

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

УДК 617.736-005.98-07-089

**ЗАБОРОВСКИЙ**  
**Игорь Генрихович**

**ДИАГНОСТИКА И ЛАЗЕРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДИАБЕТИЧЕСКОГО  
МАКУЛЯРНОГО ОТЕКА**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук  
по специальности 14.01.07 – глазные болезни

Минск, 2015

Работа выполнена в государственном учреждении образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

**Научный руководитель:** **Имшенецкая Татьяна Александровна,**  
доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой офтальмологии  
государственного учреждения образования  
«Белорусская медицинская академия  
последипломного образования»

**Официальные оппоненты:** **Залуцкий Иосиф Викторович,**  
доктор медицинских наук, профессор,  
директор государственного научного  
учреждения «Институт физиологии НАН  
Беларуси»

**Ильина Светлана Николаевна,**  
кандидат медицинских наук, доцент,  
заведующий кафедрой глазных болезней  
учреждения образования «Гродненский  
государственный медицинский университет»

**Оппонирующая организация:** Учреждение образования «Витебский  
государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет»

Защита состоится «29» декабря 2015 г. в 12-00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.15.06 при государственном учреждении образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» по адресу: 220013, г. Минск, ул. П.Бровки, 3/3; тел. (017) 2004427; e-mail: lorkafedra@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2015 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций

В.Л. Чекан

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее частых, прогностически неблагоприятных проявлений диабетической ретинопатии (ДР) и основной причиной прогрессирующего снижения остроты зрения (ОЗ) у пациентов с сахарным диабетом (СД) является диабетический макулярный отек (ДМО) [S.E. Moss et al., 1994; T. Otani et al., 1999; Е.С. Скоробогатова и др., 2003; Ф.Е. Шадричев и др., 2008; D.J. Browning et al., 2008; Т.П. Соколова, 2009; R. Klein et al., 2009; А.А. Дога, 2011].

Макулярный отек регистрируется приблизительно в 10% среди популяции пациентов, страдающих СД [R. Klein et al., 1984] и его распространенность непосредственно зависит от тяжести и длительности течения ретинопатии. Количество пациентов с ДМО возрастает от 3% при непролиферативной ДР (НПДР) до 38% при препролиферативной ДР (ППДР) и 71% при пролиферативной ДР (ПДР) [G.H. Bresnick, 1986; J.V. Jonas et al., 2003; A. Javadzadeh, 2006, G.E. Lang, 2007]. По данным литературных источников консервативное лечение ДМО малоэффективно, и в настоящее время не существует средств изолированного терапевтического воздействия на его течение [WHO, 2005; Т.А. Бирич и др., 2007; М.В. Гацу и др., 2008; Л.Н. Марченко и др., 2010]. Эффективным способом стабилизации патологического процесса и предотвращения снижения ОЗ при ДМО является своевременная лазеркоагуляция (ЛК) структур сетчатки [Н.И. Позняк и др., 2007; M.O'Doherty et al., 2008]. Преимущества лазерного лечения сетчатки доказаны в ходе выполнения мультицентрового рандомизированного исследования по изучению эффективности ЛК, проведенной в ранние сроки развития ДР [ETDRS, 1985; 1987]. На основании наблюдений за трехлетний период исследователями ETDRS установлено, что ЛК предупреждает потерю зрительных функций у 50% пациентов, однако улучшение остроты зрения регистрируется лишь в 17% случаев [C.M. Lee & R.J. Olk, 1991; G.E. Lang et al., 2007].

Стойкая эффективность лазерного лечения диабетического макулярного отека может быть обеспечена ранним вмешательством, поскольку в последующем происходят необратимые структурные изменения в слоях сетчатки, способствующие расширению аваскулярной зоны и области ишемии [Л.И. Балашевич, А.С. Измайлов, 2004; L.P. Tang & H.Y. Feng, 2004; M. Wilczyński & K. Dzivgielewski, 2006; G.E. Lang et al., 2007]. В то же время среди впервые направляемых на лазерное лечение более 40% случаев составляют пациенты с пре- и пролиферативной ДР [Е.Л. Сорокин, М.В. Пшеничнов, 2008] из-за трудности офтальмоскопической диагностики начальных проявлений ДМО и отсутствия объективных критериев его выявления и лечения [В.И. Морхат и др., 2002; Л.В. Дравица и др., 2007; Т.А. Имшенецкая и др., 2009, С.Н. Ильина и др., 2013]. Имеющаяся информационная база о результативности лазерного лечения не позволяет систематизировать данные об ее

эффективности, так как диагностика диабетического макулярного отека, отбор пациентов для лечения, определение тяжести патологии субъективны, используемые технологии лазерной коагуляции и итоговая оценка результата вмешательства не стандартизированы.

В этой связи актуальным является усовершенствование методов диагностики и лазерной коагуляции диабетического макулярного отека с целью стабилизации и улучшения показателей толщины и объема сетчатки, а также ее зрительной функции.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Диссертация выполнена по плану научно-исследовательских работ кафедры офтальмологии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» и в рамках научно-исследовательской работы «Лечение неоваскуляризации и макулярного отека при заболеваниях и травмах органа зрения» (№ государственной регистрации 20093119, срок выполнения 2009 – 2014 годы).

### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования:* повышение эффективности диагностики и лазерного лечения диабетического макулярного отека.

*Задачи исследования:*

1. Определить распространенность диабетической ретинопатии, факторы риска и частоту возникновения диабетического макулярного отека у пациентов с сахарным диабетом.
2. Определить параметры толщины и объема сетчатки макулярной области с использованием оптической когерентной томографии среди жителей Республики Беларусь.
3. Разработать метод диагностики диабетического макулярного отека и дифференциации его типов с использованием оптической когерентной томографии посредством расчета индекса тяжести макулярного отека.
4. Разработать метод субпороговой лазеркоагуляции сетчатки с использованием двух лазерных импульсов короткой экспозиции, наносимых последовательно в каждую точку воздействия и определить его клиническую эффективность у пациентов с фокальным и диффузным диабетическим макулярным отеком.
5. Усовершенствовать систему комплексной оценки клинической и социально-экономической эффективности лазерных методов лечения диабетического макулярного отека.

### **Научная новизна**

1. Определены и изучены распространенность диабетической ретинопатии и диабетического макулярного отека среди лиц, страдающих

сахарным диабетом обоих типов. Установлены определяющие факторы риска, а также сроки развития диабетического макулярного отека от начала сахарного диабета.

2. Разработаны карты пороговых значений средних величин толщины и объема центральной области сетчатки, измеренные с помощью оптической когерентной томографии у здоровых лиц Республики Беларусь.

3. Разработан и внедрен в клиническую практику метод диагностики и дифференциации типа диабетического макулярного отека у пациентов с сахарным диабетом посредством оптической когерентной томографии путем определения индекса тяжести ( $I_T$ ) макулярного отека.

4. Разработанный метод субпороговой лазеркоагуляции сетчатки при фокальном и диффузном диабетическом макулярном отеке с использованием двух последовательных импульсов короткой экспозиции, наносимых в каждую точку воздействия, превосходит результаты традиционного метода лазерного лечения диабетического макулярного отека.

5. Усовершенствована система комплексной оценки эффективности лазерных методов лечения путем введения показателя безопасности ( $П_B$ ) как составной части итогового показателя эффективности ( $I_{П}$ ).

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Распространенность диабетической ретинопатии среди пациентов с сахарным диабетом составила 31,2%, в том числе непролиферативной формы – 22,2%, препролиферативной – 5,8% и пролиферативной – 3,2%. Диабетический макулярный отек выявлен у 16,5% пациентов с диабетической ретинопатией. Частота возникновения диабетического макулярного отека составляет  $5,2 \pm 0,5$  случая на 100 пациентов с сахарным диабетом и снижается с возрастом пациента ( $p < 0,001$ ), увеличивается с продолжительностью и тяжестью диабетической ретинопатии ( $p < 0,01$ ). В среднем на каждого пациента приходится  $9,8 \pm 0,3$  сопутствующих заболеваний и осложнений сахарного диабета.

2. Определены количественные показатели толщины и объема центральной области сетчатки с помощью оптической когерентной томографии у здоровых лиц Республики Беларусь. Рассчитаны толщина и объем фовеолярной ( $193 \pm 13,5$  мкм и  $0,15 \pm 0,01$  мм<sup>3</sup>), парафовеолярной ( $266 \pm 10,7$  мкм и  $1,67 \pm 0,07$  мм<sup>3</sup>) и перифовеолярной ( $234 \pm 11,1$  мкм и  $4,96 \pm 0,27$  мм<sup>3</sup>) зон макулярной области. Средняя толщина сетчатки макулярной области у здоровых лиц составила  $244 \pm 9,5$  мкм, а объем –  $6,80 \pm 0,29$  мм<sup>3</sup>.

3. Метод диагностики и дифференциации типов диабетического макулярного отека, основанный на расчете соотношения толщины сетчатки фовеолярной, пара- и перифовеолярной зон макулярной области по данным оптической когерентной томографии у пациентов с сахарным диабетом и

здоровых лиц, позволяет определить индекс тяжести макулярного отека. Значение индекса тяжести равное 18,0 и более является маркером диабетического макулярного отека.

4. Метод субпороговой лазеркоагуляции центральной области сетчатки при диабетическом макулярном отеке с использованием двух лазерных импульсов длиной волны 532 нм, длительностью 10 мс, мощностью 50-90 мВт, диаметром пятна 100 мкм, наносимых последовательно в каждую точку воздействия с интервалом  $75 \pm 25$  мс, способствует полной либо частичной резорбции отека в 94,0% случаев при фокальном и в 85,7% – при диффузном типах, что существенно выше в сопоставлении с традиционным методом, соответственно 78,7% ( $p < 0,05$ ) и 60,6% ( $p < 0,05$ ).

5. Усовершенствована система комплексной оценки клинической и социально-экономической эффективности лазерных методов лечения диабетического макулярного отека путем введения показателя безопасности ( $P_B$ ), определяемого отношением количества случаев применения метода без осложнений к общему числу вмешательств, как составной части итогового показателя эффективности ( $I_{\Pi}$ ). Разработанный метод субпороговой лазерной коагуляции сетчатки имеет «высокую» эффективность ( $I_{\Pi}=0,97$ ), а традиционный – «выше средней» ( $I_{\Pi}=0,80$ ),  $p < 0,05$ .

#### **Личный вклад соискателя ученой степени**

Лазерная коагуляция сетчатки у 108 пациентов (208 глаз), послеоперационное клиническое сопровождение и динамическое наблюдение на протяжении года осуществлены автором на базе офтальмологического консультативно-диагностического отделения лазерной микрохирургии УЗ «10-я ГКБ» г. Минска (вклад – 90%). Диссертантом проведено интервьюирование пациентов об удовлетворенности медицинскими услугами и оценка их медико-социального статуса, сформирована компьютерная база данных, выполнена статистическая обработка научного материала, осуществлено логико-аналитическое описание полученных результатов, написание всех разделов диссертации и автореферата, сформулированы выводы и практические рекомендации, вклад – 100%.

Автором на основе проведенного патентно-информационного поиска совместно с научным руководителем определены цель и задачи исследования. Выполненное лично соискателем комплексное клиничко-диагностическое обследование 200 пациентов (392 глаза) позволило совместно с научным руководителем предложить способ диагностики типа макулярного отека у пациента с сахарным диабетом (патент ВУ 19576) [36] – вклад 90%.

Научные результаты диссертации получены автором лично, и основные положения исследования отражены в 32 публикациях, в том числе 9 написаны в моноавторстве. Методологические подходы к решению задач раннего

выявления, тенденций развития и прогрессирования, количественной оценки ДМО по данным ОКТ представлены в статьях [7,12,16,17,18,20], материалах конференций [22,25,26]. Медико-социальный портрет пациента с ДМО, динамика структурно-функционального состояния макулы в послеоперационном периоде, оценка эффективности лазерного лечения фокальных и диффузных ДМО изложены в статьях [1,3,4,8,9,10,11,13,14,15], а также в публикациях [29,30,31]. Соавторами на различных этапах работы оказывалась консультативная и методическая помощь. Участие соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет более 80%.

В соавторстве изучены распространенность, особенности развития ДМО [2,5,6,21,23,24,28,32], разработан способ лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, сопровождающейся рефрактерным макулярным отеком (патент ВУ 17045) [35] – вклад 60%.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Основные положения и материалы диссертации представлены на юбилейной конференции, посвященной 60-летию эндокринологической службы Республики Беларусь (г.Минск, 1999); IV Всемирном Медицинском конгрессе (г.Варшава, Польша, 2000); 9-м Европейском конгрессе ретинальных специалистов EURETINA (г.Ницца, Франция, 2009); Республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы витреоретинальной патологии» (г.Минск, 2009); Республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии» (г.Минск, 2010); XXXII Всемирном Офтальмологическом конгрессе (г.Берлин, Германия, 2010); VI Международной научно-практической конференции «Научный прогресс на рубеже тысячелетий» (г.Прага, Чехия, 2010); 11-м конгрессе Европейского общества ретинологов EURETINA (г.Лондон, Великобритания, 2011); VIII съезде офтальмологов РБ (г.Минск, 2011); VIII Международной научно-практической конференции «Научная мысль информационного пространства – 2012» (г.Пшемысль, Польша, 2012); VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные достижения европейской науки» (г.София, Болгария, 2012), Республиканской научно-практической конференции «Лазерные технологии в медицине» (г.Минск, 2012), Республиканской конференции с международным участием «Трудности диагностики, ошибки и осложнения в офтальмологии» (г.Минск, 2012), IX Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современных наук-2013» (г.Пшемысль, Польша, 2013), Республиканской научной конференции с международным участием «Современная реконструктивная хирургия в офтальмологии» (г.Минск, 2013), VII Международен Симпозиум на Фондация «Национална Академия Глаукома» (г.София, Болгария, 2014), Республиканской

конференции с международным участием «Актуальные вопросы офтальмологии» (г. Минск, 2014), VI Всероссийском семинаре «МАКУЛА-2014» (г. Ростов-н/Д, Россия, 2014).

Получены 2 патента Республики Беларусь, Министерством здравоохранения утверждены 2 инструкции по применению. Результаты исследования внедрены в работу учреждений здравоохранения Республики Беларусь (УЗ «10-я городская клиническая больница» г. Минска, УЗ «Минская областная клиническая больница», УЗ «Гродненская областная клиническая больница», ГУ «Республиканский клинический медицинский центр» УД Президента Республики Беларусь), а также в процесс обучения студентов УО «Гродненский государственный медицинский университет» и повышения квалификации врачей ГУО «Белорусская медицинская академия последиplomного образования» (всего 12 актов внедрения).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликованы 32 печатные работы (14,94 авторских листа), из них глава в монографии и 19 статей в рецензируемых научных журналах, соответствующих пункту 18 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий в Республике Беларусь» (объемом 6,88 авторских листа), 7 статей в сборниках материалов конференций, 5 тезисов докладов Международных конгрессов и конференций. Министерством здравоохранения Республики Беларусь утверждены 2 инструкции по применению «Методология оценки и повышения эффективности медицинской помощи в офтальмологии», регистрационный № 34-0304; «Метод диагностики макулярного отека и дифференциация его типов у пациентов с сахарным диабетом посредством оптической когерентной томографии», регистрационный № 084-0813. Получены патент ВУ 17045 на способ лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, сопровождающейся рефрактерным макулярным отеком и патент ВУ 19576 на способ дифференциальной диагностики типа макулярного отека у пациента с сахарным диабетом. Разработаны и изданы 3 научно-методических пособия.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 167 страницах и включает оглавление, перечень сокращений и условных обозначений, введение, общую характеристику работы, аналитический обзор литературы, описание материала и методов исследования, 6 глав, заключение, библиографический список 355 источников (259 иностранных и 96 отечественных и стран СНГ) и 39 собственных публикаций (34 страницы). Всего содержит 29 рисунков, 32 таблицы (25 страниц) и 19 приложений (21 страница).



## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследование включало два этапа. На первом из них сплошным методом изучена первичная медицинская документация 532 пациентов с диабетической ретинопатией, лечившихся амбулаторно в поликлинике и эндокринологическом диспансере по поводу сахарного диабета, что позволило определить распространенность и закономерности развития диабетической ретинопатии и ДМО, их роль в снижении остроты зрения.

На втором этапе проведено комплексное офтальмологическое обследование 200 пациентов (392 глаза). Под наблюдением находились отобранные методом случайной выборки 108 пациентов (208 глаз) с НПДР, у которых диагностирован диабетический макулярный отек: основная группа (128 глаз) и контрольная (80 глаз). Для установления нормальных параметров толщины (мкм) и объема (мм<sup>3</sup>) макулярной области сетчатки жителей Республики Беларусь исследованы с применением ОКТ 92 человека (184 глаза), со средним возрастом 49,7 года (95% ДИ 47,7-51,7 лет), не имевших в анамнезе СД и выявленной офтальмопатологии. Все группы не отличались по возрастному составу и полу, а пациенты с СД контрольной и основной групп также соответствовали по длительности основного заболевания ( $p>0,05$ ).

Лазерное лечение пациентам с ДМО выполнено с использованием твердотельных лазерных фотокоагуляторов Elite 532 nm (Lumenis Inc., США) и Visulas YAG Combi III (Carl Zeiss Meditec AG, Германия). Лазерное лечение в контрольной группе (80 глаз) проводилось традиционным методом, предложенным ETDRS [ETDRS Research Group, 1985; ETDRS Research Group, 1987], а в основной (128 глаз) – разработанным нами методом. Отличие данного метода заключалось в применении двух последовательных лазерных импульсов длиной волны 532 нм, диаметром 100 мкм, длительностью 10 мс, мощностью 50-90 мВт, наносимых последовательно в каждую точку воздействия с интервалом  $75\pm 25$  мс по всей площади отека при фокальном типе и по всей площади макулярной области – при диффузном. Лазеркоагуляция у 100% пациентов выполнена соискателем. Для включения пациентов в исследование были определены: диагностические критерии отбора, сходство групп по наиболее значимым параметрам, критерии исключения, количество пациентов и глаз, анонимность проведенного вмешательства при оценке результата, период наблюдения, возможные осложнения. Критериями исключения являлось наличие предшествующего лазерного лечения, другие сосудистые заболевания глаз, неконтролируемая артериальная гипертензия (систолическое АД $>165$  мм рт. ст., диастолическое АД $>90$  мм рт. ст.), интравитреальные инъекции ингибиторов фактора роста эндотелия сосудов в анамнезе.

Всем пациентам проведено комплексное офтальмологическое обследование: визометрия, бесконтактная тонометрия, биомикроскопия

сетчатки с использованием фундус-линз Гольдмана и Майнстера, цветное стереофотографирование глазного дна, флюоресцентная ангиография (ФАГ) сетчатки и ОКТ макулярной области. Наличие ДМО было подтверждено результатами биомикроскопии сетчатки, ФАГ и ОКТ. Динамическое наблюдение после лазерного лечения проводилось в сроки 3, 6, 9 и 12 месяцев. Каждый визит включал тот же комплекс офтальмологического обследования за исключением ФАГ, проводимой при наличии клинических показаний.

Оптическая когерентная томография выполнялась на аппарате Stratus OCT 3000 (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, США) с использованием протокола сканирования «Fast Macular Thickness Map». Проводился анализ фовеолярной зоны радиусом 0,5 мм, парафовеолярной – радиусом 1,5 мм и перифовеолярной – радиусом 3 мм с разделением двух последних на квадранты: верхний, нижний, височный и носовой.

Исследованы параметры толщины (мкм) и объема (мм<sup>3</sup>) сетчатки в указанных квадрантах, а также фовеолы, фовеолярной, пара-, перифовеолярной зон и макулярной области в целом перед лазерным вмешательством и при каждом осмотре. Получено информированное согласие пациентов на участие в исследовании.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к исследованиям в медицине, статистическая обработка проводилась на основе сформированной электронной базы данных, полученных в результате исследования, с использованием анализа в системе STATISTICA версия 6,1 (StatSoft) посредством программных компьютерных продуктов MS Excel. Для оценки нормальности распределения числовых значений (толщина и объем сетчатки, ОЗ, возраст и др.) применяли тест Шапиро-Уилка. Результаты представлены в зависимости от нормальности распределения как в виде среднего значения ( $M$ )  $\pm$  стандартное отклонение (СО) и 95% доверительного интервала, так и в виде медианы и интерквартильного интервала ( $Me [Q25; Q75]$ ).

Статистическая информация о морфофункциональных параметрах сетчатки макулы исследуемых групп отражена в виде частотных гистограмм, круговых и столбиковых диаграмм, линейных графиков. Анализ количественных признаков осуществлялся как с помощью параметрического  $t$ -критерия Стьюдента, так и непараметрическими методами с применением  $U$ -критерия Манна-Уитни (независимые группы), критерия ранговых сумм Вилкоксона (зависимые переменные). Для сравнения качественных показателей в исследуемых группах использован критерий  $\chi^2$  с поправкой Йетса, а при его неустойчивости применялся двусторонний точный тест Фишера. Для определения связи между показателями применяли коэффициент корреляции Спирмена ( $r_s$ ), дисперсионный (ANOVA), регрессионный и кластерный анализы, относительной изменчивости показателей – коэффициент вариации,

степени влияния учтенных факторов на исход лечения – коэффициент множественной детерминации ( $R^2$ ). За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали вероятность безошибочного прогноза, равную 95% ( $p < 0,05$ ).

**Оценка распространенности и тенденций развития ДМО.** Ретроспективный анализ показал, что при общей распространенности ДР среди пациентов с СД – 31,2%, частота возникновения ДМО составила  $16,5 \pm 1,6$  случая на 100 пациентов с диабетической ретинопатией и существенно зависела от ее стадии. У пациентов с НПДР макулярный отек регистрировался в  $3,4 \pm 0,9$  случая на 100 пациентов, с ППДР – в  $35,7 \pm 4,8$  случая, с ПДР – в  $72,4 \pm 6,0$  случая ( $p < 0,001$ ) и являлся одной из основных причин снижения остроты зрения. Ежегодно острота зрения ухудшается в среднем на 2,3% от начала заболевания СД. Риск снижения остроты зрения возрастает при наличии СД 2 типа ( $p < 0,05$ ), с прогрессированием ДР ( $p < 0,01$ ), увеличением продолжительности течения СД ( $p < 0,001$ ), возраста пациента ( $p < 0,001$ ). Большую значимость в развитии ДМО играют такие факторы риска, как уровень гипергликемии, артериальная гипертензия. На инсулинотерапии находились 79,6% пациентов. Антигипертензивные лекарственные средства принимали 63,0% пациентов. Из других факторов риска в анамнезе отмечены стрессы (47,2%), употребление алкоголя (24,1%), курение (18,3%). Наследственность по СД отягощена у 40,7% пациентов, а 72,2% имели избыток массы тела или ожирение. У пациентов имелось в среднем  $9,8 \pm 0,3$  осложнений СД и сопутствующих заболеваний.

**Количественные характеристики толщины и объема макулярной области у здоровых лиц и пациентов с ДМО по данным ОКТ.** Для раннего выявления макулярного отека у пациентов с СД необходимо располагать показателями толщины и объема сетчатки макулярной области здоровых лиц, измеренными посредством ОКТ. Согласно полученным результатам средняя толщина сетчатки макулярной области составляет  $244 \pm 9,5$  мкм. Установлена слабая обратная корреляция между толщиной сетчатки и возрастом ( $r_s = -0,182$ ;  $p < 0,05$ ). Толщина сетчатки макулярной области независима от пола ( $p = 0,18$ ), а также между правым и левым глазами ( $p = 0,59$ ). Средняя толщина сетчатки в фовеолярной зоне составляет  $193 \pm 13,5$  мкм, в парафовеолярной зоне достигает максимума –  $266 \pm 10,7$  мкм, постепенно снижаясь до  $234 \pm 11,1$  мкм в перифовеолярной зоне.

Полученные в ходе исследования результаты позволили также определить параметры нормального объема сетчатки макулярной области. При общем объеме сетчатки макулярной области  $6,80 \pm 0,29$  мм<sup>3</sup> эти показатели в фовеолярной, пара- и перифовеолярных зонах соотносятся как 1:10:30. На основании результатов исследования составлены карты, отображающие

среднюю толщину и объем сетчатки каждого из девяти секторов макулярной области, определенных ETDRS.

Оценка объема сетчатки макулярной области у здоровых лиц выявила весьма высокую ассоциацию со средней толщиной ( $r_s=0,96$ ,  $p < 0,05$ ). Имеются статистически значимые различия в толщине и объеме сетчатки между глазами здоровых лиц и пациентов с СД в каждой из областей ( $p < 0,001$ ). Выявлено увеличение толщины сетчатки макулярной области у пациентов с диабетом до  $237,5 \pm 38,1$  мкм в фовеолярной зоне, до  $302,4 \pm 24,8$  мкм и  $273,5 \pm 22,7$  мкм в пара- и перифовеолярных зонах ( $p < 0,001$ ). Средняя толщина всех девяти секторов возрастает с прогрессированием ДМО.

**Метод диагностики и дифференциации типа макулярного отека у пациентов с СД.** Разработан объективный метод выявления и дифференциации типа макулярного отека у пациентов с СД. Выявлена сильная связь между толщиной сетчатки фовеолярной, пара- и перифовеолярной зон и общей толщиной сетчатки макулярной области, о чем свидетельствует коэффициент множественной корреляции ( $R=0,98$ ;  $p < 0,001$ ).

Однако, роль зон макулярной области в формировании ДМО и, соответственно, влияние на остроту зрения различна. В этой связи методом факторного анализа главных компонент выделены переменные общей дисперсии, указывающие на ведущую роль в формировании конечного результата. Значимость толщины фовеолярной зоны, которой объясняется 70,9% общей дисперсии, толщины пара- (18,0%) и перифовеолярной (6,1%) зон существенно ниже ( $p < 0,05$ ). Представленными переменными объясняется 95% изменчивости толщины ДМО и лишь 5% составляют неучтенные факторы. Принимая во внимание степень влияния каждой составляющей на итоговый показатель, произведено их ранжирование:  $P_{\Phi}=12,0$ ;  $P_{\text{В}}=3,0$ ;  $P_{\text{Н}}=1,0$  ( $P_{\Phi}$ ,  $P_{\text{В}}$ ,  $P_{\text{Н}}$  – ранговое место фовеолярной, пара- и перифовеолярной зон сетчатки).

Располагая нормальными параметрами толщины сетчатки макулярной области здоровых лиц на основе проведенного нами исследования [12,25] и измерив толщину фовеолярной ( $\Phi$ ), пара- ( $\text{В}$ ) и перифовеолярной ( $\text{Н}$ ) зон сетчатки, рассчитаны коэффициенты соразмерности толщины фовеолярной ( $\text{Кф}$ ), парафовеолярной ( $\text{Кв}$ ) и перифовеолярной ( $\text{Кн}$ ) зон:  $\text{Кф}=\Phi : 193$ ,  $\text{Кв}=\text{В} : 266$  и  $\text{Кн}=\text{Н} : 234$ .

Расчет итогового индекса тяжести ( $\text{И}_T$ ) макулярного отека представлен в виде формулы:

$$\text{И}_T = (\text{Кф} \times \text{Р}_{\Phi}) + (\text{Кв} \times \text{Р}_{\text{В}}) + (\text{Кн} \times \text{Р}_{\text{Н}})$$

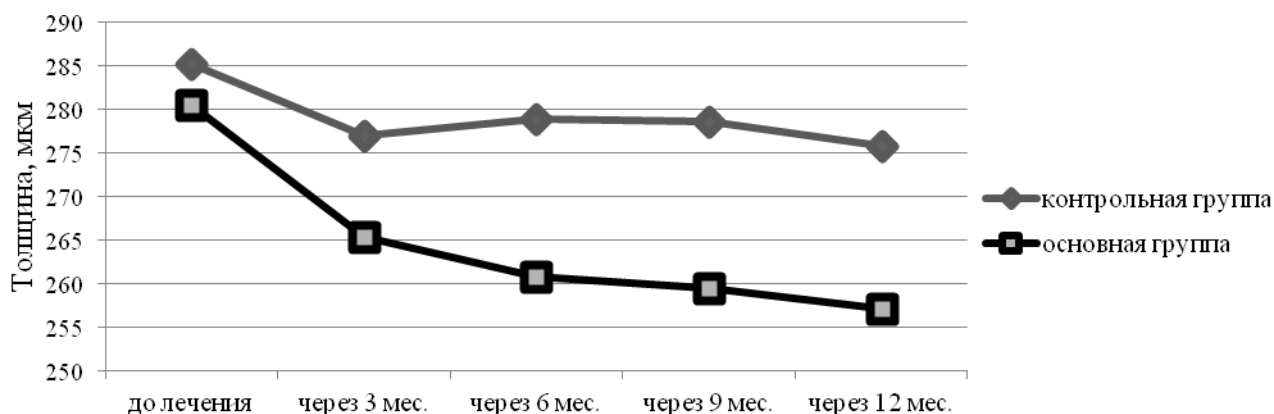
При значении  $\text{И}_T$  в пределах 18,0-19,5 диагностируется фокальный отек, в пределах 19,6-21,1 – диффузный, а 21,2 и выше – кистозный отек макулы.

Предложенный метод показал оптимальный баланс чувствительности (98%) и специфичности (93%), что статистически достоверно выше ( $p=0,04$ ) по сравнению с результатами биомикроскопии сетчатки (соответственно 86% и 84%). Преимущество разработанного метода подтверждается диагностической точностью (эффективностью), учитывающей распространенность заболевания. Этот показатель составляет 93,7% при использовании предложенного метода и 84,1% по данным биомикроскопии ( $p<0,001$ ).

Прогностичность положительного результата на 29,8% выше ( $p<0,001$ ) у предложенного метода относительно биомикроскопии. Результатом разработанного метода является положительное отношение правдоподобия, объединяющее в одном числе чувствительность и специфичность, равное 13,8. Аналогичный показатель в контрольной группе (5,3) в 2,6 раза ниже ( $p=0,001$ ).

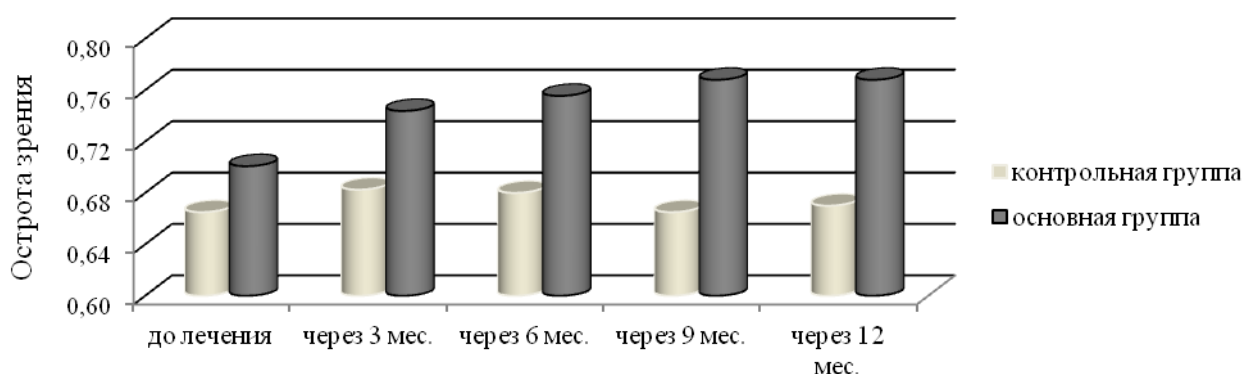
Важной особенностью предложенного метода является его способность не только идентифицировать ДМО, но и дифференцировать тип отека, от которого зависит прогноз и тактика лечения. Диагностическая точность по всем показателям статистически существенно выше традиционно используемого метода – биомикроскопии ( $p=0,02-0,001$ ).

**Оценка динамики результатов лазерного лечения ДМО.** Эффективность лечения оценивалась на основании изменения параметров толщины и объема сетчатки макулярной области как реакции на лазерное воздействие. Сопоставление результатов лазерной коагуляции показывает, что статистически значимое уменьшение объема и толщины сетчатки макулярной области имеет место при использовании как разработанного, так и традиционного метода ( $p<0,05$ ), однако более выражено в основной группе. За одногодичный период наблюдается снижение толщины в основной группе в среднем на 23,4 мкм (95% ДИ 20,2-26,5 мкм), а в контрольной – 9,5 мкм (95% ДИ 5,3-13,7 мкм), ( $p<0,001$ ) (рисунок 1).



**Рисунок 1. – Толщина сетчатки макулярной области до лечения и в послеоперационном периоде в зависимости от метода лазерного воздействия**

Снижение суммарного объема сетчатки макулярной области и отдельных ее зон спустя год после вмешательства в основной группе составило  $0,64 \text{ мм}^3$  (95% ДИ  $0,56-0,73 \text{ мм}^3$ ), а в контрольной –  $0,24 \text{ мм}^3$  (95% ДИ  $0,13-0,35 \text{ мм}^3$ ),  $p < 0,001$ . Наибольшая эффективность лазерного лечения наблюдается в течение первых трех месяцев после вмешательства в обеих группах,  $p = 0,003$ . В основной группе темпы снижения толщины и объема сетчатки макулярной области регистрировались выше, чем в контрольной,  $p < 0,05$ . Уменьшение ДМО отмечалось в 1,3 раза чаще (92,2%) в основной группе относительно контрольной (71,3%),  $p < 0,001$ . Через год после лазерного лечения в основной группе полная резорбция ДМО отмечена в 71,9% глаз, частичная – в 20,3% глаз. Отек остался устойчивым в 7,0% глаз и увеличился в 0,8% глаз. Аналогичные показатели в контрольной группе составили соответственно 36,3%, 35,0%, 26,2% и 2,5%. Повышение остроты зрения имело место как в основной ( $p < 0,001$ ), так и в контрольной группе ( $p = 0,61$ ), однако в последней не являлось статистически значимым (рисунок 2).



**Рисунок 2. – Динамика остроты зрения до лечения и в течение периода наблюдения в группах лазерного лечения**

Острота зрения не изменилась либо повысилась в основной группе (94,5%) относительно контрольной (83,7%),  $p = 0,011$ . Повышение остроты зрения было достигнуто в основной группе у 57,0% и 25,0% – в контрольной,  $p < 0,001$ . Отек, расположенный ближе к фовеоле, сопряжен с низкой остротой зрения,  $p < 0,05$ . Предложенный метод лазерного воздействия превосходит традиционный в снижении толщины сетчатки макулярной области ( $p < 0,001$ ), в повышении ( $p < 0,001$ ) и стабилизации ( $p < 0,01$ ) остроты зрения при ДМО.

Исследование эффективности лазерного лечения ДМО показало преимущество разработанного метода в уменьшении показателей толщины и объема сетчатки макулярной области при фокальном ( $p = 0,007$ ) и диффузном ( $p = 0,03$ ) типах отека, а также в улучшении и стабилизации ОЗ, соответственно при фокальном ( $p < 0,001$ ,  $p = 0,005$ ) и диффузном ( $p = 0,01$ ,  $p < 0,05$ ) ДМО.

**Медицинская, социальная и экономическая составляющие эффективности лазерного лечения.** Для оценки медицинской, социальной и экономической эффективности использована математическая модель, учитывающая ряд критериев, достоверно сопряженных с достижением позитивного исхода лечения ( $p < 0,05$ ), которые объединены в шесть показателей [14]. Нами предложен к использованию показатель безопасности ( $P_B$ ), позволяющий учитывать количество осложнений и прогнозировать необходимость дополнительных медицинских вмешательств.

Таким образом, итоговый показатель эффективности ( $I_{\Pi}$ ) лазерных методов лечения включает показатели профессионализма врача ( $P_B$ ), медико-технического состояния офтальмологического отделения ( $P_O$ ), медицинской результативности ( $P_P$ ), безопасности метода лечения ( $P_B$ ), социальной удовлетворенности пациентов медицинским вмешательством ( $P_Y$ ) и экономичности ( $P_Э$ ) [14].

Полученные в ходе исследования промежуточные и итоговые показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Сравнительная эффективность различных методов лазерного лечения ДМО

Группы наблюдения	Показатели						
	$P_B$	$P_O$	$P_P$	$P_Y$	$P_B$	$P_Э$	$I_{\Pi}$
Основная	0,95	0,84	0,76	0,82	0,97	0,97	0,97
Контрольная	0,95	0,84	0,52	0,59	0,84	0,86	0,80

Итоговый показатель эффективности ( $I_{\Pi}$ ) определяется как произведение полученных стандартизованных частных коэффициентов соразмерности. Сравнительный анализ отдельных компонентов итогового показателя эффективности методов лазерного лечения показывает, что при одинаковом профессиональном уровне врача ( $P_B=0,95$ ) и медико-техническом обеспечении ( $P_O=0,84$ ), поскольку лечение осуществлялось одним офтальмологом на базе одного отделения, в основной группе медицинская результативность ( $P_P=0,76$ ), социальная удовлетворенность пациентов ( $P_Y=0,82$ ), безопасность ( $P_B=0,97$ ) и экономичность разработанного метода ( $P_Э=0,97$ ) соответственно в 1,5; 1,4; 1,1 и 1,1 раза выше ( $p < 0,05$ ), чем в контрольной группе. Это свидетельствует о преимуществе предложенного метода лазерного лечения, как с клинической точки зрения, так и экономической.

Показатель безопасности ( $P_B$ ) разработанного метода лазерного лечения на 15,5%, выше, чем традиционного, что повлияло на увеличение значения итогового показателя эффективности в совокупности на 8,7% в основной

группе относительно контрольной,  $p < 0,05$ . Разработанный метод лазерного лечения ДМО имеет «высокую» эффективность ( $I_{\text{П}}=0,97$ ), а эффективность традиционно используемого в офтальмологической практике метода оценивается «выше средней» ( $I_{\text{П}}=0,80$ ),  $p < 0,05$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Проведенное ретроспективное исследование позволило установить, что диабетическая ретинопатия регистрируется практически у каждого третьего пациента (31,2%), страдающего СД (мужчины – 32,1%, женщины – 30,7%,  $p > 0,05$ ). Распространенность диабетической ретинопатии при СД 1 типа (47,4%) в 1,6 раза выше, чем при СД 2 типа (29,4%),  $p < 0,01$ . Частота возникновения диабетического макулярного отека составила  $16,5 \pm 1,6$  случая на 100 пациентов с ДР ( $17,9 \pm 4,5$  случая при СД 1 типа и  $16,3 \pm 1,7$  при СД 2 типа,  $p = 0,74$ ). Отек макулы при НПДР диагностируется в  $3,4 \pm 0,9$  случая на 100 пациентов, при ППДР – в  $35,7 \pm 4,8$  случая, а при ПДР – в  $72,4 \pm 6,0$  случая,  $p < 0,001$ . Средний срок развития диабетического макулярного отека равен  $13,8 \pm 0,3$  года от начала СД. Основными факторами риска, способствующими возникновению диабетического макулярного отека, являются артериальная гипертензия (63,0%), вариабельность уровня глюкозы (57,2%), стрессы в анамнезе (47,2%), наследственность (40,7%), избыток массы тела (32,4%) и ожирение (39,8%). У пациентов с ДМО имеется значительное количество осложнений диабета и сопутствующих заболеваний ( $9,8 \pm 0,3$  на одного пациента). Наиболее часто диагностируется нефропатия ( $72,7 \pm 2,1\%$ ), нейропатия ( $69,7 \pm 0,9\%$ ), катаракта ( $54,5 \pm 2,1\%$ ), ангиопатия нижних конечностей ( $51,5 \pm 1,7\%$ ), стеатогепатит ( $42,4 \pm 3,9\%$ ), пародонтоз ( $39,4 \pm 3,5\%$ ), гемофтальм ( $30,3 \pm 3,2\%$ ). Результаты данного исследования показали, что среди типов ДМО преобладают фокальные (47,3%) и диффузные (49,5%), а кистозные отеки составляют 3,2%. Выявлена обратная высокая корреляционная связь между распространенностью ДМО и возрастом ( $r_s = -0,95$ ;  $p < 0,001$ ) и прямая связь с продолжительностью и тяжестью ДР ( $p < 0,01$ ) [2,3,5,6,13,16,18,19,21,23,24,28,29,31,32,37].

2. С помощью ОКТ определены показатели толщины и объема центральной области сетчатки здоровых лиц Республики Беларусь. Средняя толщина сетчатки составляет 244 мкм (95% ДИ 242,3–245,1 мкм), а средний объем –  $6,80 \text{ мм}^3$  (95% ДИ 6,76–6,84  $\text{мм}^3$ ). При средней толщине фовеолярной зоны 193 мкм (95% ДИ 191–195 мкм) толщина сетчатки в парафовеолярной зоне больше на 37,6% ( $p < 0,001$ ), а в перифовеолярной – на 21,1% ( $p < 0,001$ ).



Увеличение толщины и объема сетчатки макулярной области в равной мере могут служить маркерами наличия ДМО, поскольку между ними имеется высокая ассоциация ( $r_s=0,96$ ,  $p<0,05$ ). Толщину сетчатки центральной области в целом и отдельных ее секторов в пределах двух стандартных отклонений от средней нормальной величины можно считать пороговыми значениями. Определены пороговые значения толщины сетчатки фовеолярной (220 мкм), парафовеолярной (по секторам: верхний 293 мкм, нижний 294 мкм, носовой 292 мкм и височный 280 мкм) и перифовеолярной (соответственно 258 мкм, 259 мкм, 281 мкм и 241 мкм) зон. Установлено наличие статистически значимой слабой обратной связи между толщиной сетчатки макулярной области и возрастом ( $r_s=-0,182$ ,  $p<0,05$ ) и ее отсутствие между правым и левым глазом ( $r_s=0,04$ ,  $p=0,59$ ) и по половому признаку ( $r_s=0,02$ ,  $p=0,18$ ) [7,12,25].

3. Разработанный метод ОКТ-диагностики и дифференциации типов ДМО основан на соотношении параметров толщины сетчатки фовеолярной, пара- и перифовеолярных зон пациентов с СД и здоровых лиц, а также значимости каждой составляющей в формировании индекса тяжести ( $I_T$ ) ДМО.  $I_T$  может служить маркером наличия и типа ДМО по следующей шкале: 18,0-19,5 – фокальный отек; 19,6-21,1 – диффузный отек; 21,2 и  $>$  – кистозный отек. Предложенный метод обладает оптимальным балансом чувствительности (98%), специфичности (93%) и диагностической точности (93,7%), что статистически достоверно выше в сравнении с результатами биомикроскопии (86%, 84% и 84,1%),  $p=0,04$  [20,26,30,34,36].

4. Разработанный метод лазерного лечения диабетического макулярного отека посредством применения двух импульсов длиной волны 532 нм, длительностью 10 мс, мощностью 50-90 мВт, диаметром 100 мкм, наносимых последовательно с интервалом  $75\pm 25$  мс в каждую точку воздействия, обладает большей клинической эффективностью по сравнению с традиционным. Отек сетчатки макулярной области по данным ОКТ при использовании разработанного метода уменьшился в 92,2% глаз, традиционного – в 71,3% ( $p<0,001$ ), а острота зрения повысилась или сохранилась на прежнем уровне соответственно в 94,5% и 83,7% случаев,  $p=0,01$ . Применение разработанного метода приводит к полной либо частичной резорбции отека на 15,3% ( $p<0,05$ ) чаще при фокальном типе и на 25,1% ( $p<0,05$ ) – при диффузном относительно аналогичных показателей с использованием традиционного метода и соответственно на 31,5% ( $p<0,001$ ) и 32,9% ( $p<0,001$ ) чаще регистрируется улучшение остроты зрения [4,8,9,11,15,17,22,27,35].

5. Усовершенствована система комплексной оценки эффективности лазерных методов лечения ДМО путем введения показателя безопасности ( $П_B$ ), позволяющего учитывать количество осложнений и прогнозировать необходимость дополнительных медицинских вмешательств. Показатель

безопасности ( $P_B$ ) разработанного метода лазерного лечения на 15,5%, выше, чем традиционного, что повлияло на увеличение значения итогового показателя эффективности на 8,7% в основной группе относительно контрольной,  $p < 0,05$ . Сравнительный анализ отдельных компонентов итогового показателя эффективности ( $I_{II}$ ) показывает, что при одинаковом медико-техническом обеспечении и профессиональном уровне медицинская результативность ( $P_P=0,76$ ), социальная удовлетворенность пациентов ( $P_Y=0,82$ ), безопасность ( $P_B=0,97$ ) и экономичность разработанного метода ( $P_Э=0,97$ ) соответственно в 1,5; 1,4; 1,1 и 1,1 раза выше традиционного ( $p < 0,05$ ). Разработанный метод лазерного лечения ДМО имеет «высокую» эффективность ( $I_{II}=0,97$ ), а эффективность используемого в офтальмологической практике традиционного метода оценивается «выше средней» ( $I_{II}=0,80$ ),  $p < 0,05$  [1,10,14,33,38,39].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. В комплексе клинических обследований по раннему выявлению ДМО следует предпочесть ОКТ, как наиболее чувствительный метод, обеспечивающий количественную оценку толщины и объема сетчатки макулярной области. ОКТ-исследование рекомендуется проводить не позднее десяти лет от дебюта СД. В качестве независимого маркера присутствия отека в равной мере может рассматриваться толщина и объем сетчатки макулярной области, превышение которых на два стандартных отклонения от средних значений здоровых глаз будет свидетельствовать о наличии ДМО.

2. Предложенный метод ОКТ-диагностики у пациентов с сахарным диабетом следует использовать в скрининговых программах по раннему выявлению ДМО для идентификации отека и его типа [34].

3. Разработанный метод лазерного лечения диабетического макулярного отека на ранних стадиях ДР с использованием последовательных импульсов короткой экспозиции демонстрирует положительный эффект в разрешении отека и повышении остроты зрения и может быть рекомендован для использования в клинической практике. Наибольшая эффективность лазерного лечения наблюдается в первые три месяца, что определяет сроки контрольного осмотра пациентов с ДМО [8,9,11,15].

4. Для комплексной оценки эффективности лазерного лечения наряду с показателями медико-технического обеспечения, профессионального уровня врача-офтальмолога, медицинской результативности, экономичности, степени социальной удовлетворенности, которые формируют итоговый показатель, рекомендуется использовать показатель безопасности, определяемый отношением количества случаев применения метода без осложнений к общему числу вмешательств [1,33,37,38,39].

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Монография

1. Организационные технологии в системе здравоохранения XXI века : монография / В.П. Адаскевич, Ю.В. Алексеенко, Н.А. Артеменко, В.С. Глушанко, В.П. Дейкало, А.М. Дятлова, И.Г. Заборовский; под ред. А.Н. Косинца, В.С. Глушанко. – Витебск : ВГМУ, 2006. – 328 с.

### Статьи в научных журналах

2. Тенденции развития и прогрессирования диабетической ретинопатии / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак, И.И. Малиновская, И.Г. Барцевич, А.В. Тельцова // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2009. – № 9. – С. 128–131.

3. Современные подходы в оценке макулярного отека при диабетической ретинопатии / И.И. Малиновская, Т.А. Имшенецкая, И.Г. Заборовский, С.В. Кукина // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2009. – № 9. – С. 200–203.

4. Сравнительная оценка эффективности использования «черники с лютеином» в терапии препролиферативной диабетической ретинопатии и макулодистрофии / А.В. Тельцова, И.Г. Заборовский, М.В. Войтеховская, В.А. Витт, С.В. Кукина // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2009. – № 9. – С. 98–103.

5. Место ретинопатии среди осложнений сахарного диабета / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак, И.И. Малиновская, А.В. Тельцова // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2010. – № 13. – С. 223–228.

6. Заборовский, И.Г. Диабетическая ретинопатия как причина снижения визуальной остроты / И.Г. Заборовский // *Вопросы организации и информатизации в здравоохранении.* – 2010. – № 2. – С. 53–57.

7. Заборовский, И.Г. Количественная оценка объема сетчатки методом оптической когерентной томографии как критерий диагностики диабетического макулярного отека / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2011. – № 16. – С. 289–292.

8. Заборовский, И.Г. Эффективность лазерного лечения макулярного отека у больных сахарным диабетом / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак // *ARS medica. Искусство медицины.* – 2012. – № 3. – С. 75–78.

9. Заборовский, И.Г. Эффективность лазерного лечения диффузного диабетического макулярного отека / И.Г. Заборовский // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.* – 2012. – № 3. – С. 63–66.

10. Заборовский, И.Г. Оценка медико-социального статуса пациентов с диабетическим макулярным отеком / И.Г. Заборовский // *Респ. научно-практ.*

конф. с международным участием «Современные вопросы организации и информатизации здравоохранения», Минск, 19 октяб., 2012 г. : материалы. – [Опубл. в журн.] Вопросы организации и информатизации в здравоохранении. – 2012. – Прил. – С. 112–115.

11. Заборовский, И.Г. Динамика структурно-функционального состояния макулы при лазерном лечении фокального диабетического макулярного отека / И.Г. Заборовский // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 4 (34). – С. 48–53.

12. Заборовский, И.Г. Оценка количественных параметров макулярной зоны методом оптической когерентной томографии у здоровых лиц и пациентов с диабетическим макулярным отеком / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак // ARS medica. Искусство медицины. – 2012. – № 14 (69). – С. 228–234.

13. Заборовский, И.Г. Лазерное лечение диабетического макулярного отека (обзор литературы) / И.Г. Заборовский // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2012. – № 4 (40). – С.30–34.

14. Заборовский, И.Г. Оценка медицинской, социальной и экономической эффективности медицинских технологий / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2013. – № 2 (42). – С. 102–106.

15. Заборовский, И.Г. Оценка динамики функциональных результатов различных видов лазерной коагуляции сетчатки в лечении диабетического макулярного отека / И.Г. Заборовский, Г.И. Желтов, В.Н. Глазков // Офтальмология. Восточная Европа. – 2013. – № 3 (18). – С. 47–55.

16. Вариабельность подходов к классификации диабетической макулопатии / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак, Е.В. Торопилова, А.В. Тельцова // Респ. научно-практ. конф. с международным участием «Современная реконструктивная хирургия в офтальмологии», Минск, 12-13 декаб., 2013г. : материалы. – [Опубл. в журн] Офтальмология. Восточная Европа. – 2013. – Спецвыпуск. – С. 73–80.

17. Торопилова, Е.В. Тенденции развития лазерных вмешательств в макулярной зоне: от фотокоагуляции к микроимпульсной терапии / Е.В. Торопилова, И.Г. Заборовский, О.М. Долгошей // Респ. научно-практ. конф. с международным участием «Современная реконструктивная хирургия в офтальмологии», Минск, 12-13 декаб., 2013г. : материалы. – [Опубл. в журн] Офтальмология. Восточная Европа. – 2013. – Спецвыпуск. – С. 309–314.

18. Кукина, С.В. Осложнения лечения центральной серозной хориоретинопатии / С.В. Кукина, И.Г. Заборовский, Е.В. Торопилова // Респ. научно-практ. конф. с международным участием «Современная реконструктивная хирургия в офтальмологии», Минск, 12-13 декаб., 2013г. :

материалы. – [Опубл. в журн] Офтальмология. Восточная Европа. – 2013. – Спецвыпуск. – С. 146–151.

19. Diabetic macular edema as a cause of visual acuity decrease / I.G. Zaborowski, T.A. Imshanetskaya, G.R. Semak, I.G. Bartsevich] // Български Форум Глаукома. – 2014. – Vol. 4, № 2. – P. 73–78.

20. Заборовский, И.Г. Метод диагностики макулярного отека и его типов у пациентов с сахарным диабетом / И.Г. Заборовский // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2015. – № 3 (51). – С. 85–88.

### Материалы конференций

21. Заборовский, И.Г. Эпидемиология инсулинозависимого сахарного диабета и его осложнений / И.Г. Заборовский, Г.И. Заборовский, Т.И. Мацукевич // Актуальные вопросы эндокринологии: материалы Юбилейной конференции, посвященной 60-летию эндокринологической службы РБ. – Минск, 1999. – С. 65–66.

22. Желтов, Г.И. Фотокоагуляция сетчатки при ДМО сериями лазерных импульсов миллисекундного диапазона / Г.И. Желтов, И.Г. Заборовский, В.Н. Глазков // VI Всероссийский семинар – «МАКУЛА-2014»: материалы науч.-практ. конф. «Макула 2014», Ростов-н/Д., 16-18 мая 2014 г.; [под общей ред. Ю.А. Иванишко]. – Ростов-н/Д., 2014. – С. 498–503.

23. Zaborowski, G. Epidemiologia cukrzycy insulinozależnej i jej powiklan w mieście Grodno /G. Zaborowski, I. Zaborowski // IV Światowy Kongres Polonii Medycznej, 1-4 czerwca 2000 r. – Warszawa, 2000. – P. 67–68.

24. Распространенность и прогрессирование ретинопатии у пациентов с сахарным диабетом / И.Г. Заборовский, Т.А. Имшенецкая, Г.Р. Семак, И.И. Малиновская // Medycyna.: materiały VI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, Praha, 27 may-5 june 2010 r. – Praha, Publishing House «Education and Science» s. r. o., 2010. – P. 67–69.

25. Zaborovskiy, I.G. Informative assessment of optical coherence tomography in the diagnosis of diabetic macular edema / I.G. Zaborovskiy // Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2012. Medycyna.: materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, Przemysł, 7-15 marta 2012 r. – Przemysł, Sp. Z.o. o. «Nauka i studia», 2012. – Vol. 24. – P. 53–56.

26. Zaborovskiy, I.G. The method of macular edema and its type's diagnosis among diabetes mellitus patients / I.G. Zaborovskiy // Найновите постижения на европейската наука-2012. Лекарство.: материали за VIII Международна научна практична конференция, София, 17-25 юни 2012 г. – София, «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. – Том 15. – С. 54–56.

27. Zheltoy, G.I. Assessment of morphological and functional results with different types in the laser treatment of diabetic macular edema / G.I. Zheltoy, I.N.

Zabarovski, V.N.Glazkov // Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2013. Medycyna.: materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, Przemyśl, 07-15 czerwca 2013 r. – Przemyśl, Nauka i studia, 2013. – Vol. 25. – P. 64–66.

### **Тезисы докладов в сборниках**

28. Zaborovskiy, I.G. Prevalence and risk factors of diabetic retinopathy in the west region of the Republic of Belarus / I.G. Zaborovskiy // 9-th EURETINA Congress, France, Nice, 14-17 May 2009 / Programme – P. 63.

29. The diabetic retinopathy as a cause of visual acuity decrease / I. Zabarovski, T. Imshenetskaya, G. Semak, I. Malinouskaya // Abstracts XXXII International congress of ophthalmology, 108 DOG Congress, Berlin, 5-9 June 2010 / MSD ophthalmics. – Berlin, 2010. – P. 294.

30. Malinouskaya, I.I. OCT sings in refractory diabetic macular oedema / I. Malinouskaya, T. Imshenetskaya, I. Zaborovski // Abstracts XXXII International congress of ophthalmology, 108 DOG Congress, Berlin, 5-9 June 2010 / MSD ophthalmics. – Berlin, 2010. – P. 320.

31. Malinouskaya, I.I. Role of VEGF in development of macular oedema and neovascularization in patients with diabetic retinopathy / I. Malinouskaya, T. Imshenetskaya, I. Zaborovski // 11-th EURETINA Congress 2011, London, 26-29 may 2011 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.euretina.org/site/meetings/london11/details.asp?id=2162&cat=pos>. – Date of access: 11.09.2011.

32. Comorbidity in patients with diabetic retinopathy / I. Zabarovski, T. Imshenetskaya, G. Semak, I. Malinouskaya // 11-th EURETINA Congress 2011, London, 26-29 may 2011 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.euretina.org/site/meetings/london11/details.asp?id=2162&cat=pos>. – Date of access: 11.09.2011.

### **Инструкции по применению**

33. Методология оценки и повышения эффективности медицинской помощи в офтальмологии : инструкция по применению № 34-0304 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь / В.С. Глушанко, В.И. Морхат, И.Г. Заборовская, И.Г. Заборовский. – Витебск : ВГМУ, 2004. – 19 с.

34. Метод диагностики макулярного отека и дифференциация его типов у пациентов с сахарным диабетом посредством оптической когерентной томографии : инструкция по применению № 084-0813 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь / Т.А. Имшенецкая, И.Г. Заборовский, Г.Р. Семак, О.А.Ярмак. – Минск : БелМАПО, 2013. – 10 с.

### Патенты

35. Способ лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, сопровождающейся рефрактерным макулярным отеком: пат. 17045 Респ. Беларусь, МПК7 А 61F 9/011 / Т.А. Имшенецкая, И.И. Малиновская, И.И. Игумнова, И.Г. Заборовский; заявитель БелМАПО. – № а 20100832; заявл. 27.05.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 56.

36. Способ дифференциальной диагностики типа макулярного отека у пациента с сахарным диабетом: пат. 19576 Респ. Беларусь, МПК А 61В 3/00, А 61В 10/00 / Т.А. Имшенецкая, И.Г. Заборовский, Г.Р. Семак, И.Г. Барцевич. – № а 20121082; заявл. 19.07.12; опубл. 30.10.15 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 5. – С. 36.

### Прочие

37. Глушанко, В.С. Структурно-функциональная модель исследования медицинских технологий в офтальмологии: Методика сбора базовой информации / В.С. Глушанко, И.Г. Заборовская, И.Г. Заборовский. – Витебск : ВГМУ, 1999. – Часть 1. – 41 с.

38. Глушанко, В.С. Структурно-функциональная модель исследования медицинских технологий в офтальмологии: Медико-организационная модель экспертной оценки медицинских услуг / В.С. Глушанко, И.Г. Заборовская, И.Г. Заборовский. – Витебск : ВГМУ, 1999. – Часть 2. – 16 с.

39. Глушанко, В.С. Структурно-функциональная модель исследования медицинских технологий в офтальмологии: Удовлетворенность пациента медицинской помощью / В.С. Глушанко, И.Г. Заборовская, И.Г. Заборовский. – Витебск : ВГМУ, 1999. – Часть 3. – 19 с.

**РЭЗІЮМЭ**  
**Забароўскі Ігар Генрыхавіч**  
**Дыягностыка і лазернае лячэнне дыябетычнага**  
**макулярнага ацёку**

**Ключавыя словы:** дыябетычны макулярны ацёк, аптычная кагерэнтная тамаграфія, дыягностыка, лазерная каагуляцыя сятчаткі, эфектыўнасць.

**Мэта даследавання:** павышэнне эфектыўнасці лячэння дыябетычнага макулярнага ацёку шляхам удасканалення дыягностыкі з выкарыстаннем аптычнай кагерэнтнай тамаграфіі і аптымізацыі параметраў лазернай каагуляцыі сятчаткі.

**Метады даследавання:** клінічныя, функцыянальныя, сацыялагічны, статыстычныя і эканоміка-матэматычны.

**Выкарыстаная апаратура:** аптычны кагерэнтны тамограф «Stratus OCT 3000» Carl Zeiss Meditec, лазерныя фотакаагулятары «Elite 532 nm», Lumenis і «Visulas YAG Combi III», Carl Zeiss Meditec.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** Устаноўлены распаўсюджанасць, структура, медыка-сацыяльныя фактары, якія вызначаюць развіццё дыябетычнай рэтынапатыі і дыябетычнага макулярнага ацёку. Распрацаваны і ўкаранены метады дыягностыкі і дыферэнцыяцыі тыпу дыябетычнага макулярнага ацёку з дапамогай аптычнай кагерэнтнай тамаграфіі шляхам вызначэння індэкса цяжкасці, які мае высокую адчувальнасць (98%) і спецыфічнасць (93%). Распрацаваны і ўкаранены ў клінічную практыку метады субпарогавай лазеркаагуляцыі з выкарыстаннем двух паслядоўных імпульсаў кароткай экспазіцыі, якія наносаца ў кожную кропку ўздзеяння, які дазволіў атрымаць эфект, пераўзыходзячы вынікі традыцыйнага метаду па паляпшэнню вастрыні зроку на 31,5% ( $p < 0,001$ ) пры факальным і на 32,9% ( $p < 0,05$ ) – пры дыфузным дыябетычным макулярным ацёку. Ўдасканалена мадэль ацэнкі эфектыўнасці лазернага лячэння дыябетычнага макулярнага ацёку шляхам увядзення паказчыка бяспекі як складовай часткі інтэгральнага паказчыка эфектыўнасці.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** прымяненне ў спецыялізаваных афтальмалагічных аддзяленнях арганізацый аховы здароўя, у навучальным працэсе медыцынскіх універсітэтаў.

**Галіна выкарыстання:** афтальмалогія.



## РЕЗЮМЕ

### Заборовский Игорь Генрихович Диагностика и лазерное лечение диабетического макулярного отека

**Ключевые слова:** диабетический макулярный отек, оптическая когерентная томография, диагностика, лазерная коагуляция сетчатки, эффективность.

**Цель исследования:** повышение эффективности лечения диабетического макулярного отека путем совершенствования диагностики с использованием оптической когерентной томографии и оптимизации параметров лазерной коагуляции сетчатки.

**Методы исследования:** клинические, функциональные, социологический, статистические и экономико-математический.

**Использованное оборудование:** оптический когерентный томограф «Stratus OCT 3000» Carl Zeiss Meditec, лазерные фотокоагуляторы «Elite 532 nm», Lumenis и «Visulas YAG Combi III», Carl Zeiss Meditec.

**Полученные результаты и их новизна:** Установлены распространенность, структура, медико-социальные факторы, определяющие развитие диабетической ретинопатии и диабетического макулярного отека. Разработан и внедрен метод диагностики и дифференциации типа диабетического макулярного отека посредством оптической когерентной томографии путем определения индекса тяжести, обладающий высокой чувствительностью (98%) и специфичностью (93%). Разработан и внедрен в клиническую практику метод субпороговой лазеркоагуляции с использованием двух последовательных импульсов короткой экспозиции, наносимых в каждую точку воздействия, позволивший получить эффект, превосходящий результаты традиционного метода по улучшению остроты зрения на 31,5% ( $p < 0,001$ ) при фокальном и на 32,9% ( $p < 0,05$ ) – при диффузном диабетическом макулярном отеке. Усовершенствована модель оценки эффективности лазерного лечения диабетического макулярного отека путем введения показателя безопасности как составной части интегрального показателя эффективности.

**Рекомендации по использованию:** применение в специализированных офтальмологических отделениях организаций здравоохранения, в учебном процессе медицинских университетов.

**Область применения:** офтальмология.

## SUMMARY

**Zabarouski Ihar Henryhavich**

### **Diagnostics and laser treatment of diabetic macular edema**

**Keywords:** diabetic macular edema (DME), optical coherent tomography (OCT), diagnostics, laser coagulation of the retina, efficiency.

**Objective:** to increase the treatment efficiency of diabetic macular edema on the basis of improving diagnostics by using optical coherent tomography and laser coagulation parameters optimization of the retina.

**Methods:** clinical, functional, sociological, statistical and economy-mathematical.

**Used equipment:** optical coherent tomography «Stratus OCT 3000» Carl Zeiss Meditec, laser photocoagulator «Elite 532 nm», Lumenis and «Visulas YAG Combi III», Carl Zeiss Meditec.

**Results and scientific innovation:** the prevalence, structure, health and social factors of diabetic retinopathy and diabetic macular edema determined. A method of the diagnosis and differentiation of diabetic macular edema type by using optical coherent tomography on the basis of determining the severity index, which has high sensitivity (98%) and specificity (93%) developed and implemented. The method of sub-threshold laser photocoagulation by using two successive short exposure pulses, applied to each point of the impact, which made possible to obtain a therapeutic effect, exceeding the traditional method results in visual acuity improving by 31.5% ( $p < 0.001$ ) in focal and 32.9% ( $p < 0.05$ ) - in diffuse diabetic macular edema developed and implemented into clinical practice. A model of evaluating the diabetic macular edema laser treatment effectiveness by introducing safety indicator as a part of integrated performance indicators improved.

**Recommendations for use:** applicable in health organizations ophthalmological departments and medical universities educational process.

**Scope of use:** ophthalmology.