідженні, але не визначалось на рентгенографії. При виконанні КТ, за запропованою методикою, преретинально, на відстані 7 мм від анатомічної осі та 13 мм від площини лімба, було виявлене ВОСТ розмірами 0,2 × 0,3 мм.

У випадку наявності ВОСТ в оці з артефакцією, з давниною отриманої травми понад 20 років, пацієнт звернувся в Інститут у зв'язку з рецидивною гіфемою. На рентгенограмі не було виявлено тіні від сторонніх тіл. За результатами ультразвукового дослідження, встановлена наявність стороннього тіла у проекції циліарного тіла в нижньовнутрішньому квадранті, розмірами 2,0×2,5 мм. За даними КТ орбіт з використанням протеза Балтіна-Комберга, також було візуалізоване ВОСТ, розмірами 2,0 × 3,2 мм, яке по щільності відповідало склу та було розташоване на 3-х годинах, в 4,0 мм від площини лімба, в 6,5 мм від анатомічної осі, пристінково. При інтраопераційній візуалізації, під час виконання вітректомії, локалізація скляного стороннього тіла повністю відповідала даним, отриманим за допомогою КТ (рис. 1 – див. 2 стор. обкладинки).

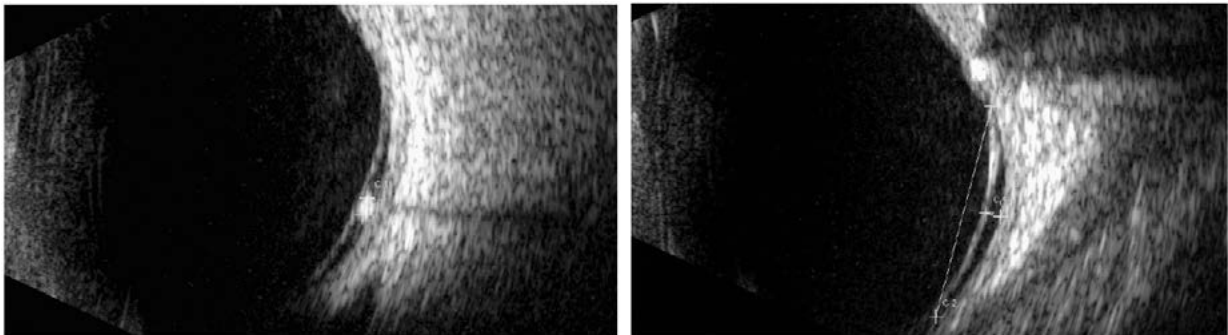
Діагностичні можливості проведення КТ орбіт з протезом Балтіна-Комберга, згідно з запропонованою нами методикою, найбільш показово були продемонстровані в клінічному випадку у пацієнта з наслідками проникного поранення склери, ВОСТ (дріт), з локальним відшаруванням сітківки.

За результатами ультразвукового сканування, виявлене ВОСТ розмірами 9 × 1 мм, в екваторіальній ділянці на 5-7 годинах, субретинально. Донизу визначалось відшарування сітківки висотою 0,8 мм, з поширенням на крайню периферію (рис. 2). За даними рентгенографії орбіт, було виявлене ВОСТ розмірами 10,0×1,0 мм, розташоване на 5.20-7.00 годинах, в 10 мм від анатомічної осі, 9-11,5 мм від площини лімба (рис. 3). За

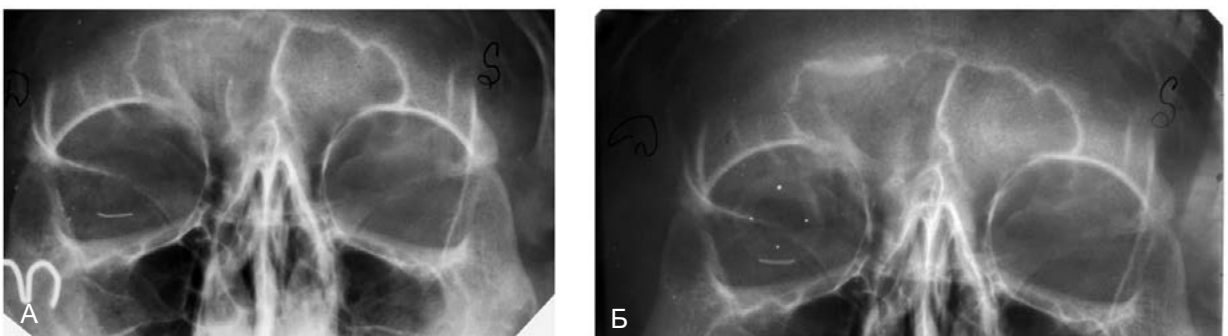
даними КТ, згідно із запропонованою нами методикою, виявлене ВОСТ видовженої увігнутої форми, що повторювало внутрішній контур склери, розмірами 10×1,5 мм, щільністю +1500 HU (метал); розташоване горизонтально, на 5-7 годинах, на відстані 15,0 мм до площини лімба, 18 мм від центру рогівки, 5 мм до анатомічної осі ока (рис. 4).

В ході проведеного передопераційного обстеження та інтраопераційної візуалізації (рис. 5 – див. 2 стор. обкладинки) встановлений повний збіг даних УЗД, рентгенографії та КТ стосовно форми ВОСТ та меридіану його розташування. Розміри ВОСТ, визначені на КТ, повністю відповідали фактичним розмірам видаленого фрагмента дроту. Особливої уваги заслуговує наявність розбіжності в положенні ВОСТ, за даними рентгенографії та КТ. Розбіжність параметра відстані від площини лімба складала 4,5 мм, а від анатомічної осі – 5 мм. Такі значні розбіжності в локалізації були обумовлені рухливістю ВОСТ, яке було розташоване під сітківкою, що стало очевидним на операційному столі. Саме рухливість ВОСТ дозволила його змістити до вхідного отвору та видалити з-під сітківки через наявний дефект.

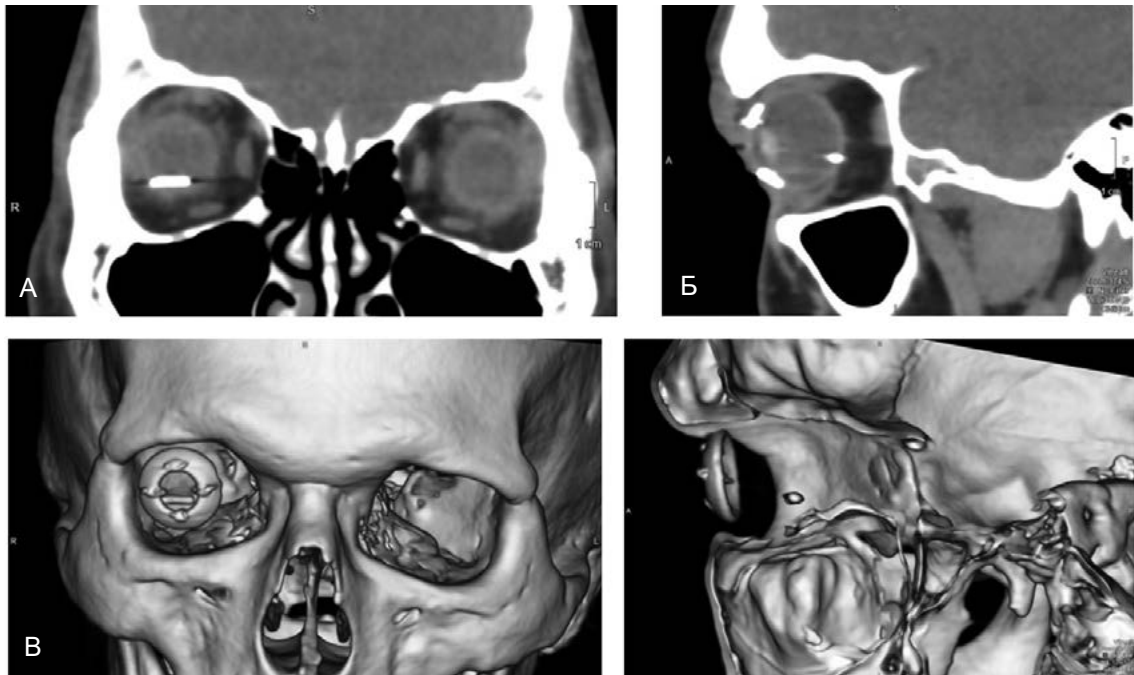
Таким чином, у двох випадках із шести звичайна рентгенографія з використанням протеза Балтіна-Комберга для локалізації стороннього тіла (СТ) не дала результату. В 6 проаналізованих нами випадках дані ультразвукового дослідження та КТ орбіт, за розробленою нами методикою із використанням протеза Балтіна-Комберга, дозволили правильно локалізувати



**Рис. 2.** Ультразвукове дослідження пацієнта І., 32 роки. Діагноз: проникне поранення склери; ВОСТ (дріт); локальне відшарування сітківки; сидероз.



**Рис. 3.** Рентгенографія орбіт того ж пацієнта у прямій проекції. А) оглядова; Б) з протезом Балтіна-Комберга.



**Рис. 4.** Компьютерна томографія орбіт того ж пацієнта. А – за звичайною методикою; Б – з протезом Балтіна-Комберга; В – 3D реконструкція з протезом Балтіна-Комберга.

ВОСТ, що підтвердилось при хірургічному втручанні та дозволило видалити ВОСТ без ускладнень.

#### Обговорення

Дослідження особливостей діагностики та підходів до лікування травми ока, зокрема, з наявністю ВОСТ, у зв'язку зі значною варіабельністю перебігу таких патологічних станів, залишається складним завданням для проспективних досліджень. Систематичний огляд літератури, що містить ряд ретроспективних спостережень, надає своєрідну «дорожню карту» менеджменту окулярних травм з ВОСТ [9].

Діагностичні методи візуалізації мають вирішальне значення для виявлення та локалізації ВОСТ. Для підвищення ефективності діагностики доцільним є мультимодальний підхід. За умов прозорості оптичних середовищ та локалізації ВОСТ в межах доступності, ознаки проникного поранення та сторонні тіла переднього відрізка ока виявляються за допомогою біомікроскопії. Гоніоскопія є невіддільною складовою діагностики при підозрі на наявність стороннього тіла в куті передньої камери. За необхідності виявлення стороннього тіла в задньому сегменті ока, при крововиливах в склоподібне тіло та відшаруванні сітківки, можливості офтальмоскопії обмежені.

Насьогодні КТ є стандартним компонентом протоколів відкритих травм ока в багатьох клінічних гайдлайнах [10, 11]. Ефективність виявлення металевих СТ розміром понад 0.05 мм при КТ з товщиною зрізу 1 мм становить 100 % [9]. Використання спіральної КТ має переваги при пошуку дрібних СТ. Ті ж автори у своєму огляді літератури зазначають, що при звичайній рент-

генографії достатньо часто (в 60 % випадках) неметалеві ВОСТ залишаються не діагностованими.

Ультразвукове дослідження має також високу ефективність у виявленні ВОСТ та, у порівнянні з КТ, має переваги, оскільки дозволяє також виявляти посттравматичні патологічні зміни очного яблука [12]. Однак, на відміну від КТ, вважається, що інтерпретація результатів ультразвукового дослідження більшою мірою залежить від виконавця обстеження [9].

В представленій роботі нами також застосований мультимодальний підхід до виявлення та визначення розташування ВОСТ. Аналіз збігу результатів передопераційного обстеження з фактичним розташуванням ВОСТ, яке було встановлене інтраопераційно, виявив, що найбільш інформативним методом діагностики є КТ з використанням протеза Балтіна-Комберга. Запропонований нами підхід до визначення локалізації ВОСТ має переваги пов'язані не тільки з виявленням рентгеноконтрастних та дрібних ВОСТ, але й дозволяє встановлювати точну локалізацію рухливого ВОСТ в положенні хворого на операційному столі на спині. ВОСТ в задньому сегменті ока, при їх розташуванні у склоподібному тілі, або під сітківкою, здатні до зміщення залежно від положення тіла пацієнта. В обох цих випадках рентгенолокалізацію стороннього тіла доцільно виконувати в положенні пацієнта, яке буде відповідати його положенню в операційній під час видалення ВОСТ, тобто лежачи на спині. Рентгенографія з протезом Балтіна-Комберга за методикою виконується в положенні обличчям донизу, що буде давати хибну інформацію щодо розташування рухливого ВОСТ. Таким чином, при діагностиці та встановленні

локалізації ВОСТ, офтальмологу слід врахувати всі особливості механізму отриманої травми, ймовірної природи походження ВОСТ, його розміри та здатність до зміщення при зміні положення тіла пацієнта. Застосування мультимодального підходу з використанням сучасних можливостей КТ, зокрема, протеза Балтіна-Комберга, дозволить уникнути помилок та визначити правильну тактику щодо шляху та способу видалення ВОСТ.

#### Висновки

1. Мультимодальний підхід до виявлення та встановлення локалізації ВОСТ з використанням ультразвукового дослідження та КТ орбіт, дозволяє з високим ступенем точності об'єктивно визначити розташування сторонніх тіл в оці, а також визначити доступ та тактику оперативного втручання щодо їх видалення.

2. Визначення локалізації ВОСТ, за даними КТ з використанням протеза Балтіна-Комберга, має переваги у порівнянні з рентгенографією завдяки можливості встановлення точної локалізації рухливого ВОСТ в положенні пацієнта, що максимально наближене до його інтраопераційного положення, тобто лежачи на спині.

#### Література

- Mester V, Kuhn F. Intraocular foreign bodies. *Ophthalmol Clin North Am.* 2002 Jun;15(2):235-42.
- Mir TA, Canner JK, Zafar S, Srikumaran D, Friedman DS, Woreta FA. Characteristics of open globe injuries in the United States from 2006 to 2014. *JAMA Ophthalmol.* 2020;138(3):268–275.
- Bourke L, Bourke E, Cullinane A, O'Connell E, Idrees Z. Clinical outcomes and epidemiology of intraocular foreign body injuries in Cork University Hospital, Ireland: an 11-year review. *Ir J Med Sci.* 2021 Aug;190(3):1225-1230.
- Zhang Y, Zhang M, Jiang C, Qiu HY. Intraocular foreign bodies in china: clinical characteristics, prognostic factors, and visual outcomes in 1,421 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2011 Jul;152(1):66-73.e1.
- Vingopoulos F, Wang Y, Grob S, Li CYL, Elliott D, Kim LA, et al. Open Globe Injury with Intraocular Foreign Body. *J Vitreoretin Dis.* 2021 Jul 1;5(4):288-294.
- Жабосдов ГД, Кіреєв ВВ. Офтальмологія: практикум. Київ: Медицина; 2012. 280 р.
- Gor DM, Kirsch CF, Leen J, Turbin R, Von Hagen S. Radiologic Differentiation of Intraocular Glass: Evaluation of Imaging Techniques, Glass Types, Size, and Effect of Intraocular Hemorrhage. *American Journal of Roentgenology.* 2001 Nov;177(5):1199–203.
- Ульянова НА, Стасюк ЮВ, Сідак-Петрецька ОС, Тичина НІІ. Спосіб рентген локалізації внутрішньоочних сторонніх тіл. 116572, 2023.
- Parke DW 3rd, Flynn HW Jr, Fisher YL. Management of intraocular foreign bodies: a clinical flight plan. *Can J Ophthalmol.* 2013 Feb;48(1):8-12.
- Jabłoński M, Winiarczyk M, Biela K, Bieliński P, Jasielska M, Batalia J, et al. Open Globe Injury (OGI) with a Presence of an Intraocular Foreign Body (IOFB)-Epidemiology, Management, and Risk Factors in Long Term Follow-Up. *J Clin Med.* 2022 Dec 26;12(1):190.
- Jung HC, Lee SY, Yoon CK, Park UC, Neo JW, Lee EK. Intraocular Foreign Body: Diagnostic Protocols and Treatment Strategies in Ocular Trauma Patients. *J Clin Med.* 2021 Apr 25;10(9):1861.
- Parke DW 3rd, Pathengay A, Flynn HW Jr, Albin T, Schwartz SG. Risk factors for endophthalmitis and retinal detachment with retained intraocular foreign bodies. *J Ophthalmol.* 2012;2012:758526.

#### Відомості про авторів та розкриття інформації

**Автор листування:** Бондар Наталія Ігорівна – [bondar.nat86@gmail.com](mailto:bondar.nat86@gmail.com)

**Внесок кожного автора в роботу:** Усі автори проаналізували результати та схвалили остаточний варіант рукопису.

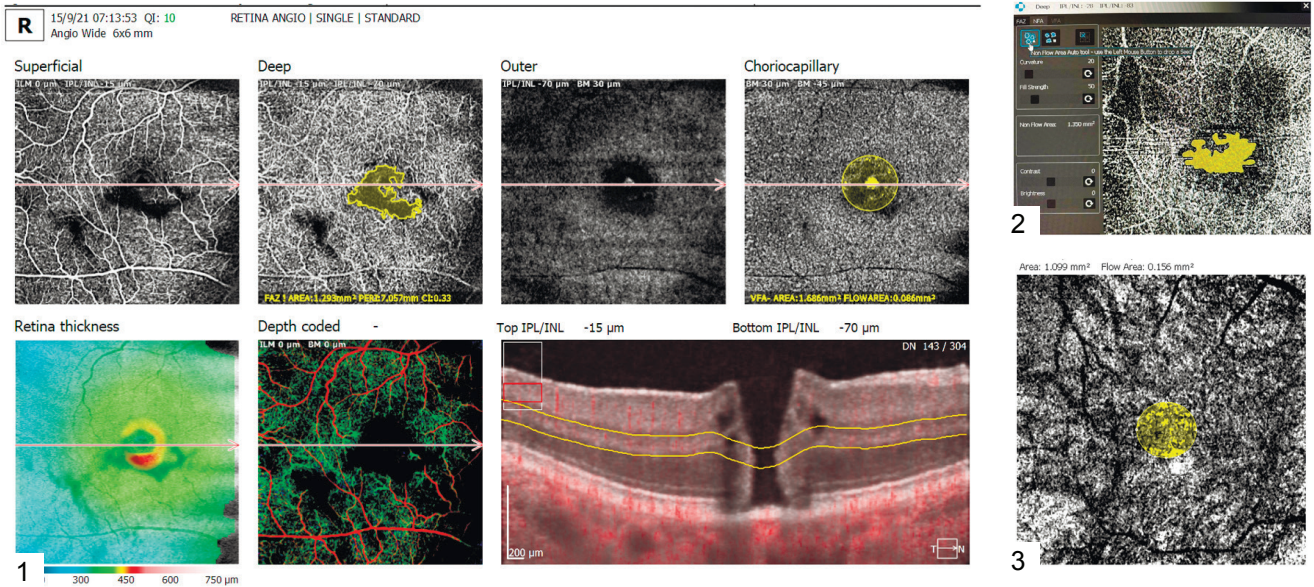
**Відмови від відповідальності:** висловлені у поданій статті думки є власними думками авторів, а не офіційними позиціями установи.

**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.

Надійшла 01.09.2023

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»

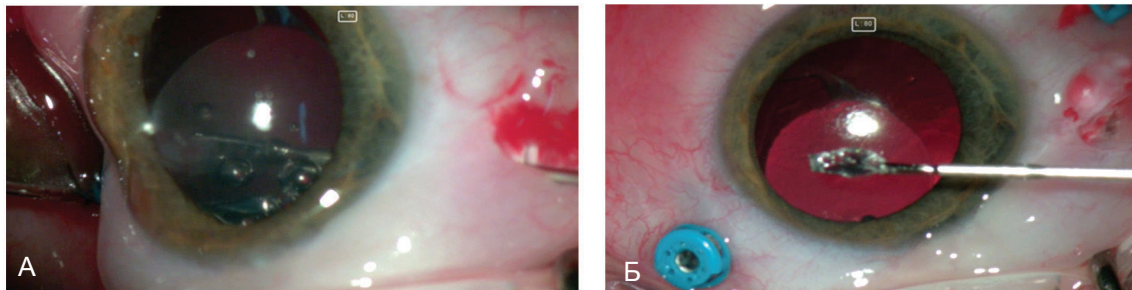


**Рис. 1.** Вимірювання фовеолярної аваскулярної зони в глибокому ретинальному сплетінні, зони перфузії хоріокапілярів у площі вимірювання, що відповідає площі диску зорового нерва (загальний вигляд інтерфейсу програмного забезпечення томографа).

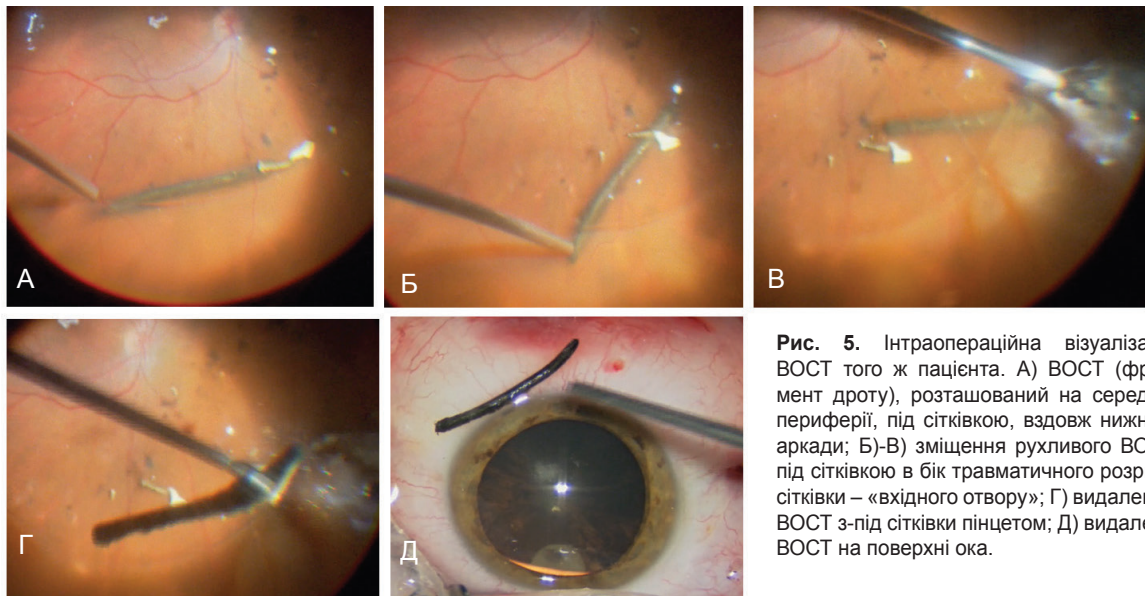
**Рис. 2.** Вимірювання площі фовеолярної аваскулярної зони в глибокому ретинальному сплетінні (збільшений вигляд інтерфейсу програмного забезпечення томографа).

**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.