

УДК 617.741-004.1:617.713-089.168.1

DOI: <https://doi.org/10.22141/2309-8147.9.3.2021.247908>Косу́ба С.І.¹, Петренко О.В.¹, Туманова О.В.¹, Войцехівський О.В.²¹ Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна² Київська міська клінічна офтальмологічна лікарня «Центр мікрохірургії ока», м. Київ, Україна

Розрахунок параметрів тунельного розрізу при факоемульсифікації у хворих з раніше проведеною передньою радіальною кератотомією

Резюме. Мета. Вибір типу тунельного розрізу на підставі математичних розрахунків у хворих на катаракту з раніше проведеною передньою радіальною кератотомією. **Матеріали та методи.** У розрахунках використовувалась формула довжини хорди окружності: $L = 2R \cdot \sin(\alpha/2)$, де R — радіус рогівки, α — кут у градусах між двома рогівковими надрізами. Довжину хорди вимірювали на лімбі (верхній край тунельного розрізу) та 2 мм від лімба (нижній край тунельного розрізу). Більш важливою є хорда 2 мм від лімба, тому що відстань між кератотомічними розрізами в цьому місці є меншою. До ширини леза ножа необхідно додати ще від 0,4 мм до 1,0 мм залежно від типу післяопераційного загоювання рогівки, що і буде запорукою пересічення розрізів. **Результати.** Найпоширенішими є ножі 2,2 мм та довжиною тунелю 2 мм. Тому проводимо розрахунки на базі цього ножа у пацієнтів з 8 та 12 кератотомічними розрізами та діаметром рогівки 12 мм за вертикаллю та 11 мм за горизонталлю. У пацієнтів з 8 кератотомічними розрізами є можливість використовувати ніж 2,2 мм для рогівкового тунельного розрізу, а у хворих з 16 насічками використання рогівкового тунелю неможливе. **Висновки.** У пацієнтів, хворих на катаракту, в яких раніше була проведена передня радіальна кератотомія, потрібен особливий підхід щодо вибору тунельного розрізу. Вибір доступу залежить від діаметра рогівки, кількості кератотомічних надрізів та ширини ножа і вираховується за допомогою формули довжини хорди окружності.

Ключові слова: катаракта; факоемульсифікація; передня радіальна кератотомія

Вступ

Передня радіальна кератотомія (ПРК) досягла своєї значної популярності у вісімдесятих роках ХХ століття. Тільки у США до 1995 року було проведено близько 1 мільйона радіальних кератотомій [4, 13]. Ці операції були здійснені здебільшого у хворих на короткозорість віком від 18 до 35 років, через що сьогодні ми маємо значно більший відсоток хворих на катаракту після раніше проведеної радіальної кератотомії.

Рефракційні операції мають досить специфічні ускладнення як під час їх виконання, так і у віддаленому періоді [3]. Перфорація та грубе рубцювання

рогівки належать до ранніх ускладнень, і як наслідок — збільшення значення індукованого астигматизму та зниження гостроти зору. До віддалених наслідків можливо зарахувати прогресуючу гіперметропію, слабку стійкість до травм, проблематичність розрахунку інтраокулярної лінзи (ІОЛ), зменшення кількості ендотеліальних клітин за наявності мікроперфорацій [1, 11, 12].

Усі ці ускладнення обумовлені принципом радіальної кератотомії — ослаблення міцності властивостей рогівки для сплюснення її центральної частини. Рефракційний ефект значною мірою залежить від типу

© «Архів офтальмології України» / «Archive Of Ukrainian Ophthalmology» («Arhiv oftal'nologii Ukraini»), 2021

© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2021

Для кореспонденції: Петренко Оксана Василівна, доктор медичних наук, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112, Україна; e-mail: visionpetrenko@gmail.com

For correspondence: Oksana Petrenko, MD, PhD, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Dorohozhytska st., 9, Kyiv, 04112, Ukraine; e-mail: visionpetrenko@gmail.com

Full list of authors information is available at the end of the article.

загоєння рогівкової тканини [6]. При першому типі загоєння отримуємо максимально прогнозований рефракційний результат ПРК, але і слабке відновлення властивості міцності рогівки. Так, за даними авторів, процес рубцювання за першим типом не закінчується і через 20–30 років [8]. Другий і третій тип рубцювання надто активний, а рефракційний ефект після операції, навпаки, знижується [3].

Отже, у пацієнтів із катарактою після ПРК необхідно застосовувати індивідуальний підхід при проведенні факоемульсифікації. Це стосується операційних розрізів, їх довжини, місця розташування та розрахунку оптичної сили інтраокулярної лінзи [5].

Мета: вибір типу тунельного розрізу на підставі математичних розрахунків у хворих на катаракту з раніше проведеною передньою радіальною кератотомією.

Матеріали та методи

У розрахунках використовувалась формула довжини хорди окружності: $L = 2R \cdot \sin(\alpha/2)$, де R — радіус рогівки, α — кут у градусах між двома рогівковими надрізами. Довжину хорди вимірювали на лімбі (верхній край тунельного розрізу) та 2 мм від лімба (нижній край тунельного розрізу). Більш важливою є хорда 2 мм від лімба, тому що відстань між кератотомічними розрізами у цьому місці є меншою. При проведенні ретроспективного аналізу ускладнень, які виникли під

час операцій, ми дійшли висновку, що мінімальна відстань до інтактної рогівки при першому типі загоєння становить 0,4–0,5 мм, а при другому та третьому типі — 0,2–0,3 мм відповідно.

Тому до ширини леза ножа необхідно додати ще від 0,4 мм до 1,0 мм залежно від типу післяопераційного загоювання рогівки, що і буде запорукою пересічення розрізів. З використанням цієї техніки нами прооперовано 67 пацієнтів віком 47–61 років. Кількість кератотомічних розрізів рогівки — від 6 до 16. Середній строк між кератотомією та факоемульсифікацією становив $21,0 \pm 1,8$ року.

Результати та обговорення

На сьогодні в офтальмохірургії використовуються тунельні розрізи за допомогою ножів 1,8–2,5 мм. Найпоширенішими є ножі 2,2 мм та довжиною тунелю 2 мм. Тому проводимо розрахунки на базі цього ножа у пацієнтів з 8 та 12 кератотомічними розрізами та діаметром рогівки 12 мм за вертикаллю та 11 мм за горизонталлю.

Дані розрахунків у пацієнтки з 8 розрізами наведені у табл. 1.

Як свідчать дані табл. 1, мінімальна відстань між двома кератотомічними надрізами у 2 мм від лімба в обох меридіанах дозволяє використовувати ніж 2,2 мм для рогівкового тунельного розрізу (рис. 1, 2).

Таблиця 1. Дані розрахунків у пацієнтки з 8 розрізами (у мм)

	Радіус вертик.	Радіус горизонт.	Ніж 2,2 мм
Лімб	4,59	4,21	2,8–3,2
2 мм від лімба	3,83	3,44	2,8–3,2

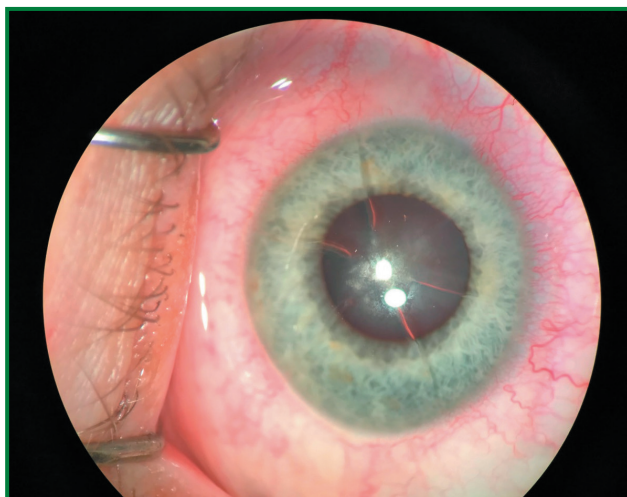


Рисунок 1. Кератотомічні надрізи у хворих на катаракту

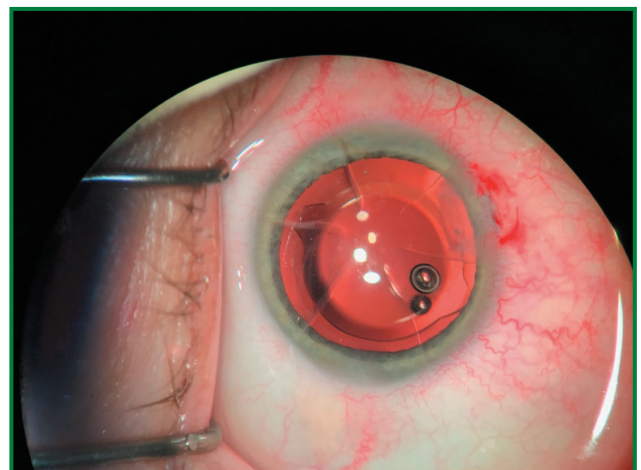


Рисунок 2. Рогівковий тунель та кератотомічні надрізи у хворого на катаракту після факоемульсифікації з імплантованою ІОЛ

Таблиця 2. Дані розрахунків у пацієнтки з 12 розрізами (у мм)

	Радіус вертик.	Радіус горизонт.	Ніж 2,2 мм
Лімб	2,85	3,11	2,8–3,2
2 мм від лімба	2,33	2,59	2,8–3,2

Дані розрахунків у пацієнтки з 12 розрізами наведені у табл. 2.

У цьому випадку неможливо використання рогівкового тунельного розрізу, тому що відстань між кератотомічними розрізами як у горизонтальному, так і у вертикальному меридіані перевищує безпечну відстань у 2,8–3,2 мм. Тому треба використовувати склеральний доступ. Ці формули можливо застосовувати до будь-якої кількості кератотомічних надрізів.

Особливої уваги потребує здійснення розрізів у пацієнтів із першим типом загоєння тканини рогівки. Згідно з останніми дослідженнями, у кератотомічних рубців відзначені: хаотична будова сполучної тканини, нерівномірне заповнення колагеном по всій довжині надрізу, дефекти боуменової мембрани з вrostанням епітелію та формуванням слизової корки [8]. Всі ці зміни в подальшому можуть призвести до розходження рубців при травмі або хірургічній маніпуляції [9, 10]. Під час проведення факоемulsифікації буде вкрай складно фіксувати розходження кератотомічного рубця і тунельного розрізу швами, що призведе до неможливості прогнозувати рефракційний результат [2, 10]. Крім цього, можливе різке зменшення глибини передньої камери, що може сприяти травмуванню ендотеліальних клітин та пошкодженню інших тканин ока.

Деякими авторами запропоновані спеціально зроблені мітчики для визначення відстані між розрізами [7]. За даними наших розрахунків, можливо використовувати і стандартні ножі із зазначеними розмірами 2,4; 2,5; 2,6; 2,85; 3,0 мм, порівнюючи їх з розміром тунельного розрізу, та додати ще від 0,4 мм до 1,0 мм залежно от типу післяопераційного загоювання рогівки. Наприклад, при використанні ножа 2,0 мм можливе застосування як мітчика ножа розміром 3,0 мм при першому типі загоювання.

Вибір розміру ножа-мітчика також залежить від наявності мікроперфорацій та лінійності розташування кератотомічного розрізу. Тому, наводячи свої результати, ми даємо можливість хірургу ще до операції вибрати тип, розмір та місце розташування тунельного розрізу.

Висновки

У пацієнтів, хворих на катаракту, в яких раніше була проведена передня радіальна кератотомія, потрібен особливий підхід щодо вибору тунельного розрізу. Вибір доступу залежить від діаметра рогівки, кількості кератотомічних надрізів та ширини ножа і вираховується за допомогою формули довжини хорди окружності.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Аветисов С.Э., Антонов А.А., Вострухин С.В. Прогрессирующая гиперметропия после радиальной кератотомии. *Вестник офтальмологии*. 2015. № 2. С. 13–18.
2. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Пасикова Н.В. Наш опыт факоемulsификации катаракты у пациентов, перенесших переднюю радиальную кератотомию. *Современные технологии в медицине*. 2016. № 2(8). С. 66–70.
3. Ивашина А.И. Хирургическая коррекция близорукости методом передней радиальной кератотомии: дис... д-ра мед. наук А.И. Ивашина. М., 1989. 484 с.
4. Коршунова Н.К. и др. 30-летний опыт радиальной кератотомии. *Съезд офтальмологов России, 7-й тез. докл. М.: Издательский центр «Федоров», 2000. Ч. 1. С. 256.*
5. Косуца С.І., Тутченко Л.П., Войцехівський О.В. Вибір типу тунельного розтину у хворих на катаракту з раніше проведеною передньою радіальною кератотомією. *Рефракційний пленер 17. Наук.-практ. конференція офтальмологів та дитячих офтальмологів України з міжнародною участю. 20–21 жовтня 2017 року. Збірник праць. Київ, 2017. С. 68–69.*
6. Солодкий Н.З. Совершенствование технологии кератотомии: дис... канд. мед. наук: 14.00.08. Киевский ин-т усовершенствования врачей. Киев, 1993. 146 с.
7. Суркова В.К., Шевчук Н.Е., Пасикова Н.В. Измерительный инструмент для расчета параметров хирургического доступа при факоемulsификации катаракты у пациентов после радиальной кератотомии. *Патент РФ № 2552096*. 2014.
8. Хорошилова-Маслова И.П., Андреева В.П., Илатовская Л.В., Кузнецова И.А. Клинико-гистопатологическое исследование энуклеированных глаз с контузионным разрывом роговицы после радиальной кератотомии. *Вестник офтальмологии*. 1998. № 114(4). С. 3–8.
9. Baudot A., Perone J.M., Agapie A., Lacusteanu M., Lasota P., Kurun S., Mnasri H., Bertaux P.J. Rupture of two radial keratotomy incisions 19 years later, during a clear corneal cataract surgery. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2011. Vol. 52(14). P. 6221.
10. Behl S., Kothari K. Rupture of a radial keratotomy incision after 11 years during clear corneal phacoemulsification. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2001. Vol. 27(7). P. 1132–1134. [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(01\)00763-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(01)00763-5).
11. Frueh B.E., Böhnke M. Endothelial changes following refractive surgery. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1996. Vol. 22(4). P. 490–496. [http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350\(96\)80048-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0886-3350(96)80048-4).
12. Mac Rae S.M., Matsuda M., Rich L.F. The effect of radial keratotomy on the corneal endothelium. *Am. J. Ophthalmol.* 1985. Vol. 100(4). P. 538–542. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394\(85\)90677-4](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394(85)90677-4).
13. Minarik K.R. Correction vision after RK. *Optom. Manage.* 1995. Vol. 30(6). P. 34–36.

Отримано/Received 30.09.2021

Рецензовано/Revised 11.10.2021

Прийнято до друку/Accepted 21.10.2021 ■

Information about authors

S.I. Kosuba, Department of ophthalmology, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
Oksana Petrenko, MD, PhD, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
O.V. Tumanova, Department of ophthalmology, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
O.V. Wojciechowski, Kyiv City Clinical Ophthalmological Hospital "Eye Microsurgery Center", Kyiv, Ukraine

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and their own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript.

S.I. Kosuba¹, O.V. Petrenko¹, O.V. Tumanova¹, O.V. Wojciechowski²

¹ Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Kyiv City Clinical Ophthalmological Hospital "Eye Microsurgery Center", Kyiv, Ukraine

Calculation of tunnel incision parameters during phacoemulsification in patients with previous anterior radial keratotomy

Abstract. Background. The purpose was the choice of the type of tunnel incision on the basis of mathematical calculations in cataract patients with a previous anterior radial keratotomy. **Materials and methods.** During the calculations, the formula for the chord length of a circle was used: $L = 2R \cdot \sin(\alpha/2)$, where R is the radius of the cornea, α is the angle (in degrees) between the two corneal incisions. The chord length was measured on the limbus (upper edge of the tunnel incision) and 2 mm from the limbus (lower edge of the tunnel incision). The chord 2 mm from the limbus is more important because the distance between keratotomy incisions at this site is smaller. From 0.4 to 1.0 mm must be added to the width of the knife blade, depending on the type of postoperative corneal healing, which will be the key to crossing the incisions. **Results.** The most common knives are those 2.2 mm

long with a tunnel length of 2 mm. Therefore, we perform calculations based on this knife in patients with 8 and 12 keratotomy incisions and a corneal diameter of 12 mm vertically and 11 mm horizontally. In patients with 8 keratotomy incisions, a 2.2 mm knife can be used for a corneal tunnel incision, and in patients with 16 incisions, it is impossible to use a corneal tunnel. **Conclusions.** In cataract patients who have previously undergone anterior radial keratotomy, a special approach is needed to the choice of tunnel incision. The choice of access depends on the diameter of the cornea, the number of keratotomy incisions and the width of the knife and is calculated using the formula for the chord length of a circle.

Keywords: cataract; phacoemulsification; anterior radial keratotomy