

УДК 617.753.3-089+611.841.2

МЕТОД ПОЕТАПНОГО ПРОВЕДЕННЯ ДУГОВОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ АСТИГМАТИЧНОЇ КЕРАТОТОМІЇ З УРАХУВАННЯМ КЕРАТОТОПОГРАФІЧНИХ ДАНИХ

М. М. Сергієнко, д-р мед. наук, член-кор. НАН та АМН України, професор каф. офтальмології НМАПО ім. П. Л. Шупика; **А. І. Ковальов**, канд. мед. наук; **Н. М. Захараш**, аспірант каф.

офтальмології НМАПО ім. П. Л. Шупика.

Медичний центр «АІЛАЗ», Україна, м. Київ.

***Цель:** повысить эффективность и безопасность дуговой автоматизированной астигматической кератотомии путем поэтапного ее проведения и использования кератотопографических данных.*

***Материал и методы:** 83 операции у 63 пациентов, которым проведена дуговая автоматизированная астигматическая кератотомия с помощью аркутома Паликариса, под контролем кератотопографии.*

***Результаты:** выявлено значительное уменьшение степени астигматизма с $(3,6 \pm 0,04)$ D до операции до $(0,8 \pm 0,02)$ D после операции. Никаких осложнений не обнаружено.*

***Выводы:** поэтапное проведение контролируемых кератотопографически дуговых релаксирующих насечек позволяет корректировать астигматизм в пределах 3,0D без риска перфорации, гиперкоррекции, и ошибки в осях.*

Ключові слова: астигматизм, астигматична кератотомія, кератотопографія

Ключевые слова: астигматизм, астигматическая кератотомия, кератотопография

Вступ. Швидкими та малоінвазивними методами виправлення астигматизму є корекції за допомогою ексимерного лазера [1,2]. Проте, ексимер-лазерна корекція астигматизму високого ступеня та аметропій високого ступеня з астигматизмом вимагає видалення великих об'ємів рогівкової тканини. Оскільки об'єм видалення рогівкової тканини при корекції астигматичної рефракції більший ніж при такому ж значенні сферичної рефракції, що виявляється при теоретичних розрахунках необхідного об'єму абляції, в умовах тонкої рогівки ексимерлазерна корекція взагалі неможлива [3, 4].

Застосування дугової астигматичної кератотомії дозволяє без зменшення об'єму рогівкової стріми створити натуральну кругову асиметричність поверхні рогівки [9]. Проте складність прогнозування рефракційного ефекту обмежує застосування даного методу [6, 7, 8, 9].

Мета: підвищити ефективність і безпечність хірургічної корекції астигматизму, шляхом поетапного застосування дугової автоматизованої астигматичної кератотомії з врахуванням кератотопографічних даних.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ: проведено 83 операції дугової астигматичної кератотомії з використанням аркутома Палікаріса («D & K Ltd», Великобританія) у 63 пацієнтів з астигматизмом від $-1,00D$ до $-7,00D$, віком від 19 до 56 років.

Діагностичне офтальмологічне обстеження пацієнтів до і після операції включало: визначення гостроти зору без корекції та з корекцією, суб'єктивну рефрактометрію, об'єктивну рефрактометрію та кератометрію за допомогою авто-реф-кератометра, кератотопографію за допомогою кератотопографа Orbscan-II, («Bausch & Lomb» (США)) і біомікроскопію. Всім пацієнтам теоретично визначали відстань від центра, довжину та кількість насічок відповідно до номограм Нічаміна, в яких враховувався вік і дані рефрактометрії. При цьому оптичну зону формували не менше 8 мм.

Розрахунок глибини насічки здійснювався згідно даних кератотопографічних і кератопахіметричних карт пацієнтів таким чином, щоб місця стоншення не досягали значення розрахункової глибини проведення насічки. При цьому змінювались параметри насічки в бік зменшення глибини до безпечного рівня і збільшення довжини — для досягнення очікуваного результату. Безпечним рівнем вважалась глибина насічки, при якій інтактними залишаються не менше 10 мкм глибоких шарів рогівки в найтоншому місці (враховували, що товщина передньої області десцеметової мембрани складає 1-4 мкм, задньої — 5-15 мкм, висота ендотеліальних клітин дорівнює 5-6 мкм) [10]. При наявності осьової асиметрії рефракційного циліндра на кератотопографічній карті — розташування насічки планувалось в меридіані максимального значення міопічного циліндра.

Перед проведенням операції відмічався нульовий меридіан у сидячому положенні пацієнта в світлі щільної

© М. М. Сергієнко, А. І. Ковальов, Н. М. Захараш, 2010

лампи. В усіх випадках корекція виконувалась під місцевою, інстиляційною анестезією.

На початку операції відмічався оптичний центр рогівки, діаметр оптичної зони, вісь слабого меридіану. Корпус фіксувався нерухомо за допомогою вакуума в паралімбальній зоні так, щоб відмітчик центру вказував на центр та розміщувався в проекції відмітки цієї осі слабого меридіану. Встановлювалась глибина насічки, яка регулювалась з кроком 20 мкм. Проводилась насічка в проекції сильного меридіану. В кінці маніпуляції перевірялась регулярність глибини насічки.

При нанесенні пари насічок, відповідно до розрахунків, маніпуляція повторювалась в сильному меридіані, з протилежної від центру сторони.

При проведенні двох пар насічок, відповідно до розрахунків, або недостатньому ефекті першого етапу операції внаслідок індивідуальних особливостей рогової оболонки ока, що виявляли при повторних оглядах, операція виконувалась в два етапи.

Другий етап астигматичної кератотомії проводився через три місяці після першого. При розрахунках другого етапу, окрім стандартних параметрів та даних кератотопограм, враховувався відсоток результативності першого етапу.

Контрольний огляд пацієнтів у світлі щільної лампи проводився через 15-30 хвилин після завершення корекції. В післяопераційному періоді пацієнтам призначались інстиляції антибіотиків на 7-10 днів. Повторні огляди проводились через 1, 14, 30 днів, 1,5; 2, 3, 6, 12, 18 місяців після корекції.

Тривалість спостереження склала в середньому $(16,3 \pm 0,01)$ міс.

РЕЗУЛЬТАТИ. Дані не коригованої та коригованої гостроти зору, рефрактометрії до і після операції приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники рефракції ока та гостроти зору у пацієнтів, яким була виконана дугова астигматична кератотомія ($M \pm SD$), $n=83$.

Рефракція ока та гострота зору	До операції	Після операції	p
Сфера (D)	$-2,4 \pm 0,06$	$-3,5 \pm 0,05$	$<0,05$
Циліндр (D)	$-3,6 \pm 0,03$	$-0,8 \pm 0,06$	$<0,05$
Сфероеквівалент (D)	$-4,2 \pm 0,09$	$-3,6 \pm 0,04$	$<0,05$
Не коригована гострота зору	$0,15 \pm 0,04$	$0,27 \pm 0,15$	$<0,05$
Коригована гострота зору	$0,87 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,13$	$<0,05$

Ступінь корекції астигматизму був в межах від $-0,25D$ до $-4,75D$ (в середньому $-2,87D \pm 0,02$), що не відрізняється від даних інших дослідників [10,13,15]. У 56,6% (47 випадків) вдалося зменшити астигматизм до $0,0D$ — $-0,50D$. В 11 випадках (13,25%) при змішаному астигматизмі з сфероеквівалентом близьким до $(-0,63 \pm 0,07)D$ була досягнута еметропічна рефракція $\pm 0,50D$.

Стабілізація результату відмічена в середньому через $(2,97 \pm 0,05)$ місяців.

В кінцевому етапі дослідження відмічено зміни сферичної частини рефракції на 45,8% в сторону

збільшення міопії. Сфероеквівалент змінився в сторону зниження аметропії на 14% за рахунок зменшення ступеня астигматизму.

Такі зміни в рефракції рогівки пояснюються прогином рогівки під впливом врівноваження внутрішньоочного і атмосферного тисків, у результаті зменшення її товщини і ослаблення в зоні надрізу. Оскільки строма рогівки практично нерозтяжна — внаслідок прогину радіус кривизни рогівки збільшується, крутий меридіан сплющується, і його заломлююча сила зменшується. Зміни відбуваються і в протилежному, слабкому меридіані — він стає більш крутим (радіус його кривизни зменшується).

Зміна поверхні рогівки в різних меридіанах носить назву «парний ефект». Концепція «парності» ефекту астигматичної кератотомії детально розроблена J. J. Rowsey, B. D. Fouraker, які довели, що парність ефекту має максимальну вираженість при нанесенні насічок на середині відрізка «центр рогівки — лімба», в середньому це 5 мм оптична зона («coupling» ефект складає половину циліндра). Чим ближче до лімба, тим менше змінюється сферична частина рефракції (в 10 мм зоні «coupling» ефект складає близько третини циліндра), оскільки край рогівки жорстко фіксований лімбом по колу [11].

В нашому дослідженні насічки проводились в 10 мм і 8 мм оптичній зоні, оскільки більш виправданим ми вважаємо формування більшої оптичної зони. Це забезпечує комфортний зір при розширеній зиніці в умовах сутінкового і нічного освітлення, зменшує ризик виникнення індукованого астигматизму і не спричиняє індукованих загальних аберацій.

При визначенні найвищої коригованої гостроти зору до операції виявлена складність в досягненні повноцінного функціонального результату корекції, оскільки при отриманні досить високих значень коригованої гостроти зору корекція не переносилась пацієнтами. Викривлення чіткого ретинального зображення в астигматичному оці відбувається через нерівномірне збільшення лінзи окулярів у головних меридіанах, яке складає біля 1,6% на одну діоптрію циліндра в площині лінзи [12].

Після операції гострота зору без корекції покращилась в 29 випадках (34,94%) в середньому на $(80\% \pm 0,06)\%$ ($p < 0,05$), з корекцією — покращилась в 30 випадках (36,14%) в середньому на $7\% \pm 0,09\%$ ($p < 0,05$). Рівень гостроти зору залежав від стану зорових функцій до операції і від залишкової аметропічної рефракції після операції.

Наявність залишкової сферичної аметропії, яка не піддається корекції методом дугових кератотомій, обумовлювала незначний рівень підвищення гостроти зору після операції порівняно з доопераційними даними, оскільки досліджувана група включала більшість пацієнтів (86,75% випадків) з складним астигматизмом.

Проте в 59 пацієнтів (93,65 %) досягнута можливість корекції м'якими контактними лінзами чи окулярами без циліндричного компоненту і, що суттєво, при необхідності — проведення ексимер-лазерної корекції залишкової аметропії з меншим об'ємом видалення рогівкової тканини, завдяки зниженню ступеня астигматизму після дугової астигматичної кератотомії. Більш комфортний зір без корекції відмітили 44 пацієнти (69,84%).

Існуючі методики астигматичної кератотомії передбачають нанесення до трьох пар дугових рогівкових надрізів одномоментно. Це не дає можливості врахувати індивідуальні біологічні в'язкоеластичні властивості рогівки, що є причиною недокорекції та гіперкорекції. В свою чергу гіперкорекція, особливо прямого астигматизму, призводить до виникнення індукованого оберненого астигматизму, який гірше переноситься пацієнтами і складніший в плані подальшої корекції зору [8,9,13].

Тому дугову автоматизовану астигматичну кератотомію ми проводили в два етапи в 57,83% (48 випадків). На відміну від інших дослідників, в кінцевому терміні нашого дослідження не виявлено жодного випадку гіперкорекції.

Ми вважаємо, що поетапне проведення декількох пар насічок, на відміну від одномоментного способу, дозволяє оцінити ступінь реакції рогівки (зміни її форми і заломлюючої здатності) в момент стабілізації рефракції.

Уникнення гіперкорекції має особливе значення, оскільки клінічно і практично виправданою ми вважаємо концепцію прямого астигматизму. Наявність прямого астигматизму завжди призводить до кращих показників гостроти зору. Вертикально орієнтовані стимули мають велике значення також для стереоскопічного сприйняття при бінокулярному зорі, циклодиспаратному об'ємі фузії, монокулярному відчутті глибини простору [14].

Під час проведення операцій не було жодного випадку перфорації на відміну від результатів інших дослідників, які відмічали це ускладнення в 4 — 12% оперативних втручань [7,15]. Оскільки перфорації підвищують ризик внутрішньоочного інфікування, індукованого астигматизму і призводять до підвищення рівня індукованих аберацій, низьких зорових функцій та незадоволення пацієнтів корекцією, ми вважаємо за необхідне враховувати дані кератотопографічних карт при розрахунку параметрів кератотомії [16].

Удосконалений нами метод розрахунку очікуваного рефракційного ефекту з врахуванням даних кератотопограм давав можливість відкоригувати параметри насічки в сторону зменшення глибини насічки до безпечного рівня і збільшення довжини — для досягнення очікуваного результату — і виконати операцію без ризику перфорації.

Крім того, аналіз кератотопографічних карт пацієнтів до та після операції показав позитивний ефект дугової автоматизованої астигматичної кератотомії в плані досягнення кругової асиметричності рогівки (радіус кривизни центру рогівки менший, а периферичної частини — більший), така її форма є природною і дозволяє отримати якісний зір при корекції окулярами і контактними лінзами.

При зміщенні кератотомії по осі, яке викликає помилки в корекції через зміщення коригуючого циліндра вбік від початкової осі без змін у своєму розмірі, формується залишковий астигматизм. Помилка в осях на 10° на третину зменшує ступінь корекції, на 20° — зменшує його в два рази, на 30° — зводить ефект корекції до нуля [17].

У нашому дослідженні математична кератотопографічна різниця між даними до та після операції показала чітке топографічне розміщення рефракційного ефекту в меридіані найбільшого вираження астигматизму. Ми обґрунтовуємо це декількома факторами.

Якісне визначення найсильнішого меридіану визначалось згідно кератотопограм. При наявності осьової асиметрії рефракційного циліндра на кератотопографічній карті — розташування насічки планували в меридіані максимального значення циліндра.

Перед проведенням операції відмічали нульовий меридіан в сидячому положенні пацієнта в світлі щільної лампи для уникнення помилки через циклоторзію (кругове обертання очних яблук при фіксації погляду в лежачому положенні), оскільки обстеження пацієнта відбувається в сидячому положенні, а хірургічна корекція — в лежачому положенні. Різниця в положеннях голови при зміні положення тіла доходить до 10° , навіть, якщо хворий намагається тримати голову рівно.

Нерухома фіксація корпусу аркутома за допомогою вакуума забезпечувала точність розміщення насічки в сильному меридіані при проведенні операції.

В жодному випадку не відмічено зниження максимальної гостроти зору з корекцією. Інших інтра- та післяопераційних ускладнень також не спостерігалось.

ВИСНОВКИ

1. Методом дугової астигматичної кератотомії у 56,6% випадків зменшено астигматизм до 0,0-0,5D (в середньому на $-2,87D \pm 0,82D$);

2. Поетапне проведення дугової астигматичної кератотомії з урахуванням кератотопографічних даних дозволяє уникнути похибки в осях та перфорації, що підвищує ефективність та безпечність корекції, і, на відміну від одномоментного способу, дозволило уникнути гіперкорекції;

3. При проведенні дугових насічок в 10 і 8 мм оптичній зоні досягнута еметропічна рефракція $\pm 0,50D$ в 11 випадках (13,25%) при змішаному астигматизмі з сфероеквівалентом близьким до $-0,63 \pm 0,07D$;

4. Після дугової астигматичної кератотомії в 59 пацієнтів (93,65 %) досягнута можливість корекції м'якими контактними лінзами чи окулярами без циліндричного компоненту і, при необхідності — проведення ексимерлазерної корекції залишкової аметропії з меншим об'ємом видалення роговкової тканини;

ЛІТЕРАТУРА

1. **Jabbur N. S., Kraff C.** Wavefront-guided laser in situ keratomileusis using the WaveScan system for correction of low to moderate myopia with astigmatism: 6-month results in 277 eyes // *J. Cataract. Refract. Surg.* — 2005. — Vol. 31, №8. — P. 1493-1501.
2. **Sugar A., Rapuano C. J., Culbertson W. W.** Laser in situ keratomileusis for myopia and astigmatism: safety and efficacy. Report of American Academy of ophthalmology // *Ophthalmology.* — 2002. — Vol. 109. — P. 175-187.
3. **Randleman JB., Russell B., Ward MA., et al.** Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK // *Ophthalmol.* — 2003. — Vol. 110. — P. 267-275
4. **Ou RG., Shaw EL., Glasgow BJ.** Keratectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK): evaluation of the calculated residual stromal bed thickness // *Am Ophthalmol.* — 2002. — Vol. 134. — P. 771-773.
5. **Sadeer B.** Don't discard incisional surgery for astigmatism // *Eye Net.* — 2001. — №1. — P. 30-31.
6. **Budak K., Yilmaz G., Aslan B. S., Duman S.** Limbal relaxing incisions in congenital astigmatism: 6 months follow-up // *J Cataract Refract Surg.* — 2001. — Vol. 27. — P. 648-649.
7. **Никулин С. А., Фатов А. В.** Микроперфорации как фактор оценки профессиональных навыков офтальмохирурга и их влияние на отдаленные результаты кератотомии // *Избранные вопросы клинической офтальмологии: СПб., 1997.* — С. 190-195.
8. **Rife C. J., Rapuano C. J.** Residual error from correcting cylinders // *J. Cataract. Refract. Surg.* — 1993. — Vol. 19. — P. 815.
9. **Hanna KD., Hayward JM., Hagen KB., et al.** Keratotomy for astigmatism using an arcuate keratotomy // *Arch Ophthalmol.* — 1993. — Vol. 111. — P. 998-1004.
10. **Hogan M., Alvarado J., Weddell J.** Histology of the eye. An Atlas and Textbook. — W. B. Saunders, 1971. — P. 697.
11. **Lippincott J. A.** On the binocular metamorphopsia due to correcting glasses // *Arch Ophthalmol.* — 1889. — Vol. 18. — P. 18-30.
12. **Rowsey J. J., Fouraker B. D.** Corneal coupling principles // *Int. Ophthalmol. Clins.* — 1996. — Vol. 36. — P. 29-38.
13. **Thornton S. P.** Astigmatic keratotomy: a review of basic concepts with cases reports // *J. Cataract. Refract. Surg.* — 1990. — Vol. 16. — P. 430-435.
14. **Duke-Elder S., Abrams D.** Ophthalmic optics and refraction. System of ophthalmology. — London: Henry Kimpton. — 1970, Vol. 5.
15. **Lans L. J.** Experimentelle untersuchungen über entstehung von astigmatismus durch nicht-perforirende corneawunden // *Graefe's Arch. Ophthalmol.* — 1898. — Vol. 45. — P. 117-152.
16. **Heidemann D. C., Dunn S. P., Haiman M.** Endophthalmitis after radial keratotomy enhancement // *J Cataract Refract Surg.* — 1997. — Vol. 23. — P. 951-953.
17. **Linksz A.** Determination of axis and amount of astigmatic error by rotation of trial cylinder // *Arch. Ophthalmol.* — 1942. — Vol. 28. — P. 632-651.

Поступила 1.09.2009

Рецензент канд. мед. наук В. Я. Усов

THE METHOD OF STEP-BY-STEP PERFORMANCE OF ARCHED AUTOMATED ASTIGMATIC KERATOTOMY TAKING INTO ACCOUNT KERATOTOPOGRAPHIC DATA.

Sergienko N. M., Kovalev A. I. Zaharash N. N.

Kiev, Ukraine

Objective: to increase effectiveness and safety of arched automated astigmatic keratotomy by its step-by-step performance and application of keratotopographic data.

Material and methods: 83 operations in 63 patients who were performed arched automated astigmatic keratotomy with the aid of the arcutome of Pallikaris under the control of keratotopography.

Results: there was revealed a significant decrease of the degree of astigmatism (3.6 ± 0.04) D before the operation to (0.8 ± 0.02) D after the operation. No complications were revealed.

Conclusions: step-by-step performance of keratotopographically controlled arched relaxing incisions allows to correct astigmatism within 3.0 D without the risk of perforation, hypercorrection and errors in the axes.

