



Особенности глазного кровотока у пациентов с осложненной пролиферативной диабетической ретинопатией

Нероев В.В., Зайцева О.В., Киселева Т.Н., Рамазанова К.А., Курчаева З.В.

ФГБУ "Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца" Минздрава России, Москва, Россия

Ocular Blood Flow in Patients with Complicated Proliferative Diabetic Retinopathy

Neroev V.V., Zaytseva O.V., Kiseleva T.N., Ramazanova K.A., Kurchaeva Z.V.

Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

Цель исследования: изучить особенности глазного кровотока у больных с различными клиническими проявлениями осложненной пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР), а также с учетом выраженности интраоперационных геморрагических осложнений.

Материал и методы. С помощью дуплексного сканирования обследовано 62 человека: I группа – 42 (68%) пациента (42 глаза) с осложненными формами ПДР; II группа – 20 (32%) здоровых лиц (20 глаз).

Результаты. Показан выраженный дефицит ретинального кровотока, коррелирующий с тяжестью проявлений ПДР. Наиболее тяжелые проявления заболевания, интраоперационные геморрагические осложнения ассоциировались со снижением V_{syst} ($32,14 \pm 4,2$ см/с), повышением V_{diast} ($9,24 \pm 2,35$ см/с), снижением RI ($0,71 \pm 0,07$ см/с) в глазной артерии.

Заключение. Дуплексное сканирование в режимах цветового доплеровского картирования и импульсной доплерографии может быть использовано для прогноза интраоперационных геморрагических осложнений у пациентов с ПДР.

Ключевые слова: диабетическая ретинопатия, цветное доплеровское картирование, импульсная доплерография, витреоретинальная хирургия.

Objective: to study the data of ocular blood flow in patients with different clinical variants of the complications proliferative diabetic retinopathy, and regarding to intraoperative hemorrhagic complications.

Material and methods. Through Duplex ultrasonography 62 persons were investigated: 42 (68%) patients (42 eyes) with complicated forms of proliferative diabetic retinopathy and 20 (32%) healthy individuals (20 eyes).

Results. The results showed deficiency of retinal blood flow, correlating with the severity of proliferative diabetic retinopathy. The most severe cases of the disease, intraoperative hemorrhagic complications were associated with

peak systolic velocity (PSV) reducing (32.14 ± 4.2 cm/s), end-diastolic velocity (EDV) increasing (9.24 ± 2.35 cm/s), resistive index (RI) decreasing (0.71 ± 0.07 cm/s) in ophthalmic artery.

Conclusion. The Duplex ultrasonography with the color Doppler imaging and pulsed-wave Doppler model can be used for predicting of intraoperative hemorrhagic complications in patients with proliferative diabetic retinopathy.

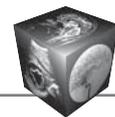
Key words: diabetic retinopathy, color Doppler imaging, pulsed-wave Doppler, vitreoretinal surgery.

Введение

Диабетическая ретинопатия (ДР) – тяжелое осложнение сахарного диабета (СД), одна из ведущих причин слепоты и слабовидения в развитых странах мира [1, 2]. Значительное снижение зрения и инвалидизация пациентов с диабетическим поражением глаз чаще всего обусловлены прогрессированием патологического процесса до пролиферативной ДР с развитием осложнений в виде выраженной фиброваскулярной пролиферации, тракционной деформации и отслойки сетчатки, гемофтальма, рубеоза радужки и неоваскулярной глаукомы [3, 4].

В основе патогенеза ДР лежит поражение сосудистой системы глаз вследствие нарушений метаболизма при СД.

В настоящее время наиболее информативным методом оценки гемодинамики глаза является дуплексное сканирование (ДС) в режимах цветового доплеровского картирования (ЦДК) и импульсной доплерографии (ИД) – метод, который



позволяет при помощи цветного модуля визуализировать кровотоки в сосудах малого диаметра с последующей регистрацией спектра доплеровского сдвига частот [5–7]. Данный метод дает возможность определить состояние кровотока в глазной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС), центральной вене сетчатки (ЦВС), задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА) путем визуализации цветной картограммы потока, измерения основных гемодинамических параметров, включающих максимальную систолическую скорость (V_{syst}) и конечную диастолическую скорость кровотока (V_{diast}), а также расчета индекса периферического сопротивления (RI) [8].

Результаты большинства публикаций подтверждают высокую информативность ДС в исследовании кровообращения глаза [9–11].

По мнению многих авторов, измерение параметров кровотока в ГА, ЦАС и ЗКЦА является наиболее информативным тестом для оценки нарушения глазного кровотока при СД [12, 13].

Ряд авторов выявили ухудшение кровотока в ГА, ЦАС, ЗКЦА у больных СД без признаков ДР [14, 15]. Определена взаимосвязь между снижением показателей скорости кровотока в ЦАС и степенью тяжести ДР [16]. Было показано, что мониторинг глазного кровотока с помощью ДС может быть использован для оценки риска быстрого прогрессирования ДР до пролиферативной стадии и выработки оптимальной тактики ведения пациента [17].

На основании результатов исследований, проведенных в МНИИ глазных болезней им. Гельмгольца под руководством профессора Т.Н. Киселевой, были выделены основные изменения глазной гемодинамики у больных СД, включающие повышение скорости ретинального кровотока на начальных стадиях ДР и ее снижение при прогрессировании процесса (начиная с препролифератив-

ной ДР), что ассоциировалось с появлением неперфузируемых зон, ведущих к ишемии сетчатки [5, 18]. V. Patel и соавт. представили аналогичные данные, которые показали дефицит кровотока в ГА и ЦАС, повышение RI по мере прогрессирования ДР [19]. В то же время 10-летнее наблюдение за динамикой регионарного кровотока у пациентов с ДР (138 глаз) показало снижение индекса RI в ЦАС и ЗКЦА на стадии пролиферативной ДР (ПДР) [7]. В работе G. Dimitrova и соавт. не было выявлено изменений циркуляторных параметров в ЦАС и ЗКЦА по мере прогрессирования ДР [20].

Таким образом, результаты исследований гемодинамики глаза при ДР с помощью ДС оказались противоречивы. Закономерности изменений показателей кровотока на разных стадиях ДР до конца не изучены. В доступной литературе нам не встретились данные о состоянии кровотока при различных клинических проявлениях осложненной ПДР.

Поскольку основным методом лечения осложненных форм ПДР в настоящее время являются витреоретинальные хирургические вмешательства, интерес представляет изучение исходных особенностей гемодинамических изменений в глазах с различной выраженностью интраоперационных геморрагических осложнений. Кроме того, учитывая клиническую вариабельность проявлений тяжелых форм ПДР, актуальной представляется оценка васкуляризации иброголиальных мембран в глазах с непрозрачными оптическими средами с целью выработки оптимальной тактики хирургического лечения.

Цель исследования

Изучить особенности глазного кровотока у больных с различными клиническими проявлениями осложненной ПДР, а также с учетом выраженности интраоперационных геморрагических осложнений.

Для корреспонденции: Курчаева Зайнап Вахмурадовна – 105062 Москва, ул. Садово-Черногрязская, 14/19. ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ. Тел. +7-925-133-20-00, Kurchaeva1608@mail.ru

Нероев Владимир Владимирович – доктор мед. наук, профессор, директор ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ, Москва; **Киселева Татьяна Николаевна** – доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела ультразвуковых исследований ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ, Москва; **Зайцева Ольга Владимировна** – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела по лечению патологии сетчатки и зрительного нерва ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ, Москва; **Рамазанова Камила Ахмедовна** – канд. мед. наук, заведующая отделом ультразвуковой диагностики ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ, Москва; **Курчаева Зайнап Вахмурадовна** – аспирант ФГБУ “Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца” МЗ РФ, Москва.

Contact: Kurchaeva Zainap Vahmuradovna – 105062, Moscow, St. Sadovaya-Chernogryazskaya, 14/19. Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia. Phone: +7-925-133-20-00, Kurchaeva1608@mail.ru

Neroev Vladimir Vladimirovich – doct. of med. sci., professor, director of the Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia; **Kiseleva Tatiana Nikolaevna** – doct. of med. sci., professor, head of the department of ultrasound diagnostics Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia; **Zaitseva Olga Vladimirovna** – cand. of med. sci., a leading researcher at the Department for the treatment of diseases of the retina and optic nerve Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia; **Ramazanova Kamila Ahmedovna** – cand. of med. sci., head of the department of ultrasound diagnostics Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia; **Kurchaeva Zainap Vahmuradovna** – graduate student of Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia.



Материал и методы

В исследование вошло 62 человека, которые были разделены на 2 группы.

I группа: обследовано 42 (68%) пациента с СД (42 глаза) в возрасте от 30 до 67 лет (в среднем $45 \pm 9,34$ года) с осложненными формами ПДР. Длительность заболевания СД варьировала от 4 до 26 лет, в среднем $15,8 \pm 8,21$ года. Уровень гликированного гемоглобина – в пределах от 4,65 до 12,8%, средний показатель составил $8,02 \pm 1,4\%$. Критериями включения пациентов в исследование были отсутствие клинически значимого стеноза внутренней сонной артерии, компенсация или субкомпенсация СД и артериальной гипертензии на фоне терапии, клиническая рефракция глаза, соответствующая эметропии, миопии либо гиперметропии слабой степени, нормальные показатели офтальмотонуса, отсутствие иной значимой офтальмопатологии.

У всех пациентов по данным клинического обследования выявляли организовавшийся гемофтальм и/или тракционную отслойку сетчатки как минимум на одном глазу на фоне тяжелых диабетических изменений сетчатки. Максимально скорректированная острота зрения варьировала от неправильной проекции света до 0,4. В зависимости от клинических проявлений осложненной ПДР были выделены 3 подгруппы: 1-я подгруппа (16 глаз) – с организовавшимся гемофтальмом, 2-я подгруппа (14 глаз) – с тракционной отслойкой сетчатки, 3-я подгруппа (12 глаз) – с сочетанием гемофтальма и тракционной отслойки сетчатки.

Помимо стандартного офтальмологического обследования, включавшего визометрию, рефрактометрию, тонометрию, биомикроскопию, осмотр глазного дна в условиях мидриаза, ультразвуковое А–В-сканирование, всем пациентам проводилось исследование регионарной гемодинамики глаза на приборе VOLUSON 730 Pro с использованием режимов ЦДК и ИД. Оценивали кровотоки в ГА, ЦАС, ЗКЦА. Регистрировали спектр доплеровского сдвига частот и определяли количественные показатели кровотока: максимальную систолическую скорость (V_{syst}), конечную диастолическую скорость (V_{diast}), индекс резистентности или периферического сопротивления (RI). Кроме того, методы ЦДК и ИД позволили визуализировать новообразованные сосуды фиброглиальных мембран и измерить параметры их кровотока. Комплексное ультразвуковое исследование проводили на глазах с осложненной ПДР до оперативного лечения.

Хирургическое вмешательство, включавшее микроинвазивную субтотальную витрэктомия, швартэктомия, эндолазеркоагуляцию сетчатки, эндотампонаду силиконовым маслом, выполнено

на 42 глазах по стандартной трехпортовой методике. Интраоперационно, после восстановления прозрачности оптических сред, оценивали степень васкуляризации фиброглиальных мембран, являющуюся показателем активности ПДР [21], а также выраженность геморрагических осложнений в ходе хирургических манипуляций.

Во II группу (контроля) вошло 20 (32%) здоровых лиц (20 глаз) в возрасте от 33 до 60 лет с клинической рефракцией от +2,0 дптр до -2,0 дптр.

Статистическую обработку данных проводили с применением пакета прикладной программы Biostat. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

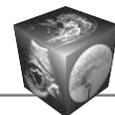
Результаты и их обсуждение

Анализ результатов ультразвукового исследования состояния кровотока в глазах с осложненной ПДР показал достоверное снижение средних показателей V_{syst} ($7,73 \pm 1,62$ см/с) и V_{diast} ($1,4 \pm 1,1$ см/с) при достоверном повышении RI ($0,83 \pm 0,14$) в ЦАС по сравнению с таковыми показателями в группе контроля ($p < 0,05$), что соответствует данным литературы и отражает тяжесть ретинальной микрососудистой обструкции у этих пациентов. Средние показатели кровотока в ГА и ЗКЦА у пациентов с осложненной ПДР достоверно не отличались от нормальных значений.

Проведена сравнительная оценка показателей кровотока в сосудах глаза у пациентов с различными клиническими проявлениями осложненной ПДР (табл. 1).

Выявлено, что в 1-й подгруппе с более легкой клинической картиной заболевания (гемофтальм при отсутствии на глазном дне фиброглиальной пролиферации и отслойки сетчатки) в ГА отмечалось статистически достоверное повышение V_{syst} на 11% от нормы при достоверном снижении V_{diast} на 16% и достоверном повышении RI. Повышение V_{syst} , вероятно, можно расценить как попытку компенсации дефицита ретинального кровотока вследствие микроангиопатии. Тенденция к снижению V_{syst} и повышению V_{diast} в ГА с псевдонормализацией RI при более тяжелой клинической картине заболевания может отражать срыв компенсаторных механизмов и дисрегуляцию кровотока. Наиболее тяжелая клиническая картина заболевания (сочетание гемофтальма и тракционной отслойки сетчатки) у пациентов 3-й подгруппы ассоциировалась с самыми низкими показателями V_{syst} в ГА, достоверно отличающимися от средних значений в 1-й подгруппе.

Во всех клинических подгруппах с различными клиническими проявлениями осложненной ПДР

**Таблица 1.** Средние показатели глазного кровотока при различных клинических проявлениях осложненной ПДР

Показатели кровотока	1-я подгруппа – организованный гемофтальм (n = 16)	2-я подгруппа – тракционная отслойка сетчатки (n = 14)	3-я подгруппа – гемофтальм и тракционная отслойка (n = 12)	Контроль (n = 20)
Глазная артерия				
Vsyst, см/с	42,2 ± 8,8 *	38,6 ± 8,18	34,5 ± 6,8 #	37,86 ± 2,60
Vdiast, см/с	7,23 ± 2,0 *	9,7 ± 2,7	8,6 ± 3,07	8,60 ± 0,53
RI	0,83 ± 0,03*	0,76 ± 0,06	0,75 ± 0,05	0,77 ± 0,01
Центральная артерия сетчатки				
Vsyst, см/с	7,0 ± 1,4 *	9,95 ± 2,18 *	6,6 ± 1,4 *	12,03 ± 0,58
Vdiast, см/с	1,4 ± 0,78 *	1,97 ± 1,7	0,9 ± 0,9 *	3,53 ± 0,19
RI	0,81 ± 0,13 *	0,81 ± 0,14*	0,86 ± 0,14*	0,70 ± 0,01
Задние короткие цилиарные артерии				
Vsyst, см/с	11,0 ± 2,0	13,2 ± 1,65	13,6 ± 2,4	13,5 ± 0,43
Vdiast, см/с	3,0 ± 1,2	5,08 ± 1,0	4,41 ± 2,14	4,41 ± 0,28
RI	0,73 ± 0,1 *	0,62 ± 0,07	0,67 ± 0,13	0,63 ± 0,01

* – различие достоверно относительно показателей в группе контроля, p < 0,05.

– различие достоверно относительно показателей в 1-й подгруппе, p < 0,05.

Таблица 2. Средние показатели глазного кровотока при различной степени васкуляризации фиброглиальной ткани

Сосуды глаза	Активная васкуляризация глиальной ткани (активная ПДР) (n = 18)			Клинически бессосудистая фиброглиальная ткань (неактивная ПДР) (n = 8)		
	Vsyst, см/с	Vdiast, см/с	RI	Vsyst, см/с	Vdiast, см/с	RI
ГА	36,7 ± 5,8	9,12 ± 1,9 *	0,75 ± 0,07	34,68 ± 5,94	7,8 ± 1,17	0,77 ± 0,04
ЦАС	7,3 ± 2,0 *	1,37 ± 1,35	0,81 ± 0,13	9,15 ± 2,3	1,83 ± 1,3	0,8 ± 0,14
ЗКЦА	12,6 ± 2,43	4,36 ± 1,9	0,65 ± 0,11	11,8 ± 2,7	4,11 ± 1,8	0,65 ± 0,12

* – достоверно относительно показателей в глазах с неактивной ПДР, p < 0,05.

выявлено достоверное снижение Vsyst и Vdiast, достоверное повышение RI в ЦАС, что отражает дефицит ретинального кровотока и тяжесть поражения стенок сосудов. Степень нарушения кровотока в сетчатке коррелировала с тяжестью клинических проявлений заболевания. Наиболее низкие значения Vsyst (на 45% ниже нормы) при максимальных показателях RI (на 23% выше нормы) зафиксированы в глазах 3-й подгруппы при сочетании гемофтальма и тракционной отслойки сетчатки.

При сравнительном анализе показателей глазного кровотока в зависимости от степени фиброглиальной пролиферации достоверной разницы не выявлено.

У пациентов 2-й и 3-й подгрупп оценивали степень васкуляризации фиброглиальной ткани: во 2-й подгруппе – на основании результатов клинического обследования, в 3-й подгруппе – интраоперационно, после удаления измененного стекловидного тела, препятствующего визуализации до операции. Активная ПДР, характеризующаяся наличием большого числа новообразованных сосудов в составе фиброглиальных мембран, была

выявлена в 18 глазах, неактивная ПДР с клинически бессосудистыми фиброглиальными мембранами диагностирована в 8 глазах.

Ретроспективно проведен сравнительный анализ показателей регионарного кровотока в двух подгруппах в зависимости от степени васкуляризации фиброглиальных мембран (табл. 2).

В подгруппе с активной васкуляризацией глиальной ткани были выявлены более высокие показатели Vsyst и Vdiast в ГА (различие достоверно относительно показателя в подгруппе с клинически бессосудистыми мембранами, p < 0,05), что, возможно, ассоциируется с увеличенным кровоснабжением новообразованной ткани. В то же время, в этой подгруппе отмечалось более выраженное снижение Vsyst (p < 0,05) и Vdiast в ЦАС что, вероятно, отражает существенный дефицит перфузии сетчатки в глазах с активной васкуляризацией фиброглиальной ткани.

Ретроспективный анализ показал, что на этапе дооперационного обследования с помощью методов ЦДК и ИД удалось визуализировать новообразованные сосуды в составе фиброглиальных мембран и измерить параметры кровотока лишь в 8 из

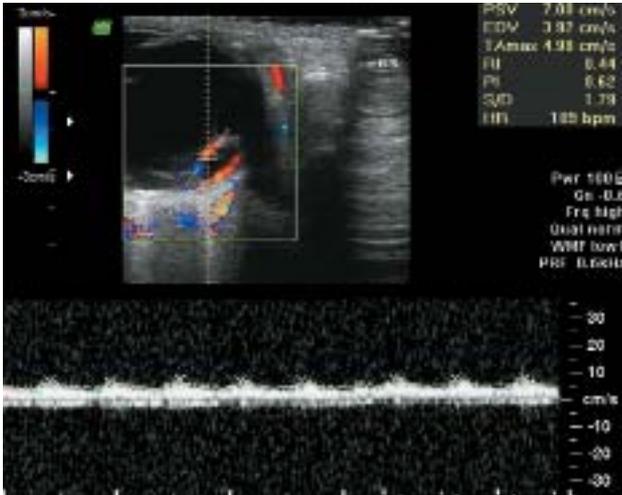


Рис. 1. УЗ-изображение в режиме дуплексного сканирования, регистрируется кровоток вновь образованных сосудов в фиброглиальной мембране.

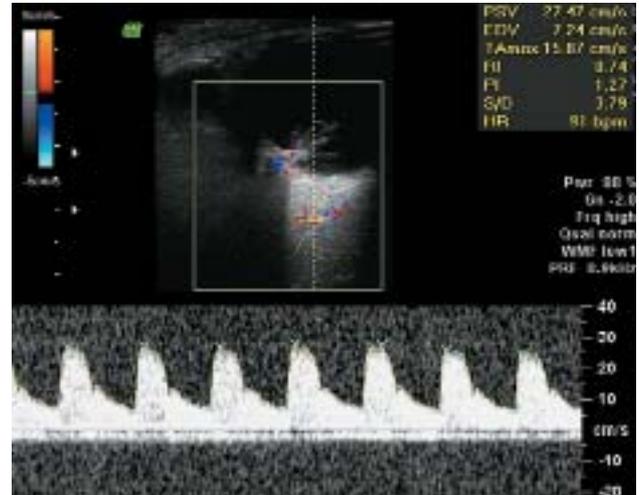


Рис. 2. УЗ-изображение в режиме дуплексного сканирования, исходный спектр кровотока в ГА у пациента с выраженной интраоперационной геморрагической активностью.

18 глаз с активной ПДР (44%) (рис. 1), что обусловлено малым диаметром новообразованных сосудов.

Несмотря на выраженный дефицит кровотока в ЦАС, новообразованные сосуды в фиброглиальных мембранах демонстрировали существенные показатели скорости кровотока. V_{syst} новообразованных сосудов составила в среднем $5,35 \pm 1,1$ см/с, V_{diast} – $2,52 \pm 0,42$ см/с, показатель RI в среднем составил $0,53 \pm 0,07$. Значительная скорость кровотока в новообразованных сосудах фиброглиальных мембран по сравнению с капиллярами здоровой сетчатки может объясняться особенностями их строения (отсутствие базальной мембраны) [3] и приводит к еще более выраженному дефициту ретиальной перфузии.

У 8 из 42 прооперированных пациентов отмечалась интенсивная длительная геморрагическая активность новообразованных сосудов в процессе отсепаровки фиброглиальных мембран, затрудняющая дальнейшие хирургические манипуляции.

Во всех 8 глазах с интраоперационной геморрагической активностью была диагностирована активная ПДР с выраженной васкуляризацией фиброглиальных мембран. Ретроспективный анализ показал (табл. 3), что в данной подгруппе исходно в ГА были выявлены минимальные значения V_{syst} среди всех обследованных подгрупп, достоверно ниже показателей здоровых людей ($p < 0,01$), при достоверном повышении V_{diast} по сравнению с показателями в подгруппе без значимых геморрагических осложнений ($p < 0,05$) (рис. 2, 3). При этом разница между V_{syst} и V_{diast} сократилась на 22% от значения у здоровых людей и на 23%



Рис. 3. УЗ-изображение в режиме дуплексного сканирования, исходный спектр кровотока в ГА у пациента без значимых геморрагических осложнений операции.

от значения в глазах с благоприятным течением операции.

Средний показатель RI в ГА оказался достоверно ($p < 0,05$) выше в подгруппе с благоприятным течением операции, что соответствует общепринятой концепции поражения сосудистой стенки при СД. Показатели RI в ГА глаз с выраженными интраоперационными геморрагическими осложнениями достоверно ниже нормальных значений явились неожиданной находкой. Вероятно, выявленная в настоящем исследовании тенденция

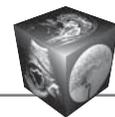


Таблица 3. Средние показатели глазного кровотока при осложненной ПДР в зависимости от особенностей течения хирургического вмешательства

Сосуды глаза	Выраженные геморрагические осложнения (n = 8)			Отсутствие выраженных геморрагических осложнений (n = 34)		
	Vsyst, см/с	Vdiast, см/с	RI	Vsyst, см/с	Vdiast, см/с	RI
ГА	32,14 ± 4,2 [#]	9,24 ± 2,35 [*]	0,71 ± 0,07 ^{**}	39,44 ± 7,52	7,23 ± 1,34	0,82 ± 0,05 [#]
ЦАС	7,92 ± 2,21	1,21 ± 1,65	0,84 ± 0,17	7,7 ± 1,78	1,53 ± 0,9	0,81 ± 0,25
ЗКЦА	13,73 ± 1,8	5,0 ± 2,19	0,64 ± 0,15	12,4 ± 2,7	4,15 ± 1,3	0,67 ± 0,07

* – различие достоверно относительно показателя в группе с отсутствием значимых геморрагических осложнений, $p < 0,05$. # – различие достоверно относительно показателя здоровых людей, $p < 0,05$.

к более низким показателям RI в ГА глаз с исходно наиболее тяжелыми проявлениями осложненной ПДР (сочетание гемофтальма и тракционной отслойки сетчатки), а также в случаях выраженных геморрагических осложнений в ходе операции является проявлением срыва адаптационных механизмов и дисрегуляции сосудистого тонуса.

Заключение

Осложненные формы ПДР характеризуются значимым снижением Vsyst и Vdiast при достоверном повышении RI в ЦАС. Наиболее выраженный дефицит кровотока в ЦАС, максимальный RI отмечены при самых тяжелых клинических проявлениях заболевания – сочетании гемофтальма и тракционной отслойки сетчатки, отражая тяжесть ретинальной капиллярной обструкции и поражения стенок сосудов.

Кроме того, сравнительный анализ особенностей кровотока при различных клинических проявлениях осложненной ПДР показал существенные различия гемодинамических показателей в ГА. Снижение Vsyst при повышении Vdiast, снижение RI в ГА, отмеченные при наиболее тяжелых проявлениях заболевания, оказались наиболее выражены в случаях значимых интраоперационных геморрагических осложнений, что может отражать срыв компенсаторных механизмов и проявление нарушений регуляции сосудистого тонуса.

Активный кровоток в новообразованной ткани ассоциировался с выраженным дисбалансом глазного кровотока: относительно более высокими показателями Vsyst и Vdiast в ГА при резком снижении Vsyst и Vdiast в ЦАС по сравнению с показателями в глазах с клинически бессосудистыми мембранами. Информативность метода для непосредственной визуализации новообразованных сосудов в составе фиброглиальных мембран составляет менее 50%.

Метод ультразвуковой доплерографии с режимами ЦДК и ИД может быть использован для прогноза интраоперационных геморрагических осложнений. Дисбаланс кровотока в ГА – снижение

Vsyst при повышении Vdiast с уменьшением разницы между значениями на 22% и более от нормы, снижение RI – является фактором риска интраоперационных геморрагических осложнений.

Список литературы

1. Lim A., Stewart J., Chui T.Y. et al. Prevalence and risk factors of diabetic retinopathy in a multi-racial underserved population. *Ophthalmic Epidemiol.* 2008; 6: 402–409.
2. Диагностика и лечение диабетической ретинопатии и диабетического макулярного отека. Федеральные клинические рекомендации (протоколы лечения). ООО «Ассоциация врачей-офтальмологов». Москва, 2013. 18 с.
3. Сдобникова С.В., Столяренко Г.Е. Роль задней гиаловидной мембраны в патогенезе и трансцилиарной хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии. *Вестник офтальмологии.* 1999; 115 (1): 11–13.
4. Sawa H., Ikeda T., Matsumoto Y. et al. Neovascularization from scleral wounds as a cause of vitreous bleeding after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *Jpn J. Ophthalmol.* 2000; 44(2): 154–160.
5. Киселева Т.Н. Цветовое доплеровское картирование в офтальмологии. *Вестник офтальмологии.* 2001; 6: 50–52.
6. Котляр К.Е., Дроздова Г.А., Шамшинова А.М. Гемодинамика глаза и современные методы ее исследования. Часть I. Глазное кровообращение и его количественная оценка. *Глаукома.* 2006; 3: 62–73.
7. Neidhofer M., Kessner R., Goldenberg D. et al. Retrobulbar blood flow changes in eyes with diabetic retinopathy: a 10-year follow-up study. *Clin. Ophthalmol.* 2014; 8: 2325–2332.
8. Pauk-Domańska M., Walasik-Szemplińska D. Color Doppler imaging of the retrobulbar vessels in diabetic retinopathy. *J. Ultrason.* 2014; 14 (56): 28–35.
9. Williamson T.H., Harris A. Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. *Surv. Ophthalmol.* 1996; 40 (4): 255–267.
10. Quaranta L., Harris A., Donato F. et al. Color Doppler imaging of ophthalmic artery blood flow velocity: a study of repeatability and agreement. *Ophthalmology.* 1997; 104 (4): 653–658.
11. Nemeth J., Kovacs R., Harkanyi Z. et al. Observer experience improves reproducibility of color Doppler sonography of orbital blood vessels. *J. Clin. Ultrasound.* 2002; 30 (6): 332–335.



12. Gracner T. Ocular blood flow velocity determined by color Doppler imaging in diabetic retinopathy. *Ophthalmologica*. 2004; 218 (4): 237–242.
13. Karami M., Janghorbani M., Dehghani A. et al. Orbital Doppler evaluation of blood flow velocities in patients with diabetic retinopathy. *Rev. Diabet. Stud.* 2012; 9: 2–3.
14. Evans D.W., Harris A., Danis R.P. et al. Altered retrobulbar vascular reactivity in early diabetic retinopathy. *Br. J. Ophthalmol.* 1997; 81 (4): 279–282.
15. Dimitrova G., Kato S., Tamaki Y. et al. Choroidal circulation in diabetic patients. *Eye*. 2001; 15(5): 602–607.
16. Нероев В.В., Колчин А.А., Зуева М.В., Киселева Т.Н. Ассоциации нарушений функциональной активности сетчатки, метаболических и гемодинамических изменений у больных сахарным диабетом без признаков ретинопатии. *Российский офтальмологический журнал*. 2013; 1: 20–25.
17. Вайник Д.М. Нарушение гемодинамики глаз у больных с диабетической ретинопатией и возможности их медикаментозной коррекции: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2000. 23 с.
18. Колчин А.А., Киселева Т.Н., Зуева М.В., Рябина М.В. Глазной кровоток и его изменения у больных сахарным диабетом. *Вестник офтальмологии*. 2012; 128 (2): 60–65.
19. Patel V., Rassam S., Newsom R. Et al. Retinal bloodflow in diabetic retinopathy. *Br. Med. J.* 1992; 305 (6855): 678–683.
20. Dimitrova G., Kato S., Yamashita H. et al. Relation between retrobulbar circulation and progression of diabetic retinopathy. *Br. J. Ophthalmol.* 2003; 87: 622–625.
21. Ishikawa K., Yoshida S., Kobayashi Y. et al. Microarray analysis of gene expression in fibrovascular membranes excised from patients with proliferative diabetic retinopathy. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015; 56 (2): 932–946.
6. Kotlyar K.E., Drozdova G.A., Shamshinova A.M. Hemodynamics eyes and modern methods of study. Part I. Ocular blood flow and its quantitative estimation. *Glaucoma*. 2006; 3: 62–73. (In Russian)
7. Neidofer M., Kessner R., Goldenberg D. et al. Retrobulbar blood flow changes in eyes with diabetic retinopathy: a 10-year follow-up study. *Clin. Ophthalmol.* 2014; 8: 2325–2332.
8. Pauk-Domańska M., Walasik-Szemplińska D. Color Doppler imaging of the retrobulbar vessels in diabetic retinopathy. *J. Ultrason.* 2014; 14 (56): 28–35.
9. Williamson T.H., Harris A. Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. *Surv. Ophthalmol.* 1996; 40 (4): 255–267.
10. Quaranta L., Harris A., Donato F. et al. Color Doppler imaging of ophthalmic artery blood flow velocity: a study of repeatability and agreement. *Ophthalmology*. 1997; 104 (4): 653–658.
11. Nemeth J., Kovacs R., Harkanyi Z. et al. Observer experience improves reproducibility of color Doppler sonography of orbital blood vessels. *J. Clin. Ultrasound*. 2002; 30 (6): 332–335.
12. Gracner T. Ocular blood flow velocity determined by color Doppler imaging in diabetic retinopathy. *Ophthalmologica*. 2004; 218 (4): 237–242.
13. Karami M., Janghorbani M., Dehghani A. et al. Orbital Doppler evaluation of blood flow velocities in patients with diabetic retinopathy. *Rev. Diabet. Stud.* 2012; 9: 2–3.
14. Evans D.W., Harris A., Danis R.P. et al. Altered retrobulbar vascular reactivity in early diabetic retinopathy. *Br. J. Ophthalmol.* 1997; 81 (4): 279–282.
15. Dimitrova G., Kato S., Tamaki Y. et al. Choroidal circulation in diabetic patients. *Eye*. 2001; 15(5): 602–607.
16. Nerоев В.В., Колчин А.А., Зуева М.В., Киселева Т.Н. Ассоциация функциональной активности ретины, метаболических и гемодинамических изменений у больных сахарным диабетом без признаков ретинопатии. *Российский офтальмологический журнал*. 2013; 1: 20–25. (In Russian)
17. Вайник Д.М. Нарушение гемодинамики глаза и возможности их медикаментозной коррекции: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Красноярск. 2000; 23 с. (In Russian)
18. Колчин А.А., Киселева Т.Н., Зуева М.В., Рябина М.В. Оcular blood flow and changes in diabetic patients. *Zhurnal Ophthalmologii*. 2012; 128 (2): 60–65. (In Russian)
19. Patel V., Rassam S., Newsom R. Et al. Retinal bloodflow in diabetic retinopathy. *Br. Med. J.* 1992; 305 (6855): 678–683.
20. Dimitrova G., Kato S., Yamashita H. et al. Relation between retrobulbar circulation and progression of diabetic retinopathy. *Br. J. Ophthalmol.* 2003; 87: 622–625.
21. Ishikawa K., Yoshida S., Kobayashi Y. et al. Microarray analysis of gene expression in fibrovascular membranes excised from patients with proliferative diabetic retinopathy. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015; 56 (2): 932–946.

References