

КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАБЕКУЛОКЛИНИНГА

Б.Г. Джаши¹, С.В. Балалин^{1,2}

¹ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»
Минздрава России, Волгоградский филиал;

² ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
кафедра офтальмологии института НМФО

Трабекулоклинингом принято называть аспирацию дебриса в ходе фактоэмульсификации катаракты, что имеет принципиальное значение при катаракте, ассоциированной с открытоугольной глаукомой и псевдоэксфолиативным синдромом. Один из методов объективной оценки результатов данной хирургической манипуляции – колориметрический анализ структур угла передней камеры. Обследовано 110 больных с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомой (110 глаз). Исследовалось изменение состояния окраски структур угла передней камеры после выполнения трабекулоклининга. Выполнялась фоторегистрация зон с последующим колориметрическим анализом. Наглядно показано изменение среднего цвета Шлеммова канала. Метод подтвердил эффективность трабекулоклининга в части аспирации трабекулярного дебриса и показал достоверное осветление фоторегистрируемых структур.

Ключевые слова: трабекулоклининг, колориметрический анализ.

DOI 10.19163/1994-9480-2021-1(77)-79-83

COLORIMETRIC ANALYSIS IN ESTIMATING THE EFFICIENCY OF TRABECULOCLINING

B.G. Dzhashi¹, S.V. Balalin^{1,2}

¹ FSAI «S.N. Fedorov National Medical Research Center «MNTK «Eye Microsurgery»
of Healthcare of the Russian Federation, Volgograd branch;

² FSBEI HE «Volgograd State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
Department of ophthalmology ICMPE

Trabeculoclining is usually called the aspiration of debris during phacosurgery, which is of fundamental importance in cataracts associated with open-angle glaucoma and pseudoexfoliative syndrome. One of the methods for objectively assessing the results of this surgical manipulation is the colorimetric analysis of the structures of the anterior chamber angle. We examined 110 patients with the initial stage of primary open-angle glaucoma (110 eyes). The aim of this study was to assess the state of the anterior chamber angle after trabeculoclining based on the colorimetric analysis. The change in the color state of the structures of the anterior chamber angle after trabeculoclining was investigated. Photo registration of zones was carried out with subsequent colorimetric analysis. The change in the average color of the Schlemm canal is clearly shown. The method confirmed the effectiveness of trabeculoclining in terms of trabecular debris aspiration and showed a reliable clarification of the photorecorded structures.

Key words: trabeculoclining, colorimetric analysis.

Один из значимых аспектов катарактальной хирургии, актуальный при лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на фоне псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС), – гипотензивный аспект вмешательства [2–4, 6, 7].

По данным разных авторов, при хирургическом лечении катаракты отмечается снижение внутриглазного давления на 12–48 % от исходных значений [2, 4, 5, 8]. При сопутствующем ПЭС фактоэмульсификация катаракты (ФЭК) может привести к снижению внутриглазного давления (ВГД) на 20 % и уменьшить количество инстилляций на 35 % [5]. Преимущественной причиной снижения офтальмотонуса у пациентов с глаукомой принято считать изменение анатомо-топографических показателей.

В 1994 году Р. С. Якоби предложил термин «трабекулоаспирация». Автором был разработан способ хирургического лечения глаукомы у пациентов с ПЭС, заключающийся в очищении угла передней камеры (УПК) от трабекулярного дебриса с помощью специально разработанной канюли. Было показано стойкое снижение ВГД на 42 % по итогам шестимесячного наблюдения, а при гониоскопии было отмечено обеднение пигментации Шлеммова канала. Разработка методики позволила предположить, что очищение трабекулярной сети от дебриса в виде пигментных гранул и псевдоэксфолиативного материала способствует улучшению функционирования Шлеммова канала, а значит, снижает внутриглазное давление. В ходе многолетних исследований трабекулоклининг (ТК)

прошел путь от изолированного метода до этапа факоэмульсификации катаракты. В оценке эффективности данной манипуляции длительный период времени единственным ориентиром был офтальмотонус. Однако выделить элемент трабекулоклининга в совокупностном гипотензивном эффекте факоэмульсификации катаракты весьма сложно.

Очищение трабекулярной сети предполагает изменение окраски исследуемых зон. Визуальная оценка субъективна и требует объективизации. Оценить состояние структур угла передней камеры можно с помощью метода колориметрического анализа, чему и посвящена данная работа. Фотоколориметрический анализ с помощью стандартной компьютерной программы помогает объективно оценить изменение окраски на основе полученных цифровых показателей [1].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить состояние угла передней камеры после выполнения трабекулоклининга на основе выполнения колориметрического анализа.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализировались результаты у 110 больных с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы (110 глаз) на фоне ПЭС после хирургического лечения катаракты, выполненного в клинике Волгоградского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Минздрава России. В рамках этапа ФЭК выполнялся гидродинамический трабекулоклининг (ТК). Использовались ирригационно-аспирационные наконечники фако-системы Centurion Vision System с двумя наружными отверстиями диаметром 0,3 мм каждое и при целевом уровне ВГД в 55 мм рт. ст., вакууме в системе в 500 мм рт. ст. и аспирационном потоке в 30 см³/мин. Под контролем интраоперационной гониолинзы по всему периметру УПК (360°) подавался сбалансированный солевой раствор и вымывался дебрис: ПЭМ и гранулы пигмента. Манипуляция выполнялась после аспирации хрусталиковых масс и до имплантации ИОЛ. При этом большое внимание уделялось положению наконечников в пределах передней камеры: необходимо было проходить ирригационным

и аспирационным наконечниками в непосредственной близости друг от друга и от трабекулы, не касаясь трабекулы и корня радужки во избежание травматизации ткани. Ирригационная подача создает гидродинамический удар, высвобождая дебрис из УПК и трабекулярных щелей, а аспирационная часть системы тут же его собирает.

Одним из ключевых моментов ТК являлось интраоперационное введение красителя. Пигментный компонент легко доступен визуализации. Псевдоэксфолиативный материал не всегда легко определялся в силу светло-серой окраски, сливающейся с фоном структур угла передней камеры глаза. Поэтому перед проведением ТК интраоперационно выполнялось введение красителя трипанового синего в переднюю камеру, через 30 с проводилось его вымывание и фоторегистрация УПК. Отмечалось прокрашивание псевдоэксфолиативного материала.

При фоторегистрации УПК до и после процедуры использовался микроскоп с функцией видеосъемки. В послеоперационном периоде выполнялся колориметрический анализ с помощью графического редактора Paint.

После ТК выполнялось повторное окрашивание структур передней камеры и фоторегистрация гониоскопической картины. С помощью графического редактора Paint и полученных фотоизображений угла передней камеры до и после ТК проводилась сравнительная колориметрическая оценка состояния УПК. Для этого определялись значения показателей колориметрического анализа R, G, B по шкале от 0 до 255 (от темного к светлому) и производился расчет изменения степени окрашивания структур УПК глаза и сравнение их между собой (на «Способ оценки состояния угла передней камеры на наличие гранул пигмента и псевдоэксфолиативного материала у пациентов с катарактой и глаукомой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома» получен патент РФ на изобретение № 2702157 от 04.02.2019 г., на «Способ контроля наличия псевдоэксфолиативного материала у пациентов с катарактой и глаукомой с псевдоэксфолиативным синдромом» получен патент РФ на изобретение № 2697777 от 27.09.2018 г.).

Процедура трабекулоклининга представлена на рис. 1 А, Б.



Рис. 1. Трабекулоклининг под контролем гониолинзы: А – интраоперационная гониолинза; Б – контроль трабекулоклининга

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Отмечалось достоверное снижение среднего значения истинного внутриглазного давления после проведения ФЭК и ТК: с $(14,4 \pm 1,8)$ мм рт. ст. ($M \pm \sigma$) на фоне медикаментозного лечения до $(13,3 \pm 2,3)$ мм рт. ст. ($t = 3,9; p < 0,001$). Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости увеличился с $(0,16 \pm 0,03)$ мм³/мм рт. ст. × мин ($M \pm \sigma$) до $0,2 \pm 0,04$ мм³/мм рт. ст. × мин ($t = 8,5; p < 0,001$).

Во всех наблюдаемых случаях с целью колориметрической оценки состояния угла передней камеры выполнялась фоторегистрация ПЭМ в УПК до и после процедуры гидродинамического ТК. В переднюю камеру

вводился краситель, и выполнялась фоторегистрация окрашенных структур. В послеоперационном периоде проводилась стандартная терапия.

На рис. 2 представлен пример фрагмента гониоскопической картины до и после трабекулоклининга в условиях интраоперационного окрашивания.

На рис. 2 А зафиксирован фрагмент окрашенного УПК до трабекулоклининга. Отмечается выраженная пигментация трабекулы. На рис. 2 Б представлен тот же сегмент УПК после ТК. Заметно значительное уменьшение пигментации и уменьшение ПЭМ в зоне выполнения ТК.

Средние значения показателей R, G, B после трабекулоклининга представлены на рис. 3.

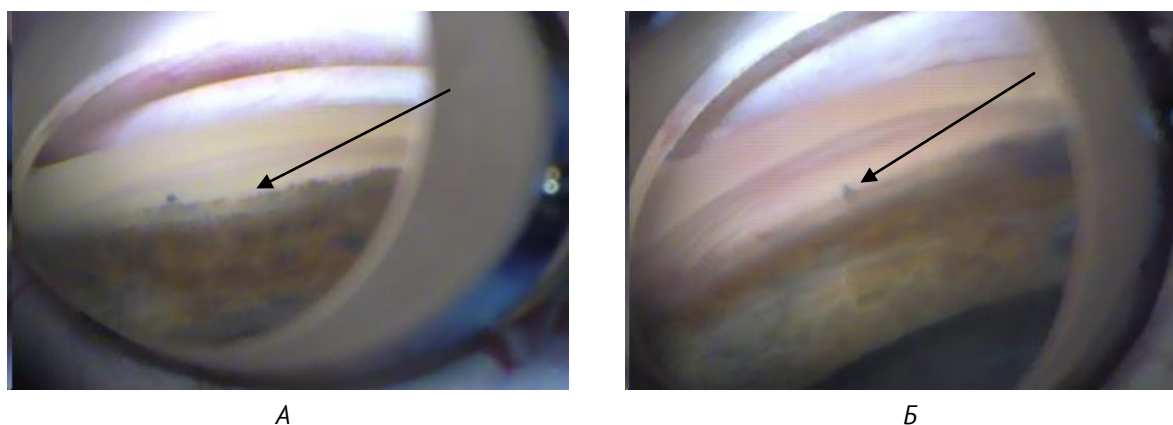


Рис. 2. Окрашенный Шлеммов канал до (А) и после (Б) трабекулоклининга

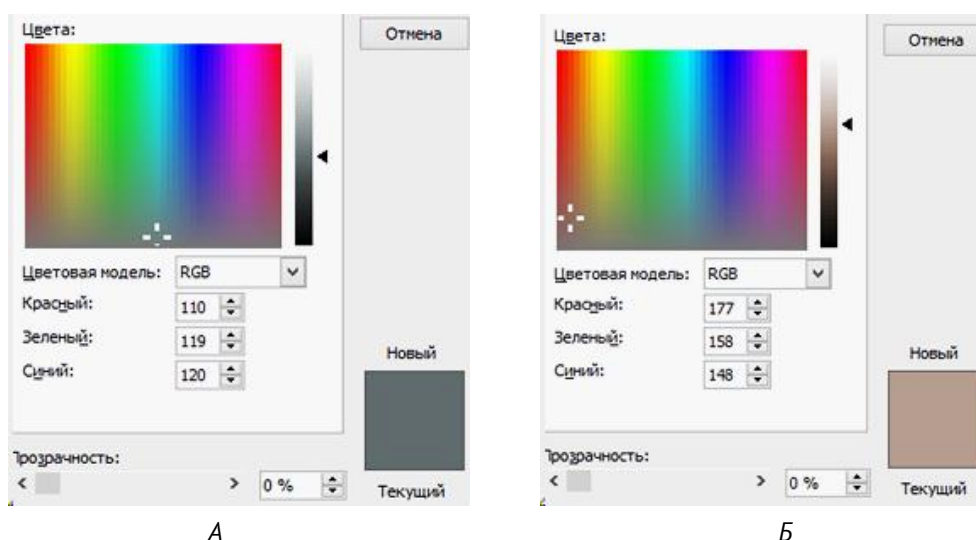


Рис. 3. Колориметрический анализ состояния УПК до (А) и после (Б) трабекулоклининга в условиях окрашивания

Осветление Шлеммова канала после трабекулоклининга в данном примере подтверждает возможность визуализирования псевдоэксфолиативного материала при окрашивании для тщательного его удаления.

Сравнение неокрашенных участков трабекулы до и после ФЭ дает представление об изменении среднего цвета трабекулы в результате трабекулоклининга (рис. 4).

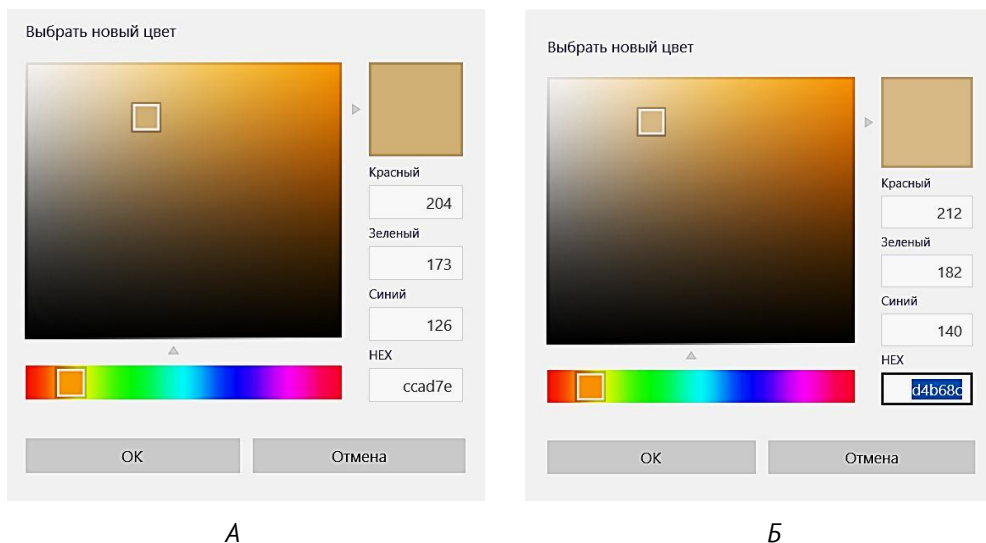


Рис. 4. Колориметрический анализ состояния УПК до (А) и после (Б) трабекулоклининга

В таблице представлены средние значения показателей колориметрического анализа до и после трабекулоклининга.

Показатели колориметрического анализа после трабекулоклининга, М ± σ

Показатели	До ТК	После ТК	Δ, %	P
R (красный)	204,0 ± 10,3*	212,0 ± 9,8**	9,27	< 0,001
G (зеленый)	173,0 ± 7,1*	182,0 ± 8,6**	5,2	< 0,001
B (голубой)	126,0 ± 7,7*	140,0 ± 8,1**	5,7	< 0,001

Средний цвет пигментации Шлеммова канала до (рис. 4 А) и после ТК (рис. 4 Б) достоверно светлее, что говорит об очищении зоны и преимущественном удалении ПЭМ во время ТК.

Таким образом, наличие цифровых показателей распределения цвета по шкале RGB позволяет нам проводить сравнительную и статистическую оценку, что делает анализ объективным. Применение методики фотоколориметрии при анализе результатов хирургического вмешательства на глазах с глаукомой, ассоциированной с катарактой и псевдоэкзофолиативным синдромом подтверждает эффективность метода трабекулоклининга в части очищения трабекулярной мембраны от трабекулярного дебриса, включая гранулы пигмента и псевдоэкзофолиативный материал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Колориметрическая оценка состояния структур угла передней камеры при выполнении трабекулоклининга

дает объективное представление об эффективности применяемой процедуры в результате аспирации трабекулярного дебриса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балалин С.В. Система диагностики и лечения первичной открытоугольной глаукомы с использованием гемодинамических критериев оценки эффективности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2014. – 50 с.
2. Малюгин Б. Э., Агафонова В.В., Франковская Герляк М.З. и др. Влияние фактоэмульсификации катаракты на уровень внутриглазного давления у пациентов с псевдоэкзофолиативным синдромом // Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. – Т. 35, № 1. – С. 48–54.
3. Соколовская Т.В., Яшина В.Н. Влияние ФЭК с имплантацией ИОЛ на состояние гидродинамики глаза // Практическая медицина. – 2017. – № 9 (110). – С. 197–201.
4. Стебнева И.Т. Повышение гипотензивного эффекта ФЭК у больных ПОУГ на основе взаимодействия аккомодации и гидродинамики глаз: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.08. – Самара, 2009. – 25 с.
5. Chen P.P. et al. The effect of phacoemulsification on the ocular pressure in glaucoma patients: a report by the American academy of ophthalmology // Ophthalmology. – 2015. – Vol. 122 (7). – P. 1294–1307.
6. Hongyang Z., Yangfan Y., Jiangang X., Minbin Y. Selective laser trabeculoplasty in treating post-trabeculectomy advanced primary open-angle glaucoma // Exp. Ther. Med. – 2016. – Vol. 11, no. 3. – P. 1090–1094.
7. Jesus Jimenez-Roman. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in patients with primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma // Int. J. Ophthalmol. – 2017. – Vol. 10 (9). – P. 1374–1378.
8. Slabaugh M.A., Bojikian K.D. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in medically controlled open-angle glaucoma patients // Am. J. Ophthalm. – 2014. – Vol. 157 (1). – P. 26–31.

REFERENCES

1. Balalin S.V. Sistema diagnostiki i lecheniya pervichnoy otkrytougol'noy glaukomy s ispol'zovaniyem gemodinamicheskikh kriteriyev otsenki effektivnosti. Avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [System for the diagnosis and treatment of primary open-angle glaucoma using hemodynamic criteria for evaluating the effectiveness. Dissertation abstract of the Doctor of the Medical Science]. Moscow, 2014. 50 p. (In Russ.; abstr. in Engl.).

2. Malyugin B. E., Agafonova V.V., Frankovska Gerlyak M.Z., et al. Vliyaniye fakoemul'sifikatsii katarakty na uroven' vnutriglaznogo davleniya u patsiyentov s psevdooksfoliativnym sindromom [Effect of cataract phacoemulsification on the level of intraocular pressure in patients with pseudoexfoliative syndrome]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Scientific Medical Journal], 2015, vol. 35, no. 1, pp. 48–54. (In Russ.; abstr. in Engl.).

3. Sokolovskaya T.V., Yashina V.N. Vliyaniye FEK s implantatsiyey IOL na sostoyaniye gidrodinamiki glaza [Influence of FEC with IOL implantation on the state of eye hydrodynamic]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine], 2017, no. 9 (110), pp. 197–201. (In Russ.; abstr. in Engl.).

4. Stebneva I. T. Povysheniye gipotenzivnogo effekta FEK u bol'nykh POUG na osnove vzaimodeystviya akkomodatsii i gidrodinamiki glaza. Avtoref. diss. ... kand. med. nauk: 14.00.08 [Increase of the hypotensive effect of FEC in patients with POAG based on the interaction of accommodation and eye hydrodynamics. Dissertation abstract of the Candidate of Medical Sciences: 14.00.08]. Samara, 2009. 25 p. (In Russ.; abstr. in Engl.).

5. Chen P.P. et al. The effect of phacoemulsification on the ocular pressure in glaucoma patients: a report by the American academy of ophthalmology. *Ophthalmology*, 2015, vol. 122, no. 7, pp. 1294–1307.

6. Hongyang Z., Yangfan Y., Jiangang X., Minbin Y. Selective laser trabeculoplasty in treating post-trabeculectomy advanced primary open-angle glaucoma. *Exp. Ther. Med*, 2016, vol. 11, no 3, pp. 1090–1094.

7. Jesus Jimenez-Roman. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in patients with primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma. *Int. J. Ophthalmol*, 2017, vol. 10 (9), pp. 1374–1378.

8. Slabaugh M.A., Bojikian K.D. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in medically controlled open-angle glaucoma patients. *Am. J. Ophthalm*, 2014, vol. 157 (1), pp. 26–31.

Контактная информация

Балалин Сергей Викторович – д. м. н., профессор кафедры офтальмологии института НМФО ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России, заведующий научным отделом Волгоградского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: s.v.balalin@gmail.com