

Возможности метода термографии для оценки состояния операционной зоны после антиглаукомной операции

Н.В. Макашова, О.Ю. Колосова

ФГБНУ «НИИ глазных болезней», Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Методом термографии исследовать состояние операционной зоны (зоны фильтрационной подушки – ФП) в разные сроки после хирургического лечения у пациентов с открытоугольной глаукомой.

Материал и методы. Обследовано 35 пациентов (35 глаз) с открытоугольной глаукомой (ПОУГ), которые были разделены на 2 группы: 1-я группа – 15 пациентов (15 глаз) с развитой стадией; 2-я группа – 20 пациентов (20 глаз) с далекозашедшей стадией глаукомы. Всем пациентам проводили хирургическое лечение – микроинвазивную синустрабекуlectомию. Наблюдение и повторные обследования проводили в первый и седьмой день после операции, затем через 1, 3 и 6 месяцев. Применяли тепловизор Testo 875-2i с предустановленной технологией SuperResolution, телеобъективом 9°x7°. Определяли площадь и температуру ФП с помощью программ IRSoft и Universal Desktop Ruler. Роговично-компенсированное давление (IOPcc) измеряли с помощью двунаправленной пневмоаппланации роговицы с помощью прибора Ocular Response Analyzer®, ORA.

Результаты. У всех пациентов уровень внутриглазного давления достоверно снизился во все сроки наблюдения по сравнению с ис-

ходным офтальмотонусом. У пациентов первой группы выявлена высокая, статистически достоверная корреляция (коэффициент >0,7) между ВГДрк и разницей в температуре между фильтрационной подушкой и окружающей конъюнктивой во все сроки наблюдения после хирургического лечения (через 1, 3 и 6 месяцев). Во 2-й группе пациентов выявлена статистически достоверная корреляция между ВГДрк и разницей в температуре между фильтрационной подушкой и окружающей конъюнктивой (Δ Ток-Тфп) через 1 неделю, 1 и 3 месяцев после АГО, а также между температурой фильтрационной подушки и Δ Ток-Тфп через 6 месяцев после АГО.

Заключение. Термография – безопасный, неинвазивный метод, позволяющий достоверно выявлять повышение температуры в постоперационной зоне, что свидетельствует о повышении уровня внутриглазного давления и предсказывает начинающийся процесс рубцевания фильтрационной подушки. Метод определяет необходимость проведения нидлинга в разные сроки после хирургического лечения и позволяет контролировать его эффективность.

Ключевые слова: хирургия глаукомы, фильтрационная подушка, рубцевание, метод термографии, роговично-компенсированное давление, Ocular Response Analyzer®. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2021;2:52–55.

ABSTRACT

Results of filtering bleb investigation by thermography method after glaucoma surgery

N.V. Makashova, O.Yu. Kolosova

Scientific Research Institute of Eye Diseases, Moscow

Thermography is the method of noninvasive registration of visible image of own infrared radiation of the human body surface by special devices. The results of filtration bleb investigation, carried out by thermography method are presented in patients with open angle glaucoma in different terms after glaucoma surgery.

Purpose. To execute an investigation of a filtration bleb in patients with open angle glaucoma in different terms after glaucoma surgery by method of thermography.

Material and methods. 35 patients (35 eyes) with open angle glaucoma were examined after 1, 7 days, after 1-3-6 months after minimally invasive sinustrabeculectomy. Authors used thermal imaging Testo 875-2i with SuperResolution technology and telephoto lens 9° x 7°. The bleb area and temperature were evaluated With IRSoft and Universal Desktop Ruler programmes. Intraocular pressure (corneal compensated) (IOPcc) was measured with Ocular Response Analyzer®, ORA. Investigation protocol included 2 groups. Group №1 – 15 patients (15 eyes) with moderate glaucoma. Group №2 – 20 patients (20 eyes) with advanced

glaucoma. All patients went through glaucoma surgery, microinvasive sinustrabeculectomy. Management and recurrent examinations were carried out in 1 and 7 day after glaucoma surgery; then in 1, 3 and 6 months after surgery.

Results. The IOP level was credibly lowered in all patients in all terms of management in comparison with the baseline IOP level. High statistical correlation was determined in patients of 1 group between IOPcc and the index of temperature difference (between filtering bleb and surrounding conjunctiva temperatures), correlation coefficient >0,7, in all management terms after surgery (in 1, 3, 6 months). In 2 group there was determined statistical correlation between IOPcc and index of temperature difference between filtering bleb and surrounding conjunctiva temperatures (Δ Tsc – Tfb) in 1 week, in 1 and 3 months after surgery. The same correlation coefficient was determined between filtering bleb temperature and Δ Tsc – Tfb in 6 months after surgery.

Conclusion. Thermography is a safe and noninvasive method, that credibly detects temperature elevation in surgery zone, indicates IOP

level raise and can predict starting of filtering bleb scarring. This method defines the necessity of needling procedure execution in different terms after surgery treatment and allows to control its effectiveness.

Key words: open angle glaucoma, filtering bleb, scarring, thermography, corneal compensated intraocular pressure, Ocular Response Analyzer. ■

Point of View. East – West. 2021;2:52–55.

Инфракрасная компьютерная термография (ИКТ) – неинвазивный метод, позволяющий регистрировать инфракрасное излучение зоны интереса с точностью до 0,01°C и площадью от 0,25 мм². Она используется в целях диагностических и профилактических обследований различных заболеваний [1-3]. Началом использования термографии в офтальмологии можно считать 1964 год, когда Ch. Gross et al. [4] использовали данный метод для обследования больных с односторонним экзофтальмом. Было обнаружено повышение температуры на термограмме при воспалительных и опухолевых процессах орбиты.

В настоящее время метод термографии все чаще используется в офтальмологии. С его помощью можно быстро и легко исследовать характеристики слезной пленки и оценить наличие синдрома сухого глаза, исследовать стабильность слезной пленки при ношении контактных линз, определить дисфункцию мейбомиевых желез, а также выявить начало воспалительного процесса после хирургического вмешательства [5-9].

S. Kawasaki et al. использовали термографию в диагностике состояния послеоперационной зоны у пациентов после хирургии глаукомы. Авторы выявили, что функциони-

рующая фильтрационная подушка (ФП) имеет более низкую температуру, чем нефункционирующая [10]. В других исследованиях использовали такой показатель, как среднее снижение температуры фильтрационной подушки (ССТ). Этот показатель на глазах с компенсированным ВГД был выше, чем в глазах с нестабильным уровнем внутриглазного давления [11].

ЦЕЛЬ

С помощью метода термографии провести исследования операционной зоны – фильтрационной подушки у пациентов с открытоугольной глаукомой в разные сроки после хирургического лечения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовали и наблюдали 35 пациентов (35 глаз) с открытоугольной глаукомой, из них 20 женщин (20 глаз), 15 мужчин (15 глаз). Средний возраст – 73,8±1,92 года.

Группы формировали в зависимости от уровня внутриглазного давления (ВГД) и стадии глаукомы на основании проведения полного морфофункционального обследования: визометрии, исследования роговично-компенсированного внутри-

глазного давления (ВГДрк) Ocular Response Analyzer (ORA) (Reichert, США), биомикроскопии, офтальмоскопии, статической периметрии (Humphrey Field Analyzer II 750i, Zeiss, Германия), конфокальной лазерной сканирующей офтальмоскопии (Heidelberg Retina Tomograph HRTII).

Сформировано 2 группы пациентов: группа I: 15 пациентов (15 глаз) с развитой стадией ПОУГ и группа II: 20 пациентов (20 глаз) с далекозашедшей стадией глаукомы.

В *таблице 1* представлены основные характеристики групп обследованных пациентов. Из *таблицы* видно, что достоверной разницы в возрасте между пациентами в этих группах не выявлено, тогда как уровень ВГД до антиглаукомной операции (АГО) достоверно выше у пациентов группы II с далекозашедшей стадией глаукомы.

Всем пациентам проведено хирургическое лечение – микроинвазивная синустрабекулэктомия. Наблюдение и повторные обследования проводили в первый и седьмой день после операции, затем через 1, 3 и 6 месяцев.

В *таблице 2* показаны результаты исследования ВГДрк, температуры и площади ФП в 1-й группе пациентов в разные сроки после АГО.

Из *таблицы 2* видно, что ВГД во все сроки наблюдения оставалось

Таблица 1

Основные характеристики обследованных пациентов

Группы	Количество человек	Пол	Средний возраст (лет) M ± σ	ВГДрк до АГО (мм рт.ст.) M ± σ
Группа I	15 пациентов (15 глаз)	Мужчин – 6 Женщин – 9	73,17±2,43	27,71 ±1,07
Группа II	20 пациентов (20 глаз)	Мужчин – 9 Женщин – 11	74,35±2,00**	34,83±2,31*

Примечание: * p<0,05 достоверность различий между группами.

Таблица 2

Результаты исследования ВГД рк, температуры и площади ФП в 1-й группе пациентов в разные сроки после АГО

Параметры	Через 1 неделю М±m	Через 1 месяц М±m	Через 3 месяца М±m	Через 6 месяцев М±m
ВГД рк (мм рт.ст.)	11,83±0,94*	12,03±0,97*	11,44±0,55*	14,54±0,70*
Тфп (С°)	32,89±0,24	32,74±0,20	33,19±0,17	33,33±0,16
Ток (С°)	34,20±0,22	33,89±0,24	34,48±0,18	34,27±0,18
Δ Ток- Тфп	1,31±0,12	1,15±0,10	1,29±0,11	0,94±0,06
S фп (мм2)	6,77±0,74	6,99±0,71	8,75±0,83	7,3±0,85

Примечание: * р<0,05 по сравнению с ВГДрк до АГО; n – количество глаз.

Таблица 3

Результаты исследования ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов группы в разные сроки после АГО

Параметры	Сроки после АГО			
	Через 1 неделю М±m (n=20)	Через 1 месяц М±m (n=20)	Через 3 месяца М±m (n=19)	Через 6 месяцев М±m (n=18)
ВГД рк (мм рт.ст.)	10,37±0,58*	13,29±0,53*	13,91±0,57**	13,40±0,69*
Ток (С°)	34,55±0,31	34,10±0,21	34,53±0,17	34,63±0,15
Δ Ток- Тфп	1,23±0,08	1,11±0,09	1,02±0,08*	1,29±0,13*
S фп (мм2)	6,9±0,86	8,68±0,67	9,01±0,75	7,68±1,06

Примечание: * – р<0,01 по сравнению с ВГДрк до АГО; * – р<0,05 по сравнению с группой I; n – количество глаз.

на уровне компенсации, достоверно повысилось к 6 месяцу после хирургии глаукомы. Температура ФП также достоверно повысилась через 6 месяцев после АГО по сравнению с температурой ФП через 1 месяц после вмешательства. Разница между температурой окружающей конъюнктивы и температурой ФП достоверно уменьшилась по сравнению с Δ Ток-Тфп через 1 неделю после АГО, в то же время изменения площади ФП не имели значимых изменений от 1 недели до 6 месяцев наблюдения.

Следует отметить, что у одного из 15 пациентов в группе I при исследовании через 6 месяцев после хирургического лечения выявлено повышение офтальмотонуса – ВГДрк=31,8 мм рт.ст. При обследовании с помощью термографа обнаружено, что ТФП данно-

го пациента повысилась до 34,4С°, ТОК=33,6С°, ΔТок-Тфп=0,8С°, а площадь ФП уменьшилась с 6,7 мм2 до 3,5 мм2. Пациенту был проведен нидлинг ФП и повторно сделана термография. ВГД после нидлинга снизилось до 17,8 мм рт.ст., ТФП уменьшилась до 33,3С°, ТОК=34,3С°, разница температур в ФП и ОК увеличилась (ΔТок-Тфп=1,0С°), площадь фильтрационной подушки достигла 5,68 мм2 (SФП=5,68 мм2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что метод термографии позволяет на раннем этапе выявить изменения в зоне операции, свидетельствующие о начале рубцевания ФП, что позволяет своевременно провести ее нидлинг, а также проконтролировать результат.

В *таблице 3* представлены результаты исследования ВГДрк, температуры и площади ФП у пациен-

тов группы II в разные сроки после АГО. Из таблицы видно, что уровень офтальмотонуса достоверно снизился во все сроки наблюдения по сравнению с исходным. Нужно отметить, что через 3 месяца после хирургии ВГДрк было достоверно выше (р<0,05) у пациентов группы II по сравнению с результатами группы I. Однако через 6 месяцев результаты достоверно не отличались, и ВГД было на уровне компенсации у большинства оперированных (в 18 из 20 глаз).

Необходимо отметить, что при обследовании 2-й группы пациентов с далекозашедшей стадией глаукомы (20 пациентов, 20 глаз) у нескольких из них выявили повышение ВГД в разные сроки после операции. Так, у одного пациента (1 глаз) через 3 месяца после АГО ВГД повысилось до 26,4 мм рт.ст. По данным термогра-

фии ТФП=34,6С°, ТОК=35,2С°, ΔТок-Тфп=0,6С°, а СФП – 2,1 мм2. После обследования пациенту был проведен нидлинг ФП, и он был обследован повторно. Офтальмотонус снизился до 12,4 мм рт.ст., ТФП уменьшилась до 33,6С°, ТОК также понизилась до 34,8С°, ΔТок-Тфп=1,2С°, а площадь фильтрационной подушки увеличилась, СФП – 5,52 мм2. В дальнейшем ВГД у этого пациента оставалось компенсированным, значения термографии были соответствующими.

У 2 других пациентов этой группы ВГД повысилось через 6 месяцев после операции. У пациента П. оно составляло 22,4 мм рт.ст., ТФП=34,9С°, ТОК=35,5С°, ΔТок-Тфп=0,6С°, а СФП – 2,9 мм2. После нидлинга ВГДрк=13,8 мм рт.ст., ТФП=33,9С°, ТОК=35,0С°, ΔТок-Тфп=1,1С°, СФП 5,87 мм2. У второго пациента К. ВГД было на уровне 27,8 мм рт.ст., ТФП=35,4С°, ТОК=34,7С°, ΔТок-Тфп=0,7С°, а фильтрационная подушка была большой, высокой и ограниченной (СФП=10,8 мм2) (на ОСТ видна инкапсулированная ФП). После нидлинга ВГД снизилось до 16,4 мм рт.ст., по данным термографии ТФП=34,5С°, ТОК=35,4С°, ΔТок-Тфп=0,9С°, фильтрационная подушка уменьшилась по высоте и стала разлитой, СФП=9,76 мм2. Следует отметить, что после нидлинга ВГД у данных пациентов сохранялось в диапазоне нормы через 9 и 12 месяцев после АГО.

Таким образом, применение термографии в разные сроки после хирургического лечения глаукомы позволяет на ранних этапах выявить повышение температуры в зоне операции, что свидетельствует о начинающемся процессе рубцевания, а своевременное проведение нидлинга фильтрационной подушки под контролем термографии снижает уровень ВГД, предупреждает прогрессирование рубцевания и, как следствие, прогрессирование глаукомного процесса, что особенно важно для пациентов с далекозашедшей стадией глаукомы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Термография – безопасный, неинвазивный метод, позволяющий достоверно выявить повышение температуры в зоне хирургии, что свидетельствует о повышении уровня внутриглазного давления и предсказывает начинающийся процесс рубцевания фильтрационной зоны. Метод определяет необходимость проведения нидлинга в разные сроки после хирургического лечения и позволяет контролировать его эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morgan P.B., Soh M.P., Efron N., Tullo A.B. Potential applications of ocular

thermography. *Optometry and Vision Science Journal*. 1993; 70(7): 568–576

2. Попова Н.В., Попов В.А., Гудков А.Б. Возможности тепловидения и вариабельность сердечного ритма при прогностической оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы. *Экология человека*. 2012; 11: 33-37.

3. Попова Н.В., Попов В.А., Гудков А.Б. Тепловизионная оценка ишемической болезни сердца. *Экология человека*. 2012, 5: 51-57. Gros Ch., Bronner A., Vrousos C. Thermographic in ophthalmologic. *J. Radiol*. 1967; 48 (1-2): 95-97.

4. Tai-Yuan Su, Shu-Wen Chang. Normalized ocular surface temperature models for tear film characteristics and dry eye disease evaluation. *Ocul. Surf.* 2020; 1542-0124(20)30064-1.

5. Matteoli S., Favuzza E., Mazzantini L. Ocular surface temperature in patients with evaporative and aqueous-deficient dry eyes: a thermographic approach. *Physiol. Meas.* 2017; 38(8): 1503-1512.

6. Itokawa T., Okajima Y., Suzuki T. Association Between Ocular Surface Temperature and Tear Film Stability in Soft Contact Lens Wearers. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2018; 59(2): 771-775.

7. Tai-Yuan Su, Wei-Ting Ho, Shu-Chiung Chiang. Infrared thermography in the evaluation of meibomian gland dysfunction. *J. Formos. Med. Assoc.* 2017; 116(7): 554-559.

8. Sniogowski M., Erlanger M., Olson J. Thermal imaging of corneal transplant rejection. *Case Reports Int. Ophthalmol.* 2018; 38(6): 2335-2339.

9. Kawasaki S., Mizoue S., Yamaguchi M. et al. Evaluation of filtering bleb function by thermography. *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93(10): 1331-1336.

10. Klamann M.K.J., Maier A.-K.B., Gonnermann J. Thermography: a new option to monitor filtering bleb function? *J. Glaucoma.* 2015; 24: 272–277.