

Количественные методы определения микроциркуляции при диабетической ретинопатии



ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ



ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ

СТРУКТУРА УЧЕБНОГО СОДЕРЖАНИЯ

1. Глоссарий
2. Определение
3. Основные диагностические критерии установления диагноза ДР
 - 3.1 Непролиферативная ДР
 - 3.2 Препролиферативная ДР (тяжелая непролиферативная ДР)
 - 3.3 Пропролиферативная ДР
4. Диагностика ДР
5. Количественные методы определения микроциркуляции у пациентов с ДР
 - 5.1 Оптическая когерентная томография в режиме ангиографии
 - 5.2 Лазерная спекл-флоуграфия
6. Заключение



Глоссарий



Глоссарий

1. ДР - диабетическая ретинопатия
2. ДЗН – диск зрительного нерва
3. ИРМА – интравитреальные микроваскулярные аномалии
4. ОКТ-А - оптическая когерентная томография с функцией ангиографии
5. СД - сахарный диабет
6. ФАГ – флюоресцентная ангиография
7. ФАЗ – фовеальная аваскулярная зона
8. LSFG – лазерная спекл-флоуграфия
9. PERIM – периметр ФАЗ
10. FD – плотность перифовеолярных микрососудов



Определение



Диабетическая ретинопатия

Диабетическая ретинопатия (ДР) - специфическое позднее нейрососудистое осложнение сахарного диабета, развивающееся, как правило, последовательно от изменений, связанных с повышенной проницаемостью и окклюзией ретинальных сосудов, до появления новообразованных сосудов и фиброглияльной ткани.



Основные диагностические критерии установления диагноза ДР



1. Нефролиферативная диабетическая ретинопатия



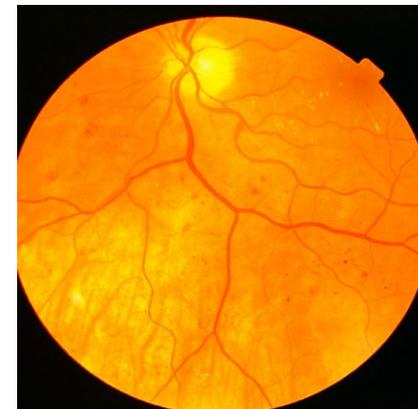
Офтальмоскопия/биомикроскопия глазного дна при непролиферативной диабетической ретинопатии

Легкая непролиферативная ДР - единичные микроаневризмы, точечные ретинальные геморрагии.

ФАГ: микроаневризмы, локальные зоны диффузии красителя.

Средне-тяжелая непролиферативная ДР - множественные микроаневризмы и точечные геморрагии; ватообразные очаги; единичные ИРМА; венозные аномалии менее чем в двух квадрантах; ретинальные геморрагии в виде пятен менее чем в четырех квадрантах средней периферии.

ФАГ: локальные зоны ишемии. Микроаневризмы, ретинальные кровоизлияния, «мягкие» («ватные») экссудаты.



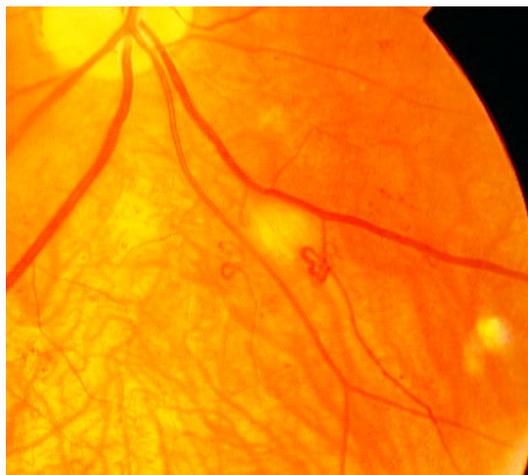
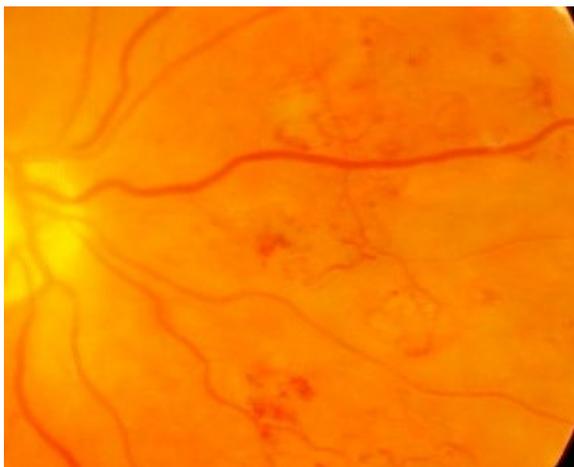
2. Препролиферативная диабетическая ретинопатия (тяжелая непролиферативная)



Офтальмоскопия/биомикроскопия глазного дна при препролиферативной диабетической ретинопатии

Признаки непролиферативной ДР + наличие хотя бы одного из 3 признаков:

- интравитреальные микроваскулярные аномалии хотя бы в одном квадранте;
- венозные аномалии в 2-х и более квадрантах;
- множественные ретинальные геморрагии в виде пятен в 4-х квадрантах глазного дна.
- ФАГ – обширные ишемические зоны на периферии глазного дна



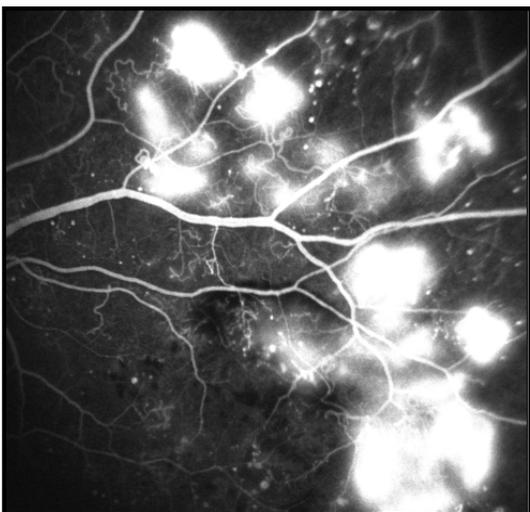
3. Проллиферативная диабетическая ретинопатия



Офтальмоскопия/биомикроскопия глазного дна при пролиферативной диабетической ретинопатии

признаки не/препролиферативной ДР +

- неоваскуляризация (и/или фиброзная пролиферация диска зрительного нерва и/или сетчатки);
- и/или преретинальные и/или витреальные кровоизлияния;
- и/или тракционная (или тракционно-регатогенная) отслойка сетчатки, неоваскулярная глаукома.



Диагностика диабетической ретинопатии



Инструментальные диагностические исследования всем пациентам с ДР

1. Визометрия;
2. Офтальмотонометрия (в том числе под местной анестезией с использованием раствора местного анестетика);
3. Рефрактометрия или определение рефракции с помощью набора пробных линз;
4. Биомикроскопия переднего отдела глаза и стекловидного тела;
5. Гониоскопия под местной анестезией (с использованием раствора местного анестетика) пациентам с выявленным при биомикроскопии радужки рубезом и/или нарушением регуляции офтальмотонуса при диагностике заболевания;
6. Биомикроскопия глазного дна или офтальмоскопия в условиях медикаментозного мидриаза (с использованием антихолинергических средств и симпатомиметиков (исключая противоглаукомные препараты), включая фиксированные комбинации).

Клинические рекомендации. Сахарный диабет: ретинопатия диабетическая, макулярный отек диабетический. 2023 год.



Инструментальные диагностические исследования пациентам с ДР при наличии показаний и технической возможности

1. Биомикрофотография глазного дна с использованием фундус-камеры;
2. Оптическое исследование сетчатки с помощью компьютерного анализатора (оптическая когерентная томография, ОКТ) всем пациентам с диабетическим макулярным отеком или с подозрением на его наличие при диагностике заболевания;
3. Оптическое исследование сетчатки с помощью компьютерного анализатора в режиме ангиографии (оптическая когерентная томография в режиме ангиографии, ОКТ-А);
4. Флуоресцентная ангиография глаза (ФАГ);

Данные методы приводятся в условиях медикаментозного мидриаза (с использованием антихолинергических средств и симпатомиметиков (исключая противоглаукомные препараты), включая фиксированные комбинации).

Клинические рекомендации. Сахарный диабет: ретинопатия диабетическая, макулярный отек диабетический. 2023 год.



Количественные методы определения микроциркуляции у пациентов с ДР



1. Оптическая когерентная томография в режиме ангиографии



Определение

Оптическая когерентная томография в режиме ангиографии (ОКТ-А) - метод визуализации микроциркуляции в тканях глазного яблока на гистологическом уровне *in vivo* без использования красителей.



Технологии

1. Технология на основе **фазового анализа** (PV-OCT, оптическая микроангиография, доплеровская дисперсионная технология (доплер-ОКТ));
2. Технология на основе **интенсивности спекла или декорреляции** (SSADA технология);
3. Технология на основе анализа **спекл-дисперсии** (SV-OCT);
4. Технология на основе **комплексного сигнала** (Zeiss с алгоритмом OMAG).

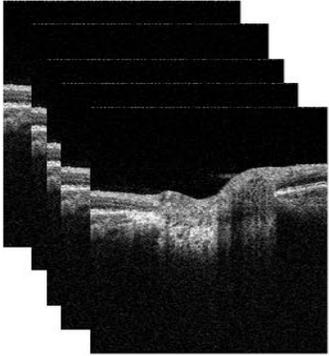
Семенова Н.С., Ларичев А.В., Акопян В.С. «Swept source» — оптическая когерентная томография: обзор технологии. Вестник офтальмологии. 2020;136(1):111-116.



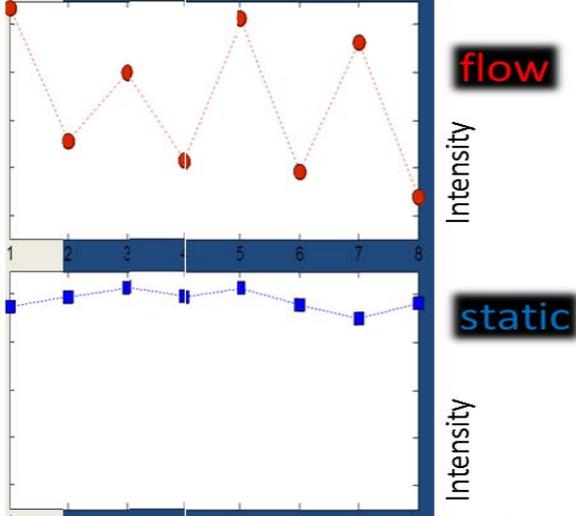
SSADA технология

Регистрируется амплитуда сигнала в точках

Принцип декорреляции при сравнении изображений



Набор последовательных В-сканов



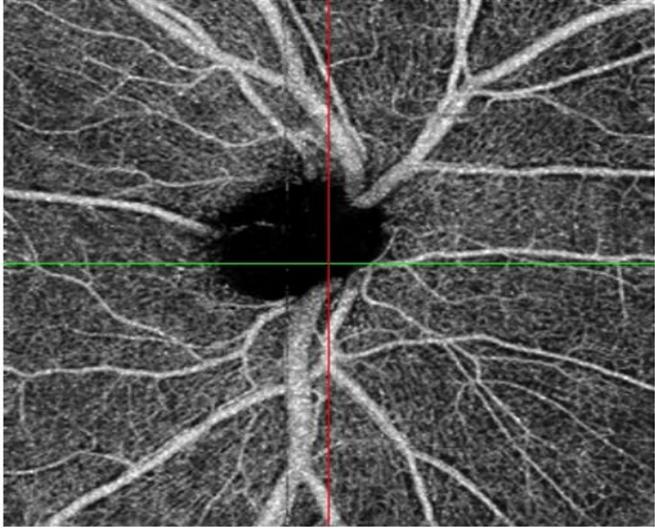
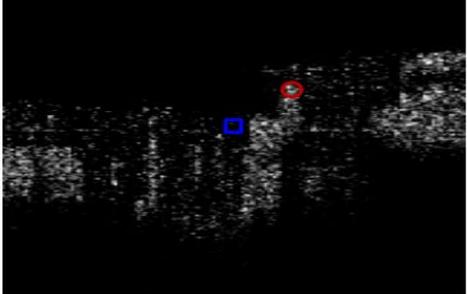
flow

static

$$D_n(x, z) = 1 - \frac{A_n(x, z) A_{n+1}(x, z)}{\left[\frac{1}{2} A_n(x, z)^2 + \frac{1}{2} A_{n+1}(x, z)^2 \right]}$$

$(n=1 \rightarrow N-1)$

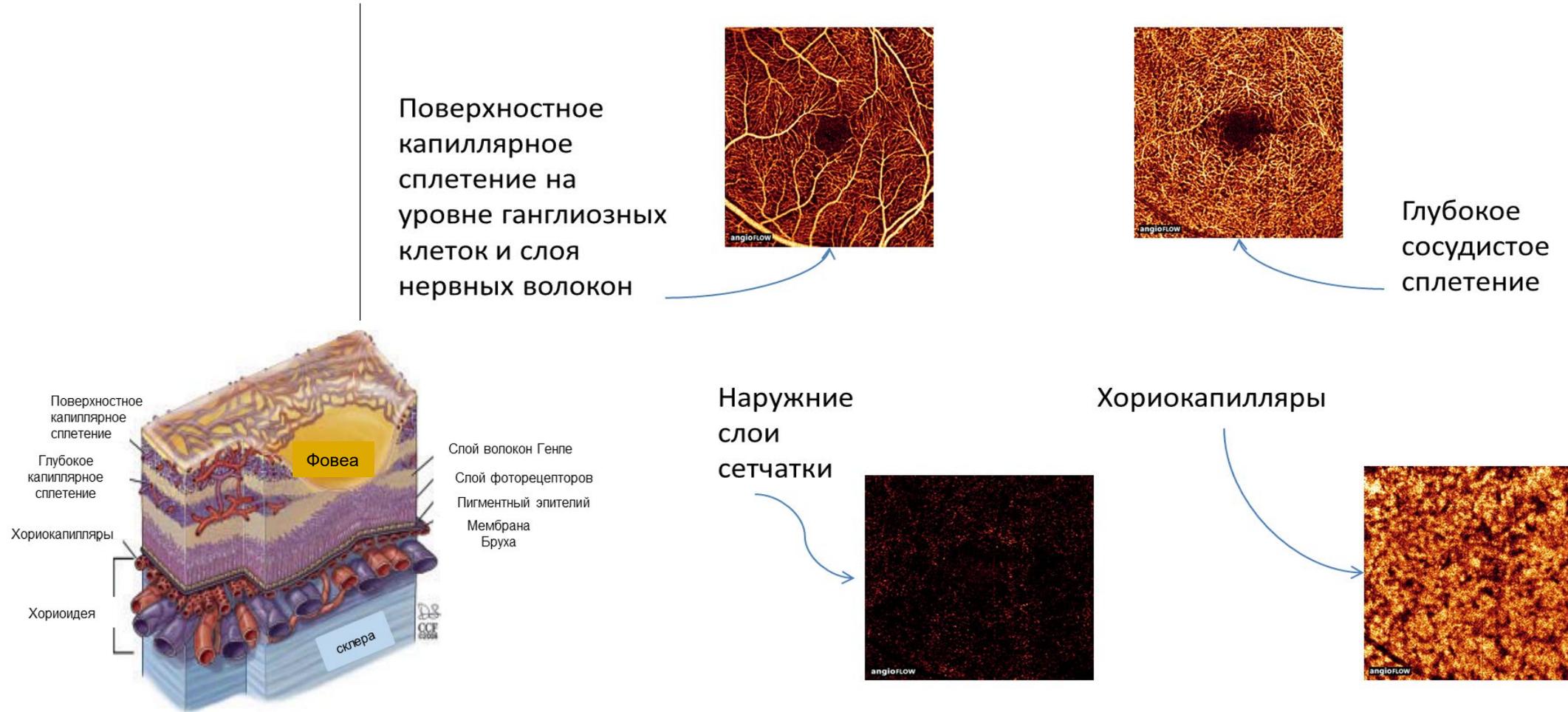
Анализ разницы амплитуд зондирующего лазерного луча, отраженного/рассеянного от выбранной точки при повторном сканировании по сравнению с первым сканированием.



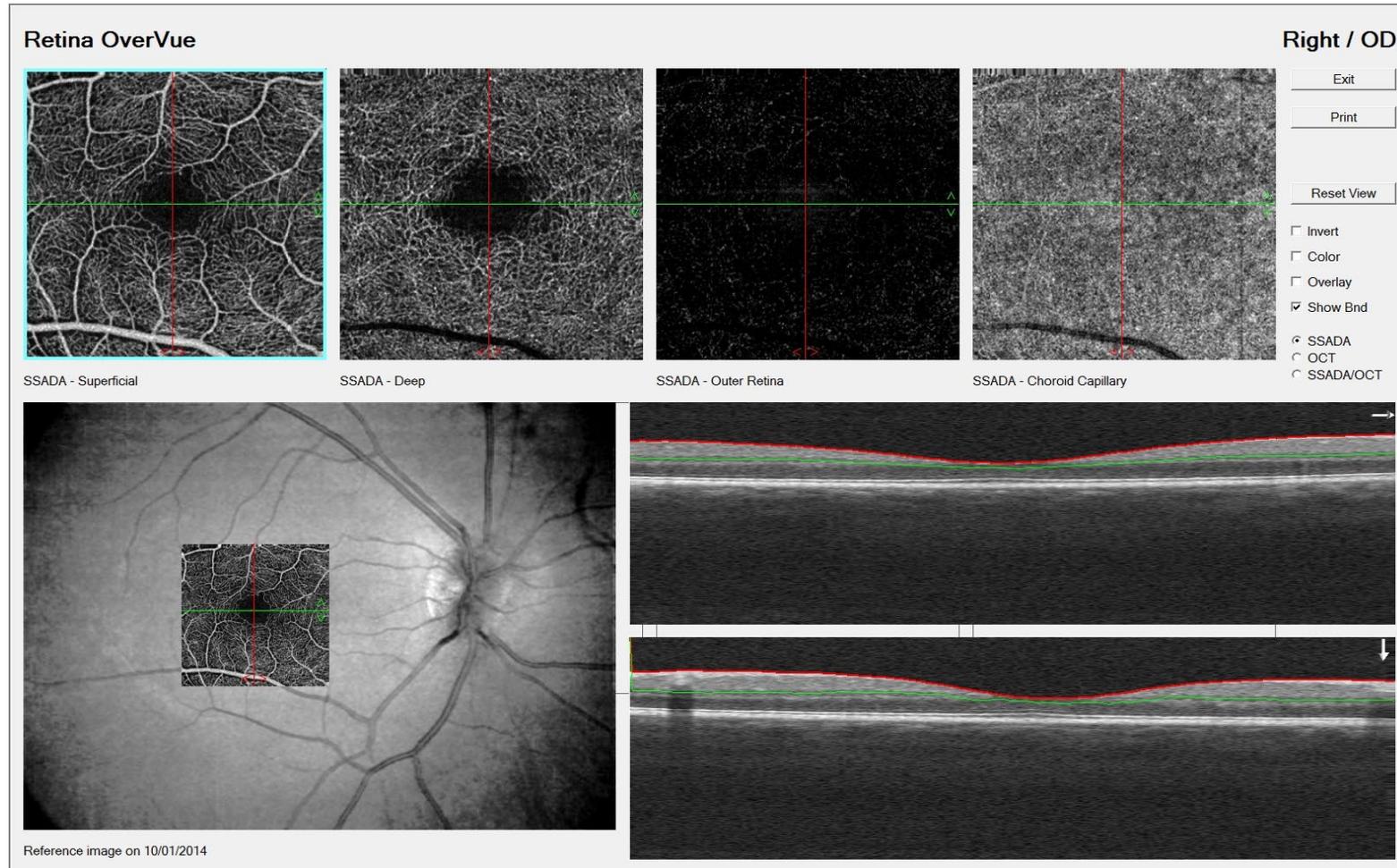
Jia Y, Tan O, Tokayer J, et. al., Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Optics Express* 2012; 20:4710



Послойная визуализация сосудистого рисунка



ОКТ-ангиограмма в норме



Алгоритм диагностики микрососудистых изменений по ОКТ- А

1. Количественная оценка параметров фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ)
 - площадь ФАЗ
 - периметр ФАЗ (PERIM)
 - плотность перифовеолярных микрососудов (FD)
 - индекс ациркулярности
2. Количественная оценка капиллярных изменений
 - сосудистая плотность
 - параметры, оцениваемые с помощью скелетизации (плотность длины сосудов, индекс диаметра сосудов)
 - фрактальная размерность
3. Анализ аваскулярных зон
4. Диагностика сосудистых аномалий и микроаневризм, визуализация новообразованных сосудов



Количественная оценка параметров ФАЗ. Площадь ФАЗ в норме

Параметры	ФАЗ, мм ²
Зона сканирования 3х3 мм	0,26±0,02
минимум	0,06
максимум	0,48
Зона сканирования 6х6 мм	0,27±0,02
минимум	0,06
максимум	0,46

Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. Российский офтальмологический журнал. 2017;10(2):40-45. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45>



Количественная оценка параметров ФАЗ. Площадь ФАЗ у больных СД и на разных стадиях ДР

Площадь ФАЗ, мм ²	СД без ДР	Непролиферативная ДР	Препролиферативная ДР	Пролиферативная ДР
Зона сканирования 3х3 мм	0,32±0,03	0,33±0,04	0,40±0,15	0,41±0,07
минимум	0,10	0,12	0,09	0,08
максимум	0,40	0,46	0,80	0,81
Зона сканирования 6х6 мм	0,34±0,03	0,34±0,04	0,44±0,08	0,45±0,10
минимум	0,13	0,14	0,12	0,10
максимум	0,43	0,51	0,80	0,83

Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. *Российский офтальмологический журнал*. 2017;10(2):40-45. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45>

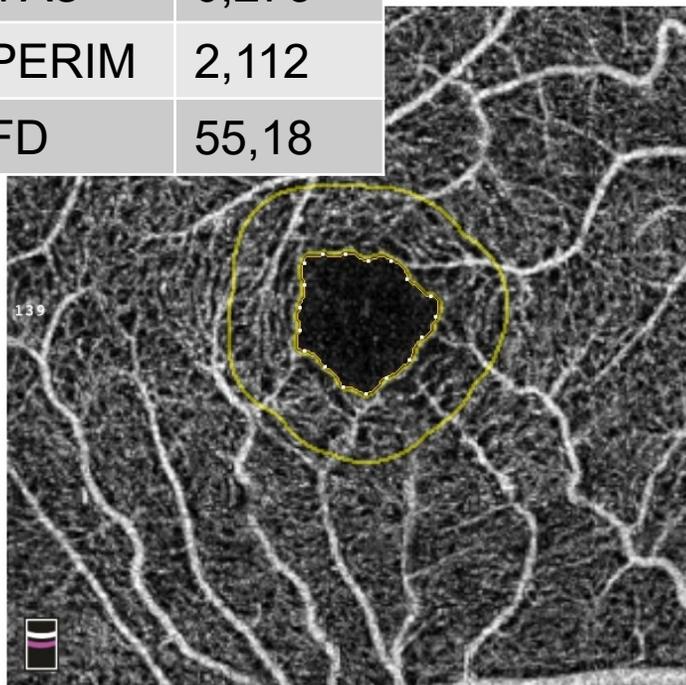


Количественная оценка параметров ФАЗ.

FAZ, PERIM, FD

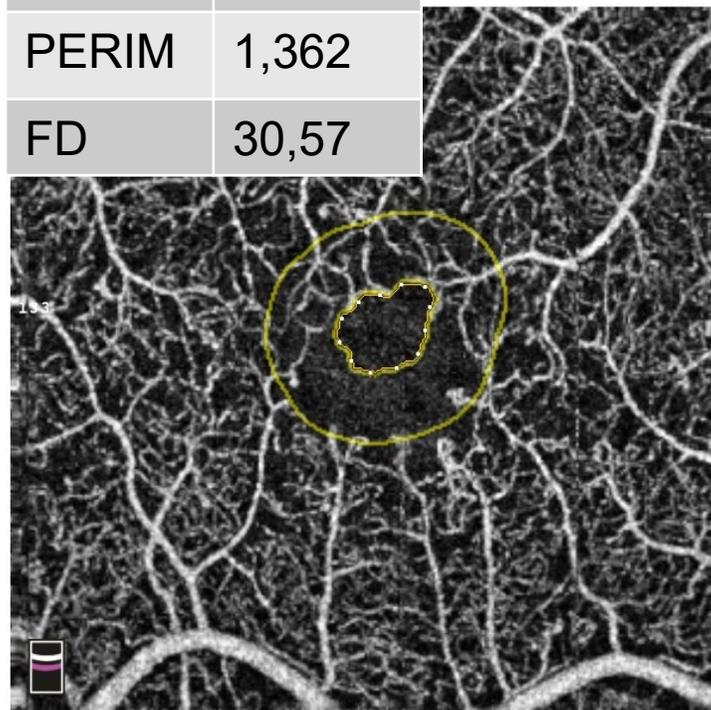
НОРМА

ФАЗ	0,273
PERIM	2,112
FD	55,18



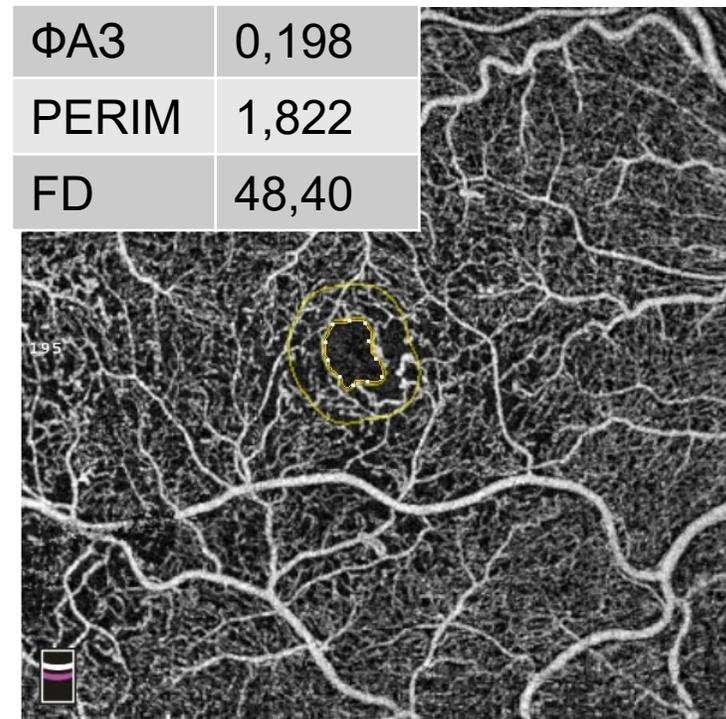
ПДР

ФАЗ	0,109
PERIM	1,362
FD	30,57



ПДР

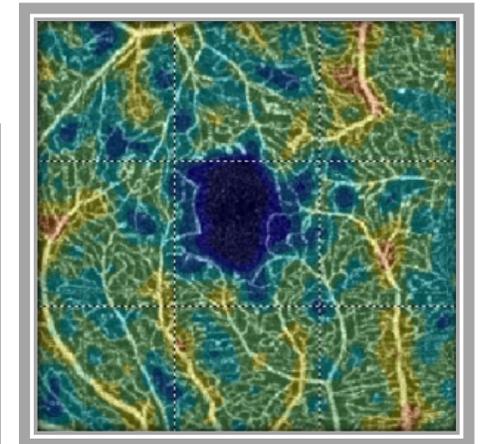
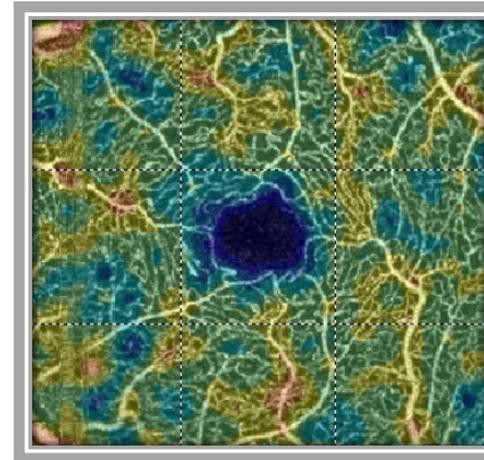
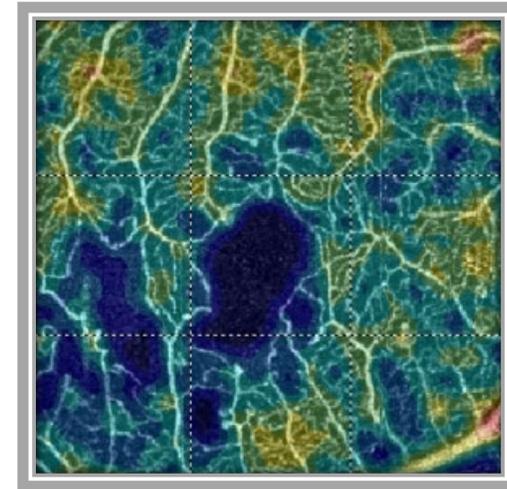
ФАЗ	0,198
PERIM	1,822
FD	48,40



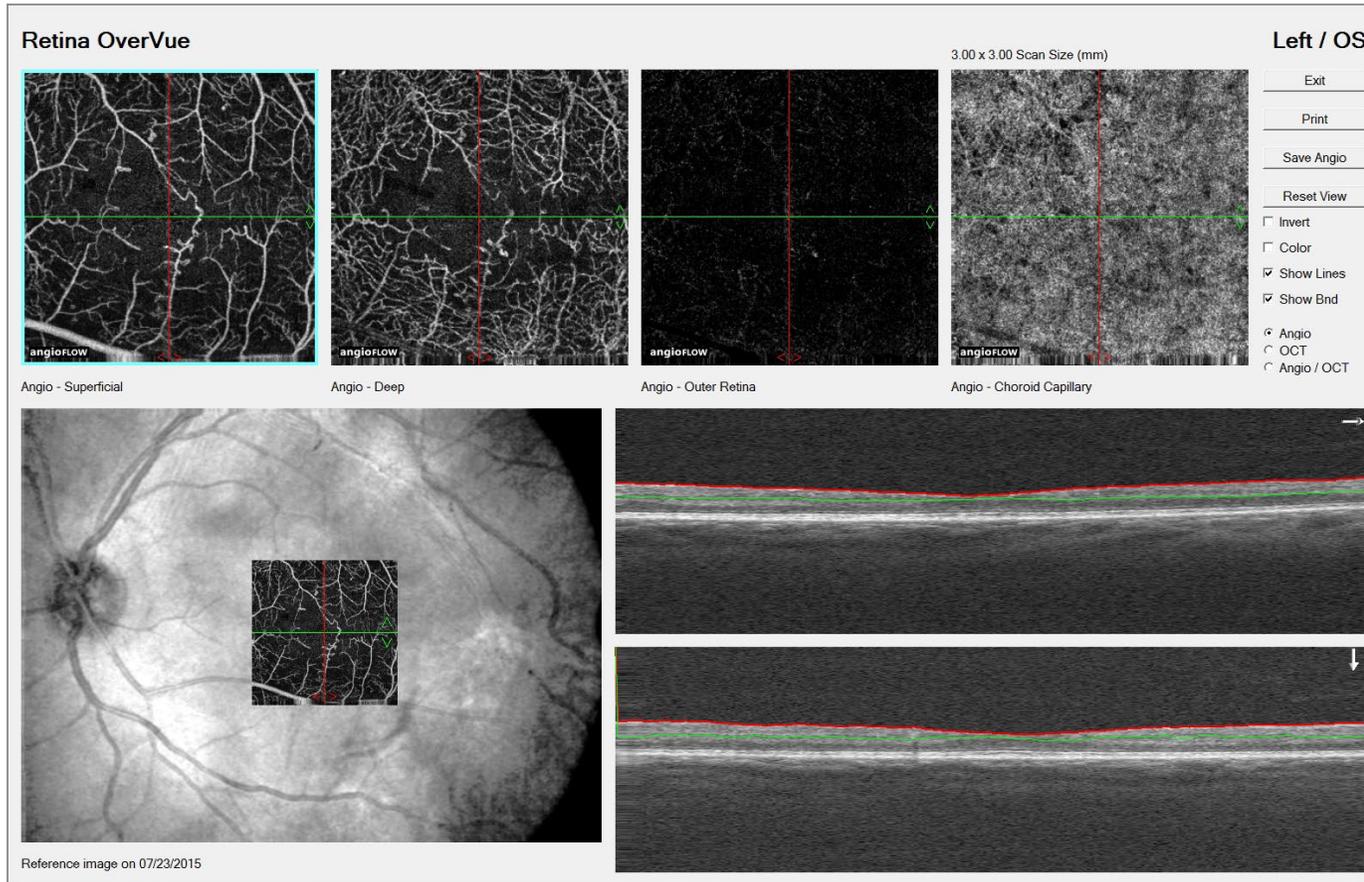
Качественная оценка изменений ФАЗ

Признаки патологии ФАЗ при ДР:

- Аномалии перифовеолярного сосудистого сплетения
- Неравномерность сосудистого контура
- Разорванность перифовеолярного сосудистого кольца
- Разреженность перифовеолярного сосудистого рисунка
- Перифовеолярные локальные ишемические зоны



ОКТ-А в диагностике ишемической макулопатии



Количественная оценка параметров ФАЗ

Индекс ациркулярности – отражает отклонение формы ФАЗ от идеального круга и рассчитывается как отношение параметра ФАЗ к периметру круга соответствующей площади. При идеальной циркулярности индекс – 1.

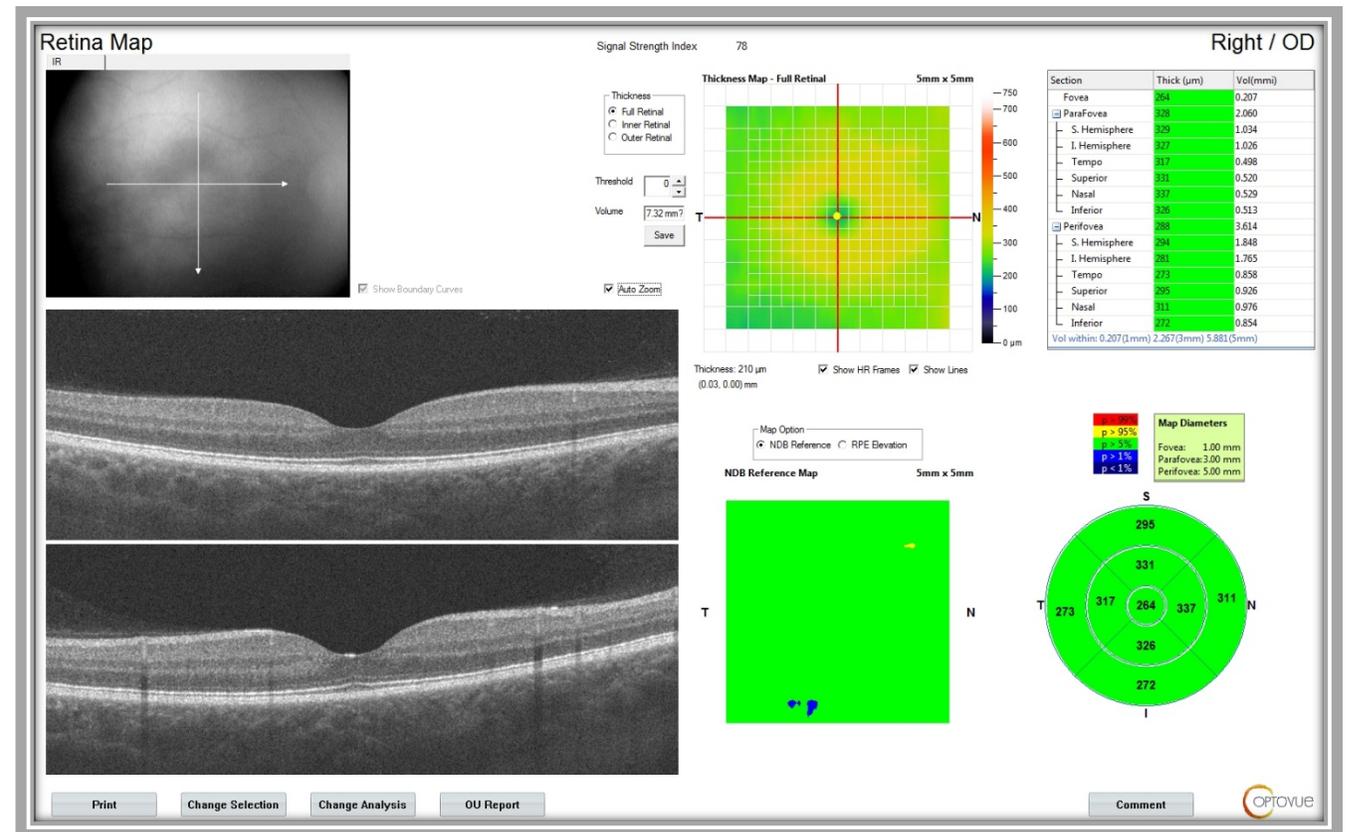
$$FAZ AI = 4\pi \times \text{площадь}/\text{периметр}$$

*Стулова А.Н., Семенова Н.С., Железнякова А.В., Акопян В.С., Липатов Д.В. Современные подходы к выявлению доклинических признаков диабетической ретинопатии с помощью ОКТ-ангиографии. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(3):124- 130.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-124-130>*



Количественная оценка плотности капиллярной сети. Нормативные показатели.

Зоны исследования	3x3 мм, %	6x6 мм, %
Верхне-височный	55,42±0,37	47,73±0,64
Верхний	58,03±0,31	52,78±0,64
Верхне-носовой	58,18±0,34	55,11±0,42
Носовой	56,84±0,31	56,18±0,61
Центральный	36,28±0,66	52,71±0,45
Височный	55,42±0,37	54,26±0,52
Нижне-височный	54,97±0,32	50,14±0,66
Нижний	57,97±0,34	53,05±0,56
Нижне-носовой	55,64±0,39	55,21±0,43
Зона фовеа + парафовеа	54,61±0,26	53,03±0,43
Зона фовеа	31,77±0,80	34,65±1,28
Зона парафовеа	56,96±0,27	56,26±0,41



Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. *Российский офтальмологический журнал*. 2017;10(2):40-45. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45>

Параметры, оцениваемые методом скелетизации

Скелетизация – метод обработки изображения сосудистой сети, при котором толщина рисунка сосудистой сети в любой точке составляет 1 пиксель. Таким образом устраняется влияние диаметра сосудов на оценку плотности сосудистого русла.

Плотность длины сосудов - рассчитывается как отношение числа пикселей сосудистого рисунка к общему количеству пикселей скелетизированного изображения.

Индекс диаметра сосудов - представляет собой соотношение числа пикселей васкулярной сети бинарного изображения к соответствующему числу пикселей скелетизированного изображения.

Фрактальная размерность - характеристика степени сложности ветвления ретинальных сосудов.

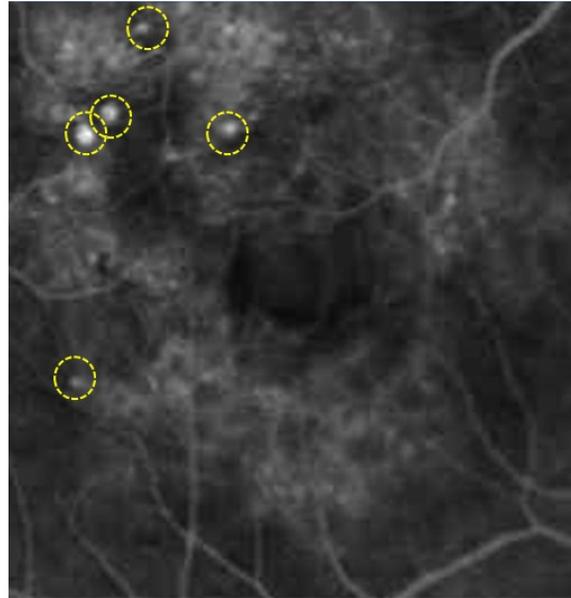
*Стулова А.Н., Семенова Н.С., Железнякова А.В., Акопян В.С., Липатов Д.В. Современные подходы к выявлению доклинических признаков диабетической ретинопатии с помощью ОКТ-ангиографии. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(3):124-130.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-124-130>*



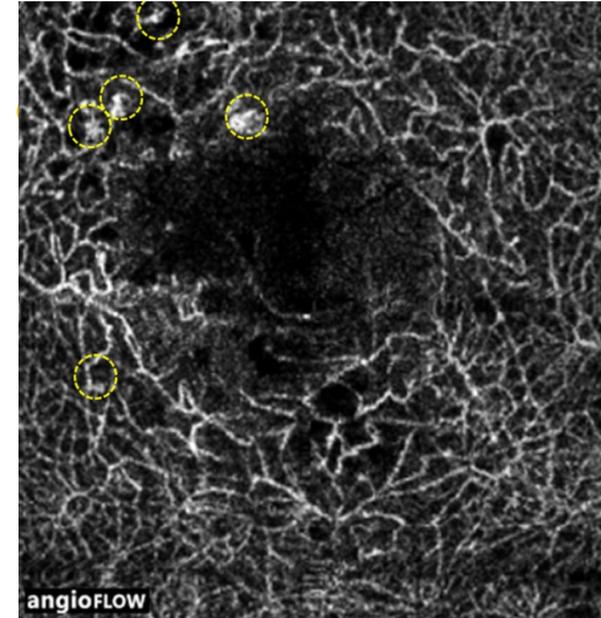
Диагностика сосудистых аномалий и микроаневризм



ОКТ-А поверхностное
сосудистое сплетение

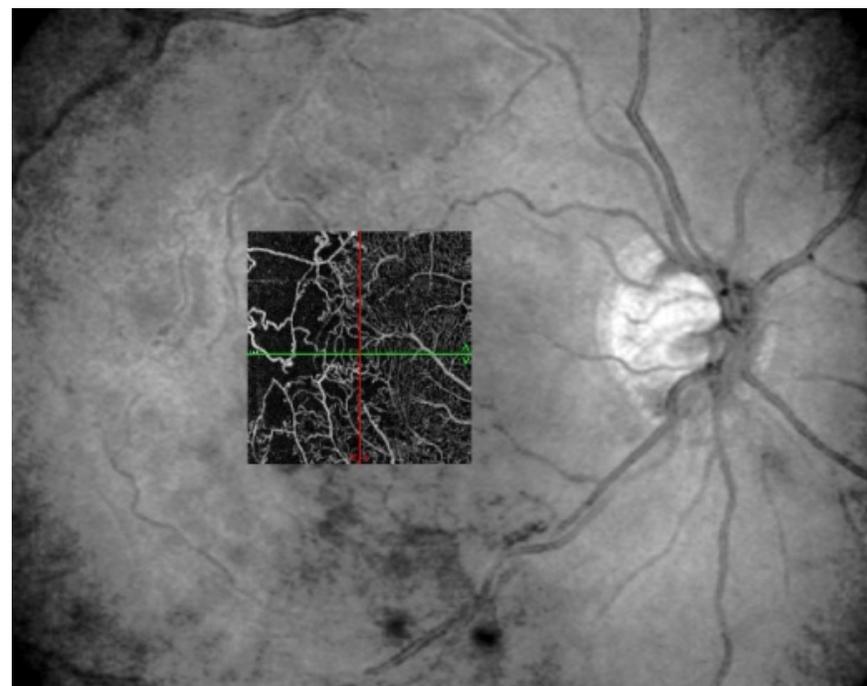
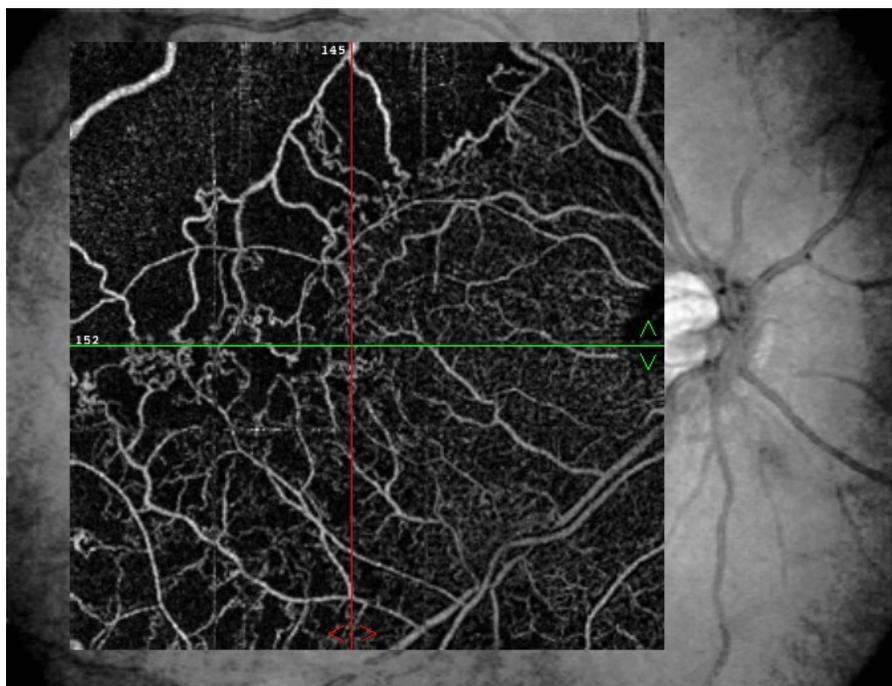


ФАГ

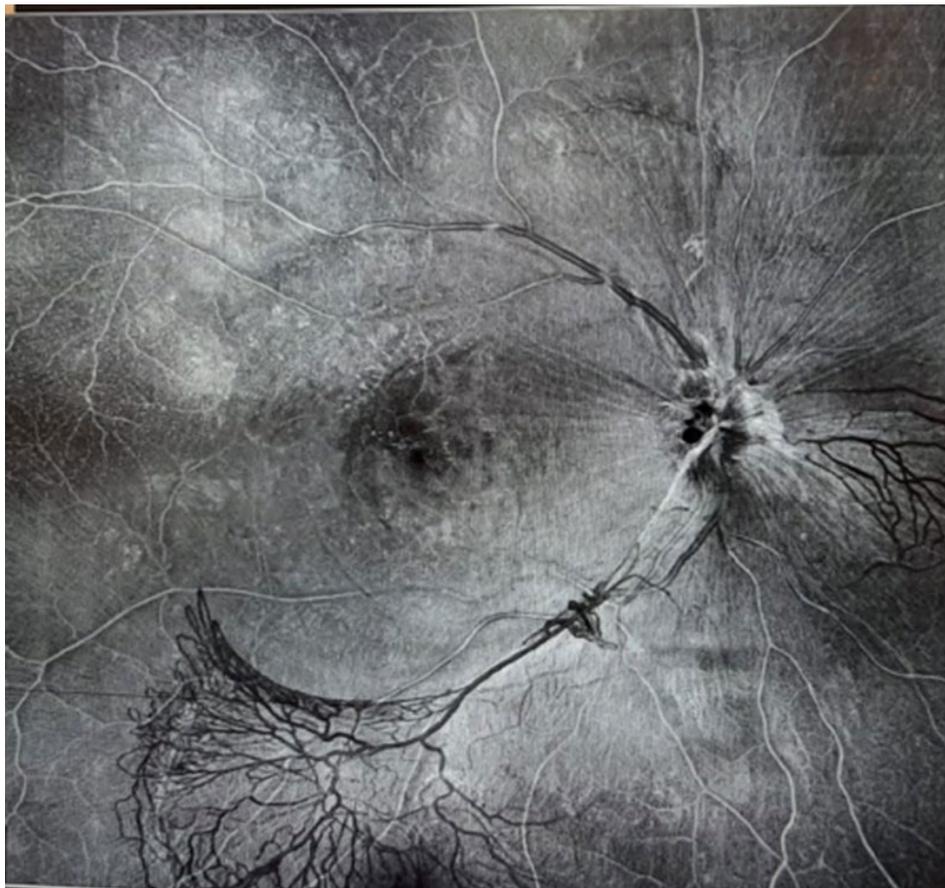


ОКТ-А глубокое
сосудистое сплетение

Анализ аваскулярных зон



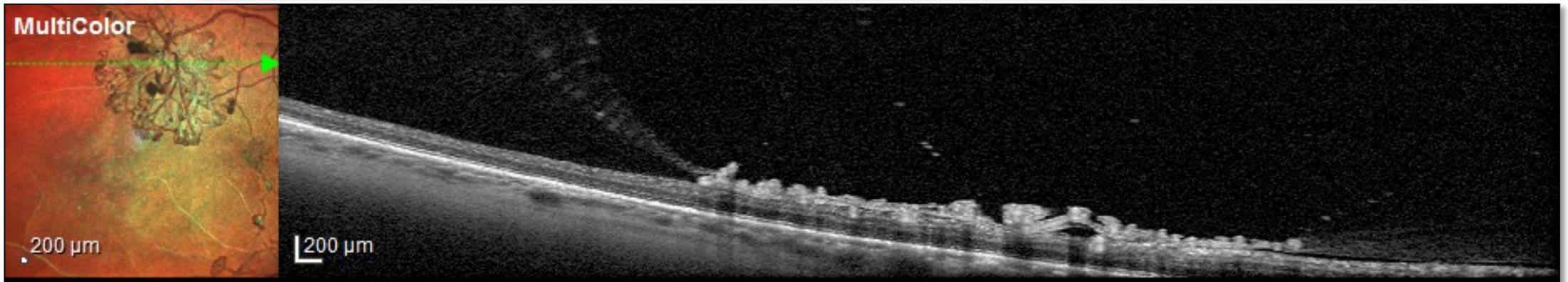
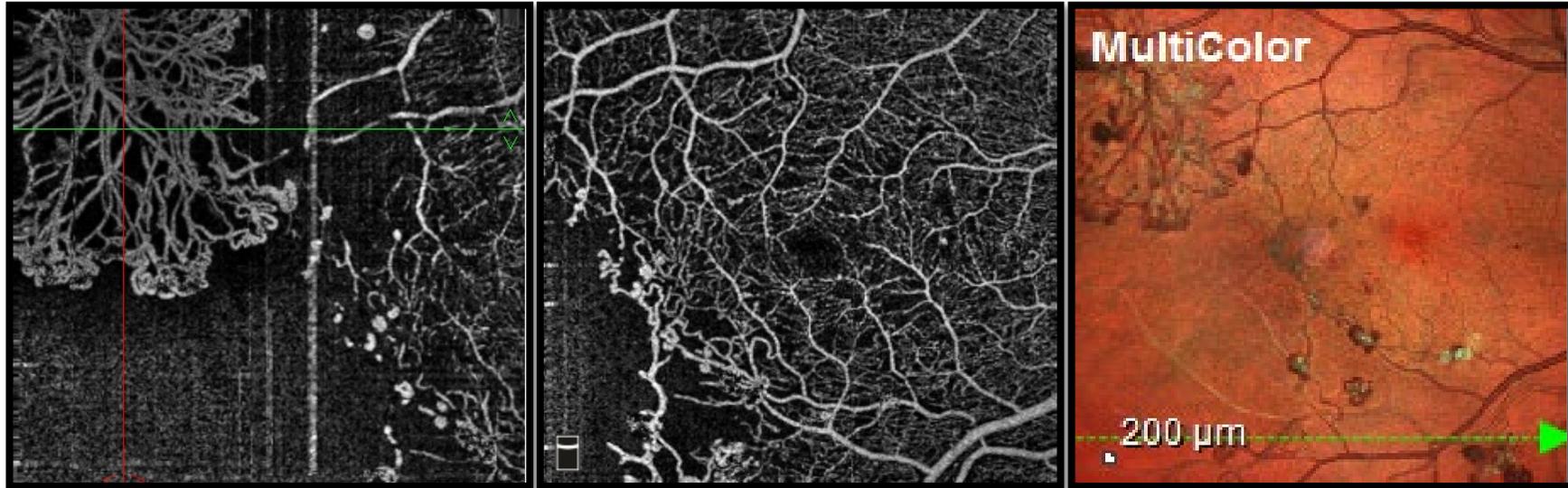
Диагностика ишемических изменений на периферии глазного дна. Широкопольная ОКТ-А



Сканы предоставлены Фоминым А.А.



Визуализация новообразованных сосудов



2. Лазерная спекл-флоуграфия



Определение

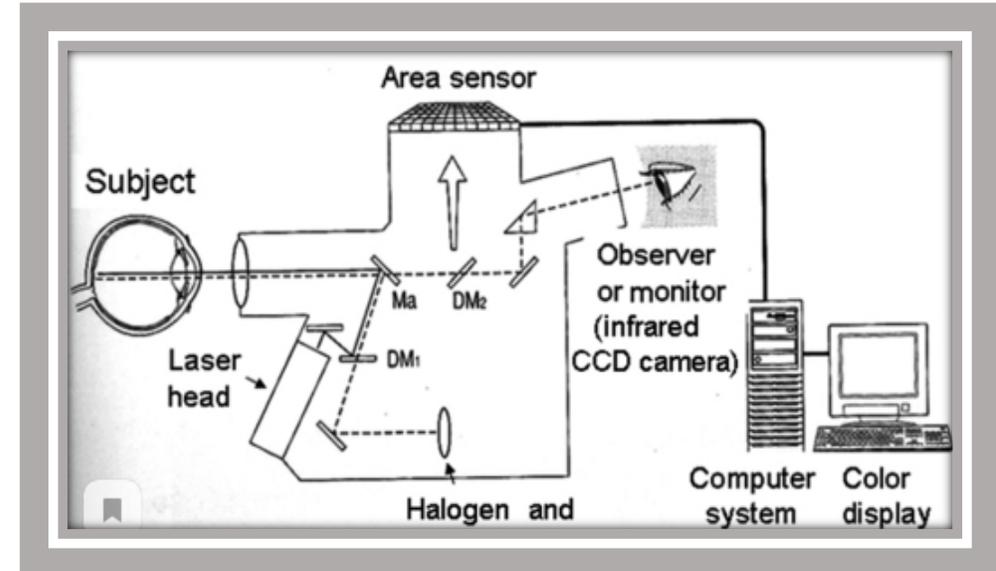
Лазерная спекл-флоуграфия (LSFG) – это новый неинвазивный метод двумерной оценки объемного кровотока глазного дна в режиме реального времени.

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2



Технология

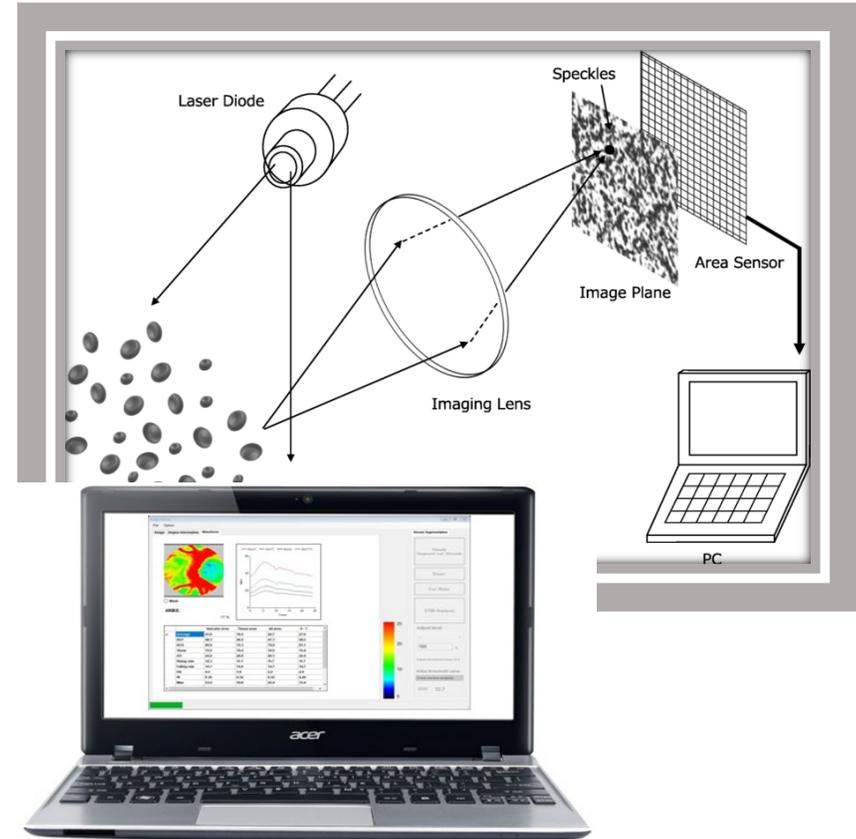
Рассеянное излучение диодного лазера длиной волны 830 нм используется для получения спекл-контрастного изображения, возникающего в результате интерференции волн, рассеянных отдельными частицами (форменными элементами крови).



Технология

Излучение отраженное от ткани, не изменяя своей частоты, создает рисунок на плоскости, где сфокусирован датчик площади, а излучение, отраженное от движущихся клеток крови меняет частоту относительно зондирующего сигнала.

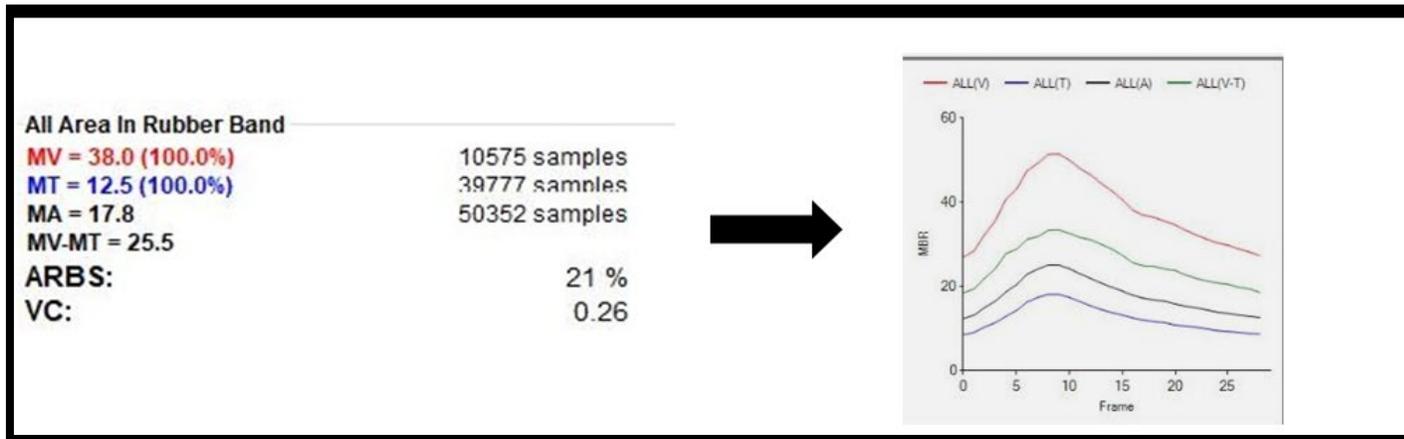
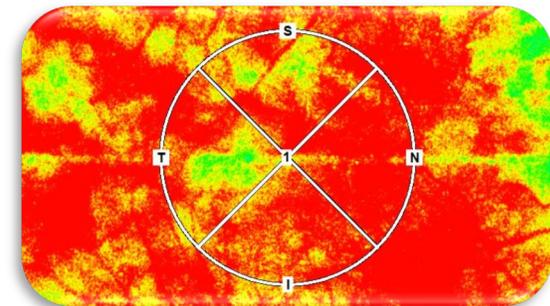
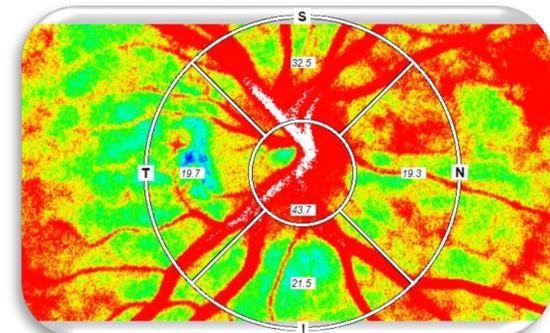
Полученные результаты обрабатываются компьютером для вывода на экран изображений глазного дна



Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Определяются параметры кровотока в области диска зрительного нерва (ДЗН) и макулы в режиме реального времени с последующей количественной оценкой:

- В области ДЗН исследуется кровотоки крупных ретинальных сосудов и в ткани головки зрительного нерва
- В макулярной зоне исследуется ретинальный и хориоидальный кровотоки



Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Mean Blur Rate – MBR

Основной показатель, определяемый с помощью LSFG, носит название MBR - «средний показатель нечеткости (размытости) изображения».

MBR является мерой объемной скорости кровотока и выражается в относительных единицах.

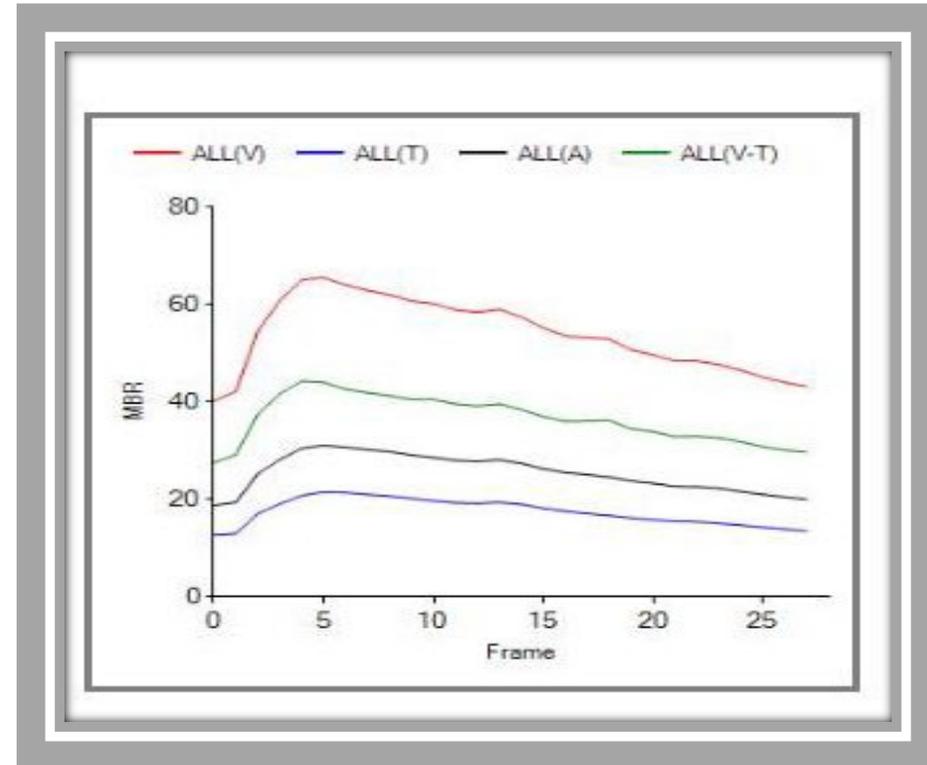


*«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В.,
Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2*

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Помимо интегрального показателя MBR можно отдельно вычислить параметры MBR для:

- крупных сосудов (**MBR of Vascular area, MV**)
- сосудов микроциркулярного русла (**MBR of Tissue area, MT**)

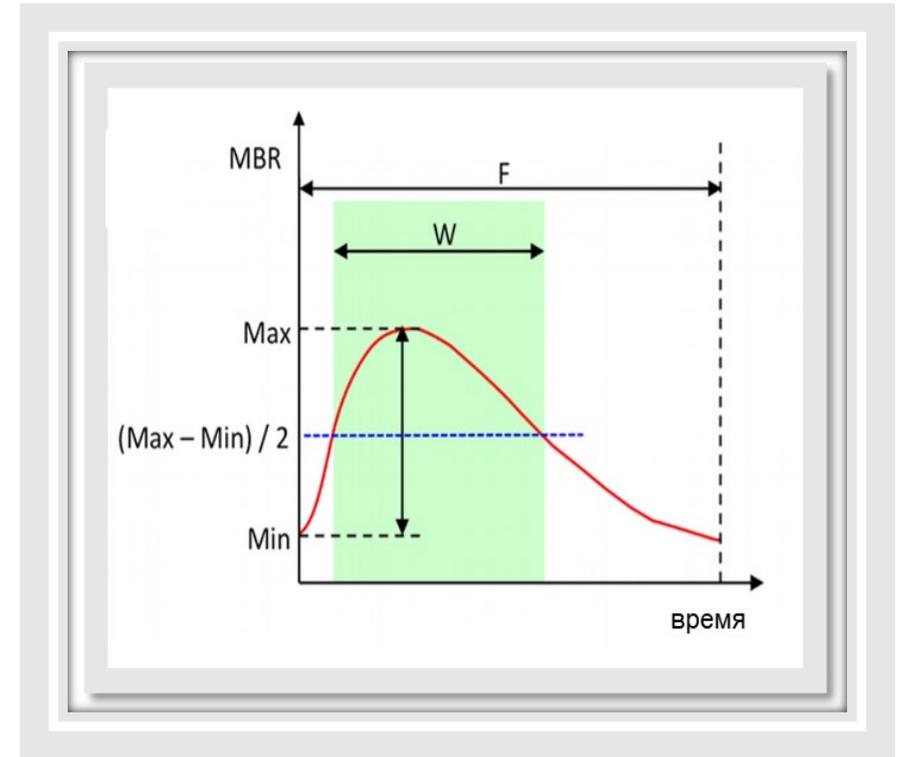


«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

ВОТ (blowout time) (время выброса) – процент времени пульсовой волны, когда процесс достигает **максимального значения** в течение одного полного сердечного цикла (время, в течение которого MBR превышает половину среднего значения минимального и максимального сигнала). Повышение ВОТ свидетельствует о высоком уровне кровотока в течение сравнительно большого отрезка времени за одно сердечное сокращение.

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2



Формула

$$ВОТ = C \times W / F$$

C = постоянная величина

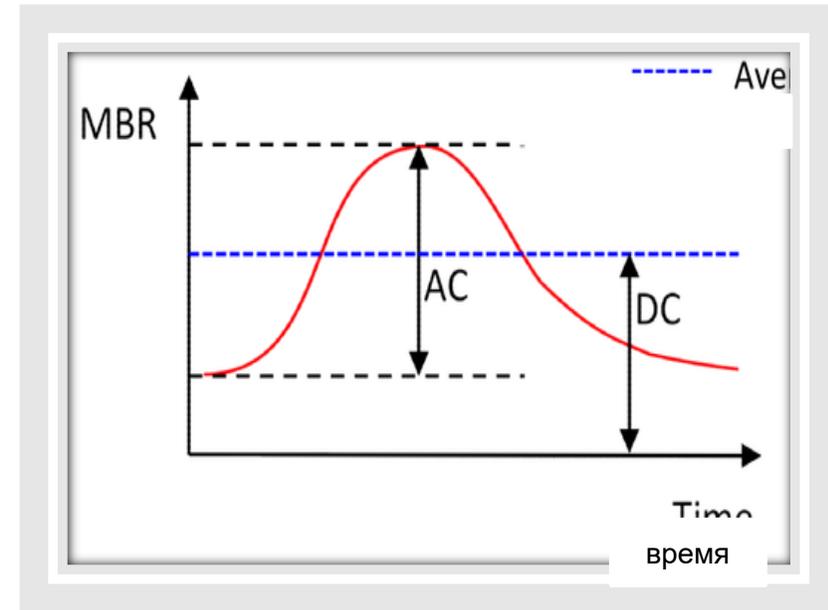
W = половина среднего значения min и max сигнала

F – продолжительность сердечного цикла

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

BOS (blowout score) - отображает объем кровотока за одно сердечное сокращение, также считается, что этот показатель отражает состояние сопротивления в сосудистом русле.

Более высокий BOS указывает на большую наполняемость кровеносного русла за одно сердечное сокращение.



Формула

$$\text{BOS} = (2 - \text{AC}/\text{DC})/2 \times 100$$

$$\text{AC} = \text{Max MBR} - \text{Min MBR}$$

DC = средний объем кровотока за одно сердечное сокращение

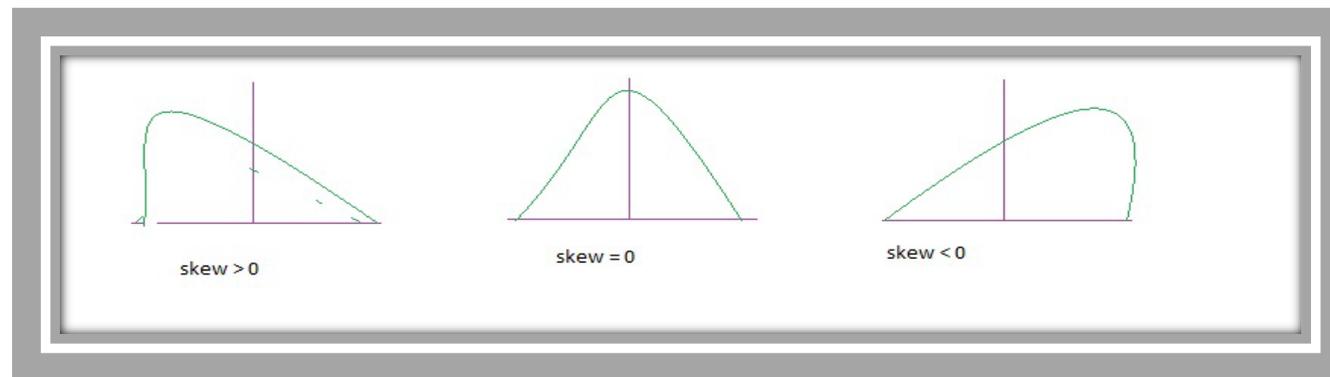
«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии»

Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2



Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Skew отражает в большей степени состояние общей системы гемодинамики. Термин “skew” образован от слова “skewness» (деформация/перекося) и употребляется в статистике в качестве показателя ассиметричного распределение сигнала. Значение Skew равно нулю (0), когда форма пульсовой волны симметрична относительно центральной вертикальной оси, выше нуля, когда форма пульсовой волны смещена влево, и соответственно, ниже нуля, когда форма пульсовой волны смещена вправо.

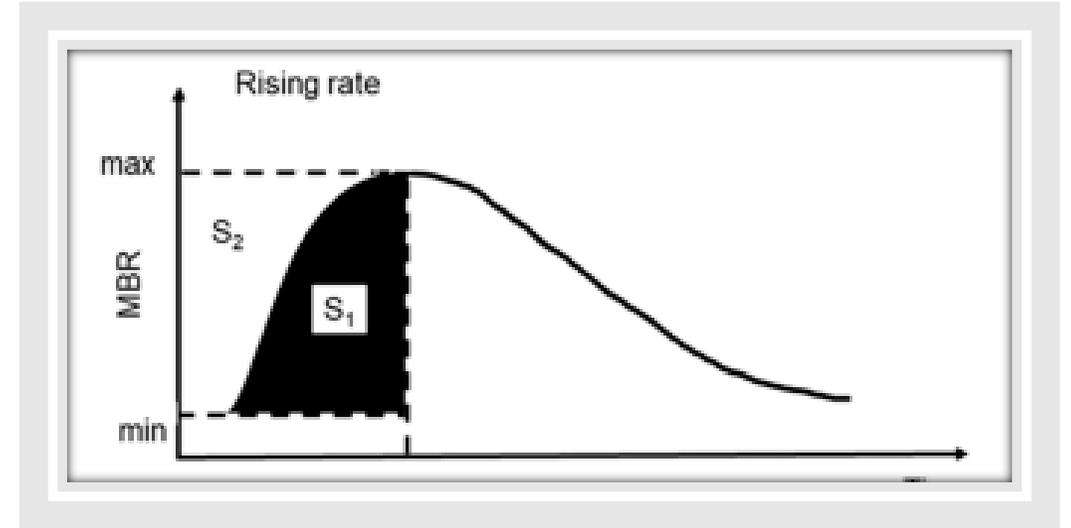


«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2



Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Rising rate (RR) - показатель, характеризующий параметры возрастающего компонента кривой MBR – до, и соответственно после, пика амплитуды MBR, вычисляется как отношение площади под кривой к общей площади данной зоны графика.



Формула

$$RR = C \cdot S_1 / S_{all}$$

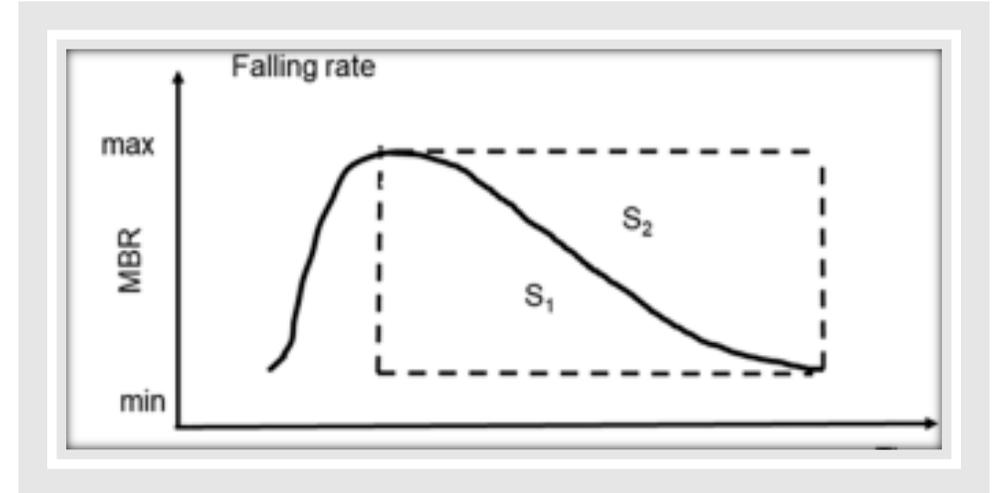
S₁ - площадь под кривой

S_{all} - общая площадь

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Falling rate (FR) - показатель, характеризующий параметры убывающего компонента кривой MBR – до, и соответственно после, пика амплитуды MBR, вычисляется как отношение площади под кривой к общей площади данной зоны графика.



Формула

$$FR = C \cdot S1 / Sall$$

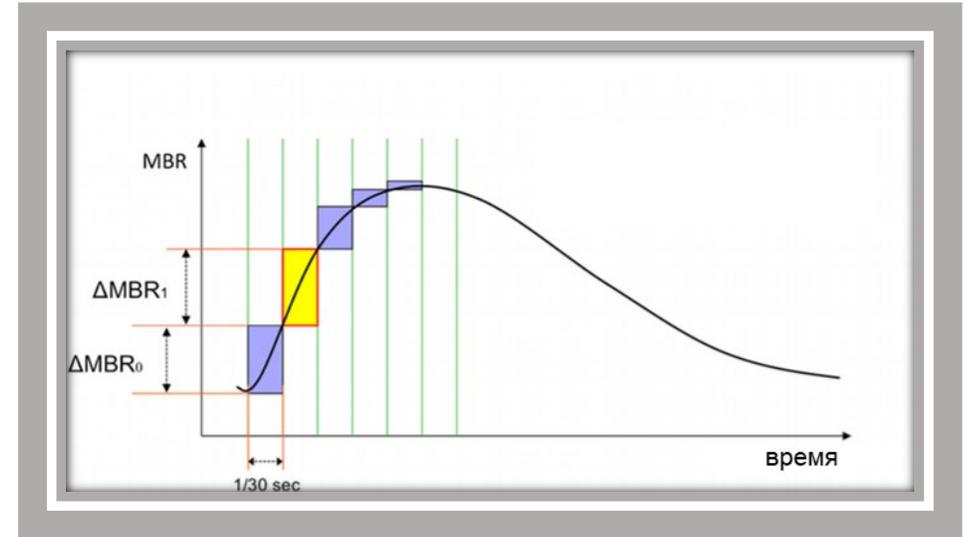
S2 - площадь под кривой

Sall - общая площадь

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Flow acceleration index (FAI) - индекс ускорения потока. Отображает возможность быстрого увеличения кровотока в течение короткого периода времени (один кадр, 1/30 секунды).



Формула
$$FAI = \max(\Delta MBR)$$

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

Acceleration time index (ATI) - индекс ускорения времени. Определяется как отношение времени достижения пика пульсовой волны к продолжительности всего сердечного цикла.



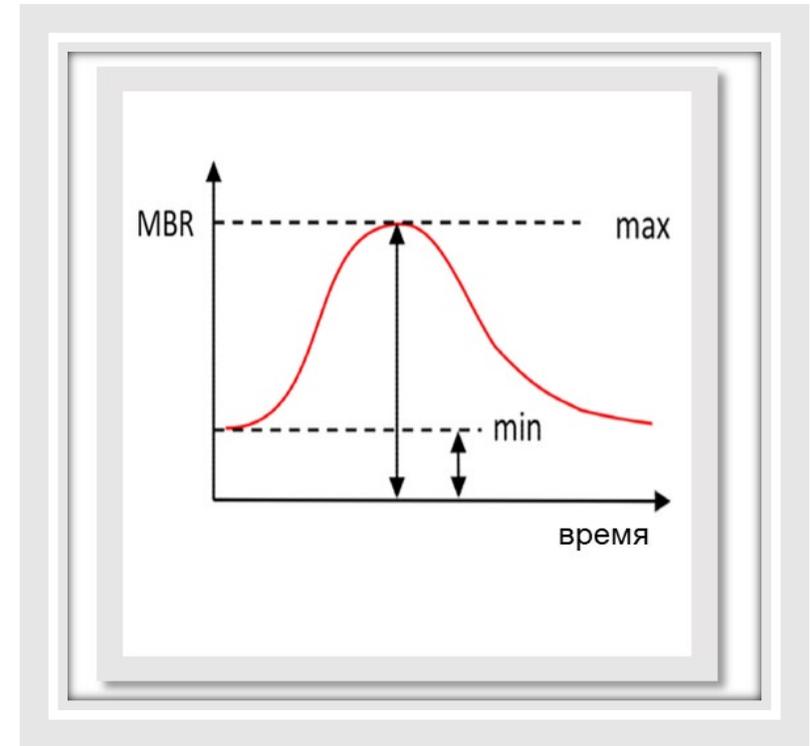
Формула

$$\text{ATI} = \frac{\text{время сердечного цикла}}{\text{время пика}}$$

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры, определяемые с помощью метода LSFG

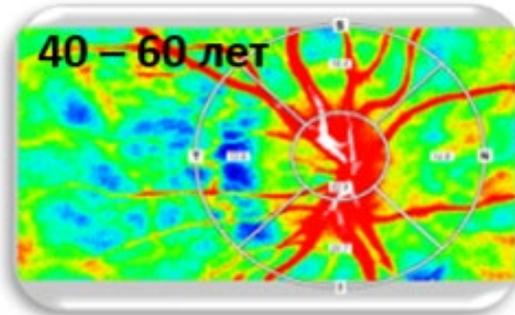
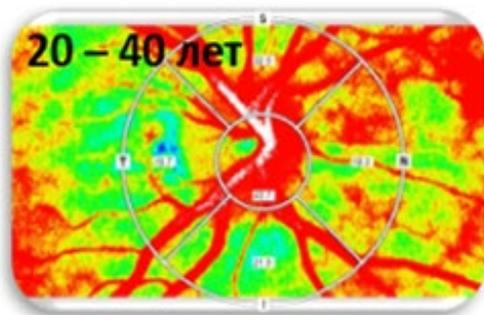
Resistivity index (RI) - индекс удельного сопротивления. Рассчитывается как отношение максимального и минимального MBR к максимальному MBR.



$$RI = \frac{(MBR_{max} - MBR_{min})}{(MBR_{max})}$$

«Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Российский Офтальмологический Журнал 2023 год №2

Параметры кровотока ДЗН, определяемые методом LSFG, в норме, в разных возрастных группах



Показатели LSFG	Область диска зрительного нерва		
	20-40	40-60	>60
MBR	35,30 (29,37;41,5)	27,30* (25,32;31,92)	23,25* (20,48;27,60)
MV	51,25 (44;61,83)	47,15* (42,9;53,95)	38,50* (32,78;45,2)
MT	19,55 (16,63;24,35)	16,10* (13,08;18,73)	13,35 (12,13;17,25)

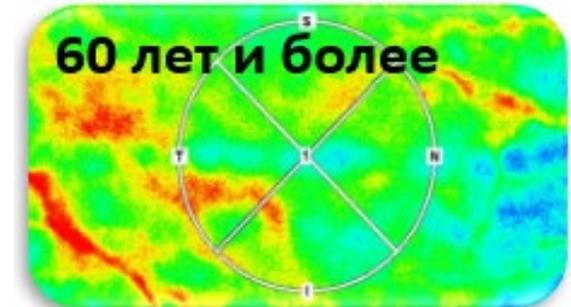
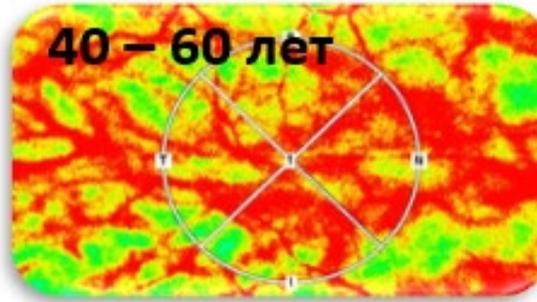
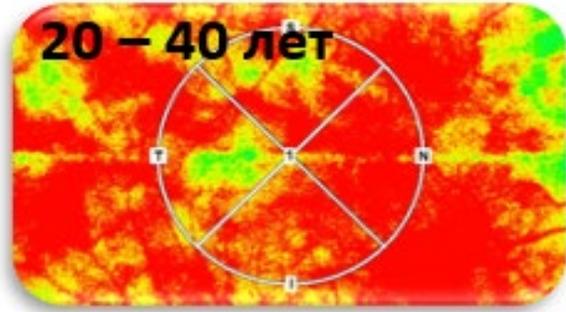
* $p \leq 0,05$, разница статистически достоверна с группой 20-40 лет

* $p \leq 0,05$, разница статистически достоверна между группой 40-60 лет и двумя другими группами

Статья опубликована в Российском Офтальмологическом Журнале 2023 год №2 «Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И



Параметры кровотока макулярной области, определяемые методом LSFG, в норме, в разных возрастных группах



Показатели	Макулярная зона		
	20-40	40-60	>60
LSFG			
MBR	31,05 (25,25, 45,7)	27,40* (18,5; 31,8)	20,4* (16,7; 27,9)
MV	36,55 (30,53,51,38)	33,95* (23,93;38,78)	24,65* (18,68;31,95)
MT	23,75 (17,73; 32,25)	21,15* (15,38; 25,48)	14,6* (11,6; 18,95)

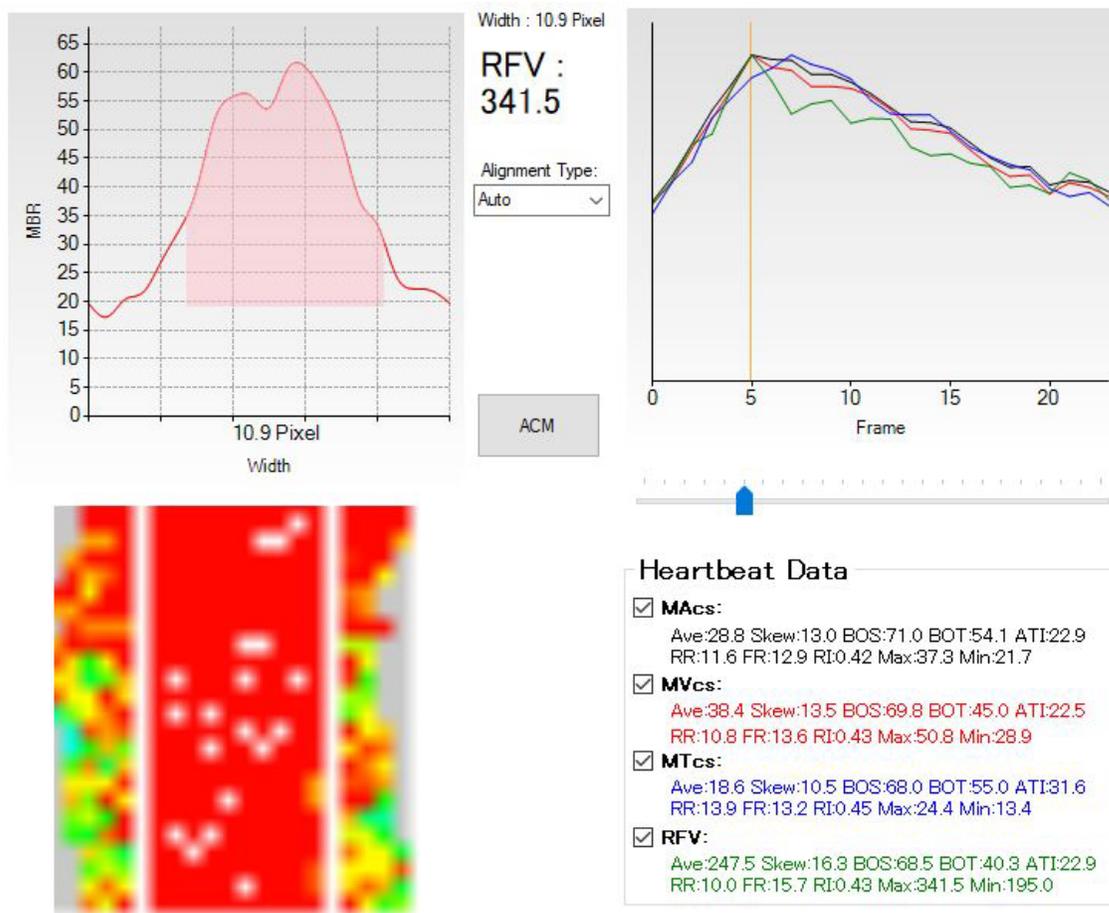
* $p \leq 0,05$, разница статистически достоверна с группой 20-40 лет

* $p \leq 0,05$, разница статистически достоверна между группой 40-60 лет и двумя другими группами

Статья опубликована в Российском Офтальмологическом Журнале 2023 год №2 «Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоуграфии» Нероева Н.В., Зайцева О.В., Охоцимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И



Определение кровотока в отдельно взятом сосуде методом LSFG



RFV – Relative Flow Volume

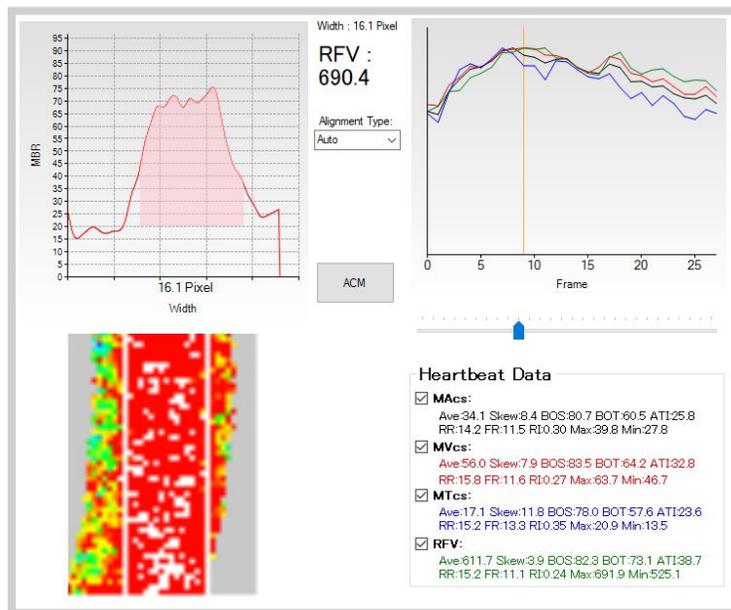
Определяет относительный объем кровотока

Применяется для определения кровотока в отдельных сосудах, без учета тканевого компонента

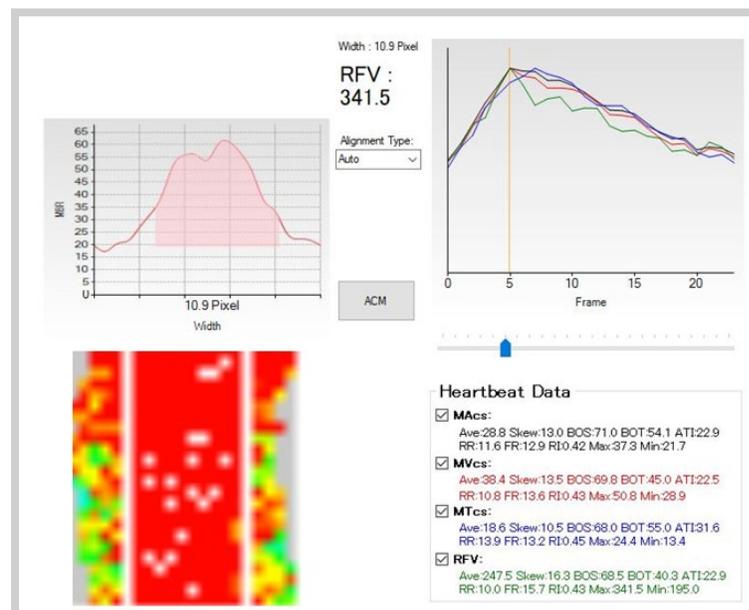
Из личного архива автора



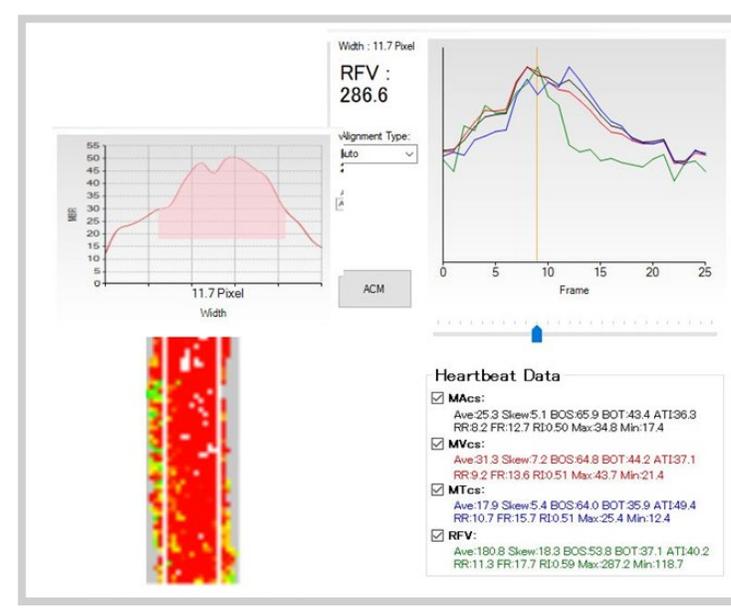
Определение кровотока в отдельно взятом сосуде методом LSFG. Возрастные особенности



20-40 лет



40-60 лет



Старше 60 лет

Представлены параметры индекса RFV в разных возрастных группах, отмечается значимое снижение показателей с возрастом, выраженное уже после 40 лет

Из личного архива автора

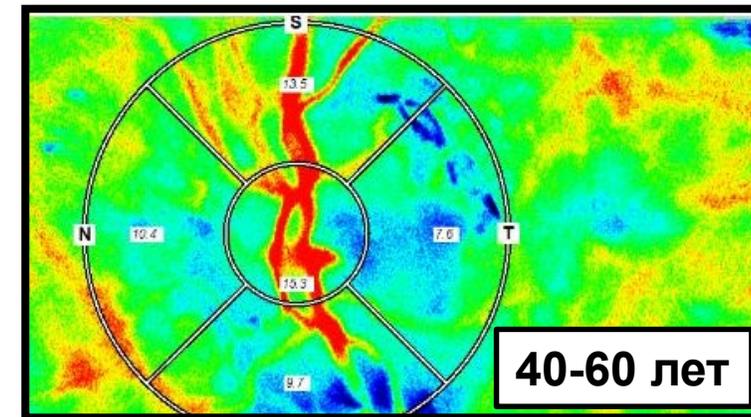
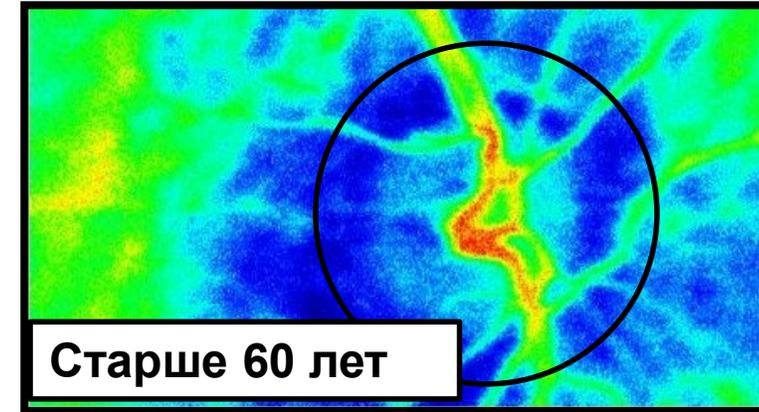


Параметры кровотока, определяемые методом LSFG при ДР (область ДЗН)

Среди лиц старше 60 лет MBR составил 18,3 (15,2; 24,5) в области ДЗН, что было на 21% ниже возрастной нормы.

В группе 40–60 лет MBR составил 19,8 (13,5; 20,48) в области ДЗН, что было на 27% ниже группы контроля.

Нероева, Н. В. Опыт применения лазерной спекл-флоуграфии при диабетической ретинопатии / Н. В. Нероева, Т. Д. Охоцимская, О.И. Маркелова // Фундаментальная и клиническая диабетология в 21 веке: от теории к практике : Сборник тезисов конференции по лечению и диагностике сахарного диабета, Москва, 23–24 сентября 2021 года. – Москва: 2021. – С. 70.

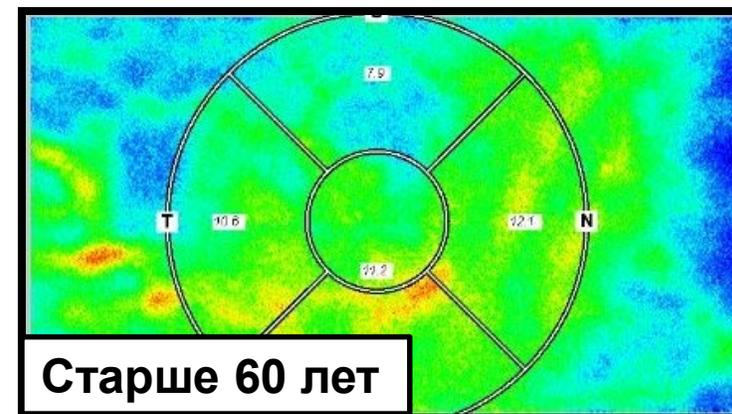
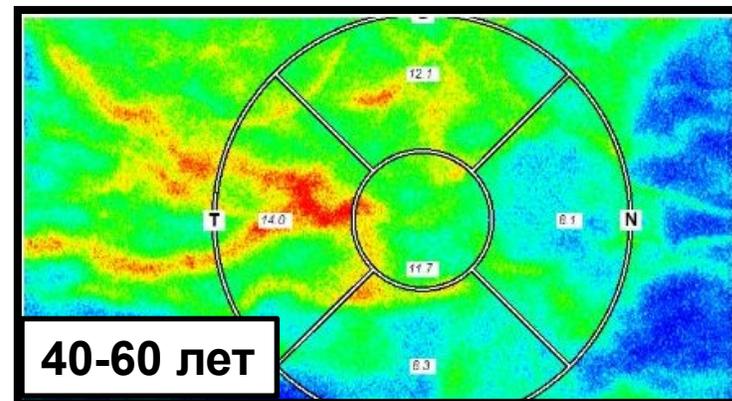


Параметры кровотока, определяемые методом LSFG при ДР (область макулы)

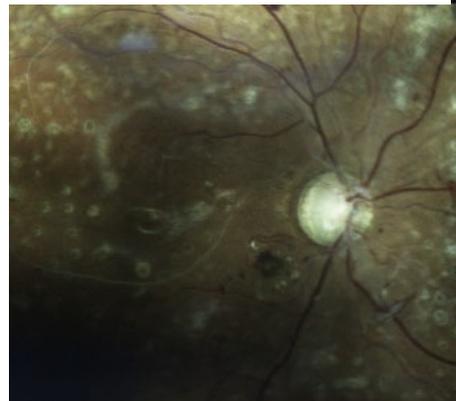
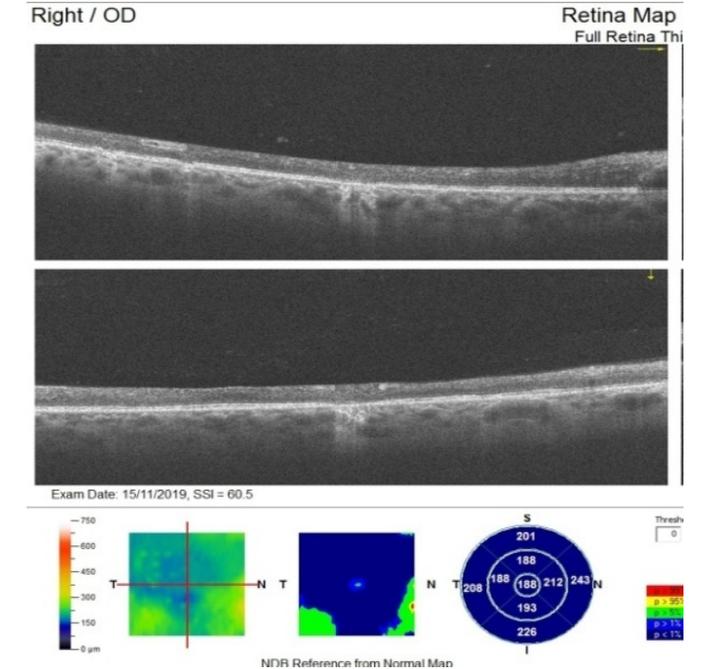
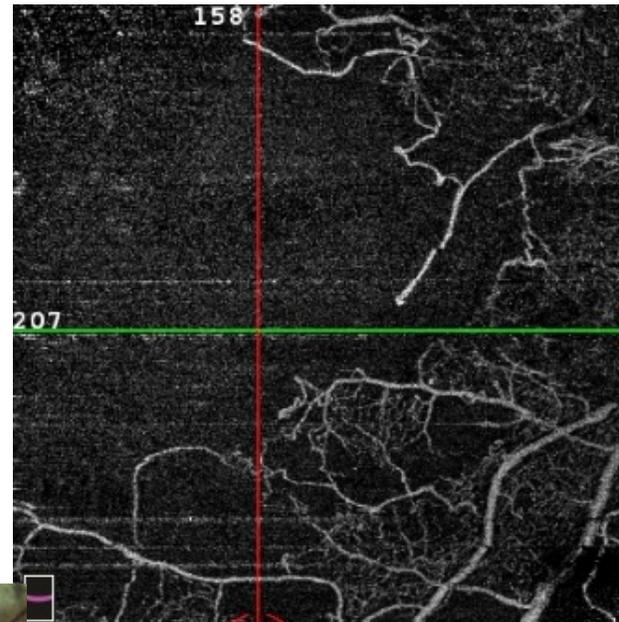
В группе 40–60 лет MBR составил 19,6 (17,5; 25,1) в области макулы, что было на 28% соответственно ниже группы контроля.

Среди лиц старше 60 лет MBR составил 17,9 (12,4; 21,2) в области макулы, что было на 12% ниже возрастной нормы.

Нероева, Н. В. Опыт применения лазерной спекл-флоуграфии при диабетической ретинопатии / Н. В. Нероева, Т. Д. Охоцимская, О.И. Маркелова // Фундаментальная и клиническая диабетология в 21 веке: от теории к практике : Сборник тезисов конференции по лечению и диагностике сахарного диабета, Москва, 23–24 сентября 2021 года. – Москва: 2021. – С. 70.

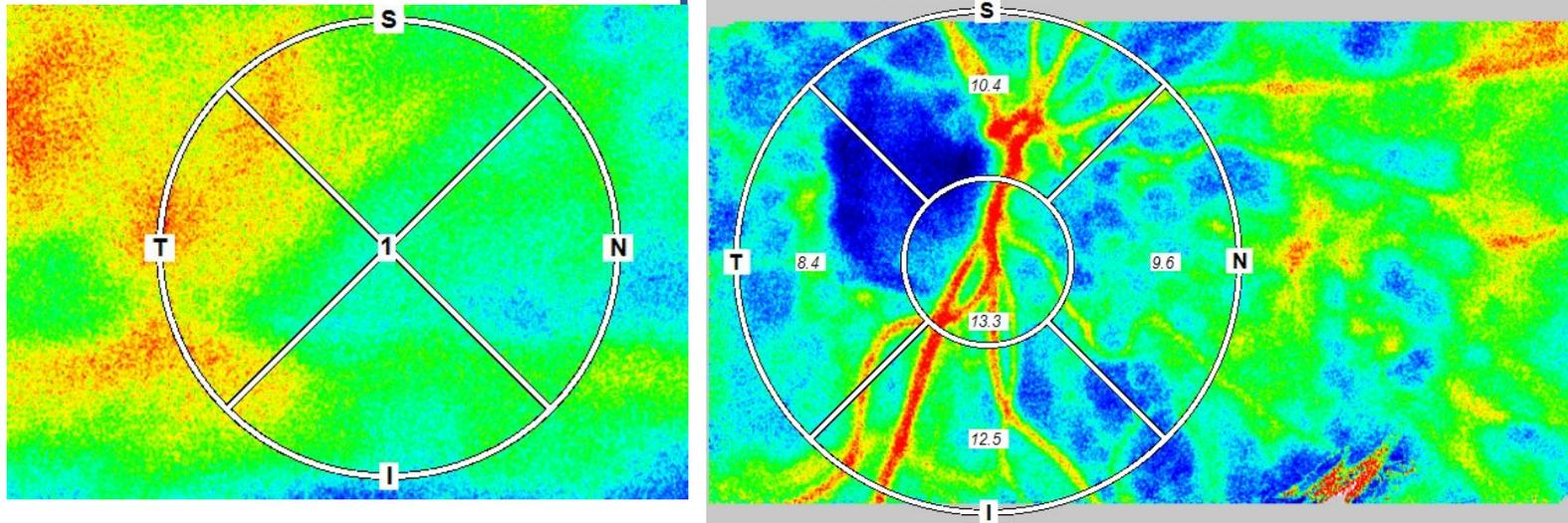


Количественная оценка гемодинамики при ДР. Клинический пример 1

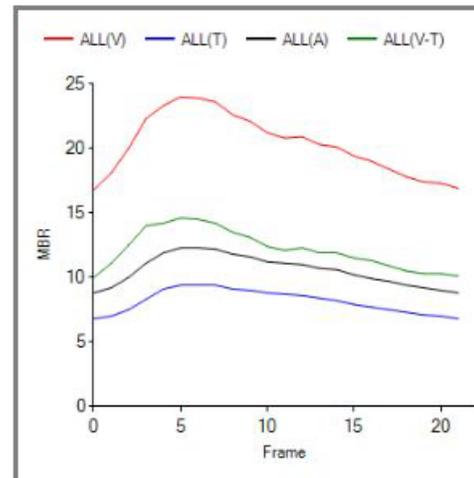
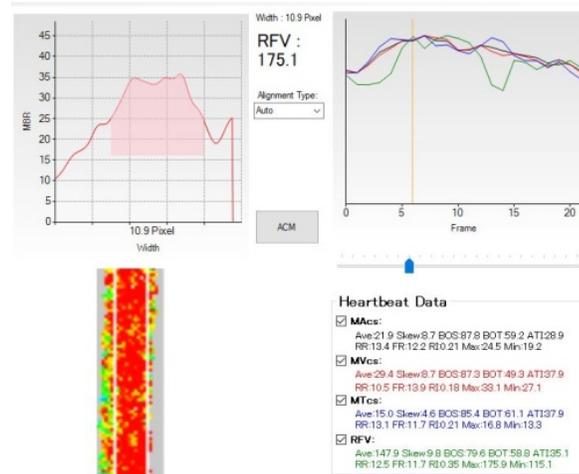
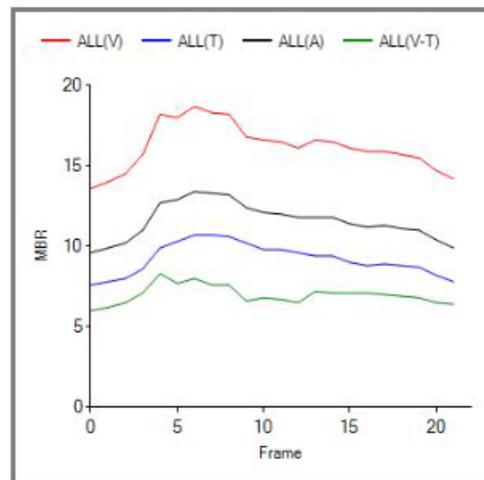


Количественная оценка гемодинамики при ДР.

Клинический пример 1

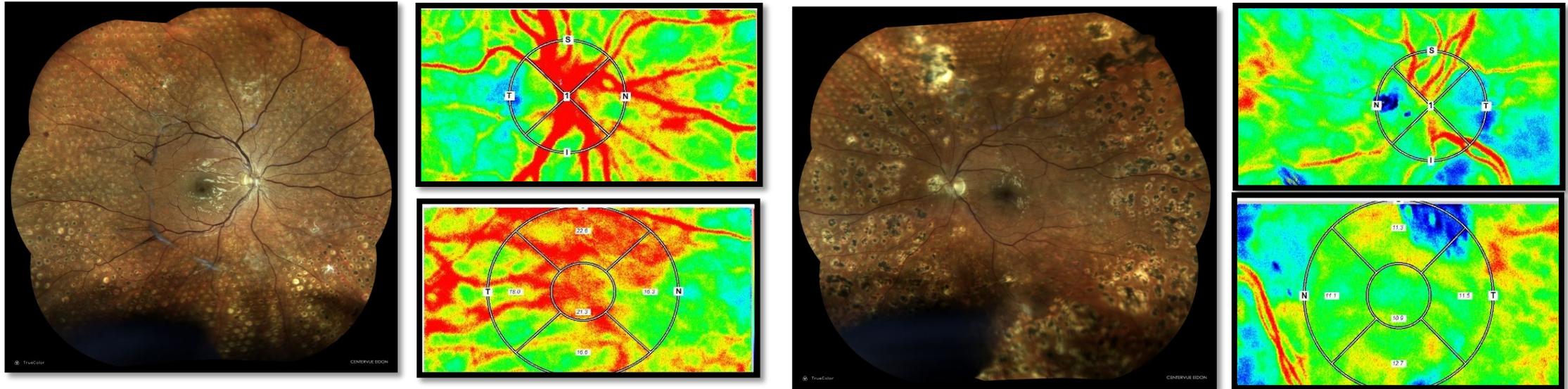


	Пациент с ПДР		Норма	
	ДЗН	Макула	ДЗН	Макула
MV	20,3	16,2	51,25	36,55
MT	8,1	9,2	19,55	23,75
MA	10,6	11,6	26,85	26,95
MBR	13,8	12,5	35,30	31,05
ARBS	20	21	25	23
Average	10,6	11,6	26,85	28,05
BOT	55,5	54	52,8	55,25
BOS	83,1	83,8	79,3	79,75
Skew	10,8	9,6	12,65	11,25
ATI	27,5	29,4	24,4	24,85
Rising rate	11,7	10,5	11,8	12,5
Falling rate	12,3	12	12,8	12,55
FAI	1,1	1,7	3,85	3,6
RI	0,28	0,26	0,32	0,32
Max	12,3	13,4	32,45	32,6
Min	8,9	9,9	22,9	21,65
Max-Min	3,4	3,5	10,75	9,8



Количественная оценка гемодинамики при ДР.

Клинический пример 2



ОД	Норма		ПДР	
	ДЗН	Макула	ДЗН	Макула
МВР	35,30	31,05	27,2	24,5
МV	51,25	36,55	40,4	27,1
МТ	19,55	23,75	15,6	17,3

ОС	Норма		ПДР	
	ДЗН	Макула	ДЗН	Макула
МВР	35,30	31,05	19,7	14,2
МV	51,25	36,55	24,3	16,1
МТ	19,55	23,75	10,3	10,4



Заключение

