УДК617.741-004.1-089.168.1-073.65 (045) Оригинальная статья

ДИНАМИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГЛАЗА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ

Н.Р. Лопатинская – *ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава, аспирант кафедры глазных болезней;* ***Т.Г. Каменских –*** *ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава, заведующая кафедрой глазных болезней, доктор медицинских наук;* ***Д.А. Усанов –*** *ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, заведующий кафедрой физики твёрдого тела, профессор, доктор физико-математических наук;* ***А.В. Скрипаль –*** *ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, заведующий кафедрой медицинской физики, профессор, доктор физико-математических наук;* ***Е.С. Сумарокова –*** *ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава, ассистент кафедры глазных болезней, кандидат медицинских наук;* **В.А. Галанжа –** *ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава, ассистент кафедры глазных болезней, кандидат медицинских наук;* ***А.А. Сагайдачный –*** *ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, аспирант кафедры медицинской физики.*

DYNAMIC THERMAL IMAGING CONTROL OF AN EYE IN POSTOPERATIVE PERIOD AFTER CATARACT PHACOEMULSIFICATION

N.R. Lopatinskaya – *Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Eye Diseases, Post-graduate;* ***T.G. Kamenskikh –*** *Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of Department of Eye Diseases, Doctor of Medical Science;* ***D.A. Usanov—****Saratov State University n.a. N.G. Chernyshevsky, Head of Department of Physics of Solids, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Science;* ***A.V. Skripal –*** *Saratov State University n.a. N.G. Chernyshevsky, Head of Department of Physics of Medicine, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Science;* ***E.S. Sumarokova –*** *Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Eye Diseases, Assistant, Candidate of Medical Science;* ***V.A. Galanzha –*** *Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Eye Diseases, Assistant, Candidate of Medical Science;* ***A.A. Sagaidachny –*** *Saratov State University n.a. N.G. Chernyshevsky, Department of Physics of Medicine, Post-graduate.*

Дата поступления – 20.03.10 г. Дата принятия в печать – 15.06.2010 г.

Н.Р. Лопатинская, Т.Г. Каменских, Д.А. Усанов с соавт. **Динамический тепловизионный контроль состояния глаза в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты. Саратовский научно-медицинский журнал, 2010, том 6, № 2, с. 346-350.**

Цель — исследование влияния различных схем антибактериальной терапии на течение послеоперационного периода у пациентов после факоэмульсификации катаракты с помощью дистантной термографии. Под нашим наблюдением находились 68 пациентов с возрастной корковой начинающейся катарактой. Всем пациентам была выполнена факоэмульсификация катаракты. Больные были разделены на 2 группы: 34 пациента первой группы после операции закапывали в оперированный глаз препарат «Офтаквикс» по 1 капле 5 раз в день за сутки до операции и в течение 5 дней в послеоперационном периоде. 34 пациента из второй группы в качестве антибактериального препарата получали препарат «Ципромед» в аналогичном режиме. У большинства больных из первой группы не было воспалительной реакции в послеоперационном периоде. Во второй группе выявлено наличие воспалительной реакции различной степени. Период купирования воспалительного процесса составил 6,3 ± 2 дня. Разность температур между неоперированным и оперированным глазами на 3 день в большинстве случаев была ниже, чем в 1 день после операции. В первой группе пациентов, средняя разность температур на 3 день после операции составила 0.35 ± 0.21°С, а во второй группе – 1.3 ± 0.83°С. Выявлены возможности использования динамического тепловизионного метода для контроля состояния глаз, включающего анализ временных зависимостей температуры в процессе проведения естественного нагрузочного теста, что позволяет подбирать оптимальную медикаментозную коррекцию в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты.

Ключевые слова: дистанционная термография, факоэмульсификация катаракты, нагрузочный тест.

N.R. Lopatinskaya, T.G. Kamenskih, D.A. Usanov et al. **Dynamic thermal imaging control of an eye in postoperative period after cataract phacoemulsification. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2010, vol. 6, № 2, p. 346-350.**

The research goal is to study the impact of various schemes of antibacterial therapy in the postoperative period in patients after cataract phacoemulsification with distant thermography. Under observation there were 68 patients with cortical initial cataract. All patients were subjected to cataract phacoemulsification. Patients were divided into 2 groups: 34 patients of the first group after the operation dropped into the operated eye medication «Oftaquiks» 1 drop 5 times a day for one day before surgery and for 5 days postoperatively. 34 patients from the second group as an antibacterial drug received medication “Cipromed” in a similar way. Inflammatory reaction in postoperative period in the first group was not evident. In the second group the presence of inflammatory reaction of various degrees was revealed. Period of its reduction was 6,3 ± 2 days. The temperature difference between the non-operated and operated eye in the 3d day in most cases was less than 1 day after surgery. In the first group of patients the average temperature difference in the 3d day after surgery was 0.35 ± 0.21 ° C, and in the second group of patients – 1.3±0.83°C. Advantages of dynamic thermal imaging method for monitoring the state of the eye, including the analysis of time dependencies of temperature in the process of natural load test, which allows to select the optimal drug correction of postoperative cataract phacoemulsification were revealed.

Key words: distant thermography, cataract phacoemulsification, load test.

Введение. На сегодняшний день хирургия катаракты достигла высокого технического уровня. Несмотря на это, не менее важными являются профилактика и лечение возможных осложнений в послеоперационном периоде.

Одним из наиболее частых причин снижения функциональных результатов после факоэмульсификации катаракты являются воспалительные осложнения. Даже при идеально выполненной операции с использованием ИОЛ оптимального дизайна выраженные экссудативно-воспалительные реакции в раннем послеоперационном периоде возникают у 1,81-21,5% больных [1, 2, 3]. По данным литературы, у 0,07-0,38% оперированных больных развивается бактериальная инфекция (эндофтальмит) [4, 5]. Немаловажное значение в ее развитии имеют наличие латентных инфекций, наличие сопутствующей соматической патологии, дисбаланс в иммунной системе организма, а также активация сапрофитной флоры, присутствующей в конъюнктивальной полости.

В качестве профилактики внутриглазной инфекции используются различные антибактериальные препараты. Революцией в офтальмофармакологии стало появление в 1980-х годах препаратов фторхинолонового ряда. В связи с развитием устойчивости микроорганизмов к фторхинолонам, в частности, первоначально низкая резистентность Staphylococcus aureus к ципрофлоксацину, составлявшая 5,8%, значительно выросла до 35%, а в отношении офлоксацина – с 4,7 до 35%, был разработан новый препарат фторхинолонового ряда – левофлоксацин (Офтаквикс, 0,5% глазные капли, Сантен, Финляндия). Препарат быстро достигает высокой концентрации в водянистой влаге, которая сохраняется в течение 6 часов и оказывает бактерицидный эффект. По рекомендациям Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов с учетом результатов исследований, проведенных на кафедре глазных болезней СГМУ им. В.И.Разумовского, Офтаквикс был включен в схему профилактики инфекционных осложнений у пациентов, перенёсших факоэмульсификацию катаракты [4, 6].

Температурная реакция является одним из симптомов внутриглазного воспалительного процесса. Зарегистрировать распределение тепла по поверхности тела человека можно с помощью метода термографии, а именно, с помощью приборов – тепловизоров. Приёмником инфракрасного излучения в тепловизорах является специальный фотогальванический элемент, работающий при охлаждении его до -196°С. Сигнал с этого элемента (фотодиода) усиливается, преобразуется в видеосигнал и передается на экран. При различной степени интенсивности излучения объекта на экране наблюдаются изображения разного цвета (каждому уровню температуры соответствует свой цвет).

Физиологической основой термографии является увеличение интенсивности инфракрасного излучения над патологическими очагами. Это может быть связано с усилением в них кровоснабжения и метаболических процессов. В норме термографическая картина лица характеризуется симметричным рисунком относительно средней линии. Термография является физиологичным, безвредным, неинвазивным методом диагностики. Диагностические возможности этого метода широки: он используется для визуализации опухолей различной локализации, варикозного расширения вен, воспалительных процессов, остеохондроза, эндокринной офтальмопатии [7].

При нормальных внешних условиях температура поверхности глазного яблока определяется преимущественно особенностями его гемо- и гидродинамики, поэтому измерение температуры в различных областях окулярной области можно использовать для выявления различных метаболических сдвигов в периоде послеоперационного восстановления.

В настоящее время разрабатываются и совершенствуются нагрузочные тесты, в которых используются тепловое возбуждение и тепловизионное наблюдение за реакцией организма человека [8]. Однако использование нагрузочных тестов на поверхности глазного яблока ограничивается высокой чувствительностью бульбарной конъюнктивы к тепловым, механическим и другим раздражителям. Условия взаимодействия органа зрения с окружающей средой непостоянны и в значительной степени определяются мигательным рефлексом. Температура конъюнктивы века выше температуры конъюнктивы глазного яблока и температуры роговицы. Нормальная разность температур века и роговицы составляет 1.5-2.3°С [9]. При опускании век происходит естественный нагрев поверхности глазного яблока с одновременным охлаждением век за счет их контакта с более холодной роговицей и увеличения площади взаимодействия с окружающей средой. Таким образом, существует возможность использования процесса опускания-поднимания век в качестве естественного теплового нагрузочного фактора.

Цель: исследование влияния различных схем антибактериальной терапии на течение послеоперационного периода у пациентов после факоэмульсификации катаракты с помощью дистантной термографии.

Методы. Под нашим наблюдением находились 68 пациентов с возрастной корковой катарактой начальной стадии, из них 25 мужчин и 43 женщины в возрасте от 68 до 84 лет. Всем пациентам была выполнена факоэмульсификация катаракты (технология «OZil») с имплантацией ИОЛ «AcrySof Natural». В группу включены пациенты без сопутствующей общей и глазной патологии. Все больные были разделены на 2 группы. 34 пациента первой группы после операции закапывали в оперированный глаз капли левофлоксацина , 0,5% раствор (препарат «Офтаквикс») по 1 капле 5 раз в день за сутки до операции и в течение 5 дней в послеоперационном периоде. 34 пациента из второй группы в качестве антибактериального препарата получали глазные капли ципрофлоксацина, 0,3% раствор (препарат «Ципромед») в аналогичном режиме инстилляций. Уровень воспалительной реакции определяли клиническими методами и с использованием термометрической пробы.

Методика тепловизионной регистрации. Для осуществления температурного контроля состояния поверхности глазного яблока оптимально использование бесконтактных датчиков теплового излучения в инфракрасном диапазоне длин волн. Тепловизионный способ определения температуры обеспечивает высокую точность измерений – до 0.001°С с временным разрешением до 8000 кадров/с и пространственным разрешением до 2400×1600 пикселей.

Тепловизионные измерения проводились до и после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ на обоих глазах.

Ответственный автор – Лопатинская Надежда Рифкатовна,
410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112,
ГОУ ВПО Сар ГМУ, кафедра глазных болезней,
тел. 22-84-41, 8 904 244 8185,
e-mail: kamtanvan@mail.ru, NHR2@yandex.ru

Наблюдения температурных изменений окулярной области осуществлялись бесконтактно с использованием тепловизионной камеры ThermaCAM SC3000 фирмы FLIR Systems с температурной чувствительностью 0.02°С и разрешением ИК-матрицы 320×240 пикселей.

Обследование проводили в положении пациента сидя, в проекции «анфас». Во время исследования обеспечивались стабильные условия окружающей среды с температурой около 23°С, минимизировалось действие внешних посторонних источников инфракрасного излучения. Пациент адаптировался к лабораторным условиям в течение 10 минут. В день исследования исключался приём вазоактивных препаратов, а также алкоголя, кофе, за 20 минут до исследования рекомендовалось отказаться от курения.

Тепловизионные измерения выполнялись на обоих глазах в 3 этапа – за день до операции, на первый и третий дни после операции. Съемку осуществляли в процессе проведения теста с опусканием – поднимание век. На динамической термограмме выделялись зоны интереса – в виде окружности в области роговицы. В выделенных областях строилась зависимость температуры от времени проведения теста. По данной зависимости определялись исходная температура в области роговицы, температура открытого, закрытого века, а также температура тарзальной конъюнктивы.

Предварительно для изучения особенностей температурной динамики во время открытия и закрытия век строились зависимости средней температуры области роговицы от времени проведения теста с опусканием – подниманием век (рис. 1).

На зависимости температуры от времени (рис. 1.) можно выделить несколько характерных временных интервалов. В начальный интервал времени (интервал А) измеряется исходный уровень температуры роговицы. Затем глаза закрываются веком и регистрируется температура век в течение интервалов Б и В. Интервал Б соответствует времени стабилизации температуры века. В конце интервала В глаза снова открываются и регистрируется процесс восстановления температуры до исходного уровня в интервалы Г, Д. Изменение температуры в течение интервала Г связано со стабилизацией распределения слезы по поверхности роговицы, интервал Д определяет время восстановления температуры до исходного уровня.

Температура в начале интервала Б характеризует температуру поверхности века. При выполнении условия выравнивания температур глазного яблока и века (интервал В) начало интервала Г дает температуру конъюнктивы века. В зависимости от особенностей строения глаз и слезной динамики перепад температуры, характерный для промежутка времени А – Б, может быть выражен слабее, а на временных интервалах Г, Д характер изменения температуры может сохраняться. Анализ выделенных участков позволяет сравнивать синхронность изменения температуры и другие особенности температурной динамики для левого и правого глаз пациента.

Немаловажный вклад в значение измеряемой температуры дают процессы распределения и испарения слезы во время моргания, которые приводят к изменению температуры роговицы. На вставке рис. 1 изображен увеличенный участок кривой с 92 по 96 секунды, который иллюстрирует изменение температуры роговицы в интервал времени после открытия век. В приведённом примере видно, что температура роговицы изменяется от 34.5 до 34.35° С, следовательно использование для определения температуры статических термограмм вместо динамических в одном сеансе измерений может давать различные значения температур в зависимости от момента времени измерения. Поэтому для повышения точности и надёжности контроля температуры необходимо осуществлять динамическую тепловизионную съемку полного акта мигания и измерять температуру бульбарной конъюнктивы или роговицы в конце акта мигания перед очередным закрытием века, в момент стабилизации температуры поверхности глазного яблока (в данном примере 95-я секунда на вставке рисунка 1). Процесс измерения температуры проходил с учетом указанных особенностей.

По данным наших измерений, нормальная средняя температура роговицы находится в пределах 32,0 – 35,5°С при физиологической разнице температур между левым и правым глазами (температурной асимметрии) в пределах 0,3°С [10].

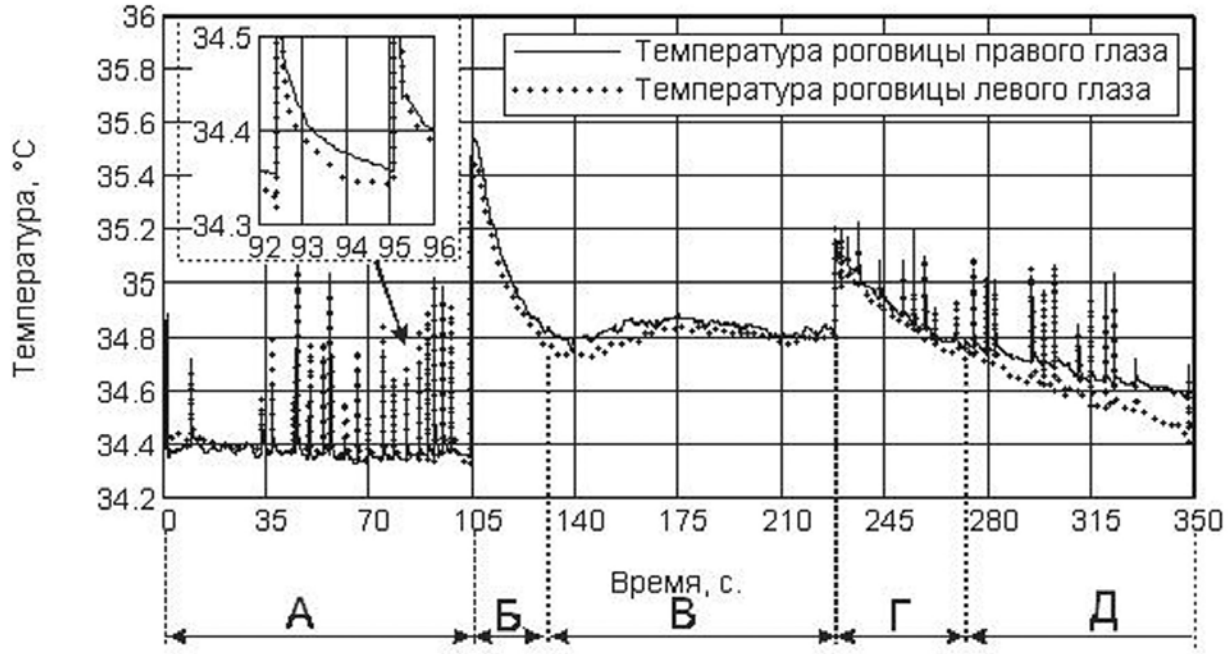

Рис. 1. Зависимость средней температуры роговицы от времени теста человека без глазных патологий (описание в тексте)

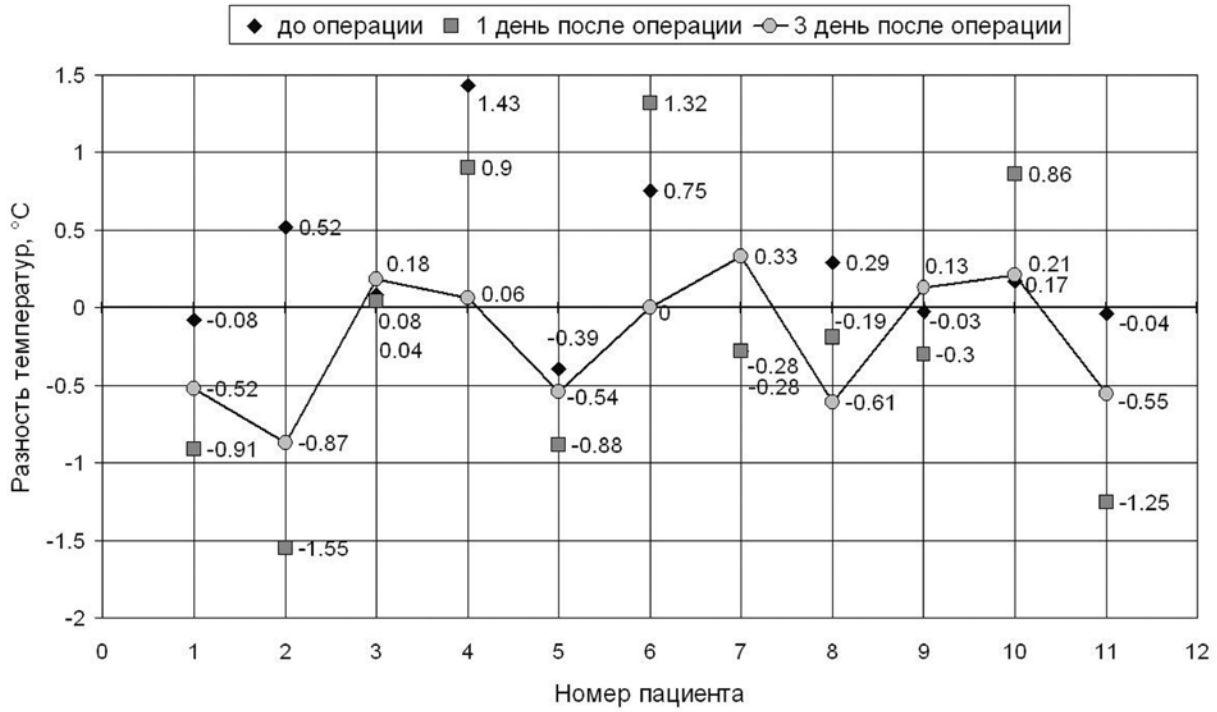

Рис. 2. Разность температур здорового и оперированного глаз до операции, на 1 и 3 день после операции

Если оперированы оба глаза, то в качестве зоны контроля температуры может быть использована слизистая оболочка губ.

Результаты. Эффективность проводимого лечения оценивали по характеру течения послеоперационного периода и по результатам термографии.

Сравнительный анализ степени выраженности воспалительной реакции в раннем послеоперационном периоде по классификации С.Н. Федорова, Э.В. Егоровой (1992) [12] показал, что в первой группе пациентов, получавших «Офтаквикс», преобладало ареактивное течение послеоперационного периода. У 30 из 34 больных данной группы присутствовала локальная инъекция конъюнктивальных сосудов. У 4 больных отмечена легкая запотелость эндотелия роговицы. Клеточная воспалительная инфильтрация в передней камере и в области ИОЛ отсутствовала. Средняя острота зрения у пациентов данной группы на 3 сутки после операции составила 0,9 ± 0,02.

Клиническое обследование пациентов второй группы, получавших глазные капли 0,3% раствора ципрофлоксацина, выявило наличие воспалительной реакции I степени у 25 пациентов, II степени – у 9 больных. Сроки купирования воспалительного процесса составили 6,3 ± 2 дня. Среднее значение остроты зрения у данных пациентов составило 0,8 ± 0,02.

На рисунке 2 показаны результаты анализа термограмм трёх сеансов измерения у пациентов, получавших глазные капли 0,5% раствора левофлоксацина. Разность температур между неоперированным и оперированным глазами на 3 день в большинстве случаев была ниже, чем в 1 день после операции. В группе пациентов, использующих капли «Офтаквикс», средняя разность температур на 3 день после операции составила 0.35 ± 0.21°С. В группе больных, получавших капли «Ципромед» – 1.3 ± 0.83°С при нормальной физиологической разности 0.3°С.

Обсуждение. Таким образом, мы установили, что использование 0,5% раствора левофлоксацина в инстилляциях приводит к более быстрой нормализации температуры оперированного глаза, чем использование 0,3% раствора ципрофлоксацина.

Кроме того, динамику состояния глаз при назначении инстилляций глазных капель до и после операции можно проследить по показателю средней температуры роговицы. До операции (рис. 3а) отмечается сходный характер кривых для оперированного и неоперированного глаз. На 1 день после операции (рис 3б) наблюдается относительное повышение температуры века и роговицы оперированного правого глаза. На 3 день после операции (рис. 3в) происходит незначительное (на 0,2 градуса) понижение температуры оперированного глаза, сближение кривых для обоих глаз, что свидетельствует о практически купировании воспалительной реакции и характеризует процесс восстановления в послеоперационном периоде.

Заключение. В процессе проведения теста с опусканием – подниманием век возможен контроль динамики состояния глаз у пациентов в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты по виду временных зависимостей температуры.

Для повышения точности контроля температуры склеры и роговицы необходимо осуществлять динамическую тепловизионную съемку полного акта мигания и проводить измерения в определённый момент времени теста – в конце акта мигания перед очередным закрытием века, что соответствует стабилизации температуры поверхности глазного яблока.

Предложенный метод позволяет осуществлять сравнительный контроль состояния глазного яблока до операции и в послеоперационном периоде, что приводит к повышению объективности процесса диагностики послеоперационного воспаления тканей глазного яблока на ранней, доклинической стадии, Кроме того, данный метод позволяет подбирать оптимальную медикаментозную коррекцию в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты.

Библиографический список

1. Федорищева Л.Е., Сумарокова Е.С., Попов С.А. и др. Иммунокорректоры в лечении послеоперационных

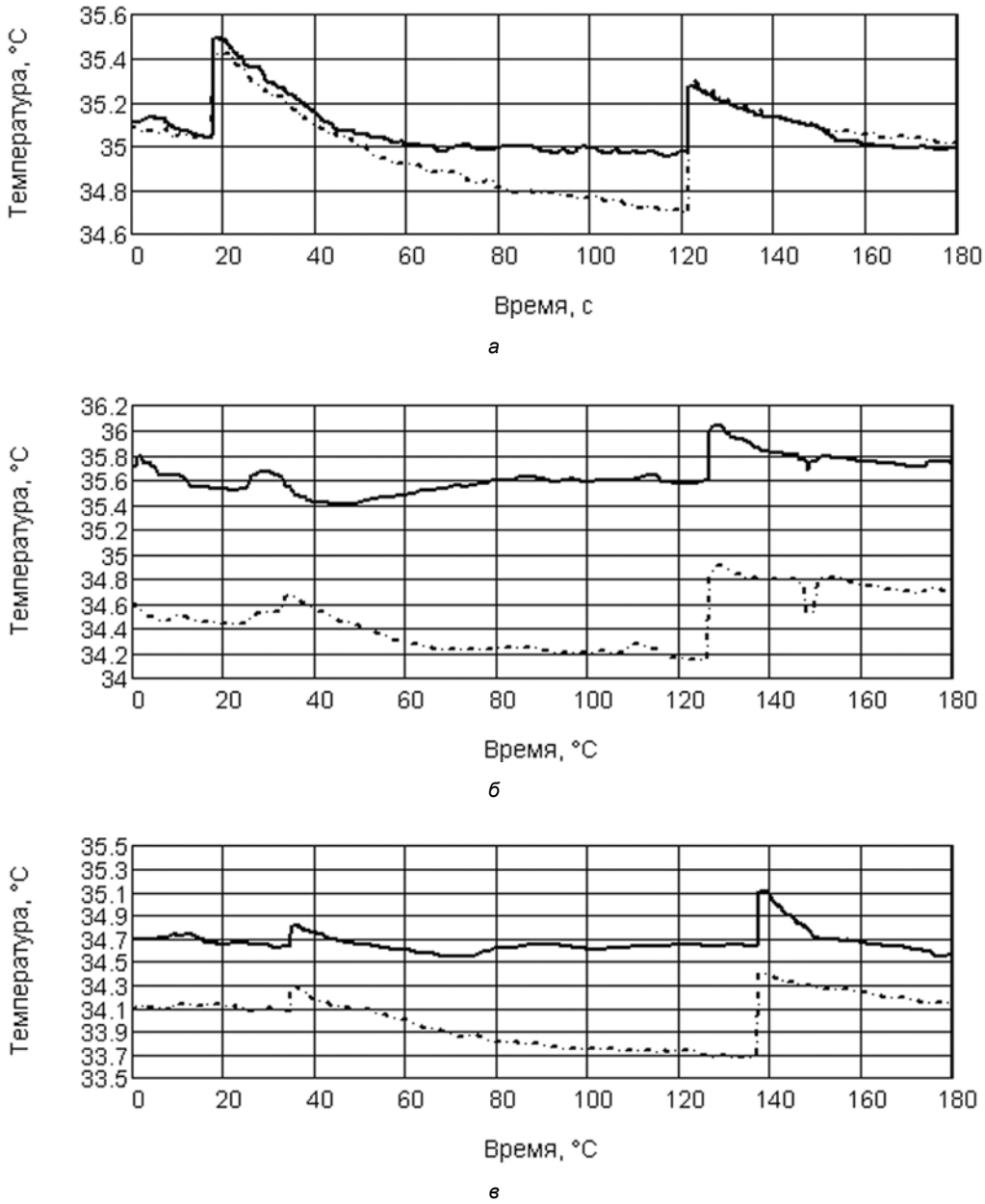

Рис. 3. Зависимость средней температуры роговицы от времени проведения теста для пациента 11.
Сплошная линия – правый глаз (оперированный), пунктирная – левый глаз.
а – до операции, *б* – на 1 день после операции, *в* - на 3 день после операции

фибринозно-пластических увеитов // Актуальные вопросы воспалительных заболеваний глаз: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. М., 2001. С. 360-361.

2. Архипова Л.Т., Леванова О.Г., Чупров А.Д., Зайцева Г.А. Клинико-иммунологические факторы прогнозирования ранней экссудативной реакции после экстракции сенильной катаракты с имплантацией эластичных интраокулярных линз // Вестн. офтальмол. 1999. № 2. С. 25-27.

3. Каменских Т.Г., Сумарокова Е.С., Колбенев И.О. и др. Применение глазных капель 0,5% левофлоксацина («Офтаквикс», Сантен, Финляндия) в лечении инфекционных заболеваний конъюнктивы и роговицы // Офтальмологические ведомости. 2008. Т.1. №2. С .49-53.

4. Kaspar A., Grasbon T. Automated surgical equipment requires routine disinfection of vacuum control manifold to prevent postoperative endophthalmitis // Ophthalmology. 2000. Vol.107. P. 685-690.

5. Miller K.M., Glasgow B.J. Bacterial endophthalmitis following suturelless cataract surgery // Jules Stein. Arch. Ophthalmol. 1993. Vol. 111. № 3. P. 377-379.

6. Abbott R.L. Клиническое обоснование выбора и применения антибиотиков в катарактальной и рефракционной хирургии // Доклад на XY Российском национальном конгрессе «Человек и лекарство». М., 2008.

7. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю., Борисова Э.Л., Моспехи Ш. Роль высокотехнологичных методов исследования в уточнённой диагностике некоторых форм эндокринной офтальмопатии // Офтальмология. 2007. Т.4. №4. С. 24-29.

8. Hassan M., Togawa T. Observation of skin thermal inertia distribution during reactive hyperaemia using a single-hood measurement system // Physiol. Meas. 2001. Vol. 22, №1. P. 187-200.

9. Антончик С.Л. Температурные характеристики органа зрения в норме и при некоторых патологических процессах: Дис. … канд. мед. наук:. Тюмень, 2005. 142 с.

10. Бакбардина Л.М. Термометрическая диагностика воспалительного процесса переднего отдела увеального тракта: Дис. … канд. мед. наук. Одесса, 1988. 176 с.