

Термография в оценке состояния фильтрационных подушек

Макашова Н.В., д.м.н., старший научный сотрудник отдела глаукомы¹;

Колосова О.Ю., аспирант¹;

Морозова Н.Е., к.м.н., врач-офтальмолог².

¹ФГБНУ «НИИ глазных болезней», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А;

²ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23.

Авторы не получали финансирования при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Макашова Н.В., Колосова О.Ю., Морозова Н.Е. Термография в оценке состояния фильтрационных подушек. Национальный журнал глаукома. 2020; 19(4):41-47.

Резюме

ЦЕЛЬ. Провести исследования фильтрационной подушки (ФП) с помощью метода термографии у пациентов с открытоугольной глаукомой в разные сроки после хирургического лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследовали 35 пациентов (35 глаз) с открытоугольной глаукомой через 1, 7 дней, 1, 3, 6 месяцев после микроинвазивной синустрабекулэктомии. Использовали тепловизор Testo 875-2i с предустановленной технологией SuperResolution, телеобъективом 9×7°. Определяли площадь и температуру ФП с помощью программ IRSoft и Universal Desktop Ruler. Роговично-компенсированное давление (IOPcc) определяли с помощью двунаправленной пневмоаппланации роговицы с помощью прибора Ocular Response Analyzer®, ORA. Сформировано 2 группы пациентов: группа 1 — 15 пациентов (15 глаз) с развитой стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ); группа 2 — 20 пациентов (20 глаз) с далеко зашедшей стадией глаукомы. Всем пациентам проведено хирургическое лечение — микроинвазивная синустрабекулэктомия. Наблюдение и повторные обследования проводили в 1 и 7 день после операции, затем через 1, 3 и 6 месяцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У всех пациентов уровень внутриглазного давления (ВГД) достоверно снизился во все сроки наблюдения по сравнению с исходным офтальмотонусом.

У пациентов 1-й группы выявлена высокая статистически достоверная корреляция (коэффициент корреляции >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 месяца). Во 2-й группе пациентов выявлена статистически достоверная корреляция (коэффициент корреляции 0,3-0,7) между ВГДрк и разницей в температуре между фильтрационной подушкой и окружающей конъюнктивой ($\Delta T_{ок} - T_{фп}$) через 1 неделю, 1 и 3 месяца после антиглаукомной операции (АГО). Такой же коэффициент корреляции обнаружен между температурой фильтрационной подушки и $\Delta T_{ок} - T_{фп}$ через 6 месяцев после АГО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Термография — безопасный, неинвазивный метод, достоверно выявляет повышение температуры в зоне хирургии, что свидетельствует о повышении уровня ВГД 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: открытоугольная глаукома, фильтрационная подушка, рубцевание, термография, роговично-компенсированное давление, Ocular Response Analyzer®.

Для контактов:

Макашова Надежда Васильевна, e-mail: nvmakashova@mail.ru

ENGLISH

Thermography in the assessment of filtering bleb condition

MAKASHOVA N.V., Med.Sc.D., senior research associate of Glaucoma Department¹;

KOLOSOVA O.YU., postgraduate student¹;

MOROZOVA N.E., Ph.D., Ophthalmologist².

¹Research Institute of Eye Diseases», 11 Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021;

²Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical-Biological Agency, 23 Marshala Novikova St., Moscow, Russian Federation, 123098.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Makashova N.V., Kolosova O.Yu., Morozova N.E. Thermography in the assessment of filtering bleb condition. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(4):41-47.

Abstract

PURPOSE: To assess the state of the filtration bleb in patients with open-angle glaucoma in different terms after glaucoma surgery by method of thermography.

MATERIALS AND METHODS: 35 patients (35 eyes) with open-angle glaucoma were examined 1, 7 days, and 1-3-6 months after minimally invasive sinustrabeculectomy using the infrared camera Testo 875-2i with SuperResolution technology and telephoto lens 9×7°. The bleb area and temperature were evaluated With IRSOFT and Universal Desktop Ruler software. 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 on the first day and 7 days after glaucoma surgery; then 1, 3 and 6 months after surgery.

RESULTS: The IOP level was significantly 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 the filtering bleb (Tfb) and surrounding conjunctiva temperatures (Tsc), in all management terms after surgery (in 1, 3, 6 months) with correlation coefficient of >0.7. In group 2 statistical correlation was determined between IOPcc and index of temperature difference between filtering bleb and surrounding conjunctiva temperatures ($\Delta Tsc - Tfb$) at 1 week, 1 and 3 months after surgery. The same correlation coefficient was determined between filtering bleb temperature and $\Delta Tsc - Tfb$ at 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 the beginning of filtering bleb scarring. This method shows the necessity of needling procedure in different terms after surgical treatment and allows to control its effectiveness.

KEYWORDS: open-angle glaucoma, filtering bleb, scarring, thermography, corneal compensated intraocular pressure, Ocular Response Analyzer.

Инфракрасная компьютерная термография (ИКТ) — неинвазивный метод, позволяющий регистрировать инфракрасное излучение зоны интереса с точностью до 0,01°C и площадью от 0,25 мм² [1]. ИКТ используется в целях диагностических и профилактических обследований различных заболеваний [2, 3].

Началом использования термографии в офтальмологии можно считать 1964 год. Тогда Gross et al. [4] использовали данный метод для обследования больных с односторонним экзофтальмом. Было обна-

ружено повышение температуры на термограмме при воспалительных и опухолевых процессах орбиты.

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

Таблица 1. Основные характеристики обследованных пациентов
Table 1. Main characteristics of study patients

Группы Group	Количество человек Number of patients	Пол Gender	Средний возраст (лет), М±σ Mean age (years), M±σ	ВГДрк до АГО (мм рт.ст.), М±σ IOPcc before surgery (mm Hg), M±σ
Группа 1 Group 1	15 пациентов (15 глаз) 15 patients (15 eyes)	мужчин / males — 6 женщин / females — 9	73,17±2,43	27,71±1,07
Группа 2 Group 2	20 пациентов (20 глаз) 20 patients (20 eyes)	мужчин / males — 9 женщин / females — 11	74,35±2,00**	34,83±2,31*

Примечание: * — $p < 0,05$, достоверность различий между группами; ** — $p > 0,05$.

Note: * — $p < 0,05$, significance of differences between the groups; ** — $p > 0,05$.

Таблица 2. Результаты исследования ВГД рк, температуры и площади ФП в 1-й группе пациентов в разные сроки после АГО (n — количество глаз)

Table 2. Measurements of IOPcc, temperature and area of the filtering bleb in group 1 patients at different times after glaucoma surgery (n — number of eyes)

Параметры Parameters	Сроки после АГО / Time after surgery			
	Через 1 нед After 1 week M±m (n=15)	Через 1 месяц After 1 months M±m (n=15)	Через 3 месяц After 3 months M±m (n=15)	Через 6 месяцев After 6 months M±m (n=14)
ВГДрк, мм рт.ст. / IOPcc, mm Hg	11,83±0,94*	12,03±0,97*	11,44±0,55*	14,54±0,70*
Тфп / Tfb, °C	32,89±0,24	32,74±0,20	33,19±0,17	33,33±0,16
Ток / Tsc, °C	34,20±0,22	33,89±0,24	34,48±0,18	34,27±0,18
ΔТок–Тфп / ΔTsc–Tfb	1,31±0,12	1,15±0,10	1,29±0,11	0,94±0,06
S фп, мм² / FB area, mm²	6,77±0,74	6,99±0,71	8,75±0,83	7,3±0,85

Примечание: * — $p < 0,05$ по сравнению с ВГДрк до АГО.

Note: * — $p < 0,05$ in comparison with IOPcc before surgery.

S. Kawasaki et al. использовали термографию в диагностике состояния послеоперационной зоны у пациентов после хирургии глаукомы. Авторы выявили, что функционирующая 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 настоящей работы — с помощью метода термографии провести исследования ФП у пациентов с открытоугольной глаукомой в разные сроки после хирургического лечения.

Материалы и методы

Обследовали и наблюдали 35 пациентов (35 глаз) с открытоугольной глаукомой, из них 20 женщин (20 глаз), 15 мужчин (15 глаз). Средний возраст $73,8 \pm 1,92$ года. Группы формировали в зависимости от уровня ВГД и стадии глаукомы на основании проведенного полного морфофункционального обследования — компьютерной периметрии Хамфри и гейдельбергской ретинальной томографии. Сформировано 2 группы пациентов: группа 1 — 15 пациентов (15 глаз) с развитой стадией ПОУГ; группа 2 — 20 пациентов (20 глаз) с далеко зашедшей стадией глаукомы.

В табл. 1 представлены основные характеристики групп обследованных пациентов. Из таблицы

Таблица 3. Показатели корреляции ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов в 1-й группе в разные сроки после АГО

Table 3. Correlations between IOPcc, temperature and area of the filtering bleb in group 1 patients at different times after surgery

Параметры Parameters		Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²
		1 неделя / 1 week			1 месяц / 1 month			3 месяца / 3 months			6 месяцев / 6 months		
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	1 неделя 1 week	-0,37	-0,14	-0,21									
Тфп, °C / Tfb, °C			-0,53*	-0,33									
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb				0,44									
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	1 месяц 1 month				-0,59*	-0,77*	0,23						
Тфп, °C / Tfb, °C						0,16	-0,23						
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb							-0,04						
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	3 месяца 3 months							-0,12	-0,75*	-0,07			
Тфп, °C / Tfb, °C									-0,29	-0,04			
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb										0,23			
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	6 месяцев 6 months										-0,37	-0,88*	-0,05
Тфп, °C / Tfb, °C												0,26	0,26
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb													-0,03

Примечание: * — $p < 0,05$. Note: * — $p < 0,05$.

видно, что достоверной разницы в возрасте между пациентами в этих группах не выявлено, тогда как уровень ВГД до антиглаукомной операции достоверно выше у пациентов группы 2 с далеко зашедшей стадией глаукомы.

Всем пациентам проведено хирургическое лечение — микроинвазивная синустрабекулэктомия. Наблюдение и повторные обследования проводили в 1 и 7 день после операции, затем через 1, 3 и 6 месяцев.

Результаты и обсуждение

В табл. 2 показаны результаты исследования ВГД рк, температуры и площади ФП в 1-й группе пациентов в разные сроки после АГО.

Из табл. 2 видно, что ВГД во все сроки наблюдения оставалось на уровне компенсации, хотя достоверно несколько повышалось 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 АГО. Разница между температурой окружающей конъюнктивы и температурой ФП достоверно немного уменьшилась по сравнению с $\Delta T_{\text{ок}} - T_{\text{фп}}$ через 1 неделю после АГО, в то же время изменения площади ФП не имели значимой динамики от 1 недели к 6 месяцам.

Следует отметить, что у одного из 15 пациентов (1 глаз из 15) в группе 1 при исследовании через 6 месяцев после хирургического лечения выявлено повышение ВГДрк до 31,8 мм рт.ст. При обследовании с помощью термографа обнаружено, что $T_{\text{фп}}$ данного пациента повысилась до 34,4°C, $T_{\text{ок}} = 33,6^\circ\text{C}$, $\Delta T_{\text{ок}} - T_{\text{фп}} = 0,8^\circ\text{C}$, а площадь фильтрационной подушки уменьшилась с 6,7 до 3,5 мм². Пациенту был проведен нидлинг ФП и повторно выполнена термография. ВГД после нидлинга снизилось до 17,8 мм рт.ст., $T_{\text{фп}}$ уменьшилась до 33,3°C, $T_{\text{ок}} = 34,3^\circ\text{C}$, разница температур в ФП и ОК увеличилась ($\Delta T_{\text{ок}} - T_{\text{фп}} = 1,0^\circ\text{C}$), площадь фильтрационной подушки достигла 5,68 мм² ($S_{\text{фп}} = 5,68 \text{ мм}^2$).

Таблица 4. Результаты исследования ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов 2-й группы в разные сроки после АГО (n — количество глаз)

Table 4. Measurements of IOPcc, temperature and area of the filtering bleb in group 2 patients at different times after surgery (n — number of eyes)

Параметры Parameters	Сроки после АГО / Time after surgery			
	Через 1 нед After 1 week M±m (n=20)	Через 1 месяц After 1 months M±m (n=20)	Через 3 месяца After 3 months M±m (n=19)	Через 6 месяцев After 3 months M±m (n=18)
ВГДрк, мм рт.ст. / IOPcc, mm Hg	10,37±0,58*	13,29±0,53*	13,91±0,57* "	13,40±0,69*
Тфп / Tfb, °C	33,32±0,32	32,99±0,18	33,51±0,15	33,33±0,19
Ток / Tsc, °C	34,55±0,31	34,10±0,21	34,53±0,17	34,63±0,15
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb	1,23±0,08	1,11±0,09	1,02±0,08 "	1,29±0,13 "
S фп, мм² / FB area, mm²	6,9±0,86	8,68±0,67	9,01±0,75	7,68±1,06

Примечание: * — $p < 0,01$ по сравнению с ВГДрк до АГО; " — $p < 0,05$ по сравнению с группой 1.

Note: * — $p < 0.01$ in comparison with IOPcc before surgery; " — $p < 0.05$ in comparison with group 1.

В табл. 3 показаны коэффициенты корреляции ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов в группе 1 в разные сроки после хирургического лечения.

Из табл. 3 видно, что в группе 1 с развитой стадией ПОУГ в срок через 1 неделю после АГО выявлена средняя статистически достоверная корреляция (коэффициент корреляции 0,3-0,7) между температурой ФП и разницей в температуре между ФП и окружающей конъюнктивой.

При компенсации ВГД у пациентов 1-й группы выявлена высокая статистически достоверная корреляция (коэффициент корреляции $> 0,7$) между ВГДрк и разницей в температуре между ФП и окружающей конъюнктивой во все сроки наблюдения после хирургического лечения (через 1, 3 и 6 месяцев).

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

В табл. 4 представлены результаты исследования ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов группы 2 в разные сроки после АГО.

Из табл. 4 видно, что уровень ВГД достоверно снизился во все сроки наблюдения по сравнению с исходным. Нужно отметить, что через 3 месяца после хирургии ВГДрк было достоверно выше ($p < 0,05$) у пациентов группы 2 по сравнению с результатами группы 1, однако через 6 месяцев результаты достоверно не отличались и ВГД было на уровне компенсации у большинства опериро-

ванных (в 18 из 20 глаз). Также уровень ВГДрк достоверно повышался в 6 месяцев, по сравнению с 1 неделей после АГО.

Необходимо отметить, что при обследовании 2-й группы пациентов с далеко зашедшей 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 термографии $T_{фп}=34,6^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}=35,2^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=0,6^{\circ}\text{C}$, а $S_{фп}=2,1 \text{ мм}^2$. После обследования пациенту проведен нидлинг ФП и он обследован повторно. ВГД снизилось до 12,4 мм рт.ст., ТФП уменьшилась до $33,6^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}$ также понизилась до $34,8^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=1,2^{\circ}\text{C}$, а площадь ФП увеличилась, $S_{фп}=5,52 \text{ мм}^2$. В дальнейшем ВГД этого пациента оставалось компенсированным, значения термографии были соответствующими. У двух других пациентов этой группы ВГД повысилось через 6 месяцев после операции. У пациента П. ВГД составляло 22,4 мм рт.ст., $T_{фп}=34,9^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}=35,5^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=0,6^{\circ}\text{C}$, а $S_{фп}=2,9 \text{ мм}^2$. После нидлинга ВГДрк=13,8 мм рт.ст., $T_{фп}=33,9^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}=35,0^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=1,1^{\circ}\text{C}$, $S_{фп}=5,87 \text{ мм}^2$. У второго пациента К. ВГД было на уровне 27,8 мм рт.ст., $T_{фп}=35,4^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}=34,7^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=0,7^{\circ}\text{C}$, а ФП была большой, высокой и ограниченной ($S_{фп}=10,8 \text{ мм}^2$) (на ОСТ инкапсулированная ФП); после нидлинга ВГД снизилось до 16,4 мм рт.ст., по данным термографии $T_{фп}=34,5^{\circ}\text{C}$, $T_{ок}=35,4^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{ок}-T_{фп}=0,9^{\circ}\text{C}$, ФП уменьшилась по высоте и стала разлитой, $S_{фп}=9,76 \text{ мм}^2$. После нидлинга ВГД этих пациентов сохранялось в диапазоне нормы через 9 и 12 месяцев после АГО.

Таблица 5. Показатели корреляции ВГДрк, температуры и площади ФП у пациентов во 2-й группе в разные сроки после АГО

Table 5. Correlations between IOPcc, temperature and area of the filtering bleb in group 2 patients at different times after surgery

Параметры Parameters		Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²	Тфп, °C Tfb, °C	ΔТок-Тфп ΔTsc-Tfb	S фп, мм² FB area, mm²
		1 неделя / 1 week			1 месяц / 1 month			3 месяца / 3 months			6 месяцев / 6 months		
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	1 неделя 1 week	-0,25	-0,5*	0,26									
Тфп, °C / Tfb, °C			-0,09	-0,13									
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb				-0,42									
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	1 месяц 1 month				-0,02	-0,46*	0,23						
Тфп, °C / Tfb, °C						0,22	-0,01						
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb							0,27						
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	3 месяца 3 months							0,13	-0,62*	0,06			
Тфп, °C / Tfb, °C									-0,12	-0,14			
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb										-0,03			
ВГД рк, мм рт.ст. IOPcc, mm Hg	6 месяцев 6 months										-0,07	-0,41	0,09
Тфп, °C / Tfb, °C												-0,49*	-0,2
ΔТок-Тфп / ΔTsc-Tfb													0,08

Примечание: * — $p < 0,05$. Note: * — $p < 0,05$.

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

В табл. 5 показаны коэффициенты корреляции ВГДрк, температуры и площади ФП во 2-й группе пациентов в разные сроки после АГО.

Из этой таблицы видно, что уровень ВГД достоверно снизился во все сроки наблюдения по сравнению с исходным. Во 2-й группе пациентов выявлена статистически достоверная корреляция

(коэффициент корреляции 0,3-0,7) между ВГДрк и разницей в температуре между ФП и окружающей конъюнктивой ($\Delta T_{ок-Тфп}$) через 1 неделю, 1 и 3 месяца после АГО. Также коэффициент корреляции 0,3-0,7 был через 6 месяцев после АГО между температурой ФП и $\Delta T_{ок-Тфп}$.

Закключение

Термография — безопасный неинвазивный метод, достоверно выявляет повышение температуры в зоне хирургии, что свидетельствует о повышении уровня ВГД 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. *Optom Vis Sci J.* 1993; 70(7):568–576. doi: 10.1097/00006324-199307000-00008
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. doi:10.33396/1728-0869-2012-11-33-37
3. Попова Н.В., Попов В.А., Гудков А.Б. Тепловизионная оценка ишемической болезни сердца. *Экология человека.* 2012; 5:51-57.
4. Gros Ch., Bronner A., Vrousos C. Thermographic in ophthalmologic. *J Radiol.* 1967; 48(1-2):95-97.
5. 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. doi: 10.1016/j.jtos.2020.04.002
6. 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. doi: 10.1088/1361-6579/aa78bd
7. 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. doi: 10.1167/iov.17-23173
8. 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. doi: 10.1016/j.jfma.2016.09.012
9. Sniegowski M., Erlanger M., Olson J. Thermal imaging of corneal transplant rejection. *Case Reports Int Ophthalmol.* 2018; 38(6):2335-2339. doi: 10.1007/s10792-017-0731-z
10. Kawasaki S., Mizoue S., Yamaguchi M., Shiraishi A., Zheng X., Hayashi Y., Ohashi Y. Evaluation of filtering bleb function by thermography. *Br J Ophthalmol.* 2009; 93(10):1331-1336. doi: 10.1136/bjo.2008.152066
11. 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. doi: 10.1097/IJG.0b013e31825af0ca

References

1. Morgan P.B., Soh M.P., Efron N., Tullo A.B. Potential applications of ocular thermography. *Optom Vis Sci J.* 1993; 70(7):568–576. doi: 10.1097/00006324-199307000-00008
2. Popova N.V., Popov V.A., Gudkov A.B. Opportunities of thermography and heart rate variability in preliminary evaluation of cardiovascular system functional state. *Human Ecology.* 2012; 11:33-37. (In Russ.). doi:10.33396/1728-0869-2012-11-33-37
3. Popova N.V., Popov V.A., Gudkov A.B. Thermal imaging assessment of ischemic heart disease. *Human Ecology.* 2012; 5:51-57. (In Russ.).
4. Gros Ch., Bronner A., Vrousos C. Thermographic in ophthalmologic. *J Radiol.* 1967; 48(1-2):95-97.
5. 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. doi: 10.1016/j.jtos.2020.04.002
6. 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. doi: 10.1088/1361-6579/aa78bd
7. 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. doi: 10.1167/iov.17-23173
8. 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. doi: 10.1016/j.jfma.2016.09.012
9. Sniegowski M., Erlanger M., Olson J. Thermal imaging of corneal transplant rejection. *Case Reports Int Ophthalmol.* 2018; 38(6):2335-2339. doi: 10.1007/s10792-017-0731-z
10. Kawasaki S., Mizoue S., Yamaguchi M., Shiraishi A., Zheng X., Hayashi Y., Ohashi Y. Evaluation of filtering bleb function by thermography. *Br J Ophthalmol.* 2009; 93(10):1331-1336. doi: 10.1136/bjo.2008.152066
11. 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. doi: 10.1097/IJG.0b013e31825af0ca

Поступила / Received / 27.08.2020



Уважаемые читатели!

Вы можете оформить подписку на журнал
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»
 по каталогу «Газеты и журналы» агентства
 Роспечать в любом отделении связи.

Подписной индекс:

37353