

Питання клінічної офтальмології

УДК 617.741-004.1-089.168-06-073.756.8

Значення морфологічних змін задньої капсули кришталика при задньокапсулярних катарактах, за даними оптичної когерентної томографії, в оптимізації хірургічного лікування

Н. С. Луценко^{1,2}, д-р мед. наук, професор; О. А. Ісакова^{1,2}, канд. мед. наук, доцент;О. А. Рудичева^{1,2}, канд. мед. наук, доцент; Т. С. Кирилова^{1,2}, асистент;Г. В. Яцун², лікар-офтальмолог¹ Державний заклад «Запорізька медична академія післядипломної освіти Міністерства охорони здоров'я України»² Комунальне некомерційне підприємство «Запорізька обласна клінічна лікарня»

Запоріжжя (Україна)

Актуальність. Оптимізація діагностичних та хірургічних заходів задля швидкої реабілітації зорових функцій хворих на задньокапсулярну катаракту (ЗК) є доцільною і своєчасною.

Мета – вивчити морфологічні зміни задньої капсули кришталика при задньокапсулярній катаракті, за даними оптичної когерентної томографії (ОКТ), та встановити їх значення в оптимізації факоемульсифікації таких катаракт.

Матеріал й методи. Обстежено 1200 пацієнтів (1780 очей) з катарактою. Діагноз ЗК встановлено на 512 очах (28,8%). Усім досліджуваним проводилась ОКТ переднього сегменту ока та виконана факоемульсифікація катаракти (ФЕК). Аналізувались морфологічні зміни задньої капсули, за даними ОКТ, особливості ходу хірургічного лікування та інтраопераційні ускладнення.

Результати. За даними ОКТ, виявлено три типи морфологічних змін задньої капсули кришталика (ЗКК). Перший тип характеризувався чіткою лінією задньої капсули і виявлений в 312 очах (61 %). Щадний режим ФЕК (низька потужність ультразвуку, вакууму та іригації) був застосований лише в 28 % очей. При другому типі лінія капсули була різної рефлексивності та товщини, але завжди чітка з боку ретролентального простору, і зустрічалась в 185 очах (36 %). При цьому типі ЗКК ФЕК виконувалась без гідродисекції, в 97% очей з використанням щадного режиму та поліровкою капсули. Третій тип змін ЗКК характеризувався випинанням її в бік ретролентального простору і був встановлений на 15 очах (3%). При цьому типі ЗКК, незважаючи на щадні режими та використання віскоділяції при ФЕК, в 53% очей спостерігався розрив капсули.

Висновки. Застосування ОКТ дозволяє детально оцінити морфологічні зміни задньої капсули кришталика та виділити три типи цих змін, що доцільно враховувати при виборі тактики хірургічного лікування.

Ключові слова:

задньокапсулярна катаракта, оптична когерентна

Вступ. Хірургія катаракти є одним із найбільш високоефективних методів лікування в історії медицини, прогресивний розвиток якої безперервно вдосконалюється і на сучасному етапі. Саме це сприяє швидкому відновленню зорових функцій та надає як можливість повертати хворих на катаракту в повсякденну діяльність, так і відновлювати якість їх життя. [1].

Планування та безпосередній процес прийняття рішень при виконанні факоемульсифікації катаракти (ФЕК) є комплексним та відповідальним заходом, спрямованим на підвищення ефективності методики та її безпеки відносно різного роду хірургічних ускладнень. Особливо це стосується нестандартних або ускладнених випадків, коли офтальмохірурги стикаються із синдромом ригідної зіниці, псевдоек-

сfolіативним синдромом, офтальмогіпертензією або сублюксацією кришталика. В літературі достатньо багато приділяється уваги даним патологічним станам, а саме, широко освітлені нюанси та особливості хірургічних втручань, застосування профілактичних заходів. [2, 3, 4]. Це додає впевненості та готовності досвідченого прийняття правильних рішень та уникнення операційних ускладнень при виникненні неочікуваних ситуацій в ході виконання ФЕК.

Водночас важливо враховувати й вихідний тип катаракти (ядерна, кортикальна, субкапсулярна, за-

дньокапсулярна та інші), кожному з яких властиві певні анатомічні особливості та патологічні зміни в кришталику, які можуть впливати на терміни лікування та формування хірургічних ускладнень. [5, 6]. Але не завжди в повсякденній практиці акцентують увагу на наявність додаткового ускладненого компонента, а саме наявність змін в задніх субкапсулярних шарах та задній капсулі.

Причини виникнення та патогенез помутнінь кришталика при задньокапсулярних катарактах (ЗК) помітно відрізняються в тих або інших випадках. Вони можуть бути як вродженими, так і набутими. Більш того вроджені катаракти можуть успішно ховатися під маскою вікових змін в кришталику у старших пацієнтів, а набуті ЗК, як правило, формуються на тлі супутніх змін або системних захворювань організму (тривале приймання стероїдів), або очної патології (авітрія та інші). [7, 8, 9].

У порівнянні з іншими типами катаракт ЗК призводять до суттєвого зниження зорових функцій вже на початку хвороби, частіше діагностуються у людей молодого віку, мають високу кумулятивну частоту прогресування протягом 5 років та характеризуються найвищим показником частоти хірургічного лікування [5, 10]. З урахуванням цих стверджень є доцільним оптимізація діагностичних та хірургічних заходів задля швидкої зорової реабілітації цих хворих. Зважаючи на різноманітність складних клінічних ситуацій у даних пацієнтів створюються певні труднощі при проведенні операції. Тому дуже важливо оцінювати комплексно всі морфологічні зміни як переднього, так і заднього відрізка ока в передопераційному періоді, щоб надалі своєчасно застосовувати відхилення від етапів ФЕК, та тим самим допомогти уникнути хірургічних ускладнень. Саме цій проблемі й присвячена дана робота.

Мета – вивчити морфологічні зміни задньої капсули кришталика при задньокапсулярній катаракті, за даними оптичної когерентної томографії, та встановити їх значення в оптимізації факоемульсифікації таких катаракт.

Матеріал та методи

В рамках даного дослідження, яке проходило протягом 2-х років з 2020 по 2022 роки, було обстежено 1200 пацієнтів (1780 очей), які потребували хірургічного лікування катаракти. При цьому на 512 очах встановлено діагноз ЗК, що відповідає 28,8%.

Усі пацієнти, які приймали участь у дослідженні, дали інформативну згоду на його проведення. Дослідження було схвалено місцевим комітетом з біоетики та проведено згідно з Гельсінською декларацією про права людини.

Максимально коригована гострота зору (МКГЗ) до операції у досліджуваних коливалася від 0,02 до 0,3 за таблицею Сівцева.

В доопераційному періоді проводились загальні офтальмологічні дослідження (коригована гострота

зору, периметрія, тонометрія, біомікроскопія, офтальмоскопія, біометрія) та біохімічні аналізи згідно з існуючими протоколами. Для виявлення морфологічних змін переднього та заднього відрізка ока при виявленні у пацієнтів ЗК додатково проводили оптичну когерентну томографію (ОКТ) кришталика для уточнення його змін, на основі яких надалі були сформовані групи спостереження.

ОКТ виконувалось на приладі OptovueRTVue 100 XR Avanti (OptovueInc, США) у режимах Line, CrossLine, 3D Cornea в умовах медикаментозного мідріазу. Режим Line і CrossLine дають можливість отримати В-скани з високою роздільною здатністю. Були виконані горизонтальні та вертикальні скани з фокусом на задню капсулу кришталика, при цьому в зрізі входили кора, задня капсула, ретrolентальний простір. В деяких випадках зафіксовані частина ядра, передня гіалоїдна мембрана. При змінах в більш передніх відділах кришталика були виконані скани з фокусом на його передню капсулу. Дослідження в режимі 3D Cornea дало можливість обстежити поле 4x4 мм, зробити захват всього помутніння або більшу його частину.

Проводили ретельний аналіз ОКТ зображень задньої капсули та помутнінь кришталика, їх взаємозв'язок, також оцінювали стан ретrolентального простору. У випадках розташування основного помутніння щільно до задньої капсули кришталика і утруднення її оцінки застосовували спосіб поліпшення візуалізації більш рефлексивних структур. Для цього проводили зміну контрастності, що давало можливість покращити зображення більш щільних структур і оцінити лінію капсули більш детально.

Кожне ОКТ зображення, що виконувалось спочатку у звичайному режимі, було оцінено двома незалежними експертами, а у разі виникнення розбіжностей даних між двома фахівцями, перевага надавалась в бік «гіпердіагностики», тобто передбачення найгірших можливих морфологічних змін в кришталику. Хірургічні втручання проводились одним досвідченим хірургом. Це сприяло більш точному розподілу груп спостереження, за даним морфологічних змін кришталика, та водночас виключало можливі ятрогенні ускладнення при проведенні операції.

Хірургічне лікування полягало в проведенні ультразвукової ФЕК з одночасною імплантацією штучного кришталика та з застосуванням мультимодальної анестезії. Оперативне втручання виконували за допомогою УЗ апарату AlconInfiniVisionSystem (Alcon, США), використовували УЗ-голки типу Кельмана діаметром 0,9 мм, з розвальцьованим кінцем, кутом заточення 45°.

Надалі ефективність хірургічного лікування оцінювали по кількості інтраопераційних ускладнень, при кожному морфологічному типі окремо.

Статистичний аналіз виконували за допомогою пакету програм Statistica 10.0 («Statsoft» США). Середні

значення показників представлені у вигляді середньої арифметичної і помилки середнього ($M \pm m$), категоріальні змінні були описані у відсотках.

Результати

Діагностичні показники патологічних змін кришталика при біомікроскопії суттєво не відрізнялись в кожному окремому випадку, а саме спостерігались помутніння у задніх кортикальних шарах кришталика різної площі та інтенсивності при збереженні прозорості решти його ділянок. Але проведення ОКТ переднього (anterior optical coherence tomography – АОСТ) та заднього відділу ока надало більш детальне розуміння морфологічних змін, дозволило виявити їх суттєві відмінності та надалі сформувати декілька груп спостереження.

Так, перша група спостереження була більш численною та складала 61% випадків (312 очей). Морфологічні зміни ЗКК в цій групі віднесені до I типу змін і характеризувалися наявністю чіткої лінії вздовж задньої капсули. Лінія капсули була майже однакової рефлексивності та товщини. Шари, які безпосередньо межують з задньою капсулою, були різної рефлексив-

ності з гіпореклексивними включеннями, щілинами, наявними гомогенними гіперрефлексивними вогнищами в задніх кортикальних шарах (рис.1).

В 36% випадків (185 очей), які склали другу групу спостереження, лінія задньої капсули була різної рефлексивності та товщини у вигляді подвоєної лінії. При тому вона була чітка з боку ретролентального простору. Також виявлялась наявність гіперрефлексивного вогнища в області кортикального шару, яке щільно прилягало до задньої капсули та потовщувало її, в деяких ділянках вогнища капсулу не можливо було відмежувати. Ці зміни ЗКК віднесені нами до II типу морфологічних змін (рис. 2).

В третій групі спостереження – 15 очей (3%) відмічалась відсутність чіткої візуалізації задньої капсули внаслідок гіперрефлексивного вогнища або наявності випинання її в бік ретролентального простору, що свідчило про можливий дефект або порушення цілісності задньої капсули, а також наявності фіброзного тяжу, що дозволило нам виділити III морфологічний тип змін задньої капсули при ЗКК (рис. 3 – див. 1 стор обкладинки).

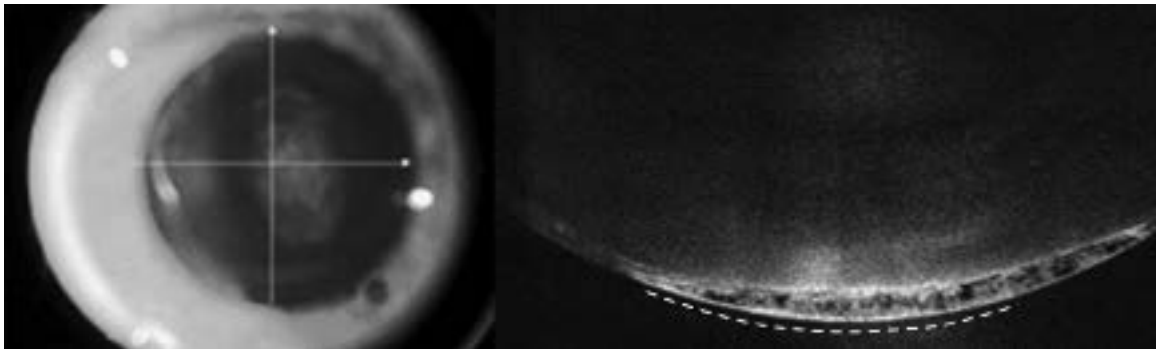


Рис. 1. АОСТ задньокапсулярної катаракти тип 1. Задня капсула однакової товщини і рефлексивності.

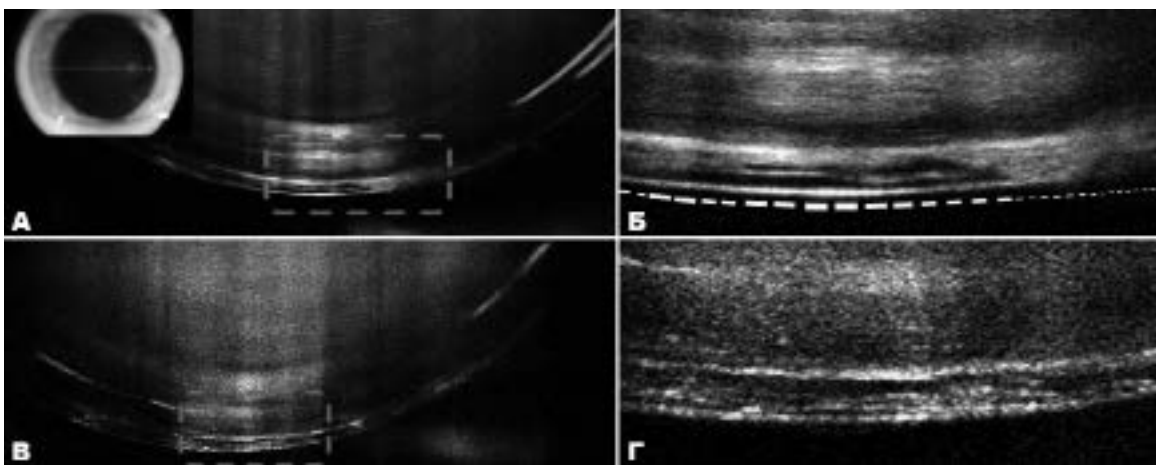


Рис. 2. АОСТ задньокапсулярної катаракти тип 2. А – скан 1, переривчаста лінія показує зону збільшення на частині Б. Б – задня капсула різної товщини і рефлексивності, зона помутніння спаяна з задньою капсулою. В – скан 2, переривчаста лінія показує зону збільшення на частині Г. Г – задня капсула у вигляді подвійної лінії.

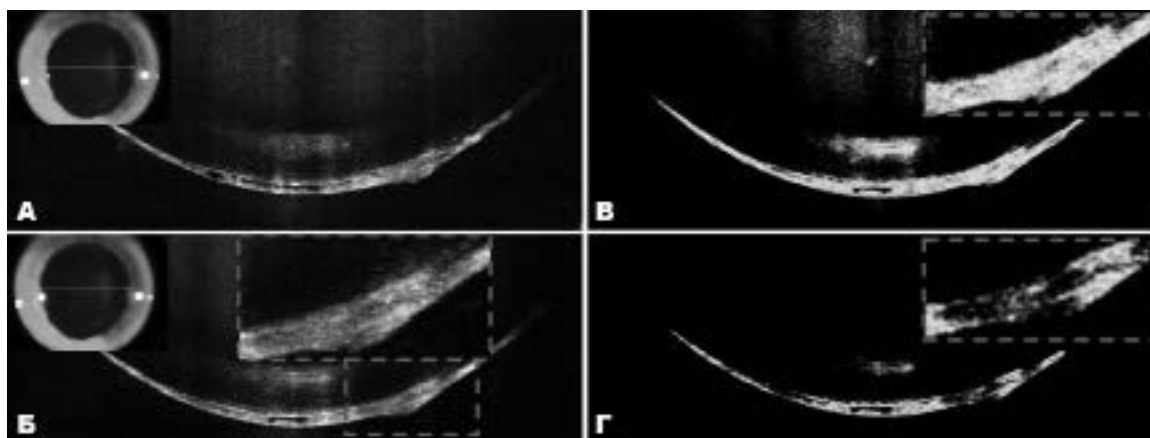


Рис. 3. АОСТ задньокапсулярної катаракти тип 3. А – скан 1. Б – скан 2, червона переривчаста лінія показує зону збільшення, з передбачуваним місцем розриву. В – скан 2 з зоною збільшення в кольоровому режимі. Г – скан 2 з зоною збільшення в кольоровому режимі із застосуванням зміни контрастності.

Розподіл пацієнтів за типами морфологічних змін задньої капсули кришталика представлено у таблиці 1.

Застосування контрастного посилення при проведенні АОСТ дозволило поліпшити візуалізацію задньої капсули та привело до зміни кількості пацієнтів у досліджуваних групах в порівнянні з початковими даними, а водночас і до покращення ступеню узгодженості експертних оцінок, що представлено в таблиці 1. Так, відзначалось збільшення кількості очей в першій

групі з 274 до 312, що на 13,8% вище в порівнянні з вихідними даними. В цілому проведення АОСТ дозволило уточнити морфологічні зміни кришталика в 7,4% очей.

Незважаючи на те, що в третій групі спостереження на завершальному етапі діагностики кількість не змінилась, все ж були виявлені якісні зміни, а саме на трьох очах, де ми припускали пошкодження задньої капсули, в одному випадку було підтверджено її цілісність (рис. 3).

Надалі в залежності від виявлених морфологічних змін в ЗКК були структуровані демографічні дані пацієнтів (табл. 2).

З даних, які представлені в таблиці 2, видно, що морфологічні зміни ЗКК, за даними ОКТ, не залежали від демографічних даних пацієнтів.

В залежності від виявлених структурних змін ЗКК, за даними ОКТ, при задньокапсулярних катарактах було проведено хірургічне лікування, яке мало деякі відхилення від стандартних етапів ФЕК та проаналізовані інтраопераційні ускладнення (табл. 3).

З даних, які представлені в таблиці 3, при I типі морфологічних змін, коли, за даними АОСТ, була відсутність щільного взаємозв'язку задньої капсули з

Таблиця 1. Розподіл пацієнтів за типами морфологічних змін задньої капсули кришталика (ЗКК), за даними оптичної когерентної томографії (ОКТ)

Групи спостереження за типом змін ЗКК	Кількість очей	
	ОКТ у звичайному режимі	ОКТ при контрастному посиленні
Перша – I тип	274	312
Друга – II тип	223	185
Третя – III тип	15	15
Всього	512	512

Таблиця 2. Демографічні та клінічні дані пацієнтів в залежності від морфологічних типів змін задньої капсули кришталика, за даними оптичної когерентної томографії

Демографічні дані	I тип (n=312)	II тип (n=185)	III тип (n=15)	p
Вік (M±m), роки	57,4±8,6	56,6±9,2	54,4±11,1	0,74
Стать: чоловіча жіноча	166	89	6	0,46
	146	96	9	0,35
МКГЗ до операції (M±m)	0,21±0,10	0,16±0,08	0,11±0,10	0,68
МКГЗ після операції (M±m)	0,86±0,12	0,78±0,08	0,75±0,11	0,56

Примітка: p – рівень значущості різниці показників у порівнянні між групами, n – кількість очей; МКГЗ – максимально коригована гострота зору.

Таблиця 3. Характеристика техніки факоемульсифікації (ФЕК) та наявність інтраопераційних ускладнень в залежності від морфологічних типів змін задньої капсули кришталика (ЗКК), за даними оптичної когерентної томографії, при задньокапсулярних катарактах

Показники	Морфологічні типи змін ЗКК		
	I тип n=312	II тип n=185	III тип n=15
	абс./%	абс./%	абс./%
Характеристика техніки ФЕК			
Гідродисекція	312/100	9/4,9	0/0
Гідрodelінеація	312/100	185/100	15/100
Віскодисекція	0/0	0/0	15/100
Щадні параметри ФЕК	88/28	180/97	15/100
Поліровка задньої капсули	12/3,8	185/100	0/0
Інтраопераційні ускладнення			
Розрив ЗКК: без випадіння склистого тіла з випадінням склистого тіла	0/0	0/0	8/53 5/33 3/20
Наявність помутніння ЗКК	0/0	185/100	7/47

Примітка: n – кількість очей, ЗКК – задня капсула кришталика.

навоколишніми структурами, в 100% випадках проводилась гідродисекція, гідрodelінеація та стандартна факоемульсифікація у звичайному режимі. Лише на 88 очках (28%) видалення ядра та субкапсулярних шарів проводили в щадному режимі: зменшення іригаційного та аспіраційного потоків, що доцільно знижувало зусилля на капсулу і тим самим зберігало її цілісність. На 12 (3,8%) очках додатково було проведено полірування задньої капсули. В підсумку застосованих послідовних дій – відсутність інтраопераційних ускладнень.

Щільне з'єднання задніх кортикальних шарів зі зміненою капсулою кришталика при II типі обґрунтовувало наступні послідовні етапи ФЕК: в 95,1% випадках ми відмовились від виконання гідродисекції, але у всіх хворих проводилась повноцінна гідрodelінеація; при видаленні ядра використовувався щадний режим в 97% випадках та в 100% проводилось полірування задньої капсули. Внаслідок такої тактики інтраопераційні ускладнення були усунені, але в 100% випадків спостерігались зміни задньої капсули у вигляді непрозорих ділянок різної інтенсивності та площі, що потребувало надалі лазерного лікування в післяопераційному періоді.

Морфологічні зміни ЗКК III типу передбачали безпосередньо неспроможність задньої капсули під помутніннями (її переродження або нецілісність), тому збереження її під час виконання ФЕК представляло велику складність. У даних хворих була застосована віскодисекція для більш обережного розсічення периферичної кори кришталика та епіноклеуса від скоп-

рометованої капсули. Водночас не використовувалось полірування капсули, на відміну від морфологічних змін ЗКК при II типі, що, на наш погляд, було недоцільно та небезпечно з урахуванням стану капсули у цих хворих. При цьому у кожного другого хворого спостерігався розрив задньої капсули, а саме – в 33% випадків розрив був без випадіння склистого тіла, у 20% – хірургія супроводжувалась вітректомією, а у решти були наявні помутніння ЗК, що потребувало виконання лазерної дисцизії.

Таким чином, розуміння морфологічних змін ЗКК, за даними АОСТ, в доопераційному періоді суттєво допомагає в плануванні проведення хірургічного лікування ЗК та сприяє усуненню можливих інтраопераційних ускладнень.

Обговорення

Відомо, що хірургічне лікування ЗК дуже часто супроводжується формуванням інтракапсулярних ускладнень у вигляді розриву задньої капсули та часткової втрати склистого тіла. Так, Osher R. з співавтор. в своїй роботі повідомляє про 26% випадків ускладнень [11], в той час, як Vasavada A, Singh R. спостерігали випадки розриву задньої капсули аж у 36% [12]. Однак ці дані надаються стосовно одного з типів ЗК – полярної. Водночас з цим в дослідженні Hayashi з співавтор. розрив задньої капсули зустрічався тільки у 7,1% випадків, але ж при цьому використовувалися різні види операції, тобто не всім пацієнтам була проведена ФЕК [13]. В нашому дослідженні ми приділяли увагу як особливостям помутніть в кришталику, так і проводили оптимізацію етапів ФЕК при виконанні хірургічного лікування ЗК, та отримали інші дані, а саме 1,5% випадків інтраопераційних ускладнень, при цьому 50% із них спостерігалось при морфологічних змінах ЗКК III типу.

Для зменшення кількості розривів задньої капсули в доступній літературі приділяється увага як діагностичним заходам з метою виявлення особливостей помутніння кришталика, що можуть спричинити такі ускладнення, так і оптимізації хірургічної техніки видалення катаракти. Так, в роботах Sunil Kumar ризик розриву капсули зіставляли з розміром полярної непрозорості в кришталику, що визначали за допомогою біомікроскопії [14]. За їх даними, в очках з помутніннями діаметром 4 мм та більше спостерігалась частіша вірогідність ускладнень, ніж у решти пацієнтів (30,43% проти 5,71%), що потребувало надалі бути обережним при проведенні операції у цих хворих. Вперше Yawen Guo застосував метод ультрасонографії В-скан 25 МГц для виявлення цілісності задньої капсули або наявності дегісценції (нецілісності) задньої капсули при задніх полярних катарактах [15]. Отримані результати він також використовував для вибору відповідного лікування, щоб уникнути подальших ускладнень під час операції.

З 2014 року різні автори стали застосовувати у своїй практиці метод АОСТ, при цьому у всіх цих дослідженнях робилися спроби відокремити пошкоджену капсулу від інтактної та оцінювали ризики розриву задньої капсули, тобто формування інтраопераційних ускладнень [16, 17, 18]. В нашому дослідженні ми також віддали перевагу цьому методу, але на відміну від вже наявних протоколів проведення АОСТ, нами було застосовано метод зміни контрасту зображень для виключення менш рефлексивних морфологічних структур. Це значно поліпшило уявлення про морфологічні зміни кришталика у хворих на ЗК, а саме: стан задньої капсули, її цілісність та прозорість або навпаки, розташування помутніння та його взаємозв'язок з капсулою, щільність та протяжність, стан ретролентального простору та задньої гіалоїдної мембрани.

Поряд з розвитком діагностичних методів, що допомагають у визначенні ризиків розриву задньої капсули при хірургічному лікуванні ЗК, а тим самим сприяють зниженню інтраопераційних ускладнень, удосконалюється і техніка операційного втручання з цією ж метою. Так, для мінімізації ризику розриву задньої капсули під час проведення ФЕК у хворих на ЗК описані в літературі різні техніки та запобіжні заходи. По-перше, це стосується етапів гідродисекції та гідроделінеації, а саме обережного відділення самого помутніння від зміненої задньої капсули. З урахуванням, що гідродисекція може призводити до гідравлічного розриву капсули деякі автори рекомендують її уникати. [12, 19]. Водночас Fine з соавтор. запропонували мультиквadrантну гідродисекцію: короткі, не потужні вприскування рідини у різних меридіанах, без проходження її через щільне з'єднання із задньою капсулою. [20]. Наступний етап ФЕК – гідроделінеація для створення гідравлічної подушки між епінуклеусом та ядром також має різні варіанти виконання. Звичайна гідроделінеація змушує рідину проходити із зовні всередину, але не завжди безпечна, бо може спричинити додаткове навантаження на капсульний міхур та зв'язки, а іноді при попаданні рідини в субкапсулярний простір може привести до небажаної та необґрунтованої гідродисекції. [21]. Альтернативний метод гідроделінеації запропоновано Vasavada A. R., Rai S. M. (2004) під назвою «розмежування зсередини назовні», що допомагає виділити ядро без додаткових ризиків, але вимагає наявності додаткових канюлей. [22]. Ряд авторів [23, 24] повідомили про доцільність проведення віскодисекції для обережного роз'єднання периферійного кортекса від капсули. По-друге, видалення ядра потребує щадних режимів, з низькою потужністю, вакуумом та іригаційним потоком, щоб мінімізувати навантаження на задню капсулу. [23, 25]. В нашій практиці ми використовували всі вже існуючі відомі техніки видалення ЗК з однією різницею – диференційне застосування різних прийомів в залежності від морфологічних змін ЗКК, за даними ОКТ. Так, в першій групі спостереження ФЕК виконували за стан-

дартною технікою. В другій групі ми використовували мультиквadrантну техніку гідродисекції та гідроделінеацію. В третій групі переважно застосовували поєднання гідроделінеації та віскоделінеації, що сприяло ефективному проведенню ФЕК та імплантації інтраокулярної лінзи. В усіх випадках, що були пов'язані зі змінами задньої капсули, які попередньо були виявлені завдяки використанню АОСТ, використовувались щадні режими ФЕК.

Таким чином, успіх зорової реабілітації хворих на ЗК залежить як від якості передопераційних досліджень, так і хірургічного лікування. Застосування АОСТ дозволяє оцінити морфологічні зміни кришталика, а нове технологічне рішення, таке як використання зміни контрастності зображень АОСТ задньої капсули, дає можливість більш детального розуміння стану задньої капсули та її взаємовідносин з навколишніми структурами. Вибір тактики хірургічного лікування ЗК повинен проводитися з урахуванням сформованих морфологічних типових змін кришталика.

Література

1. **de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M.** Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016; 12(12): CD003169.
2. **Yang S, Jiang H, Nie K, Feng L, Fan W.** Effect of capsular tension ring implantation on capsular stability after phacemulsification in patients with weak zonules: a randomized controlled trial. *CTR implantation in cataract patients with weak zonules. BMC Ophthalmology*. 2021; 21 (1): 1–11.
3. **Yang Y, Chen H, An J, Fan W.** Long-term effects of phacemulsification and intraocular lens implantation in a patient with pathologic myopia and extremely long axial length: A case report. *Medicine*. 2020; 99(37): e22081.
4. **Fontana L, Coassin M, Iovieno A, Moramarco A, Cimino L.** Cataract surgery in patients with pseudoexfoliation syndrome: current updates. *Clinical Ophthalmology*. 2017; 11: 1377–1383.
5. **Panchapakesan J, Mitchell P, Tumuluri K, Rochtchina E, Foran S, Cumming RG.** Five year incidence of cataract surgery: the Blue Mountains Eye Study. *The British journal of ophthalmology*. 2003; 87(2): 168–172.
6. **Chan E, Omar F, Mahroo AR, Bchir MB, Spalton DJ, Frcep F, et al.** Complications of cataract surgery. *Clinical and Experimental Optometry*. 2010; 93(6): 379–389.
7. **Feng H, Aadelman RA.** Cataract formation following vitreoretinal procedures. *Clinical Ophthalmology*. 2014; 8: 1957–1965.
8. **Richardson RB, Ainsbury EA, Prescott CR, Lovicu FJ.** Etiology of posterior subcapsular cataracts based on a review of risk factors including aging, diabetes, and ionizing radiation. *International Journal of Radiation Biology*. 2020; 96(11): 1339–1361.
9. **Rim THT, Kim MH, Kim WC, Kim TI, Kim EK.** Cataract subtype risk factors identified from the Korea National Health and Nutrition Examination survey 2008-2010. *BMC Ophthalmology*. 2014; 14(1): 1–15.
10. **Klein BEK, Klein R, Moss SE.** Incident cataract surgery: The Beaver Adam Eye Study. *Ophthalmology*. 1997; 104(4): 573–580.

11. Osher RH, Yu BCY, Koch DD. Posterior polar cataracts: a predisposition to intraoperative posterior capsular rupture. Journal of cataract and refractive surgery. 1990; 16(2): 157–162.
12. Vasavada A, Singh R. Phacoemulsification in eyes with posterior polar cataract. Journal of cataract and refractive surgery. 1999; 25(2): 238–245.
13. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Outcomes of surgery for posterior polar cataract. Journal of cataract and refractive surgery. 2003; 29(1): 45–49.
14. Kumar S, Ram J, Sukhija J, Severia S. Phacoemulsification in posterior polar cataract: does size of lens opacity affect surgical outcome? Clinical & Experimental Ophthalmology. 2010; 38(9): 857–861.
15. Guo Y, Lu C, Wu B, Gao J, Li J, Yuan X, et al. Application of 25 mhz B-scan ultrasonography to determine the integrity of the posterior capsule in posterior polar cataract. Journal of ophthalmology. 2018; 23: 1–5.
16. Chan TCY, Li EYM, Yau JCY. Application of anterior segment optical coherence tomography to identify eyes with posterior polar cataract at high risk for posterior capsule rupture. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2014; 40(12): 2076–2081.
17. Kymionis GD, Diakonis VF, Liakopoulos DA, Tsoularas KI, Klados NE, Pallikaris IG. Anterior segment optical coherence tomography for demonstrating posterior capsular rent in posterior polar cataract. Clinical Ophthalmology. 2014; 8: 215–217.
18. Dhami A, Dhami N, Dhami S. Role of ASOCT in Preoperative Assessment of Posterior Polar Cataract. Acta Scientific Ophthalmology. 2020; 3: 2582–3191.
19. Siatiri H, Moghimi S. Posterior polar cataract: minimizing risk of posterior capsule rupture. Eye. 2006; 20(7): 814–816.
20. Fine IH, Packer M, Hoffman RS. Management of posterior polar cataract. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2003; 29(1): 16–19.
21. Vasavada AR, Raj SM, Vasavada V, Shrivastav S. Surgical approaches to posterior polar cataract: a review. Eye. 2012; 26(6): 761–770.
22. Vasavada AR, Raj SM. Inside-out delineation. Journal of cataract and refractive surgery. 2004; 30(6): 1167–1169.
23. Allen D, Wooda C. Minimizing risk to the capsule during surgery for posterior polar cataract. Journal of cataract and refractive surgery. 2002; 28(5): 742–744.
24. Taskapili M, Gulkilik G, Kocabora MS, Ozsutcu M. Phacoemulsification with viscodissection in posterior polar cataract: minimizing risk of posterior capsule tear. Annals of ophthalmology (Skokie, Ill.). 2007; 39(2): 145–149.
25. Salahuddin A. Inverse horse-shoe technique for the phacoemulsification of posterior polar cataract. Canadian Journal of Ophthalmology. 2010; 45(2): 154–156.

Відомості про авторів та розкриття інформації

Автор листування: Рудичева Ольга Анатоліївна - rudychevaolga5@gmail.com

Внесок авторів. Луценко Н.С. – концептуалізація; нагляд; проведення досліджень; аналіз та інтерпретація даних; написання – початковий проект, рецензування та редагування. Ісакова О. А. – проведення досліджень; аналіз та інтерпретація даних; формальний аналіз; написання – проектування, рецензування та редагування. Рудичева О. А. – методологія; проведення досліджень; аналіз та інтерпретація даних; написання – проектування, рецензування та редагування. Кирилова Т. С. – методологія; проведення досліджень; аналіз та інтерпретація даних; написання – рецензування та редагування. Яцун Г. В. – ресурси; проведення досліджень; написання – рецензування та редагування.

Усі автори проаналізували результати та погодили кінцевий варіант рукопису.

Відмова від відповідальності. Автори заявляють, що висловлені у поданій статті думки є їх власними, а неофіційними позиціями установи.

Стаття є частиною науково-дослідницької роботи за тематикою «Оптимізація діагностики, лікування та моніторингу захворювань органу зору за допомогою оптичної когерентної томографії та ангіографії», реєстраційний номер № 0119U101932.

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

Дослідження проводилося з участю людей. Це дослідження було схвалено місцевим комітетом з біоетики. Усі пацієнти дали інформативну згоду на участь у дослідженні. Дослідження було проведено згідно з Гельсінською декларацією. Це дослідження не включало експерименти на тваринах.

Надійшла 25.08.2022