

Принцип расчета заключается в определении размера частиц в эмульсиях с разным количеством эмульгатора, затем проводится ряд расчетов: усреднение размера частиц в каждой фракции, расчет среднего размера частиц и их количество в 1 г эмульсии, 1 частицы общую приведенную поверхность частиц (см^2) и поверхность раздела фаз. С этой целью нами предварительно установлено содержание масла и фосфолипидов в семенах тыквы, объектом сравнения служили очищенные фосфолипиды сои.

Таблица 1

Результаты количественного определения масла в семенах тыквы

№	Найдено, %	Метрологические характеристики
1.	43,71	$\bar{X}=43,29$ $S_{\bar{x}}=1,1472$ $\Delta\bar{x}=0,4336$ $\varepsilon_{\alpha}=2,57$
2.	44,56	
3.	43,35	
4.	42,51	
5.	44,82	
6.	42,21	
7.	41,88	

Таблица 2

Результаты количественного определения фосфолипидов в семенах тыквы

№	Найдено, %	Метрологические характеристики
1.	15,95	$\bar{X}=17,29$ $S_{\bar{x}}=0,9024$ $\Delta\bar{x}=0,3411$ $\varepsilon_{\alpha}=5,07$
2.	17,33	
3.	18,27	
4.	18,35	
5.	17,76	
6.	16,89	
7.	16,50	

Содержание масла в семенах тыквы в анализируемом образце составило 43,3%, содержание фосфолипидов 17,3%, т.е. содержание фосфолипидов в масле из семян тыквы 39,9%.

Для обоснования необходимого количества эмульгатора в эмульсии определяется величина предельной адсорбции эмульгатора на поверхности раздела фаз Γ_{max} . Расчет проводится с использованием метода Кремнева, в соответствии с которым:

$\Gamma_{\text{max}} = \frac{X}{S_{\text{общ}}}$, где $S_{\text{общ}}$ – общая поверхность раздела фаз $\text{см}^2/\text{г}$, X – количество эмульгатора в $\text{мг}/\text{г}$ эмульсии.

Принцип расчета общей поверхности раздела фаз заключается в последовательных расчетах: расчет среднего приведенного размера частиц, количества частиц в 1 г эмульсии, расчет поверхности 1 частицы с учетом среднего приведенного размера и затем общей поверхности раздела фаз по формуле: $S_{\Sigma} = S \times N$.

Данные для расчетов использованы из табл. 1,2 результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты определения предельной адсорбции

Образец эмульсии	Дер.ар ($\text{см}^2 \times 10^8$)	N шт/г $\times 10^{18}$	$S_{\Sigma}, \text{см}^2/\text{г} \times 10^5$	$\Gamma_{\text{max}} \text{мг}/\text{см}^2 \times 10^{-8}$
5 т.об/мин	23,44	6,711	11,58	14,68
10 т.об/мин	2,96	3325,8	91,63	1,855
15 т.об/мин	1,728	16750,7	157,07	1,0823

Из табл. 3 видно, что с увеличением скорости перемешивания при диспергировании в ступке и в блендере с 5 т.об/мин до 10 т.об/мин происходит значительное увеличение степени дисперсности эмульсии. Увеличение скорости перемешивания в блендере с 10 т.об/мин до 15 т.об/мин не приводит к такой эффективности. Данное явление связано с тем, что все вещества поверхностно активные вещества из семян тыквы расходуется на образование защитных оболочек на каплях масла, и наступившее равновесие не позволяет получить эмульсию с более высокой степенью дисперсности. Сопоставляя данные полученные ранее на примере эмульсии винилина [6] где Γ_{max} составило $1,174 \times 10^{-8}$ и Γ_{max} в эмульсии семян тыквы равно $1,082 \times 10^{-8}$ можно сделать вывод о том, что основным поверхностно-активным веществом, стабилизирующим эмульсию семян тыквы является комплекс фосфолипидов. Влияние других поверхностно-активных веществ, содержащихся в семенах тыквы: полисахариды, пептиды и др., можно считать незначительным. Данное явление подтверждено на исследовании поверхностного натяжения в эмульсии составило $54,28 \text{ мПа} \times \text{с}$ и $49,54 \text{ мПа} \times \text{с}$ в гомогенезате из обезжиренных семян.

Литература

1. Абрамзон, А.А. Поверхностно-активные вещества / А.А. Абрамзон. – Л.: Химия, 1975. – 250 с.
2. Биохимия липидов / Практикум для студентов биологических факультетов по специальности 1-310101 – 05 «Биохимия» / сост. Н. М. Орел. – Минск: БГУ. – 2007. – 35 с.
3. Дякина, Т.А. Концентрированные эмульсии на основе смесей желатины с фосфолипидами: реологические свойства // Т.А. Дякина, С.Р. Деркач, С.М. Левачев // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. химия. – 2004. – Т. 45. – № 1.
4. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. / Под ред. Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского. – М.: «Химия», 1986. – 216 с.
5. Насыбуллина, Н.М. Изучение растворимости производных бензотиазина и процесса набухания гелеобразователя / Н.М. Насыбуллина, Р.А. Мустафин, Ф.А. Эль Али // Фармация. – № 5. – 2010. – С.29–31.
6. Пантюхин, А.В. Разработка и изучение стабильности фармацевтических эмульсий на примере эмульсии винилина. / А.В. Пантюхин, А.Ю. Петров // Вестник новых медицинских технологий. – 2005. – Т. 12. – № 3-4. – С. 102–106.
7. Практикум по биохимии: учеб. Пособие / А. А. Чуркин. – Минск: Новое знание. – 2002. – 158 с.
8. Препаративная биохимия липидов / под ред. Л. Д. Бергelson, Э. В. Дятловской. – М., 1981. – 132 с.
9. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М., «Химия», 1992.

PHYSICAL AND CHEMICAL MECHANISMS OF STABILIZATION OF EMULSIONS

A.V.PANTYUKHIN, K.PH. MUKHAMETOVA, YE.V. PANTYUHINA

Saratov State Medical University after V.I. Razumovsky

Emulsions combine many advantages, but the complexity of their working out and manufacture is in the correct choice of superficially active substances. The method of calculating the quantity of superficially active substance, based on defining the interface of phases on the example of pumpkin seeds emulsion is offered. By means of conducted research the quantitative content of phospholipids in pumpkin seeds of a is established and their predominating role in emulsion stabilization is proved.

Key words: emulsion, phospholipids, interface of phases.

УДК 611.714.6

ГЛАЗНАЯ МИКРОГЕМОДИНАМИКА У БОЛЬНЫХ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ОТСЛОЙКОЙ СЕТЧАТКИ ДО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛИ РЕГИОНАРНОЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ГЛАЗА У БОЛЬНЫХ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ОТСЛОЙКОЙ СЕТЧАТКИ

Р.А. ГУНДОРОВА, Н.Л. ЛЕПАРСКАЯ, П.И. ШАЛДИН*

Проведен сравнительный анализ изучения микроциркуляции глаза методом лазерной доплеровской флоуметрии при травматической отслойке сетчатки у 81 пациента. В работе использован специализированный лазерный доплеровский флоуметр ЛАКК-02. НПП «Лазма». Пациенты были разделены на четыре группы в зависимости от вида травмы глаза вызвавшей травматическую отслойку сетчатки. Сравнение показателей микроциркуляции проводилось с контрольной группой 11 человек. Установлена прямая зависимость между показателями микрогемодинамики глаза и видом травмы. Методом цифровой фильтрации колебательных процессов микроциркуляторного русла выявлены основные патологические изменения гемодинамики глаза.

Ключевые слова: травматическая отслойка сетчатки, микроциркуляция, контактная лазерная доплеровская флоуметрия.

Травматическая отслойка сетчатки одно из наиболее серьезных осложнений травмы органа зрения. Проблема повышения эффективности лечения *травматической отслойки сетчатки* (ТОС) имеет социальную значимость, поскольку указанная патология встречается преимущественно у лиц трудоспособного возраста [5].

Технический прогресс микрохирургического и диагностического оборудования, появление новых эндотомбирующих веществ, средств механической фиксации сетчатки и комплекс-

* ФГУ «Московский НИИ Глазных Болезней им. Гельмгольца» Минздравсоцразвития, ул. Садовая-Черногрозская 14/19, Москва, 105062

ного подхода к выбору хирургического лечения ТОС позволили повысить эффективность лечения. Тем не менее, анатомические и функциональные результаты хирургического лечения ТОС остаются скромными в связи с тяжестью сопутствующих посттравматических изменений.

Травматическая отслойка разделяется на возникшую в момент травмы или сразу после нее, в результате прямого воздействия, проникающего ранения или контузии, и посттравматическую отслойку сетчатки возникшую в ранние сроки после травмы [8,10].

Одним из основных механизмов поддержания нормального положения сетчатки с интердигитацией отростков клеток пигментного эпителия между наружными сегментами фоторецепторов, является разница в осмотическом давлении между сосудистой оболочкой и сетчаткой, которая вызывает фильтрацию жидкости из сетчатки по направлению к сосудистой оболочке. Повышенное осмотическое давление в сосудистой оболочке поддерживает высокую проницаемостью сосудистой стенки капиллярного слоя хориоидеи, при условии высокой скорости кровообращения.

Таким образом, нарушение микроциркуляции глаза в результате травмы является одним из важнейших факторов сопро­вождающих развитие травматической отслойки сетчатки [4].

При изучении микрокрово­тока глаза при ТОС затрудни­тельно применение инвазивных способов исследования: метод маркированных микросфер, введение С14-йодоантипирина, клиренса водорода, ангиографические методы с применением флюоресцеина и индицианина зеленого.

При использовании ультразвукового метода диагностики кровотока глаза существует сложность в достоверности получения результатов методом *цветного доплеровского картирования* (ЦДК), особенно при *отслойке сетчатки* (ОС). При исследовании линейных скоростей происходит смещение доплеровского угла к плоскости исследуемых сосудов. Методику ЦДК не возможно использовать у пациентов после силиконовой эндовитриальной тампонады так как искажаются показатели ультразвукового исследования, а газовоздушная тампонада не проводит ультразвуковую волну.

Современным, и на наш взгляд, наиболее перспективным методом изучения внутриглазной микроциркуляции при ТОС явилась методика *лазерной доплеровской флоуметрии* (ЛДФ) [9]. Метод основан на определении скорости движения эритроцитов в исследуемом объеме ткани. При взаимодействии с тканью в отраженном сигнале лазерного излучения имеется составляющая, обусловленная отражением от движущихся эритроцитов, пропорциональная скорости движения (эффект Доплера). Амплитуда сигналов в приборе формируется от всех эритроцитов, находящихся в области зондирования, движущихся с разными скоростями и по разному количественно распределенных в артериолах, капиллярах, венах и артериовенулярных анастомозах. Контактная ЛДФ позволяет непосредственно исследовать глазную микроциркуляцию в месте локации датчика. Получаемые осцилляции микрокрово­тока имеют широкий частотный диапазон и различные частотные характеристики. Для выявления причины их происхождения и определения границ частотного разрешения применяется методика компьютерной обработки данных методом цифровой фильтрации или методом вейвлет-преобразования. Данные методы цифровой обработки сигнала показывают возможность более точной оценки вклада отдельных сосудистых механизмов, модулирующих микрокрово­ток, и тем самым с определенной долей вероятности указывает на причины развития патологических сосудистых изменений [1,6].

Цель исследования – исследование состояния глазного кровотока с помощью метода контактной ЛДФ у больных с травматической отслойкой сетчатки различного генеза в до операционном периоде.

Материал и методы исследования. В первом исследовании микрогемодинамики в дооперационном периоде все больные были разделены по группам в зависимости от вида травмы. В ходе изучения микрогемодинамики нами учитывались изменения переднего отрезка глаза полученные пациентами в момент травмы или последующей хирургической обработки. В результате было сформировано четыре группы пациентов с ТОС: в первой группе ТОС развилась в следствии контузионного ранения – 33 пациента, в трех других ТОС была в следствии проникающего ранения: роговицы 15 пациентов, корнеосклерального ранения 18 пациентов, склеры 15 пациента. Средний возраст пациентов

составил $41,5 \pm 1,6$ года.

Для определения нормы показателей микрогемодинамики глаза была сформирована контрольная группа, которая состояла из 11 здоровых человек (9 мужчин и 2 женщины), 22 глаза, в возрасте от 23 до 62 лет. Средний возраст $42,7 \pm 5,6$ года. Критерием отбора в контрольную группу явилось:

- отсутствие офтальмологической и/или сосудистой патологии,
- отсутствие гипертонической и/или эндокринных заболеваний,
- отсутствие нарушений ритма сердца (мерцательная аритмия, частая экстрасистолия)

В группе исследования измерение микрогемодинамики проводилось в момент поступления перед оперативным вмешательством.

Для исследования глазной микроциркуляции применялся отечественный компьютеризированный лазерный доплеровский анализатор микроциркуляции крови ЛАКК-02 (исполнение 4) производство НПП «Лазма», Россия. В приборе в качестве излучателя в режиме ЛДФ используется диодный лазерный излучатель с длиной волны 0,8 мкм (инфрокрасный диапазон). Запись ЛДФ-граммы проводилась у пациентов в положении лежа. При обследовании пациента датчик фиксировался специальным силиконовым держателем (Патент на полезную модель №104453 от 20.05.2011) с возможностью легкого изменения положения лазерного световода в трех плоскостях. Это позволяло расположить торец лазерного световода диаметром 2 мм перпендикулярно к поверхности склеры глаза на расстоянии 4-6 мм от лимба. Исследовалась микроциркуляция «здорового» глаза и травмированного глаза с ТОС, в четырех косых меридианах. Длительность записи с каждого глаза при проведения данной работы составляла примерно 3 минут. Оценивали основные показатели глазной микрогемодинамики: *показатель микроциркуляции* (ПМ) и *среднеквадратичное отклонение* (СКО) амплитуды колебания кровотока.

Получаемые в ходе исследования микрокрово­тока осцилляции являются по своей природе полигармоническими сигналами, имеющими широкий частотный диапазон (от 1,2 до 180 колебаний в минуту). Частоты колебаний кровотока отличаются друг от друга характерными для каждого отрезка спектра частотными характеристиками [2,3]. Расчет с помощью математической фильтрации позволяет выявить в микрокрово­токе частоты отражающие три типа колебательных процессов: медленные колебания, быстрые колебания и пульсовые волны. Медленные осцилляции по своей природе являются активными, а быстрые и пульсовые – пассивными колебаниями. В диапазоне медленных (поперечных) колебаний, получивших название в литературе как *“low frequency”* (LF), отдельно выделяют поддиапазоны, связанные с метаболической (эндотелиальной), нейрогенной и миогенной активностью прекапиллярных микрососудов.

В нашем исследовании оценивалась *нейрогенная активность* прекапиллярных микрососудов 1,2-3,6 колеб/мин, что является индикатором симпатической адренергической активности микроциркуляторного русла [7]. Увеличение амплитуды ритма указывало на усиление вазодилатации и уменьшение микрососудистого сопротивления, снижения амплитуды отображало вазоконстрикцию и рост сопротивления в зоне резистивных микрососудов. При исследовании активность данного диапазона выражалась в максимальной амплитуде данных колебаний α -ритма (A_α), а также по ее величине, нормированной на СКО ($A_\alpha/3\sigma$) и выраженной в процентах.

Миогенная активность 4-12 колеб/мин представляет собой активность миоцитов резистивных прекапиллярных сосудов и сфинктеров, работающих исключительно по пейсмейкерному механизму. При исследовании миогенные колебания носят синусоидальный характер, усиление их (повышение амплитуды) указывает на расширение прекапиллярных сфинктеров и уменьшение микрососудистого сопротивления. Ослабление колебаний (снижение их амплитуды) свидетельствует о вазоконстрикции и росте сопротивления. Оценка миогенной активности производилась с помощью максимальной и нормированной амплитуды A_{LF} и $A_{LF}/3\sigma$.

В диапазоне высокочастотных колебаний оценивался спектр ответственный за веноулярный отток (high frequency - HF) 13-22 колеб/мин связанный с пассивными изменениями скорости и объема веноулярного кровотока, определяемый присасывающим

действием «дыхательного насоса» по причине дыхательных экскурсий, вызывающих увеличение притока к сердцу на высоте вдоха и уменьшение – на высоте выдоха. Увеличение амплитуды ритма HF связано с увеличением крови в веноулярном звене микроциркуляции, ухудшением ее оттока, что вызывается застоем. Снижение амплитуды, в свою очередь, указывает на улучшение перфузионных условий микрокровотока в веноулярном отрезке. Оценка активности данного диапазона проводилась по амплитуде HF - A_{HF} и $A_{HF}/3\sigma$.

Пульсовые колебания сосудистого спектра определяются пульсовым кровотоком микрососудистого русла 52-99 колеб/мин и связаны непосредственно с кардиоритмом. В работе данная частота обозначалась как (cardio frequency-CF) и оценивалась, как максимальной амплитудой артериолярного притока крови A_{CF} так и процентным вкладом данного в общий объем колебаний $A_{CF}/3\sigma$.

Для статистической обработки полученных данных использовались программы “Microsoft-Excel 2007” и “STATISTIKA” (Stat Soft (США)). При сравнении исследуемых групп друг с другом использовались критерии непараметрической статистики (Манна-Уитни, Крускала-Уоллиса и Данна). Корреляция между значениями определялась по критерию ранговой корреляции Спирмена и критерию линейной регрессии и корреляции.

Результаты и их обсуждение. В результате наших наблюдений в дооперационном периоде нами отмечены значимые отличия в показателях микрогемодинамики у пациентов с ТОС в зависимости от характера травмы. Основные показатели микрогемодинамики в группах разделенных в зависимости от вида травмы представлены в табл. 1

Таблица 1

Показатели микроциркуляции глаза с травматической отслойкой сетчатки и парного не травмированного глаза в зависимости от зоны локализации ранения

	Зоны проникающего ранения								Всего
	Роговица (Зона I)		Корнеосклера (Зона II)		Склера (Зона III)		Контузия		
	ТОС	Парный глаз	ТОС	Парный глаз	ТОС	Парный глаз	ТОС	Парный глаз	
ПМ	34,7±1,1	46,7±3,2	27,7±0,6	37,2±2,8	30,0±0,5	41,4±3,1	33,8±0,5	44,6±3,3	
СКО	3,2±1,1	8,7±2,4	0,8±0,3	4,9±2,0	2,1±0,2	6,3±1,6	2,8±1,6	5,6±2,6	
Kv	9,2±2,5	18,6±2,7	3,0±1,3	13,1±2,4	7,3±0,6	14,8±2,3	8,3±2,1	12,3±2,5	
Сравнение между группами	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	
Сравнение внутри группы	p<0,05		p<0,05		p<0,05		p<0,05		
n пациен-тов	15		18		15		33		

Во всех группах отмечено снижение показателей микрокровотока как травмированного так и парного «здорового» глаза. Изменения показателей микрокровотока напрямую связаны с тяжестью перенесенной травмы.

Наиболее низкие показатели микроциркуляции отмечены в группе пациентов где причиной развития ТОС стало корнеосклеральное ранение. Средний показатель ПМ у этих пациентов 27,7±0,6 перф. ед. Норма данного показателя равнялась 52,6±5,3 перф.ед. в контрольной группе. Среднее квадратичное отклонение колебаний потока составило 0,8±0,3 перф. ед., что в 16 раз ниже нормы 12,6±2,4 перф.ед. Коэффициент вариации Kv глазного микрокровотока составил 3,0±1,3%, что в 8 раз ниже показателя контрольной группы 25,2±3,1%. Такое значимое снижение показателей микрокровотока говорит в первую очередь о тяжести перенесенной травмы для компенсаторных механизмов глаза.

Второй по выраженности изменений микроциркуляции оказалась группа в которой причиной развития ТОС явилось проникающее ранение склеры. ПМ у этих пациентов в среднем равен 30,0±0,5 перф. ед., СКО – 2,1±0,2 перф. ед., Kv – 7,3±0,6%.

В случае когда причиной развития ТОС явилось проникающее ранение роговицы ПМ – 34,7±1,1 перф. ед., СКО – 3,2±1,1 перф. ед., Kv – 9,2±2,5%.

Показатели в группе где причиной ТОС явилась контузионная травма ПМ – 33,8±0,5 перф. ед., СКО – 2,8±1,6 перф. ед., Kv – 8,3±2,1%.

Снижение микрогемодинамики парных глаз в дооперационном периоде составило: ПМ составил 42,5±3,1 перф. ед., СКО – 5,1±2,0 перф. ед., Kv – 12,4%, данные показатели в двое ниже среднестатистических. Была отмечена прямая зависимость пока-

зателей парного глаза от тяжести состояния травмированного глаза с ТОС методом ранговой корреляции Спирмена ($p<0,05$). Зависимость между видом травмы и гемодинамикой парного глаза в нашем исследовании не обнаружена.

Анализ методом цифровой фильтрации ЛДФ-грамм пациентов с ТОС в дооперационном периоде в сравнение с нормальными показателями представлен в табл. 2.

Таблица 2

Распределение частотных показателей микрокровотока в группах травмированных глаз с травматической отслойкой сетчатки и парных глаз в сравнении с нормой

Показатели	A_{α}	$A_{\alpha}/3\sigma$	A_{LF}	$A_{LF}/3\sigma$	A_{HF}	$A_{HF}/3\sigma$	A_{CF}	$A_{CF}/3\sigma$	ИЭМ
норма n=22	15,1±1,6	39,7±2,5	11,2±1,5	32,5±1,0	5,3±0,8	17,3±0,7	3,8±0,4	12,6±0,8	1,23±0,2
ТОС n=81	6,8±0,8	21,8±0,5	3,6±0,4	11,2±0,7	12,2±0,6	38,6±0,3	8,6±0,7	27,2±0,4	0,17±0,06
Парный глаз n=81	12,2±0,9	28,6±0,5	6,6±0,8	13,7±0,8	16,4±0,3	36,8±0,4	11,1±0,6	26,1±0,3	0,24±0,07

При проведении оценки микроциркуляции методом цифровой фильтрации во всех группах на фоне резкого снижения показателей перфузионной активности и среднего квадратичного отклонения происходит преобладание отдельных высокочастотных (пассивных) колебаний, что говорит об ухудшении оттока в венозном микроциркуляторном звене – увеличение высокочастотного венозного компонента колебаний $A_{HF}/3\sigma$ более чем в два раза. Так же происходит увеличение пассивного притока, что характеризуется увеличением процентного вклада высокочастотных пульсовых колебаний $A_{CF}/3\sigma$ более чем в два раза. Важным моментом является увеличение максимальных показателей высокочастотных колебаний артериолярного притока и A_{CF} веноулярного оттока A_{HF} , что свидетельствует о выраженном сосудистом нарушении на микроциркуляторном уровне во внутренних оболочках глаза в результате травмы. Увеличение данных показателей говорит о выраженном посттравматическом этапе микроциркуляции и выраженной воспалительной реакции сосудистой оболочки глаза на полученную травму.

Медленные колебания отвечающие за нерогенную активность и местную сосудистую ауторегуляцию были снижены более чем в два раза как в максимальных своих значениях (A_{α} , A_{LF}), так и в процентном соотношении ($A_{\alpha}/3\sigma$, $A_{LF}/3\sigma$). Такое выраженное снижение данных частотных показателей свидетельствовало о низкой сосудистой чувствительности к нейрогенному влиянию на микрососудистое русло и нарушение процессов ауторегуляции вызванных травмой.

Индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) показывающий соотношения работы активных, медленных колебаний – LF и пассивных – HF (артериолярной перфузии и веноулярного оттока) механизмов был равен 0,17±0,06, что более чем с семь раз ниже нормы. Такое выраженное снижения ИЭМ говорит об почти полном отсутствии активного сосудистого саморегулирующего компонента, и преобладании общего нарушения как притока так и оттока в микроциркуляторном русле глаза в результате травмы.

В парном, не травмированном глазу, где снижение основных показателей микроциркуляции были менее выражены, структура процентного распределения показателей, характеризующих активные и пассивные механизмы микрокровотока, была похожа на состояние травмированного глаза. В парном глазу так же преобладали в общем процентном распределении высокочастотные колебания: более чем в два раза была увеличена доля колебаний отвечающих за веноулярный отток $A_{HF}/3\sigma$ и пульсовую артериолярную активность $A_{CF}/3\sigma$, что свидетельствовало о парной сосудистой реакции на микроциркуляторном уровне на «здоровом» глазу. Более чем в два раза были снижены абсолютные A_{LF} и относительные $A_{LF}/3\sigma$ показатели местной ауторегуляторной активности парного не травмированного глаза. В меньшей степени по сравнению с травмированным глазом в парном глазу были снижены показатели характеризующие нейрогенную активность прекапиллярных микрососудов связанные с активностью α -адренорецепторов (в основном α_1) гладкомышечных клеток. Уменьшение нейрогенной активности характеризовало снижение нейрогенного контроля на микрокровоток парного, не травмированного глаза по сравнению с травмированным глазом с ТОС. Индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) был равен 0,24±0,1, что говорило о выраженном преобладании пассивных колебаний

микрокровоотока. По результатам математического анализа колебаний микроциркуляторного русла парного и травмированного глаза нам удалось с большой долей достоверности установить общий характер нарушений микрокровоотока. Полученные нами данные свидетельствуют о стае микроциркуляции и выраженной воспалительной реакции сосудистой оболочки как травмированного так и парного глаза с ТОС.

Выводы. Нарушение внутриглазного кровотока у пациентов с ТОС напрямую связано с тяжестью перенесенной травмы. Травмирование зоны лимба с вовлечением цилиарного тела и радужной оболочки приводит к наиболее выраженной депрессии микрокровоотока глаза. Отягощающей патологией приводящей к выраженному снижению линейной скорости перфузии является травма хориоидеи в результате проникающего ранения или контузии.

Разделение проникающих ранений в зависимости от зоны локализации раны нашло практическое подтверждение в выраженности изменения микроциркуляции у этих групп пациентов.

В результате исследования достоверно установлено снижение микроциркуляторных показателей на парном «здоровом» глазу.

Детальное исследование гемодинамики методом цифровой фильтрации с выявлением основных частот колебаний микроциркуляции в общем объеме перфузионной активности пациентов с ТОС выявило резкое снижение активных саморегуляторных механизмов стабилизации кровотока и в травмированном и в парном «здоровом» глазу. В большей степени на глазу с ТОС происходит снижение к нейрогенной чувствительности в капиллярном русле. Среди частот колебаний на глазах с ТОС и на парном глазу преобладают высокочастотные колебания вызванные избыточным притоком артериальным кровью и застоем крови в венозном звене микроциркуляции. Данные нарушения в распределении показателей микроциркуляции свидетельствуют о глубоком нарушении кровообращения глаза связанного с воспалительной реакцией и сопутствующем отеком тканей.

Литература

1. Бакшинский, П.П. Контактная лазерная доплеровская флоуметрия, как новый метод исследования глазной микроциркуляции у больных первичной глаукомой / П.П. Бакшинский // Глаукома. – 2005. – № 1. – С. 3–9.
2. Вейвлет анализ общей и глазной микрогемодинамики у больных первичной открытоугольной глаукомой с нормализованным внутриглазным давлением // П.П. Бакшинский [и др.] // Глаукома. – 2006. – № 3. – С. 7–15.
3. У больных первичной открытоугольной глаукомой с нормализованным внутриглазным давлением / П.П. Бакшинский [и др.] // Офтальмология. – 2007. – Т. 4. – № 1. – С. 47–55.
4. Бунин, А.Я. Гемодинамика глаза и методы ее исследования / А.Я. Бунин. – М.: Медицина, 1971. – С. 17–19.
5. Гундорова, Р.А. Травмы глаза / Р.А. Гундорова, А.А. Малаев, А.М. Южаков. – М.: Медицина, 1986. – 45 с.
6. Комаровских, Е.Н. Новые методы исследования гемодинамики глаза и головного мозга у больных первичной открытоугольной глаукомой / Е.Н. Комаровских, В.И. Лазаренко // Клиническая офтальмология. – 2002. – Т. 3. – № 3. – С. 129–130.
7. Крупаткин, А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М.: Медицина, 2005. – 254 с.
8. Kuhn, F. Pieramici Ocular Trauma, Principles and Practice / F. Kuhn, J. Dante // New York – Stuttgart. – 2002. – P. 46–48.
9. Riva, C.E. Sub-foveal choroidal blood flow by LDF: measurement and application to the physiology and pathology of the choroidal circulation / C.E. Riva // Bull. Soc. Belge. Ophtalmol. – 2006. – Vol 302. – P. 185–194.
10. Williams, D.F. Posterior segment manifestations of ocular trauma / D.F. Williams, W.F. Mieler, G.A. Williams // Retina. – 1990. – № 10. – P. 35–44.

EYE MICROGEMODYNAMIC AT PATIENTS WITH TRAUMATIC RETINOPATHY BEFORE SURGICAL TREATMENT; REGIONAL MICROCIRCULATION AT PATIENTS WITH TRAUMATIC RETINOPATHY

R.A. GUNDOROVA, N.L. LEPARSKAYA, P.I. SHALDIN

Moscow Research Institute of Eye Diseases after Helmholtz

A comparative analysis of studying eye microcirculation with the method of laser Doppler flowmetry was carried out at traumatic

retinopathy at 81 patients. Specialized laser Doppler flowmetry ЛАКК-02. НПП "Lazma" was used. Patients were divided into four groups depending on the kind of eye trauma which had caused traumatic retinopathy. Comparing the indices of microcirculation was performed with a control group of 11 persons. Direct dependence between eye microcirculation indices and the kind of trauma was established. Basic pathological changes of eye haemodynamics were detected by the method of digital filtering oscillatory processes.

Key words: traumatic retinopathy, microcirculation, ultrasound biomicroscopy, contact laser Doppler flowmetry.

УДК 617.7

ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ – ВЕКТОР РАЗВИТИЯ – КАТАРАКТАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

С.В. КОСТЕНЕВ*

Потенциал развития фемтокатарактальной хирургии огромен и находится на начальной ступени своего развития. Однако, уже на сегодняшний день ясно, что катарактальная хирургия с применением фемтосекундного лазера становится в значительной степени более предсказуемой и безопасной в сравнении с традиционной фактоэмульсификацией.

Ключевые слова: фемтосекундный лазер, катарактальная хирургия, новая технология.

Идея использования ультразвукового наконечника для дробления плотного ядра хрусталика предложенная С.Д. Келман в 1967 году, позволила перейти на абсолютно новый уровень хирургии катаракты [1,2]. Основной расцвет метода фактоэмульсификации катаракты произошел только спустя почти 20 лет, в 90 годы, с моментом появления возможности интраокулярной коррекции через малый разрез. Технология малых разрезов в сочетании с возможностями фактоэмульсификаторов позволила снизить интраоперационные риски, увеличив предсказуемость и безопасность операции.

Однако, проведение фактоэмульсификации плотных ядер, при слабости цинновых связок, наличии узкого зрачка связано с повышенным интраоперационным риском возможных осложнений в виду механического воздействия на ядро хрусталика и большой продолжительностью экспозиции ультразвука [3].

В связи с этим дальнейший научный поиск более эффективных видов энергии привел к попытке использования лазеров для разрушения ядра хрусталика.

Цель исследования – проведение анализа результатов операций хирургии катаракты с предварительной подготовкой при помощи фемтосекундного лазера, изложенных в современной литературе для определения возможных перспектив развития фемтокатарактальной хирургии.

Путь становления фемтокатарактальной хирургии начался с 1981-83 года с работ D.S. Aron-Rosa и С.А. Puliafito, которые впервые продемонстрировали возможность транскорнеальной фрагментации передних слоев хрусталика при помощи излучения сверхкоротких (нано- и пикосекундные) лазерных импульсов Nd:YAG 1,064 мкм лазера [4,5,6].

Исследовалась возможность абляции хрусталика с использованием газовых эксимерных лазеров (ЭЛ) с длинами волн 193, 248, 308, 354 нм. При помощи ЭЛ выполнялось полное испарение хрусталика с одновременным удалением газообразных продуктов распада по аспирационному каналу [7,8]. Однако использование эксимерных лазеров в хирургии катаракты не получили клинического внедрения по ряду причин, главной из которых явилось воздействие на ДНК клетки с возможным канцерогенным эффектом.

Дальнейшие работы по эффективному лазерному разрушению хрусталика в капсульном мешке привели к созданию и использованию эрбиевого YAG лазера. Этот лазер с длиной волны 2,94 мкм, плотностью энергии 20-100 мДж при помощи сапфировой волоконной системы доставки выполнял так называемую термическую абляцию, удаляя 30-60 мкм хрусталиковой ткани за один импульс. Отрицательной особенностью применения этого лазера являлась длительность разрушения хрусталика (около 18 мин), ввиду поглощения значительной части энергии водой [9,10,11].

В дальнейшем в экспериментальном сравнительном исследо-

* Новосибирский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, ул. Колхидская, д. 10, г. Новосибирск, 630071