



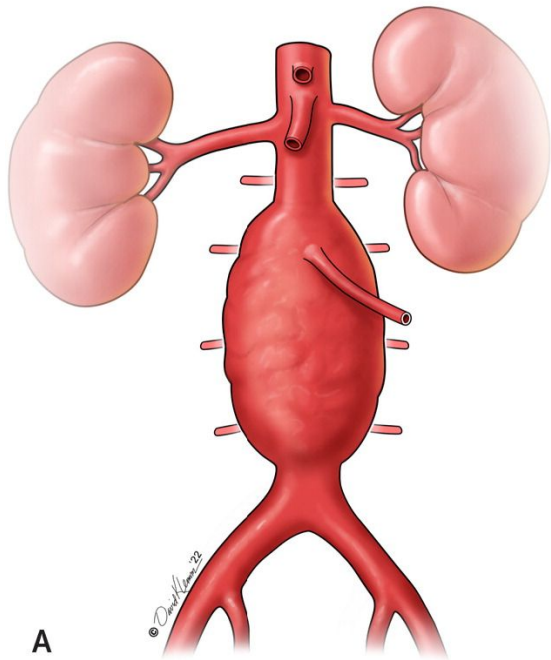
AI-фреймворк для автоматизированного планирования эндоваскулярного вмешательства на аневризму брюшной аорты

Федотова Я.В.¹. & Епифанов Р.Ю.¹, Дьячук С.Е.¹, Басков Н.О.¹,
Григорьев В. Е.¹, Карпенко А.А.², Мулляджанов Р.И.¹

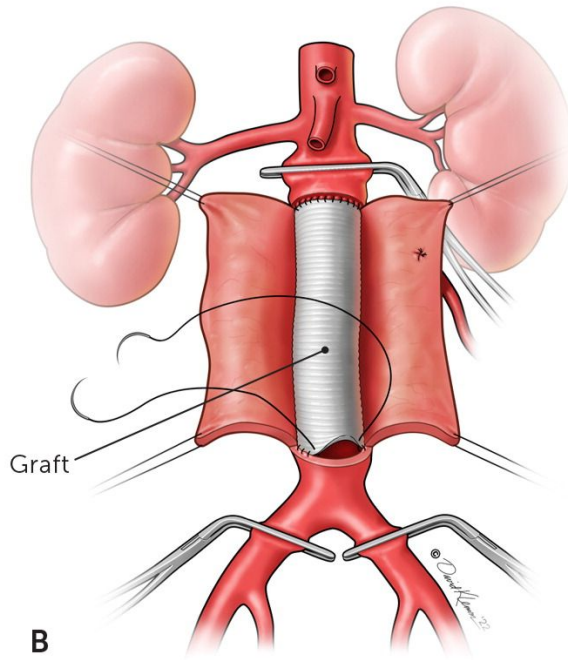
¹Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

² ФГБУ ФНКЦ ФХМ им. Ю. М. Лопухина ФМБА России

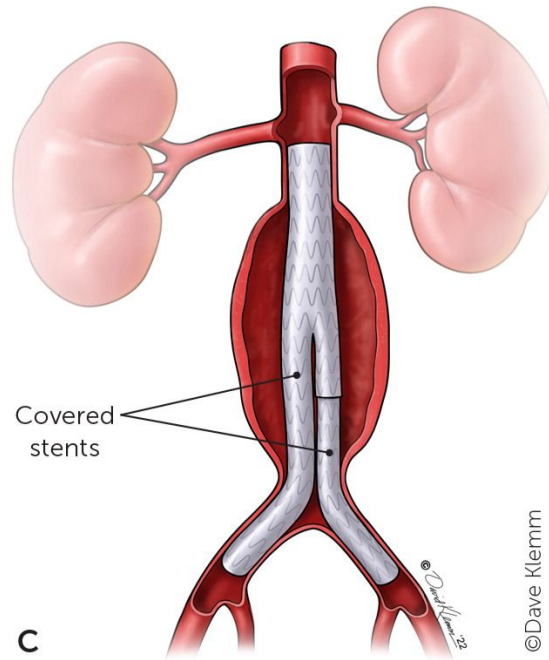
Актуальность: 2 типа оперирования



Аневризма
брюшной аорты



Открытая операция



EVAR

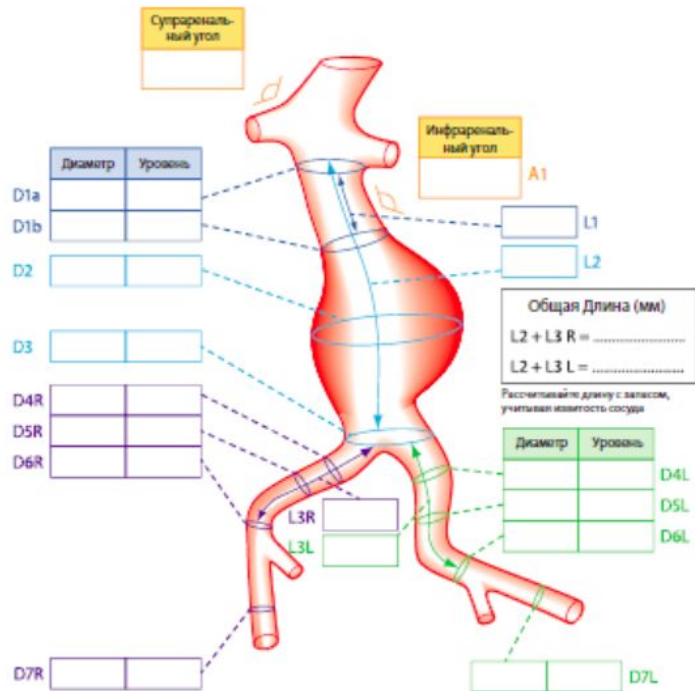
Актуальность: EVAR

В протоколе Endurant требуется измерить:

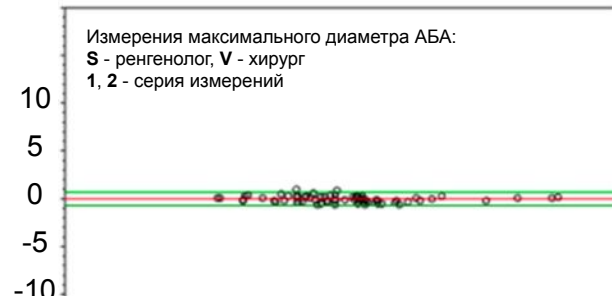
12 диаметров
4 длины

В других протоколах обычно для выбора стент-графта требуется измерить меньшее число параметров

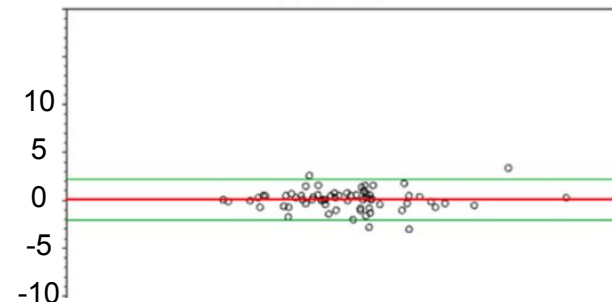
Однако ручные или полуавтоматические методы сильно подвержены интер- и интра-вариабельности



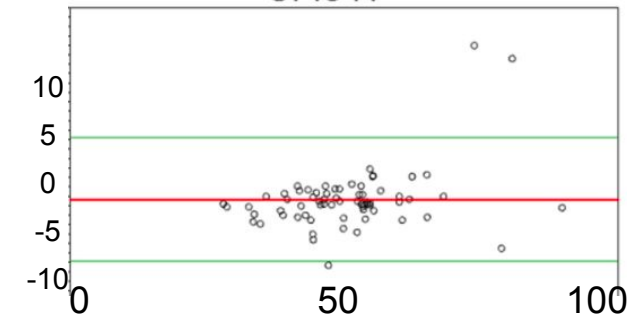
S1 vs S2



V1 vs V2

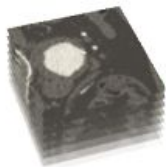


S1 vs V1

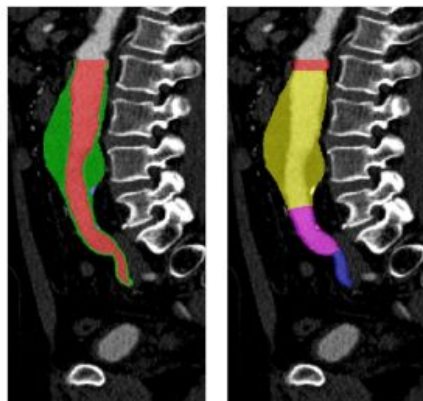


Методы

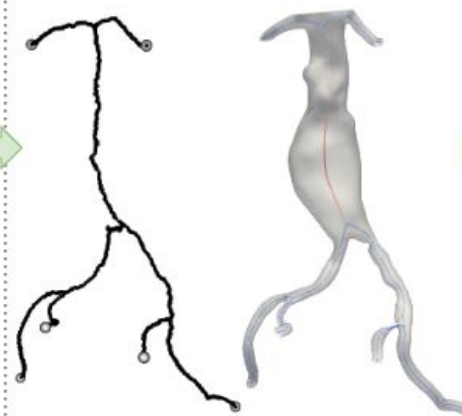
CTA
acquisition



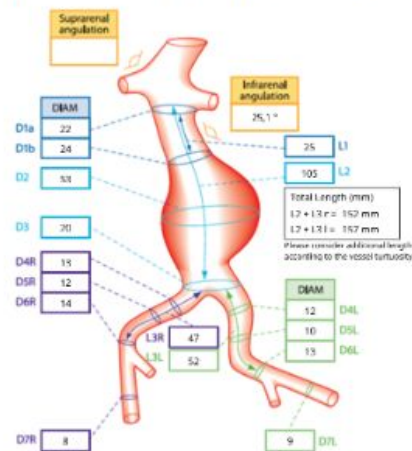
Tissue and zonal
segmentation



Vessel endpoints detection
and centerline extraction



Stent graft
parameter computation



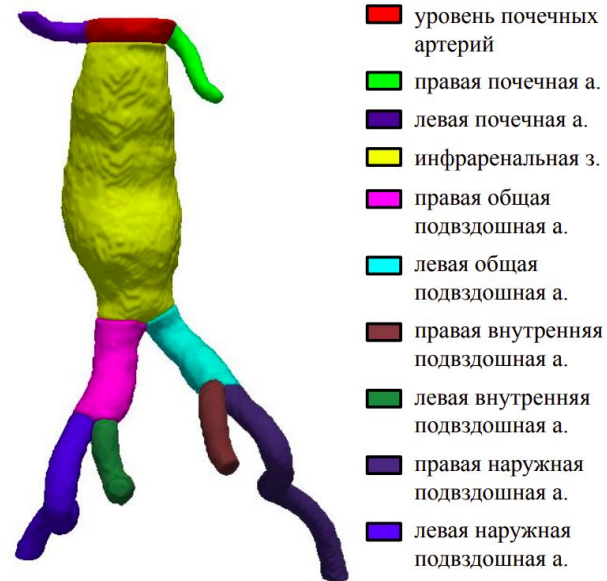
Сегментация: данные

В обучении использовали 30 КТ исследований с двумя типами сегментации.

На масках тканевой сегментации размечены просвет и прилежащие ткани — всего три зоны. Кроме того, на масках зональной сегментации размечено десять клинически значимых зон.

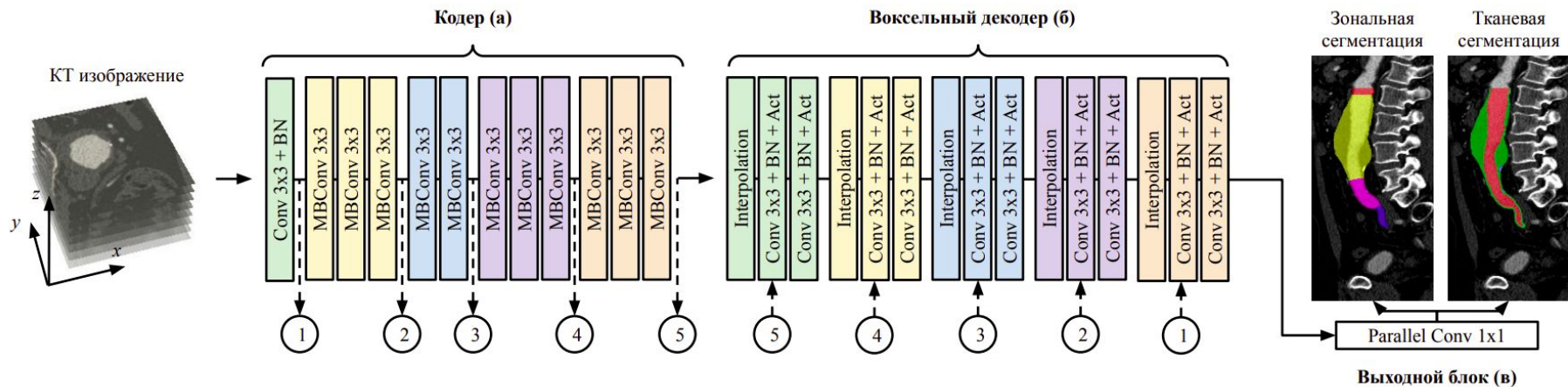


(a)



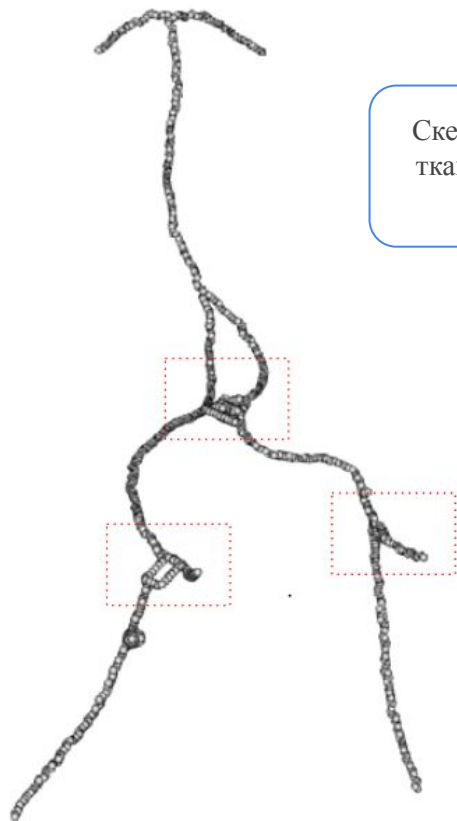
(б)

Сегментация: архитектура



В задаче тканевой сегментации было достигнуто качество 87.75%, а в задаче зональной сегментации 86.16% по метрике Серенсена-Дайса.

Поиск концевых точек сосудистой сети



Скелетонизация
тканевой маски
просвета



Построение
полилинии с
помощью
алгоритма MST



Градиентный
фильтр
центральной
линии



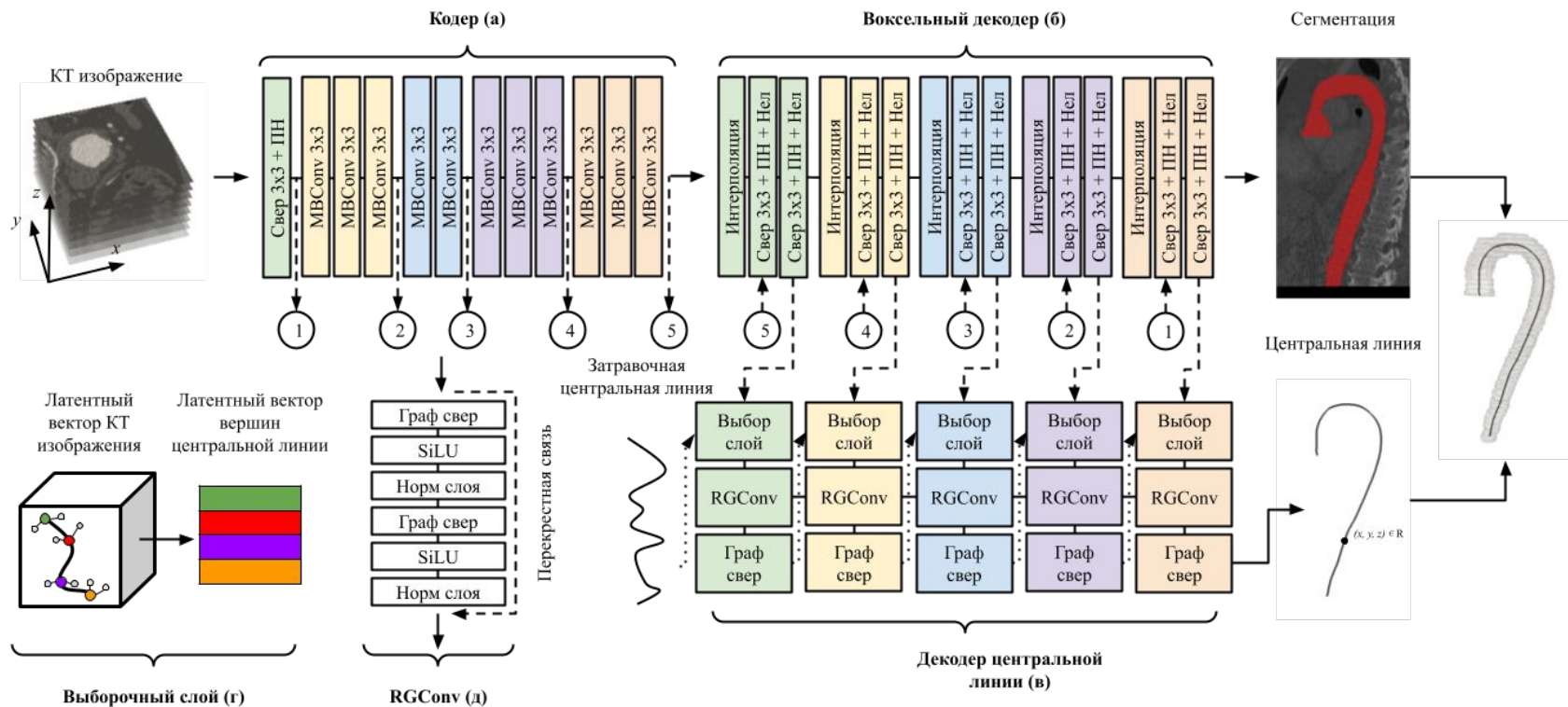
Фильтр диаметр-
длина и фильтр
концевых зон

$$Gradient = \frac{\sum_{i=1}^n |\varepsilon_i - \varepsilon_{i+1}|}{n * \Delta \varepsilon_{max}} \leq 1$$

Алгоритм марширующих кубов + алгоритм построения
центральной линии на основе диаграмм Вороного из VMTK



Альтернативный подход к построению центральной линии



3D оценка и CPR

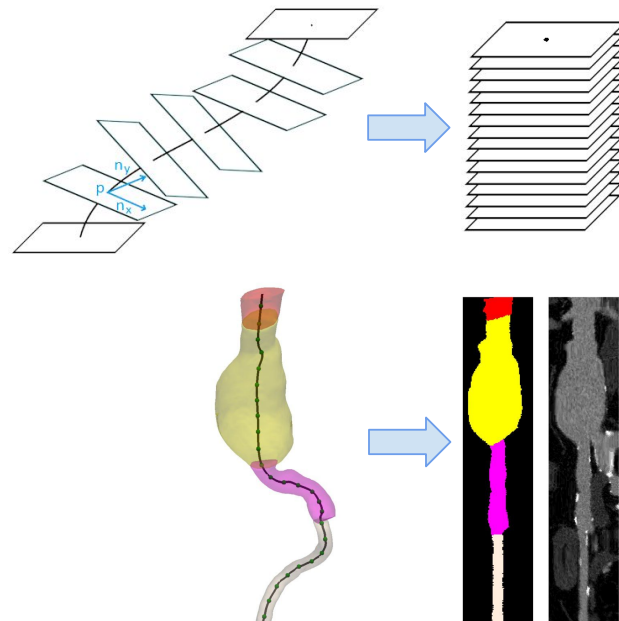
Существуют два подхода, используемых для измерения параметров стент графтов для EVAR:

- Прямое измерение диаметров и длин сосуда по ортогональным сечениям;
- CPR (straightened curved planar reformation)

Прямое 3D-измерение

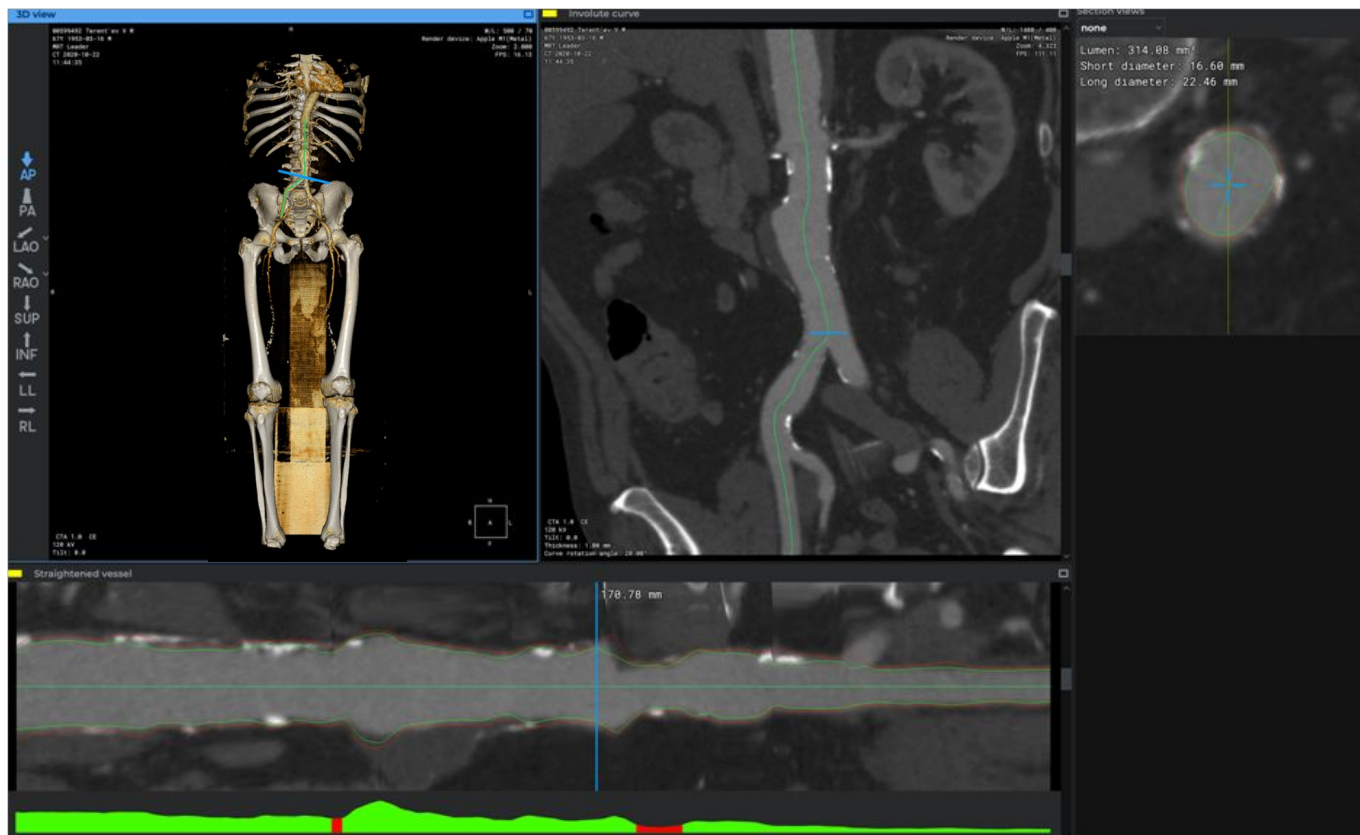


CPR



Существующие решения

Inobitec

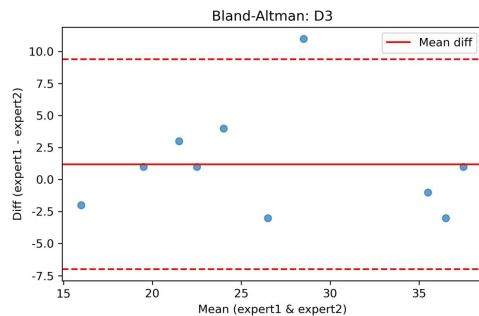
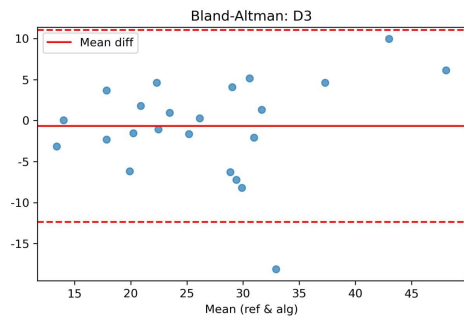
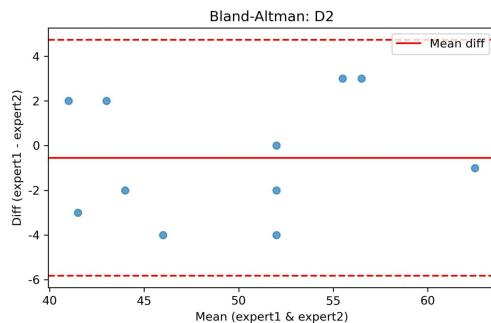
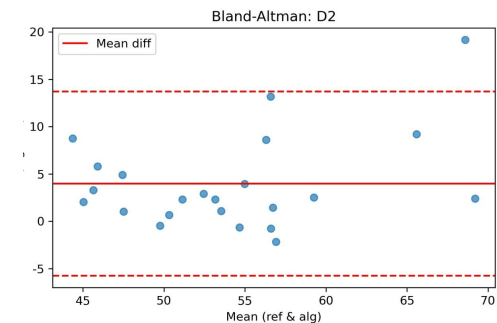
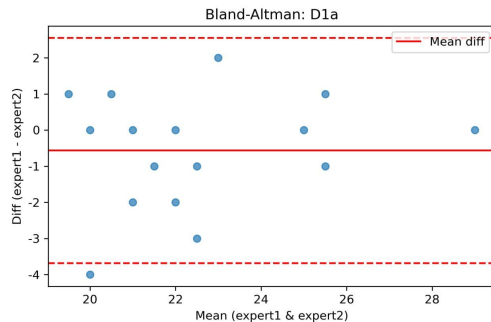
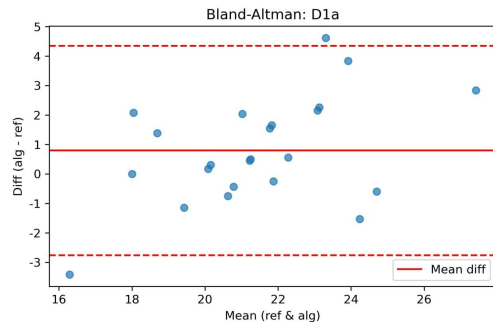


Существующие решения

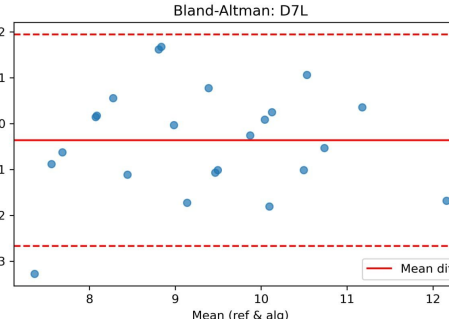
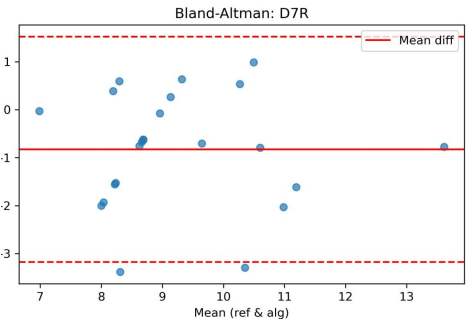
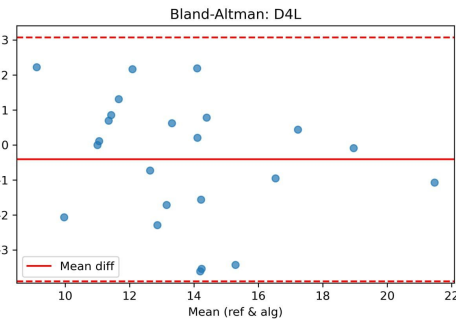
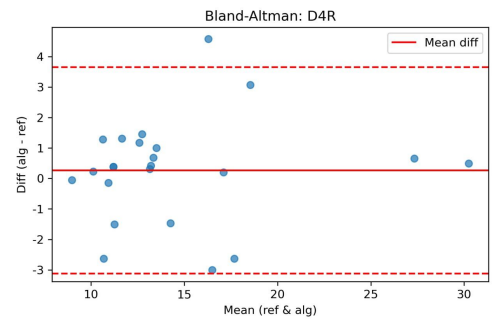
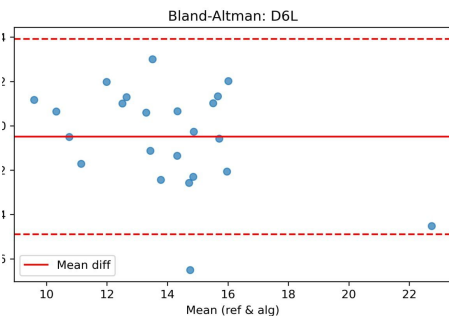
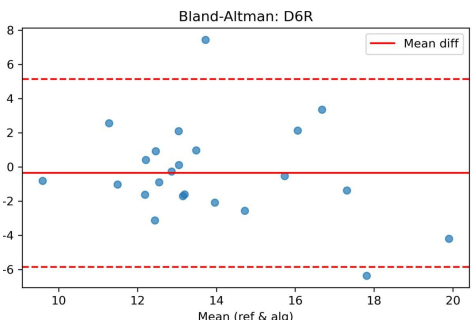
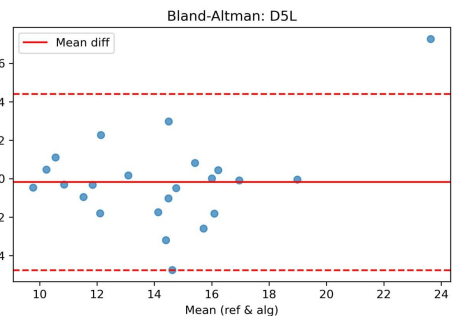
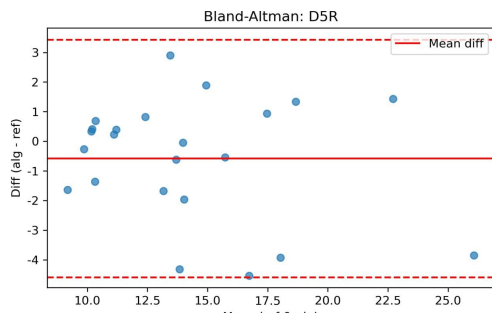
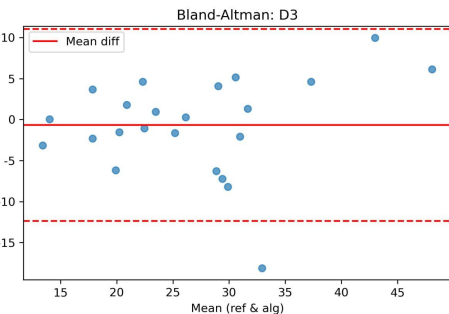
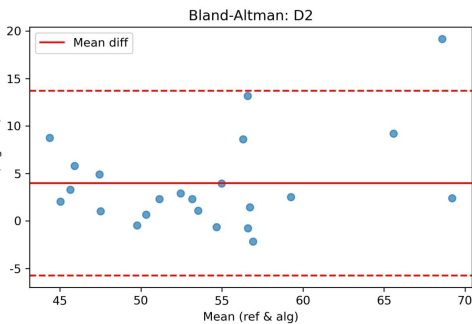
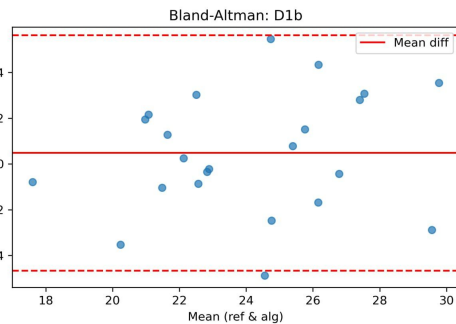
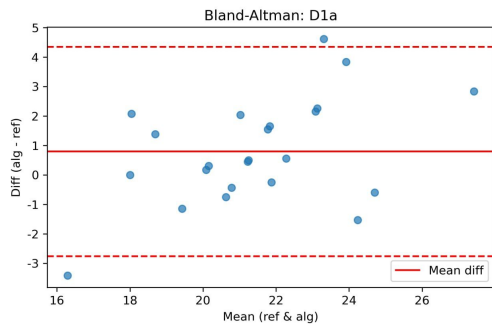
EndoSize



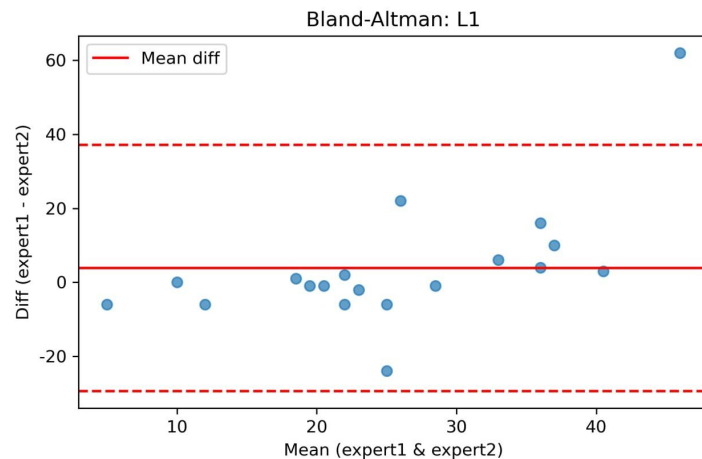
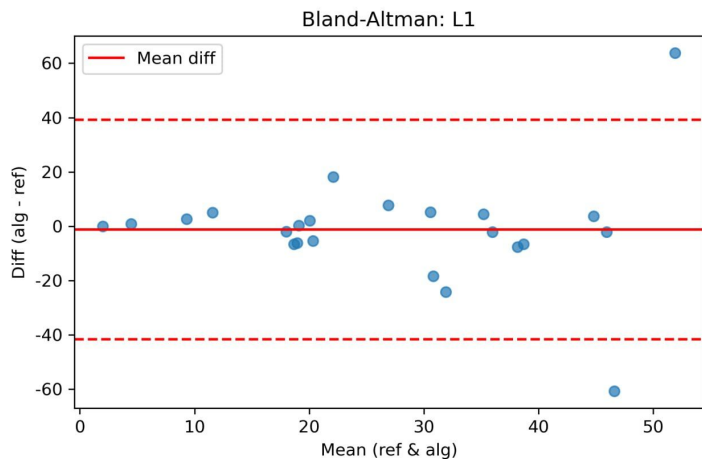
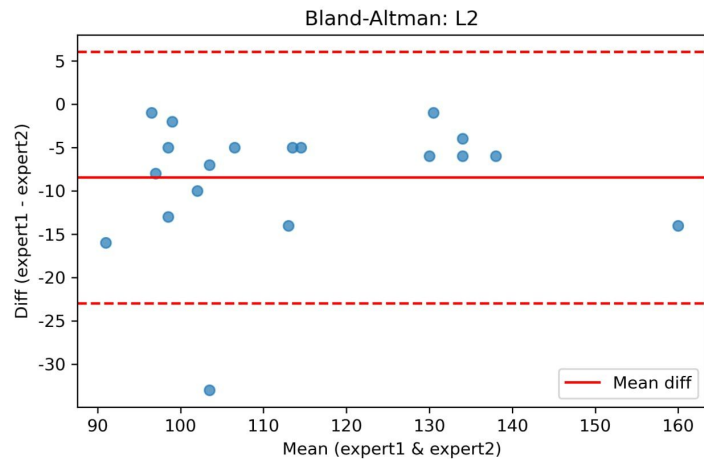
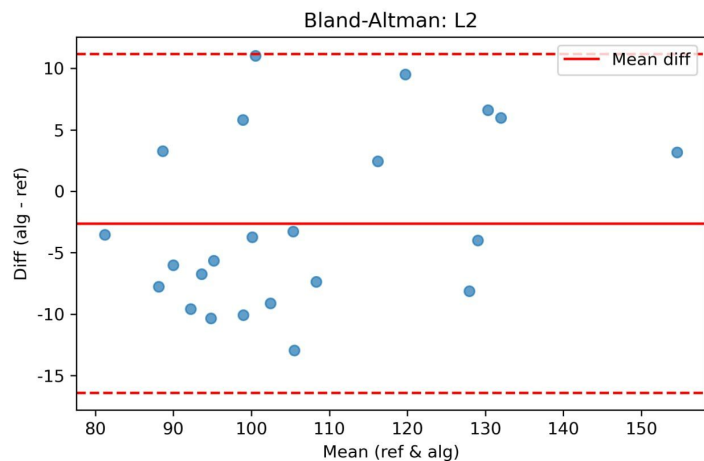
Диаметры. Алгоритм vs Эксперт. Эксперт1 vs Эксперт2



Результаты измерений. Диаметры.



Результаты измерений. Длины.



Предварительные результаты и выводы

1. Согласованность диаметров оказалась выше, чем длин, что объясняется тем, что положения ортогональных плоскостей для измерений диаметров четко определены, в отличие от положения точек центральной линии.
2. Был разработан прототип полностью автоматизированного инструмента для планирования EVAR, однако необходимо провести тщательное измерение межоператорной вариабельности измерений длин и диаметров для оценки работы разработанных алгоритмов, а также исследовать природу ошибок.

Спасибо за внимание!

Сегментация: результаты

Ткани:

Класс 1: 89.22%,

Класс 2: 88.17%

Класс 3: 85.88%,

Среднее: 87.75%

Зоны:

Класс 1: 85.71%

Класс 2: 79.32%,

Класс 3: 82.53%,

Класс 4: 94.18%

Класс 5: 89.23%

Класс 6: 92.84%

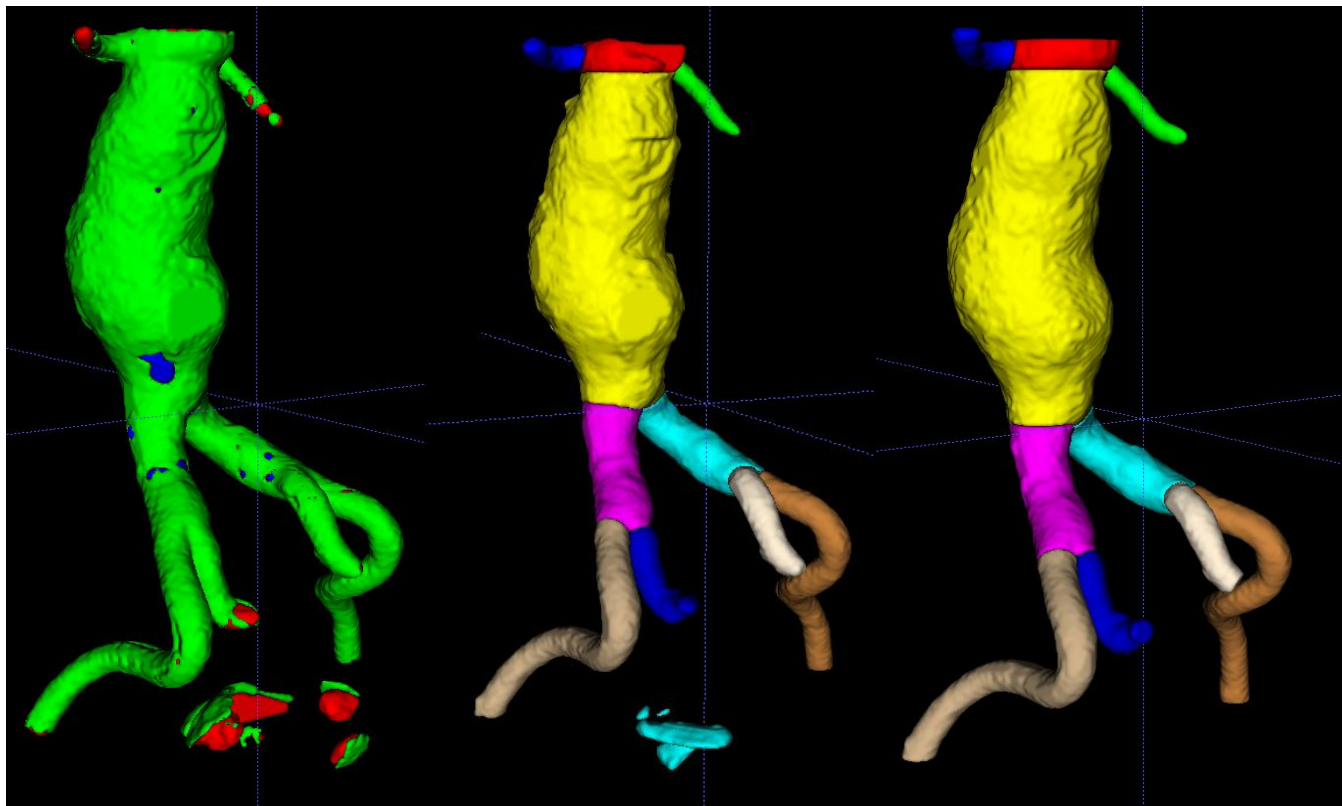
Класс 7: 77.14%

Класс 8: 74.43%,

Класс 9: 91.23%,

Класс 10: 94.96%,

Среднее: 86.16%



Предсказанные тканевая и зональные маски, а также эталонная зональная маска

CPR

