

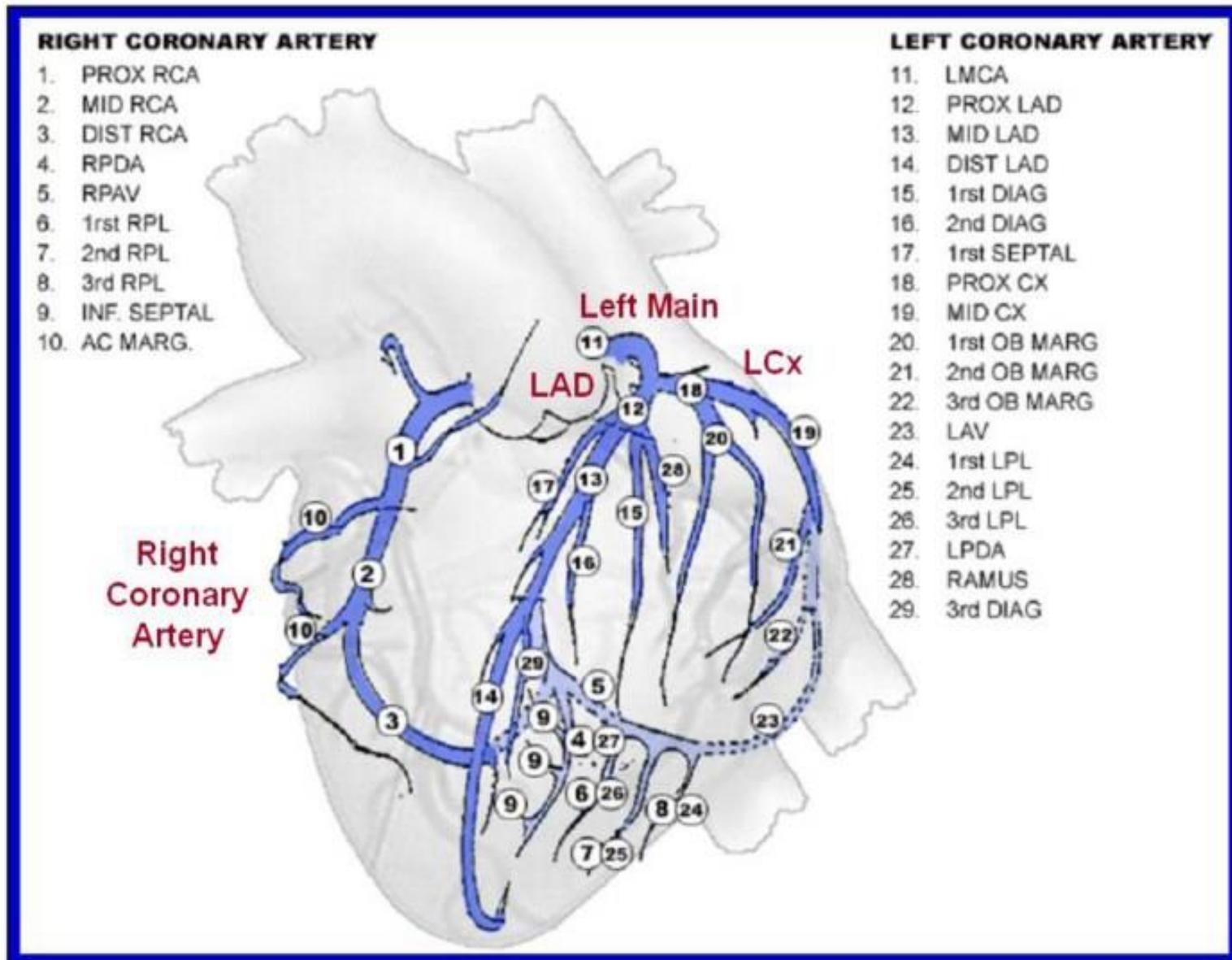
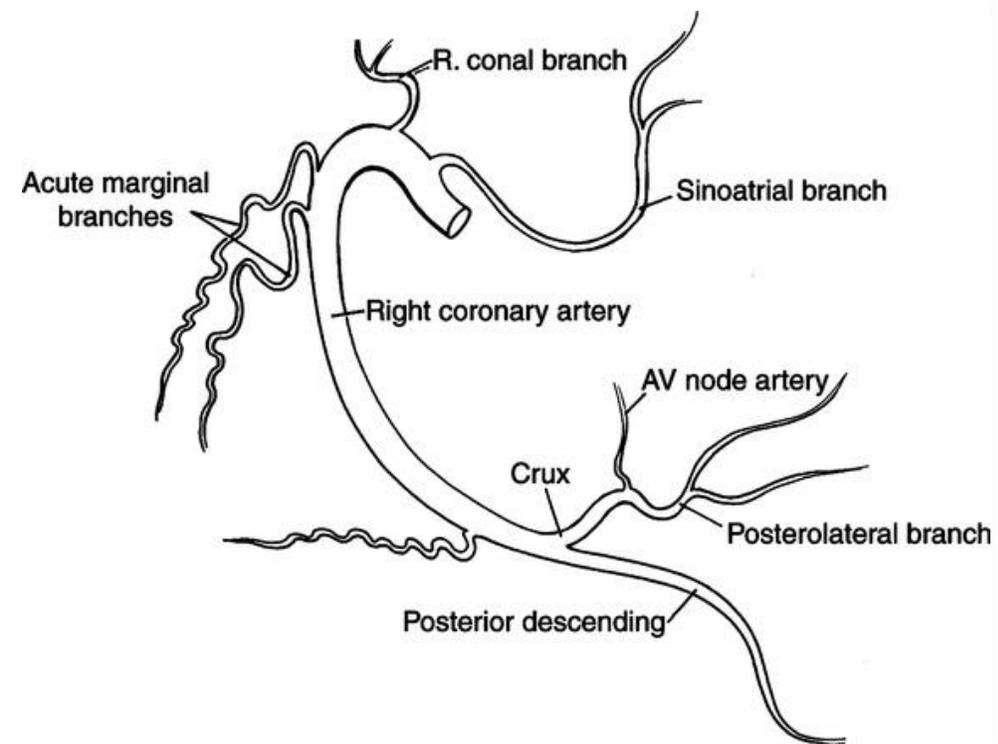
Графический
пользовательский интерфейс
для сегментации коронарных
артерий в моделировании
виртуального ФРК

Роман Прямоносков
Сеченовский университет, ИВМ РАН

План

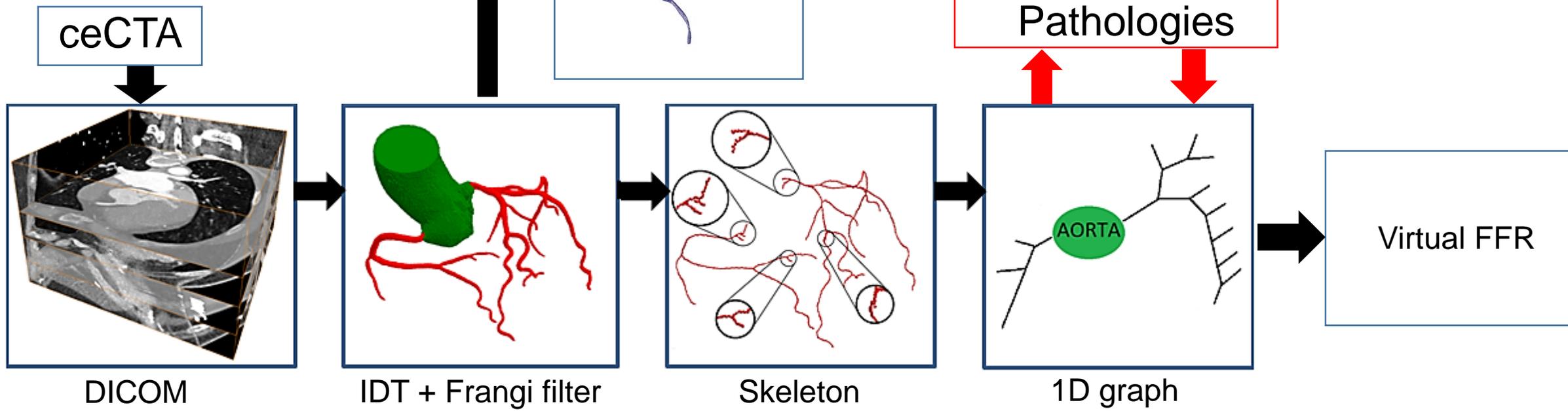
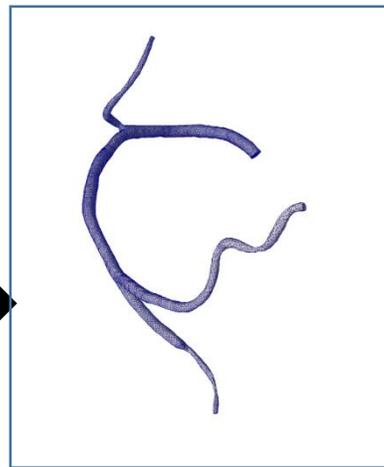
- Детали алгоритма
 - Анатомия
 - Технология сегментации и построения графа
- Интерфейс для
 - Сегментации аорты
 - Сегментации коронарных артерий с учетом разрывов
 - Просмотра и редактирования графа центральных линий
 - Просмотр результатов в 2D

Анатомия



Технология обработки коронарных сосудов

3D surface



MultiVox

Режим Файл База данных Правка Просмотр Преобразование интенсивности Измерения Преобразование геометрии Инструменты Параметры

Визуализация Анализ

Стандартный: Realistic Ред.

Освещение: < >

Уровень: < >

Порог: < >

Прозрачность: < >

X границы: < >

Y границы: < >

3D Сегментация

Отрезать Внутр Снаруж Дополнительные

Выделение объектов

Выделение объектов

Действия с объектами

Действия с объектами

Загрузка/Сохранение объектов в БД

Сохранить Сохраненные измерения

Менеджер объектов

Vessels Удалить

Управление

Цвет/Прозр. << >>

Надстройки: Realistic

ANON AN: 1 ID: 1 жен 28.09.2016 [14:30:33] HEART [CT] 1/1 [BGRA] 964x468

ANON AN: 1 ID: 1 жен 01.01.1900 [00:00:00] -125,5 mm HEART [CT] 1/1 [sY2] 511x247 SW: 0,00 mm

CaScoreCirculation_CB W:600 L:200 98%

ANON AN: 1 ID: 1 жен 01.01.1900 [00:00:00] -125,5 mm HEART [CT] 1/1 [sY2] 511x247 SW: 0,00 mm

CaScoreCirculation_CB W:600 L:200 97%

ANON AN: 1 ID: 1 жен 01.01.1900 [00:00:00] -174,9 mm HEART [CT] 1/1 [sY2] 511x511 SW: 0,00 mm

CaScoreCirculation_CB W:600 L:200 51%

Несортированные изображения ANON/CT (01.01.1900) X

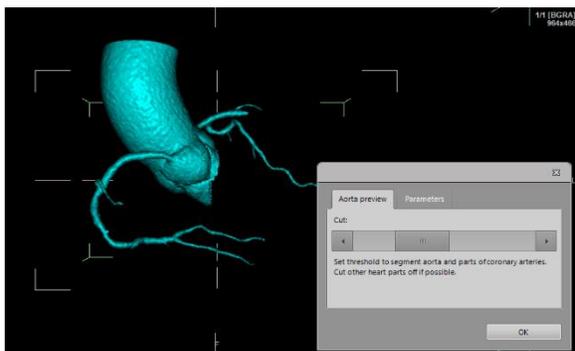
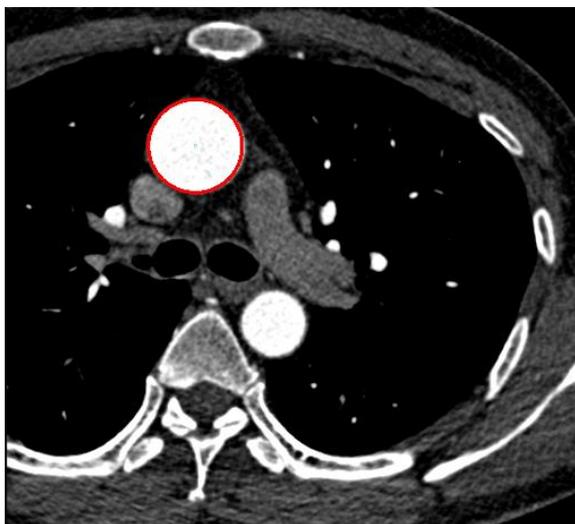
Информация [CT] ANON

Карта: Пол: жен Дата рождения: 1/1/1944

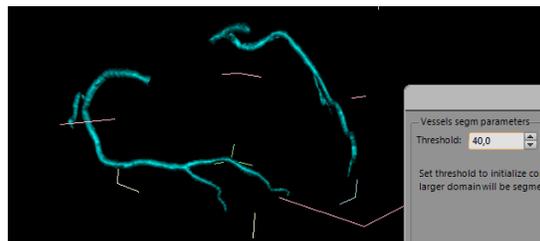
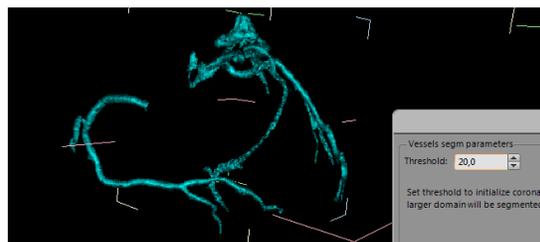
Номер: 6 PN: CaScoreCirculation_CB SD: Cir Circ 0.75 B25f 65% C: GMINTRAQUE Кадров: 248

Обзор графического интерфейса

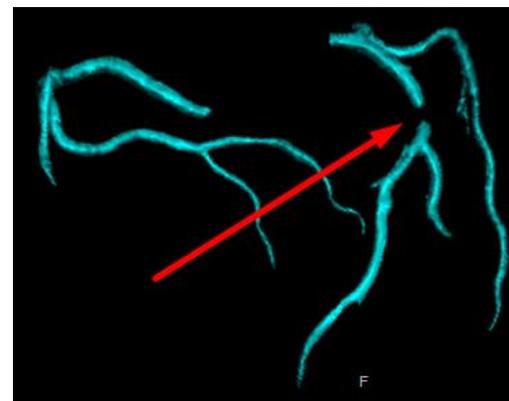
Сегментация аорты



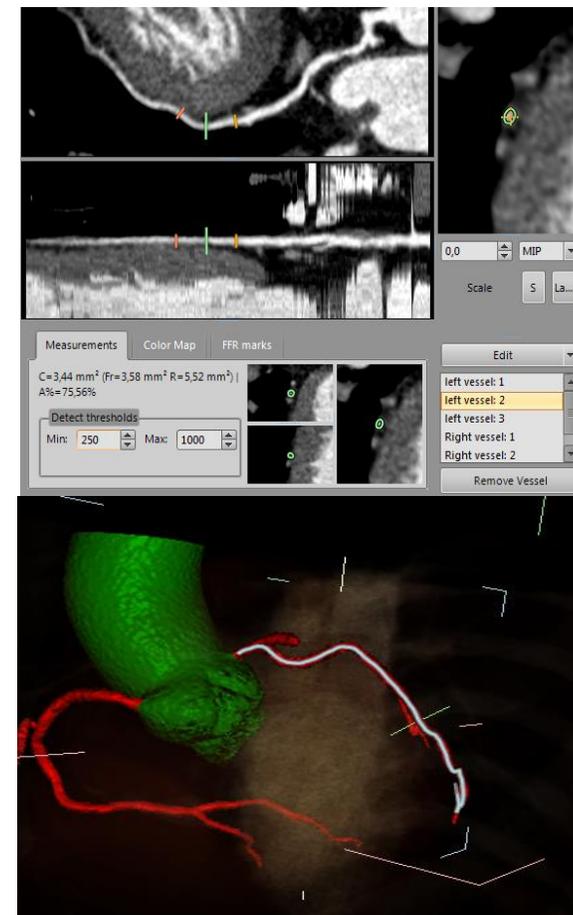
Сосудистость



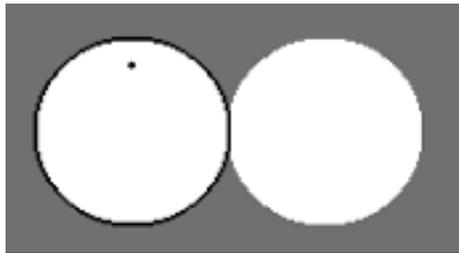
Разрывы



Граф сосудов

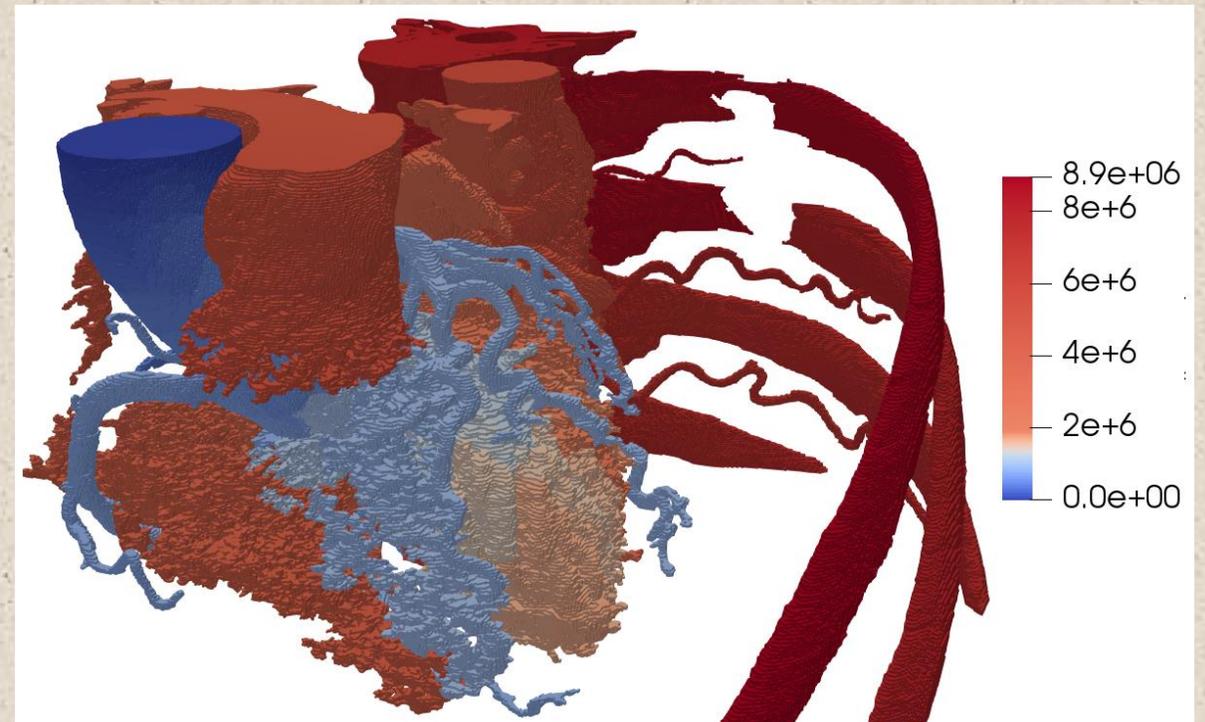


Сегментация аорты



Оригинальный IDT:

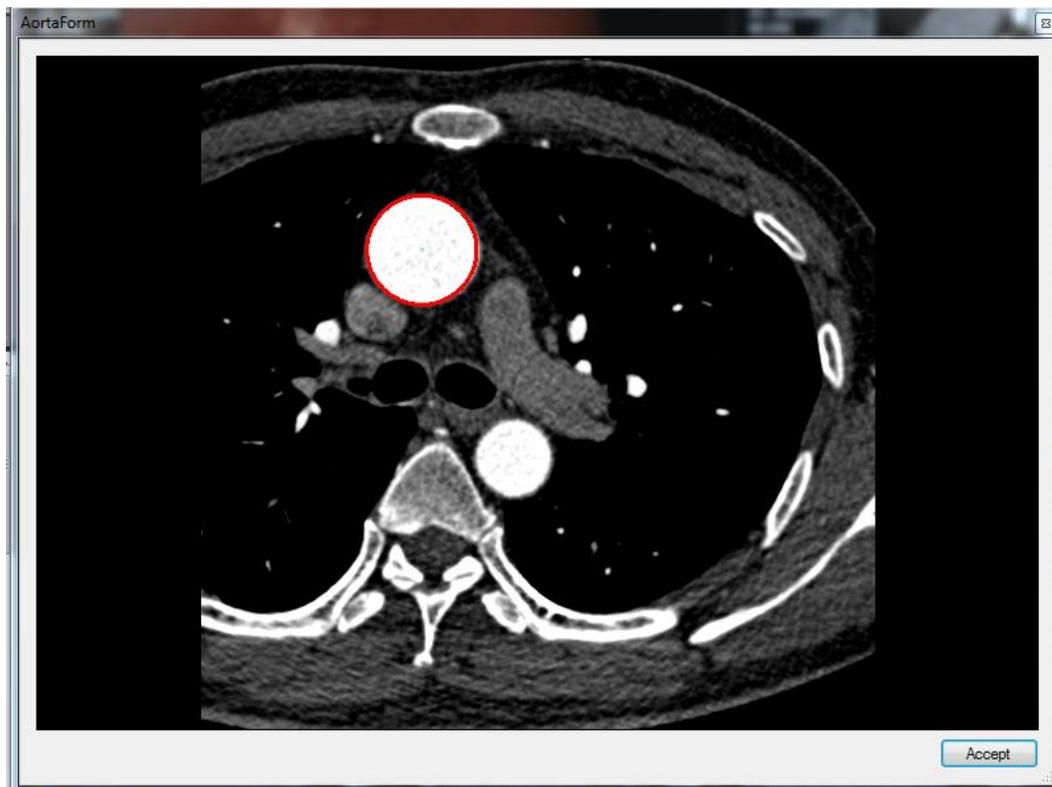
- 1) Принимает на вход маску и воксель
- 2) переупорядочивает воксели по внутреннему правилу относительно входного вокселя
- 3) удаляет воксели с высокими номерами по порогу.



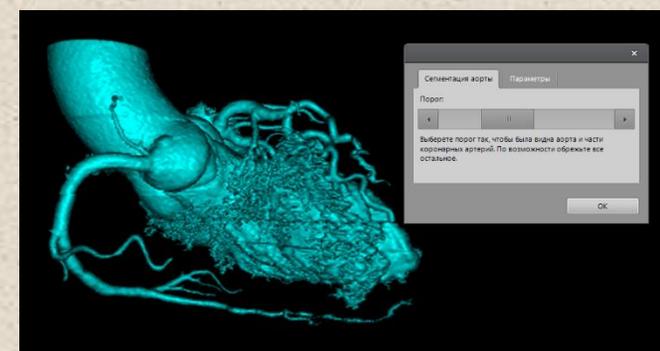
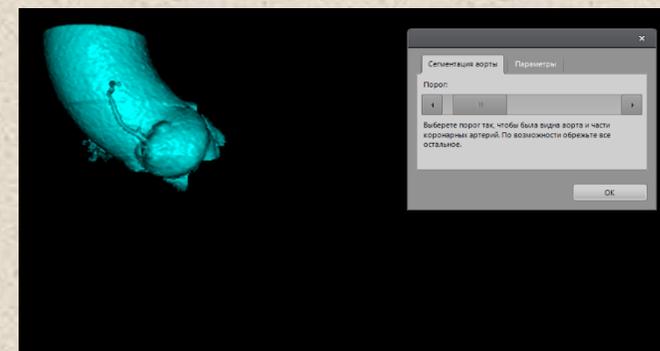
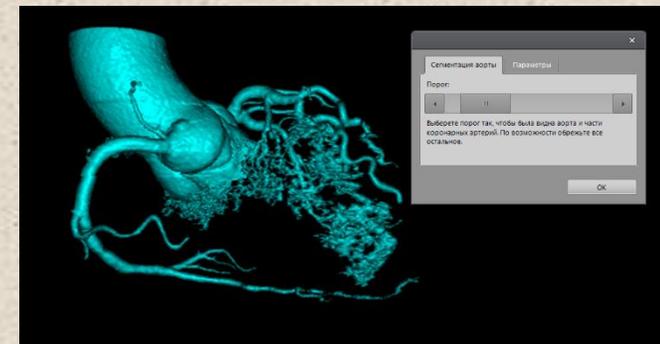
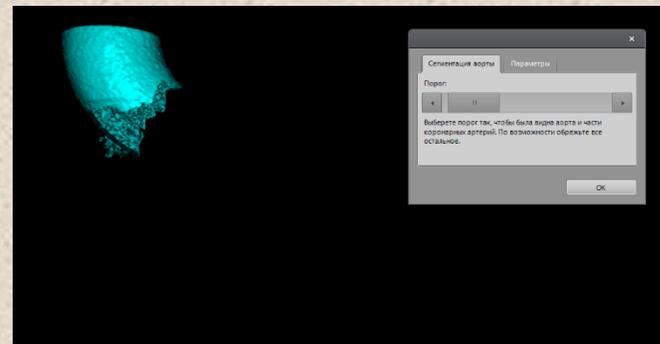
Для реального сердца IDT дает меньшие номера вокселей внутри аорты, коронарных сосудов, левого желудочка.

Автоматический выбор порога бывает не точен.

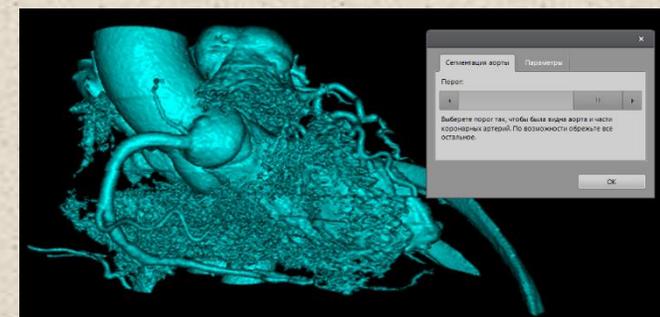
Интерфейс для сегментации аорты



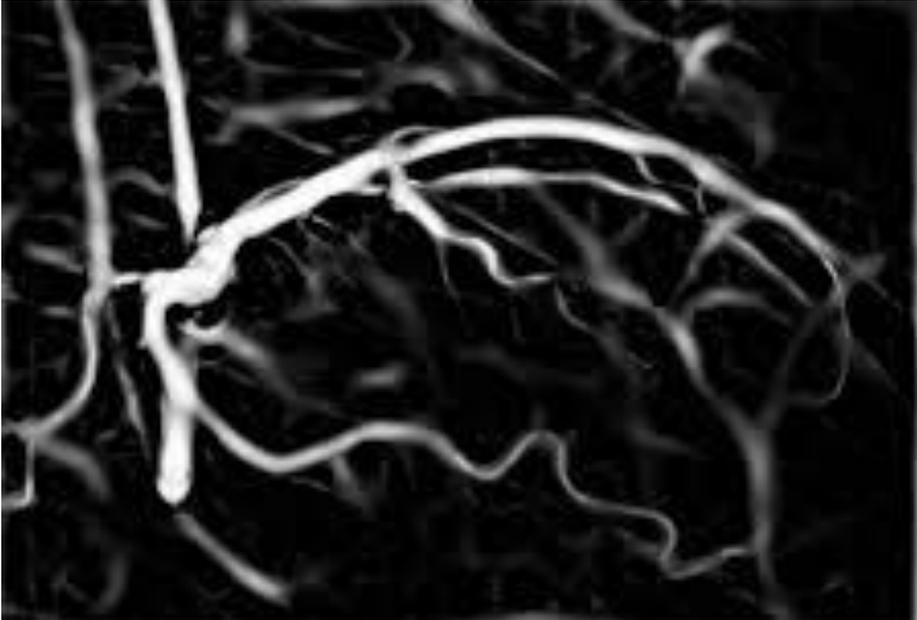
Фильтр Хафа находит наибольший яркий круг на верхнем срезе



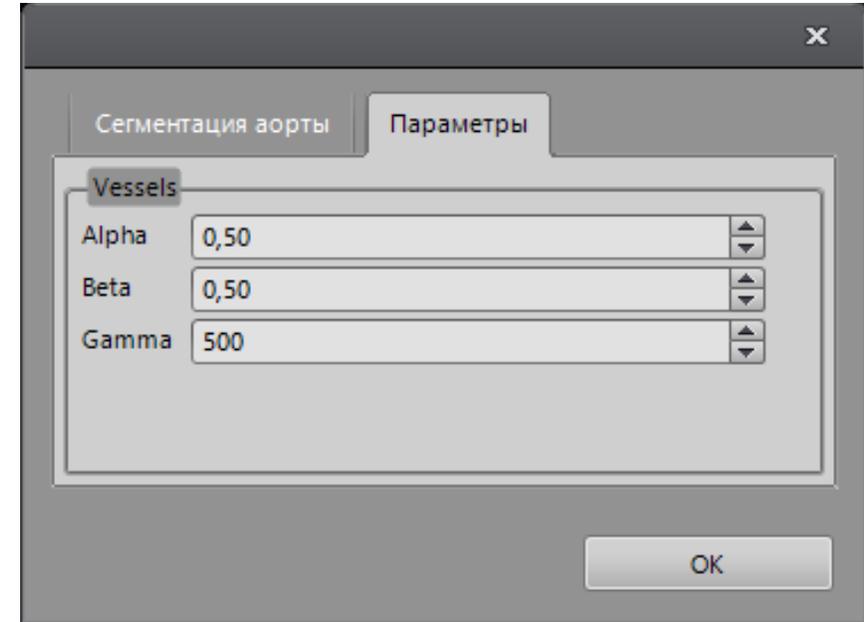
Пользователь выбирает процент объема, который останется от оригинальной маски с учетом нумерации IDT



Фильтр Сосудистости



- Фильтр Сосудистости Франжи* вычисляет значение “сосудистости” для каждого вокселя
- Сегментация может быть получена с помощью порогового метода, примененного к сосудистости



- Интерфейс имеет скрытую вкладку, с указанием параметров фильтра из оригинальной статьи
- В случае неудачной сегментации, пользователь может вернуться на этот шаг и выбрать другие параметры

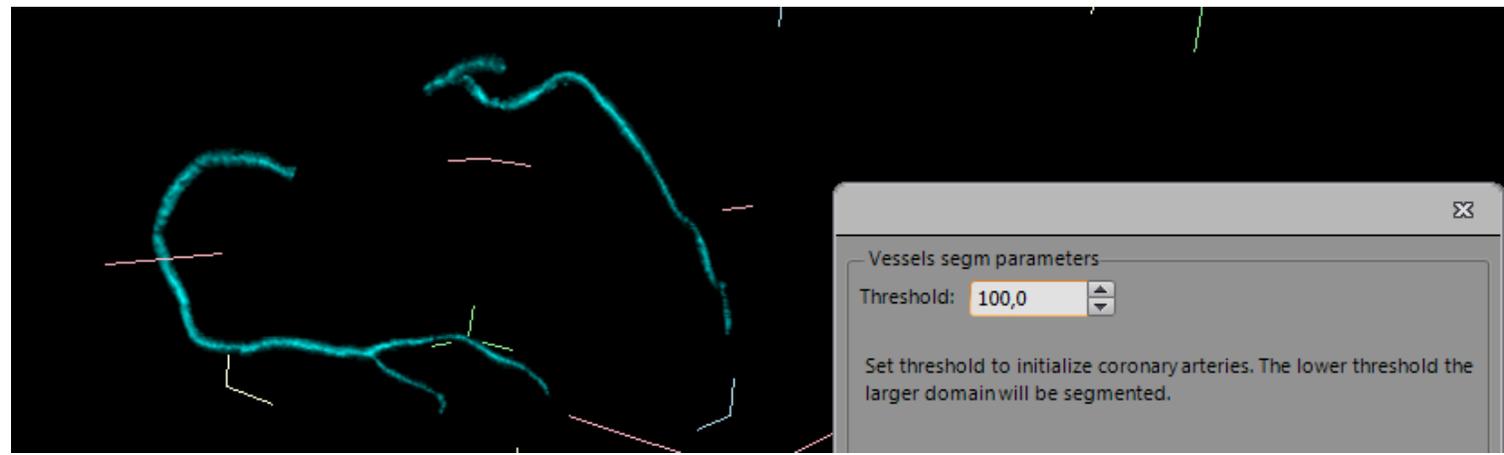
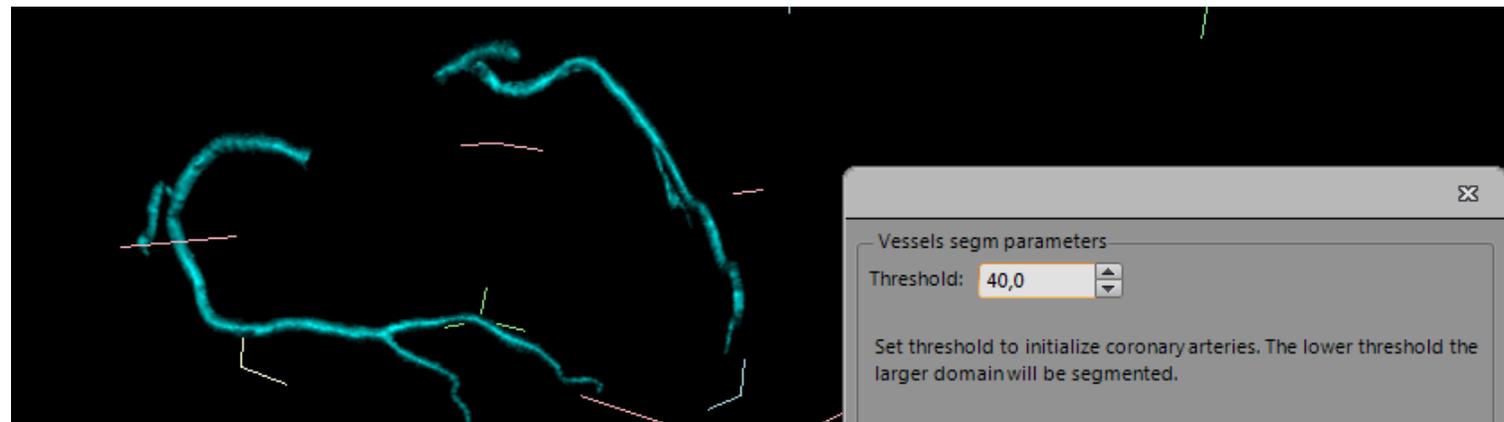
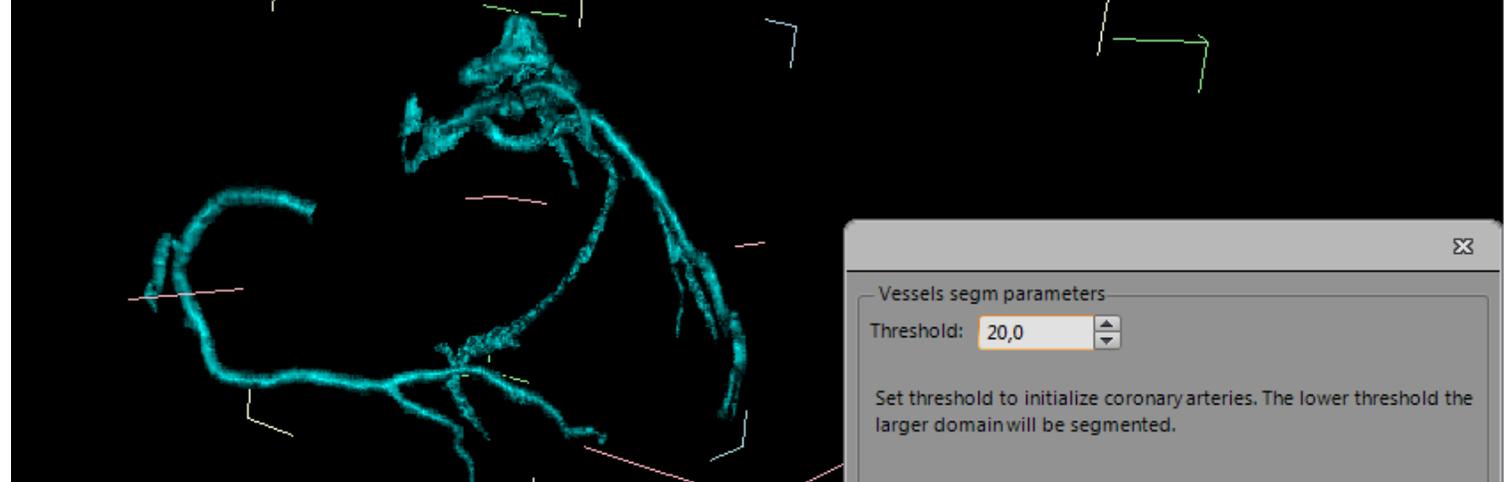
Выбор порога сосудистости

Сосудистость насчитывается без участия пользователя.

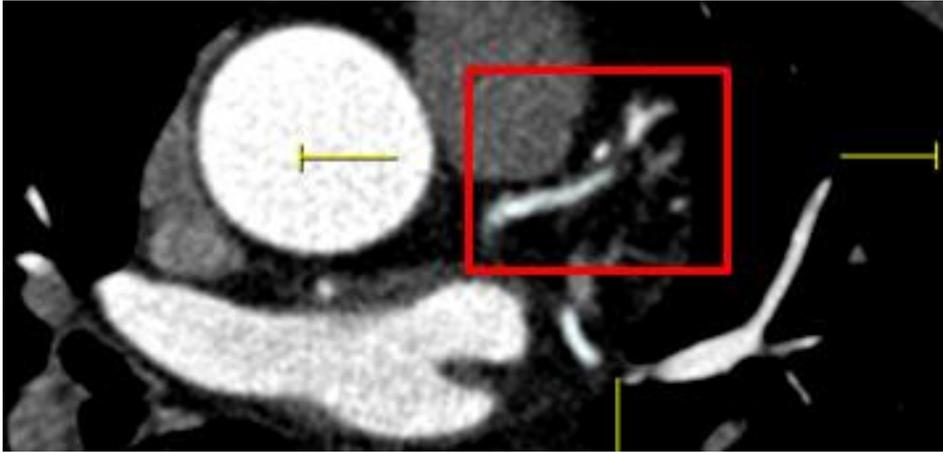
Пользователь выбирает порог для построения сегментации артерий.

Низкое значение порога влечет включение лишних областей.

Высокое значение порога влечет исключение частей артерий.

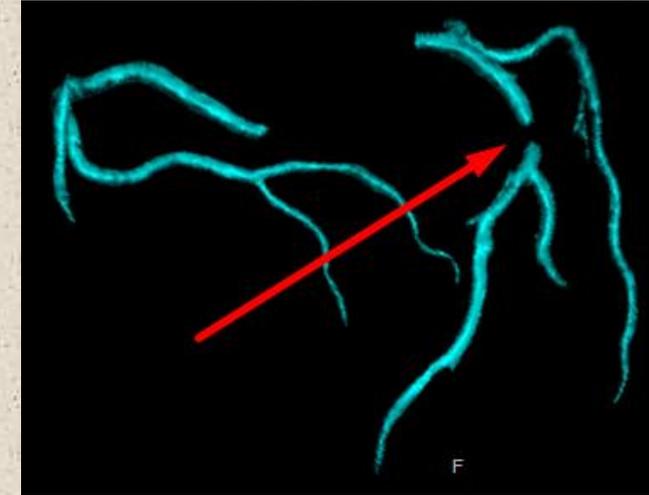
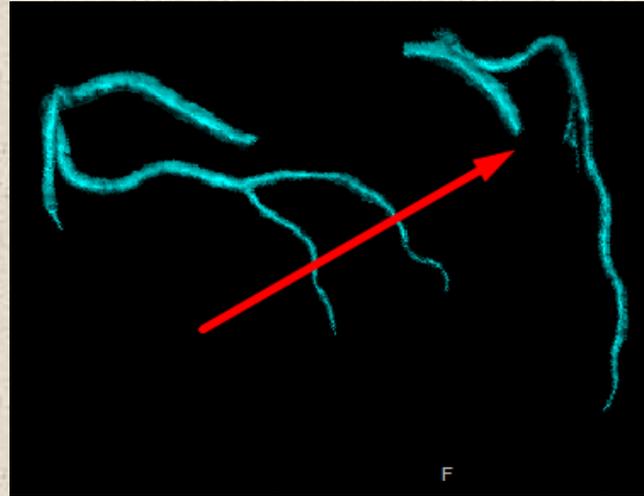


Разрывы сегментации

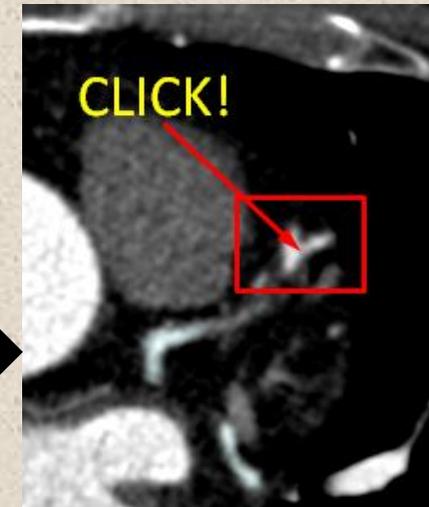
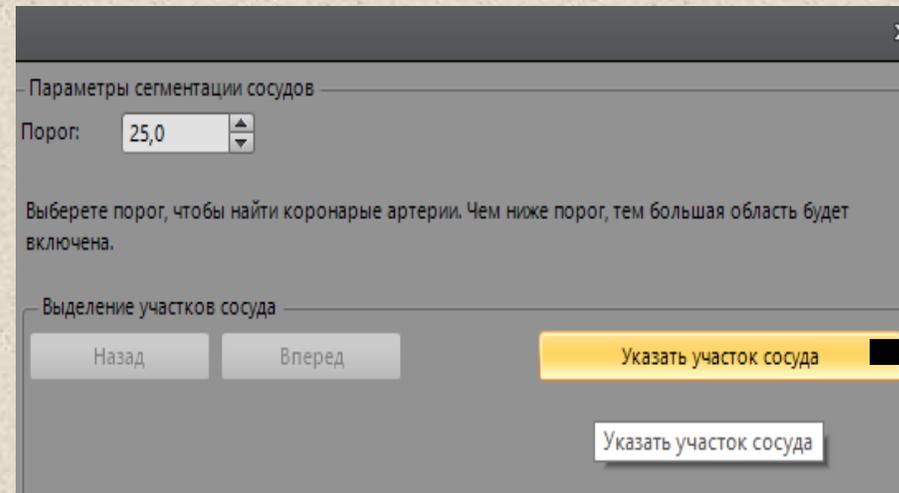


Причины:

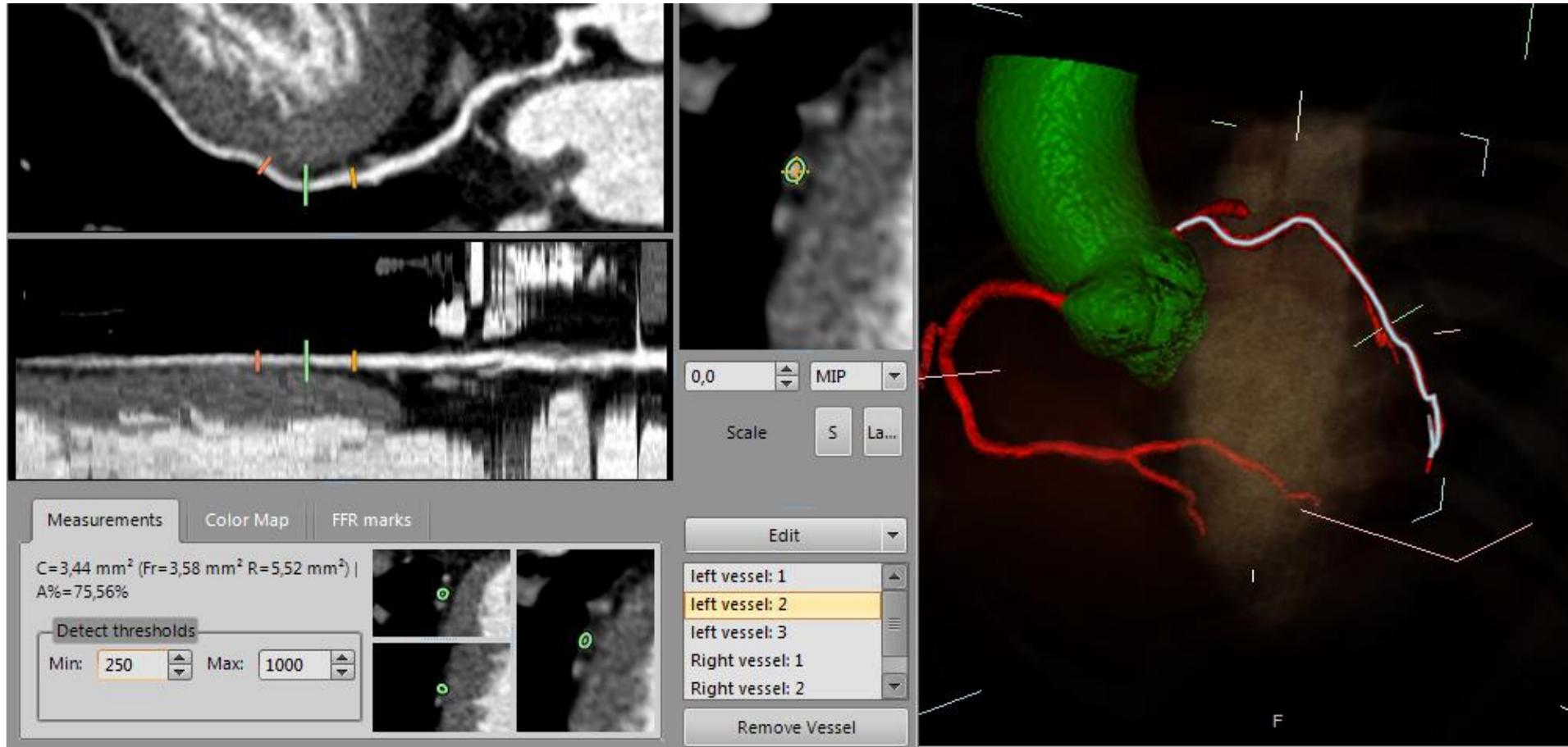
- Отсутствие контраста
- Окклюзии, сетнозы
- Бифуркации плохо распознаны фильтром сосудистости
- Сдвиги сердца



Пользовательская расстановка точек для Region Growing.
Поддерживает Undo/Redo.
После скелетонизации разрывы устраняются автоматически.

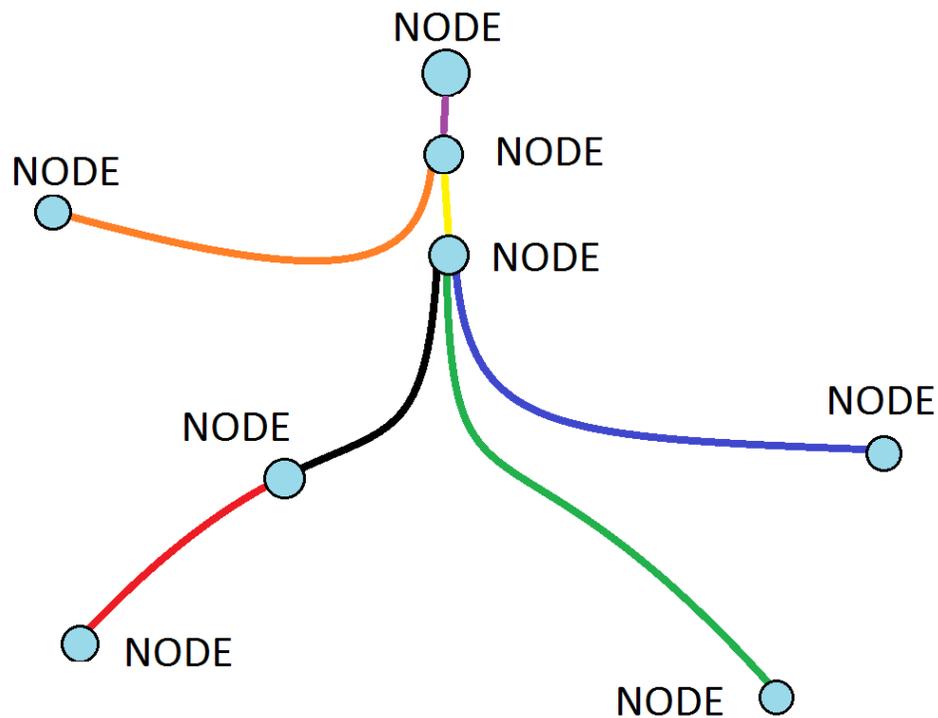


Работа с 1D структурой

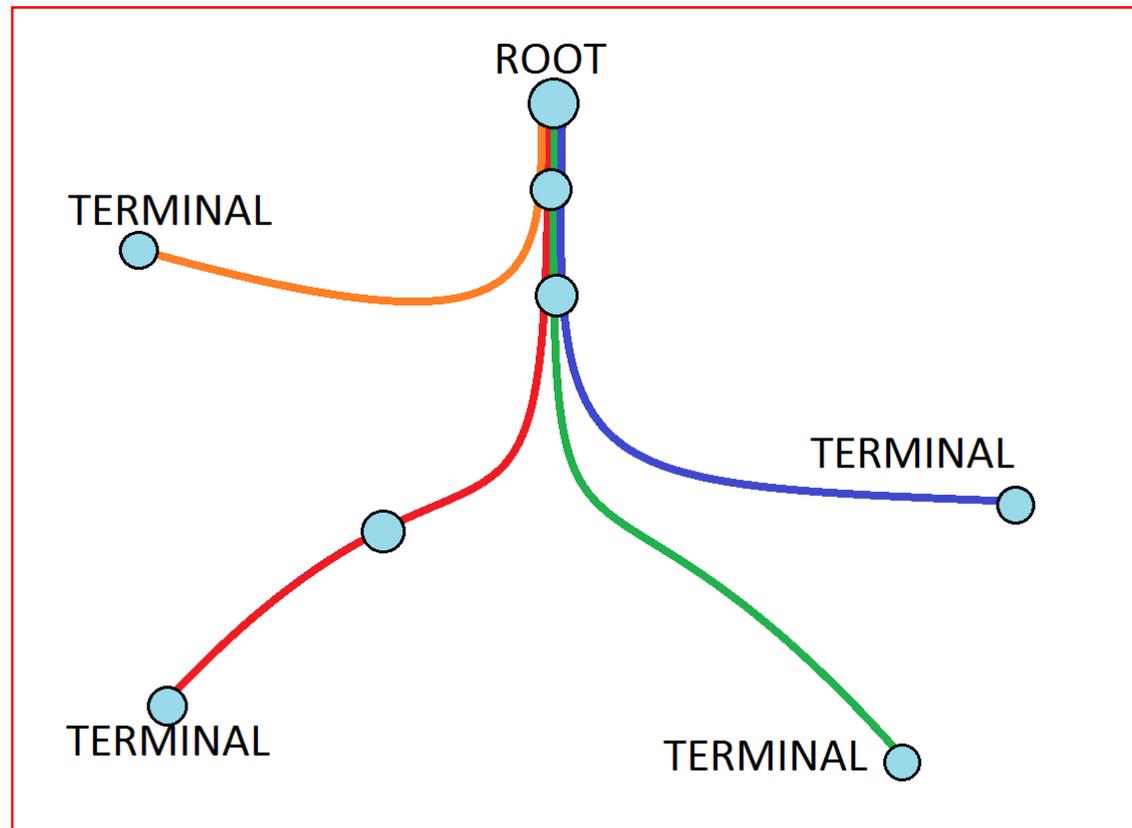


- Работа с одномерным графом представлена в меню «Анализ сосуда».
- Каждый сосуд, с началом точке устья и концом в терминальном сегменте, может быть выбран из списка.
- Для выбранного сосуда показаны поперечные сечения в трех точках.

Представление 1D графа



Стандартный граф из ребер и вершин

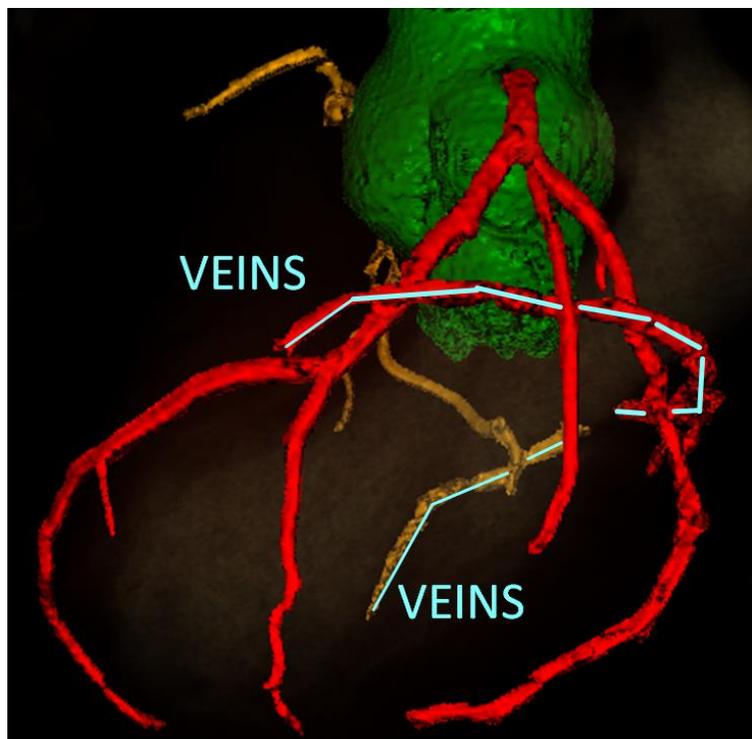


Терминальные пути, имеющие:

- общую вершину (корень)
- общие участки в начале

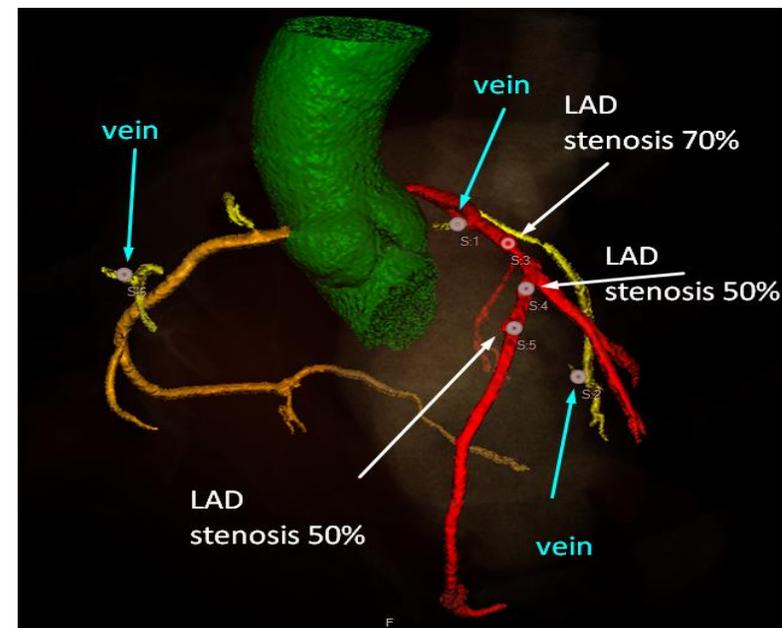
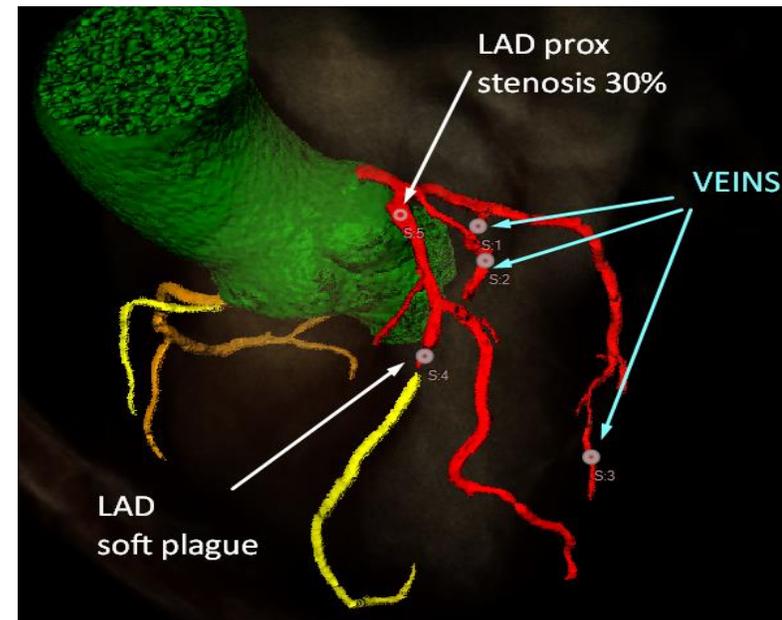
Терминальные пути более информативны для просмотра

Вены в сегментациях



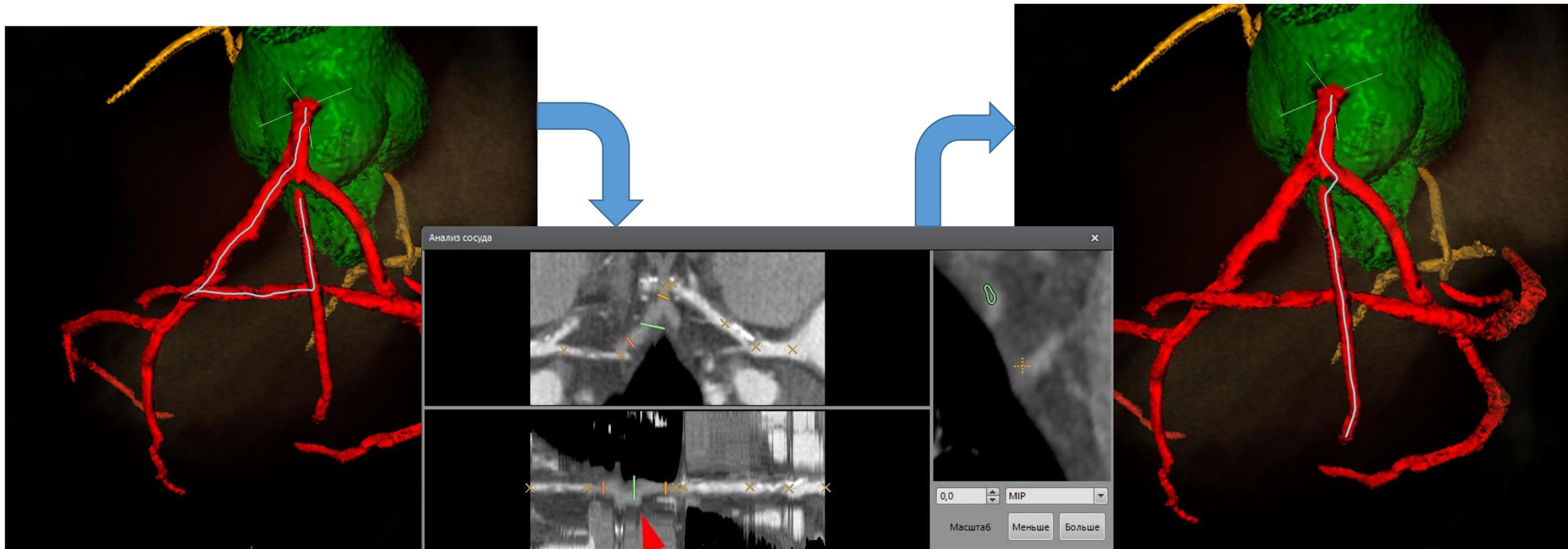
При попадании вен в сегментацию возможны сценарии:

- Вена соединяет разные компоненты связности артерий
- Вена не соединяет разные участки артерий:
 - Сегмент вены – терминальный
 - Вена проходит через несколько сосудов



Удаление вен

✓ Undo/Redo



Удаление сегмента вены,
соединяющего артерии.
Устраняет разрывы
сегментации, если требуется.

Анализ сосуда

0,0 MIP
Масштаб: Меньше Больше

Редактирование

- Left vessel: 7
- Left vessel: 8
- Left vessel: 9
- Left vessel: 10
- Left vessel: 11
- Left vessel: 12

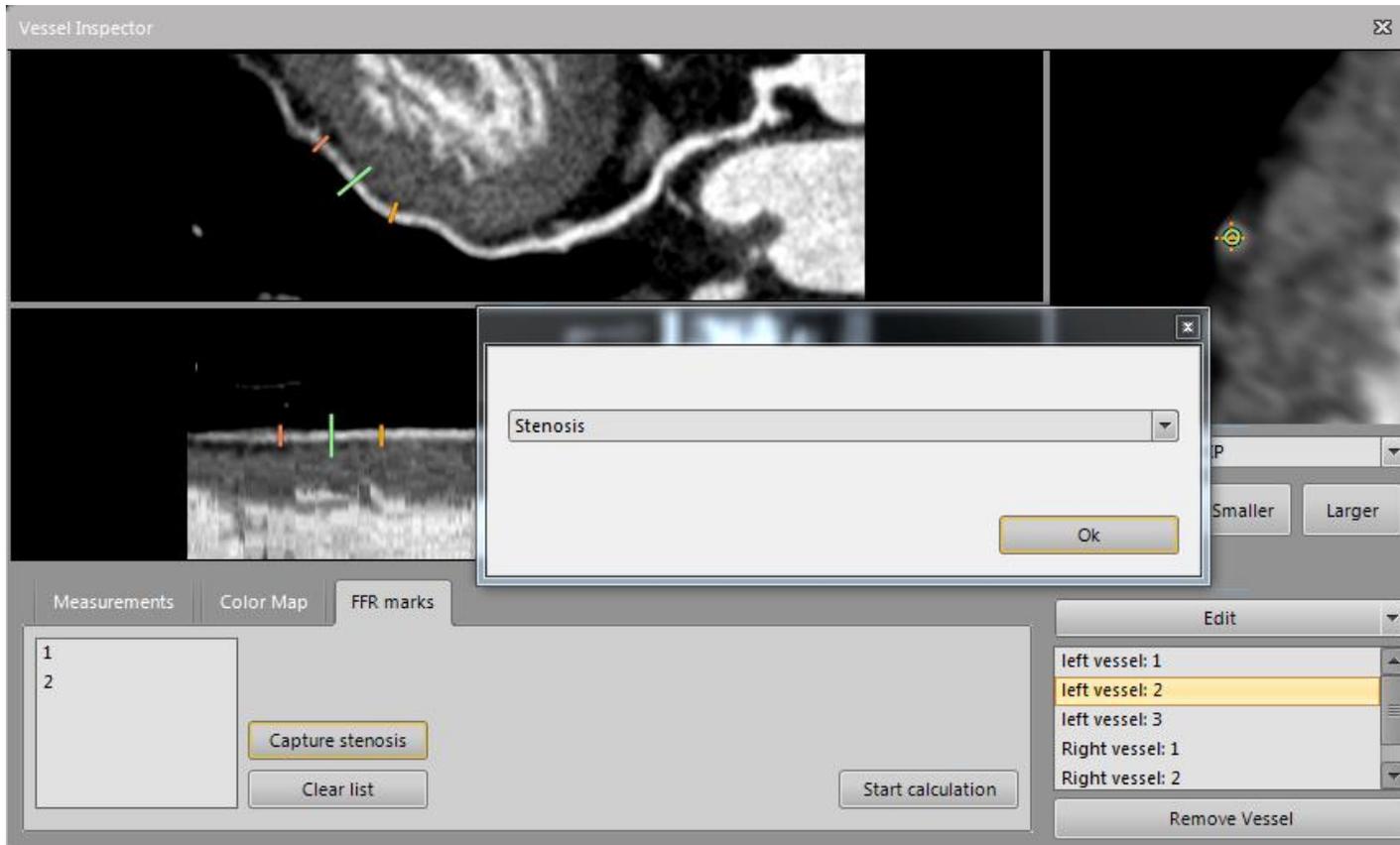
Удалить сосуд

Измерения Цветовая Карта FFR marks

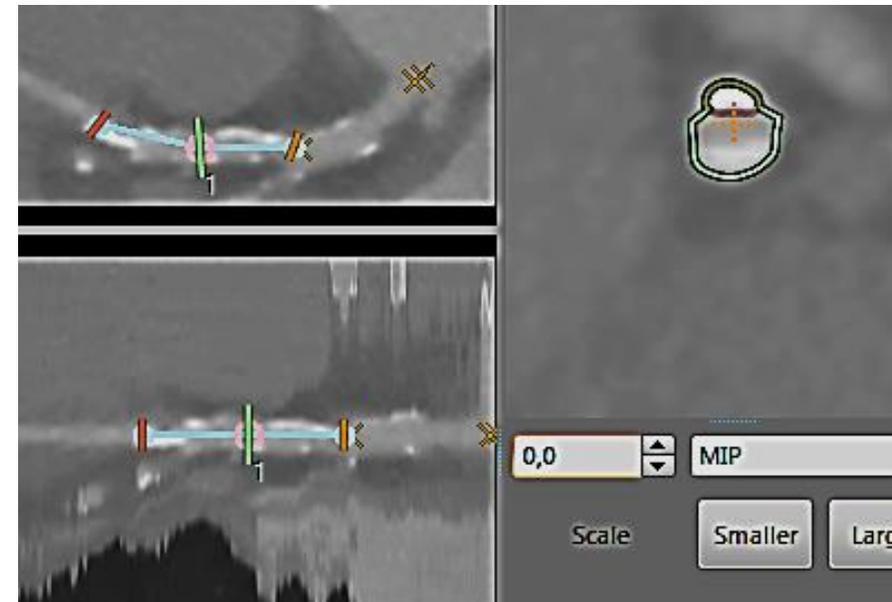
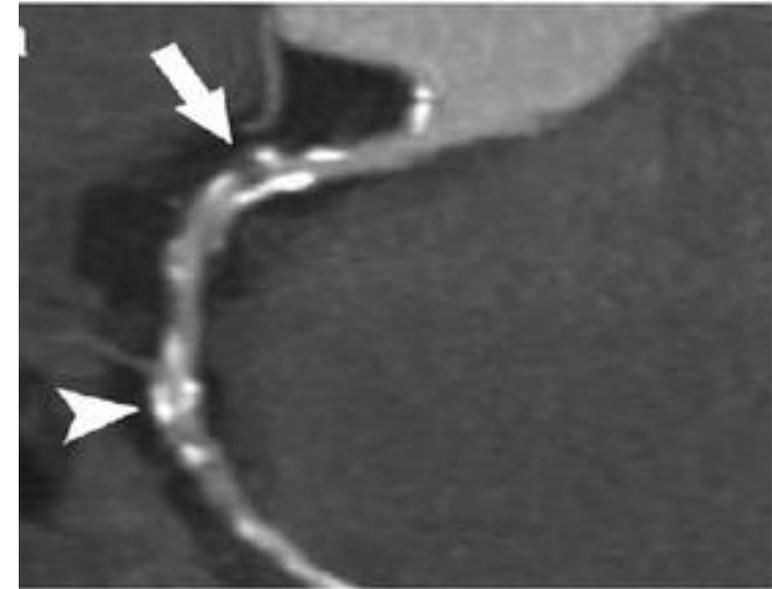
Details
Stenosis: 0 % Calculated:
Capture stenosis
Remove stenosis
Clear list
Delete vein
Delete vein
Start calculation

Удаление
терминального
сегмента

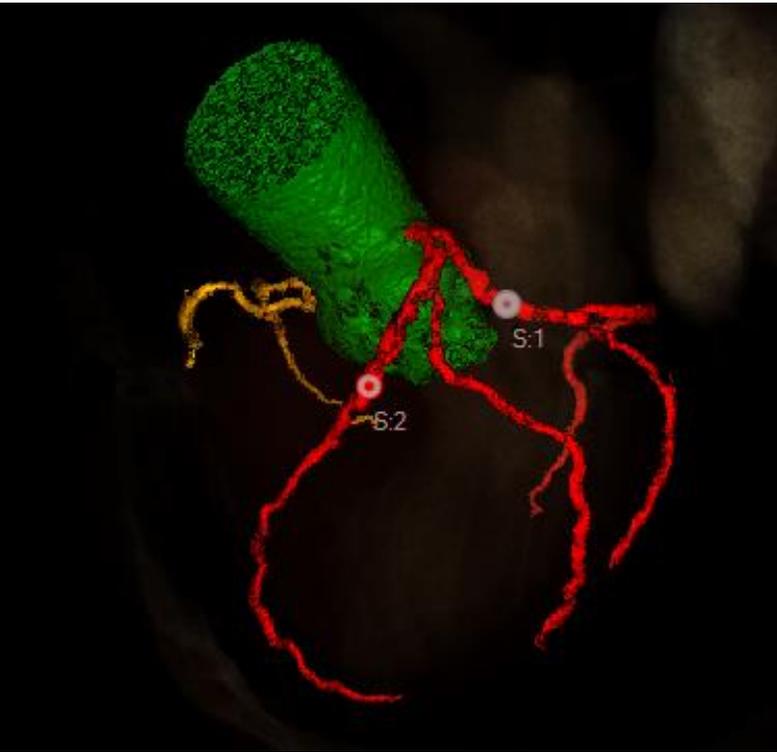
Пользовательские метки



- На каждом сосуде может быть выбран участок или участки с меткой
- После выбора меток пользователь запускает расчет ФРК
- Можно запустить несколько расчетов с разным набором меток



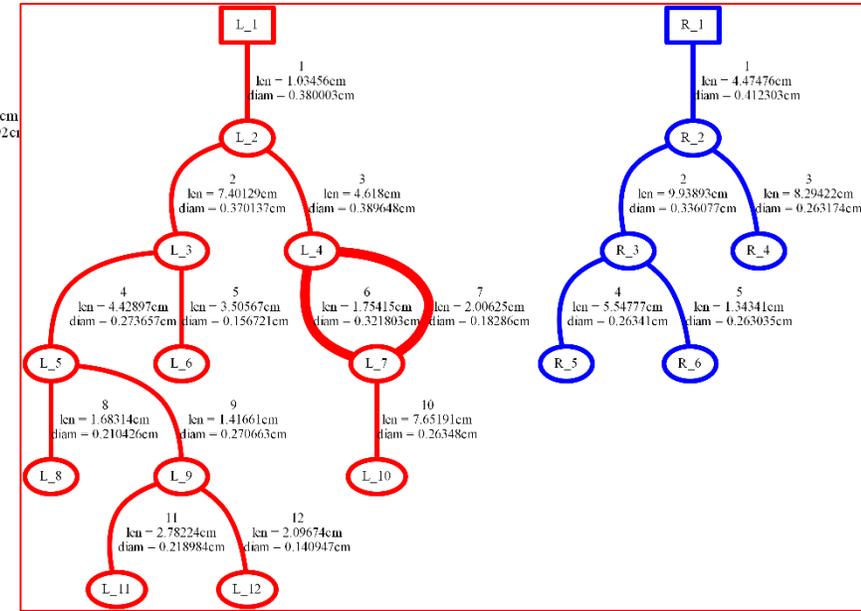
Визуализация Результатов



3D представление с
маркерами патологий



Автоматическая отрисовка
графа сосудов с
использованием языка DOT.



Легко увидеть циклы, в случае
ошибок в сегментации



Спасибо за внимание!