



КТ-коронарография



Гришков А.В.

Отделение томографии, Отдел ЛифД,
ФГУ «ННИИПК Росмедтехнологий»

3280044

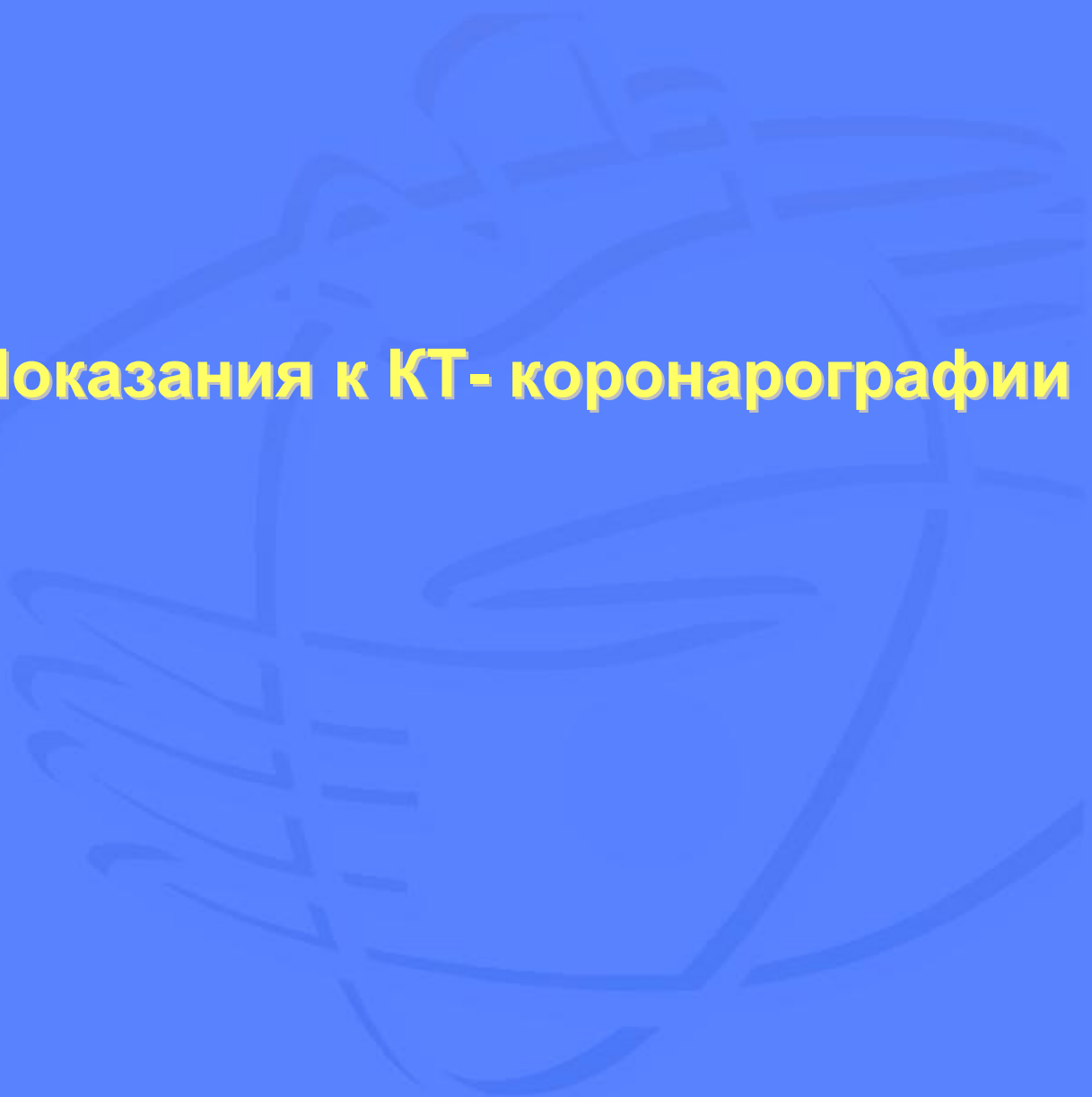


Исследования, которые помогают
Сохранить самое ценное

телефон
3280044



Показания к КТ- коронарографии





Мета-анализ использования МСКТ для оценки стенозов коронарных артерий

Данные 29 исследований МСКТ \geq 16 срезов
в период 2002-2006 гг.

- Чувствительность **96%**
- Специфичность **74%**
- PPV **83 %**
- NPV **94%**



**Обычная разрешающая способность
современных КТ-томографов 0,3-0,4 мм**

*

Диаметр просвета ветвей коронарных артерий ...

**Погрешность автоматического расчёта степени
стеноза ...**

**Создают сложности в оценке мелких ветвей и
точного количественного измерения стеноза**



Клиническое применение КТ-коронарографии

- НЕ у пациентов с высокой исходной вероятностью значимых коронарных стенозов
- НЕ для целей скрининга
- НЕ для оценки коронарных стентов, особенно диаметром менее 2,5 мм
- Лучшее использование – «фильтр» с целью избежать выполнения инвазивной ангиографии у пациентов с исходно низкой вероятностью наличия значимых коронарных стенозов



Области использования КТ-коронарографии

- Атипичная стенокардия и сомнительные тесты на ИБС
- Острая боль в грудной клетке (с нормальной или неинформативной для установления диагноза инфаркта миокарда ЭКГ и ферментами крови)
- Перед операциями на клапанах сердца (особенно у молодых пациентов)
- Оценка коронарных шунтов (чувствительность для окклюзий 100%, для стенозов шунтов 60-100%)
- Аномалии коронарных артерий



Противопоказания к контрастной КТ коронарографии

- Беременность
- Аллергии на контрастные препараты
- Почечная недостаточность (↑ креатинин крови)
- Очень большой вес пациента
- Нерегулярный сердечный ритм (?)
- Тахикардии при противопоказаниях к приёму бета-блокаторов (?)
- Отсутствие показаний



Другие области использования КТ сердца

- Внутрисердечные массы (Объёмные образования и тромбы)
- Анатомия лёгочных и коронарных вен для электрофизиологов
- Исследования перикарда
- Исследование аорты и клапанов сердца
- Врождённые пороки сердца (у взрослых)
- Левый желудочек: объём, функция, масса миокарда.
- Перфузия миокарда левого желудочка



Оценка атеросклеротических бляшек на МСКТ

**Преимущество МСКТ:
визуализация не только просвета,
но и стенки сосуда**



Атерома, фиброатерома- бляшки с содержанием некротическим масс (атероматоз, белково-жировой детрит) более 10%.

Может быть с содержанием и без содержания кальция.

Имеет наиболее высокий риск разрыва, особенно при типе имеющем тонкую фиброзную капсулу.



Типы атеросклеротических бляшек на КТ изображениях:

- Липидная
- Фиброзная
- Фиброзно-кальцинированная
- Смешанная
- Патологическое утолщение интимы (может содержать микрокальцинаты и 0-3% некротических масс)



Критерии риска возникновения окклюзии сосуда в зависимости от структуры бляшки

- **Ремоделирование сосуда**
- **Плотность бляшки менее +30 HU**
- **Кальцификация**

Если представлены все три признака - риск высокий.

Дополнительный критерий- наличие неровности контура (изъязвлений, надрывов)

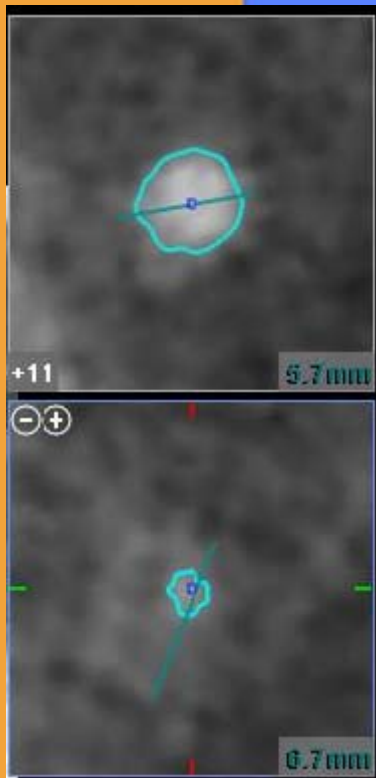


Индекс ремоделирования

Отношение наружного диаметра сосуда на уровне поражения к референсному значению

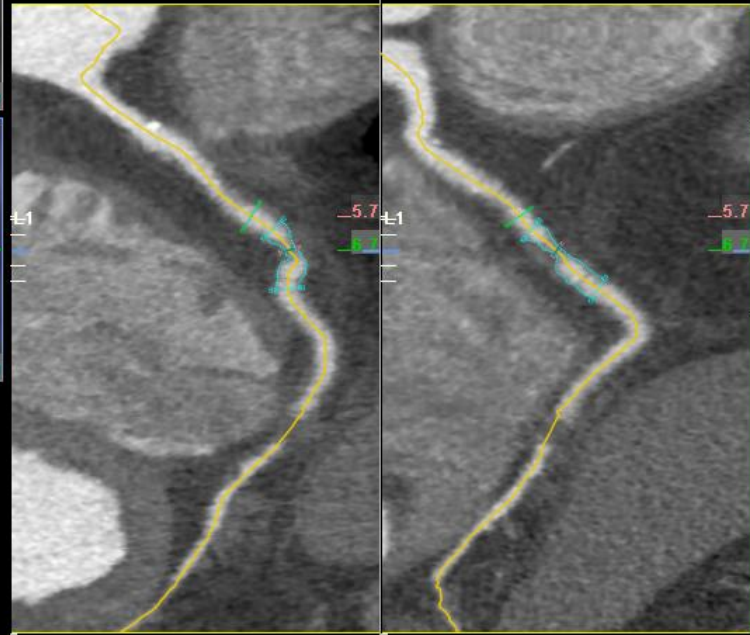
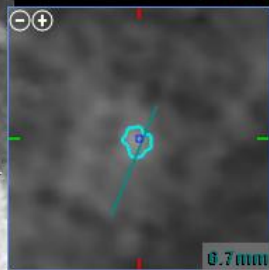
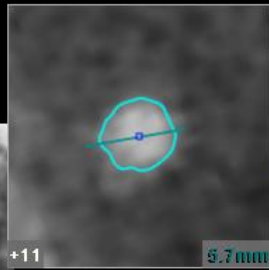
Пример:

$$6,7 \text{ мм} / 5,7 \text{ мм} = 1,17$$



Клинически значим при уровне $\geq 1,37$

(Milind Y. Desay, 2007)



Vitrea®
Phase %075
W/L:892/162
Curved
RCA

$$1 - \frac{5.7}{6.7} = 15\%$$



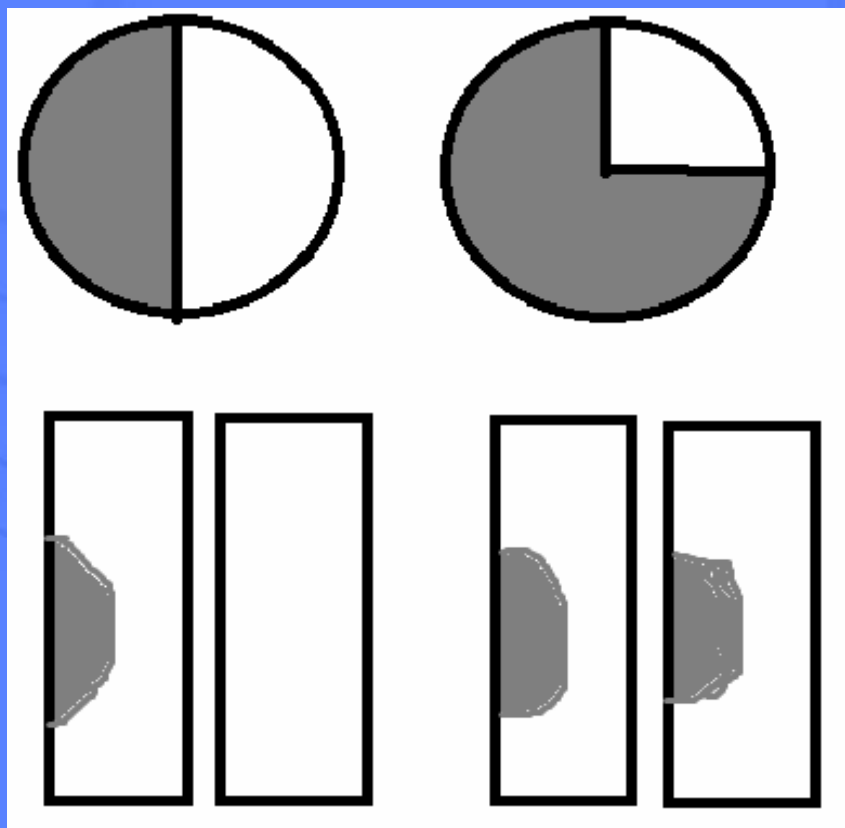


Оценка стенозов просвета коронарных артерий





Визуализация стеноза при традиционной ангиографии в зависимости от формы бляшки и от проекции.





**В интервенционной ангиографии
используется сопоставление диаметра
стеноза просвета к неизменённому
(контрольному, референсному) участку**

**Градация степени стеноза
при интервенционной ангиографии:**

50%, 70%

(в США 50%, 75%, 90%)



Соотношение просвета стеноза и общего диаметра (или площади) сосуда на уровне стеноза:

- 1. Вариабельно в зависимости от выраженности ремоделирования,**
- 2. Не может быть сопоставлено с данными интервенционной коронарографии.**

Вывод: используйте референсные срезы



Один или два референсных среза для расчета степени стеноза?

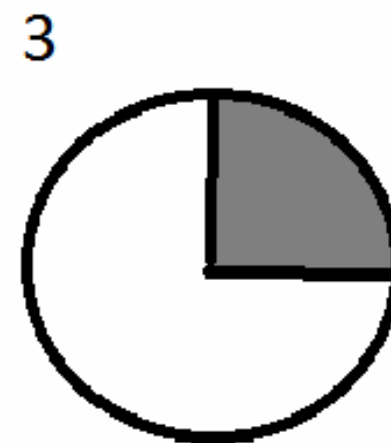
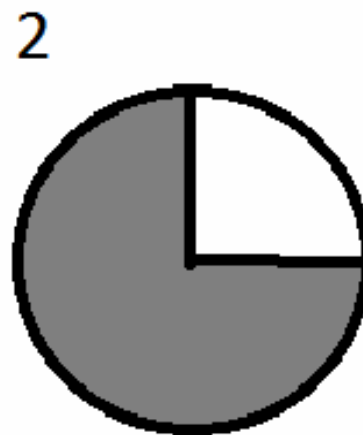
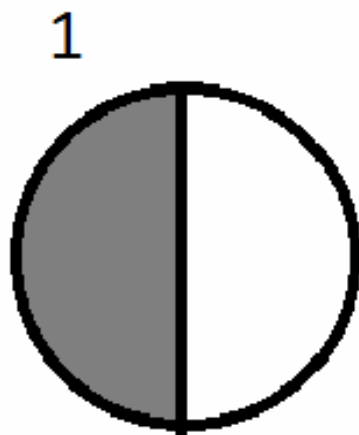
Стенозы коронарных артерий чаще локализуются в устьях и бифуркациях крупных ветвей, следовательно использовать два референсных уровня (проксимальный и дистальный) в этих случаях нельзя.

«Двойной метод» допустим при оценке участков сосудов без ветвления (вертикальный сегмент правой коронарной артерии, шунты), но выбор не одного, а двух референсных изображений надлежащего качества требует больше времени.



Сопоставление методов оценки стеноза просвета

	1	2	3
По минимальному диаметру	50%	50%	50%
По среднему диаметру	25%	50%	??
По площади	50%	75%	25%





**Обычно разрешающая способность
современных КТ-томографов 0,3-0,4 мм**

**Погрешность измерения просвета (для расчёта
степени стеноза) на изображениях ХОРОШЕГО
качества:**

Диаметр просвета 2,5 мм = размер ~ 8 пикселей:

$$0,3 \text{ мм} / 2,5 \text{ мм} \times 100 = \pm 12 \%$$

Диаметр просвета 1 мм = размер ~ 3 пикселей

$$0,3 \text{ мм} / 1,0 \text{ мм} \times 100 = \pm 30 \%$$



Градация степени стеноза при интервенционной ангиографии:

50%, 70%

(в США 50%, 75%, 90%)

Основные ветви коронарных артерий



30571
Age:34 years
M
14 Sep 2009
14:22:07

НИПК Новосибирск
CT
HALF 75% 1.26s Cardiac 0.5 CTA/HALF CE 75



30571
Age:34 years
M
14 Sep 2009
14:22:07

HALF 75% 1.26s Cardiac 0.



kVP:135
mA:122
msec:350
mAs:89
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
LAO43 CRA44

Vitrea®
Phase %075
W/L:198/194 Heart
Segmented
Vessel 6
VR: Heart Only

kVP:135
mA:122
msec:350
mAs:89
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
LAO41 CRA51

Vitrea®
Phase %075
W/L:200/150 VesselProbe
Segmented
Vessel 6
VR: Heart Only

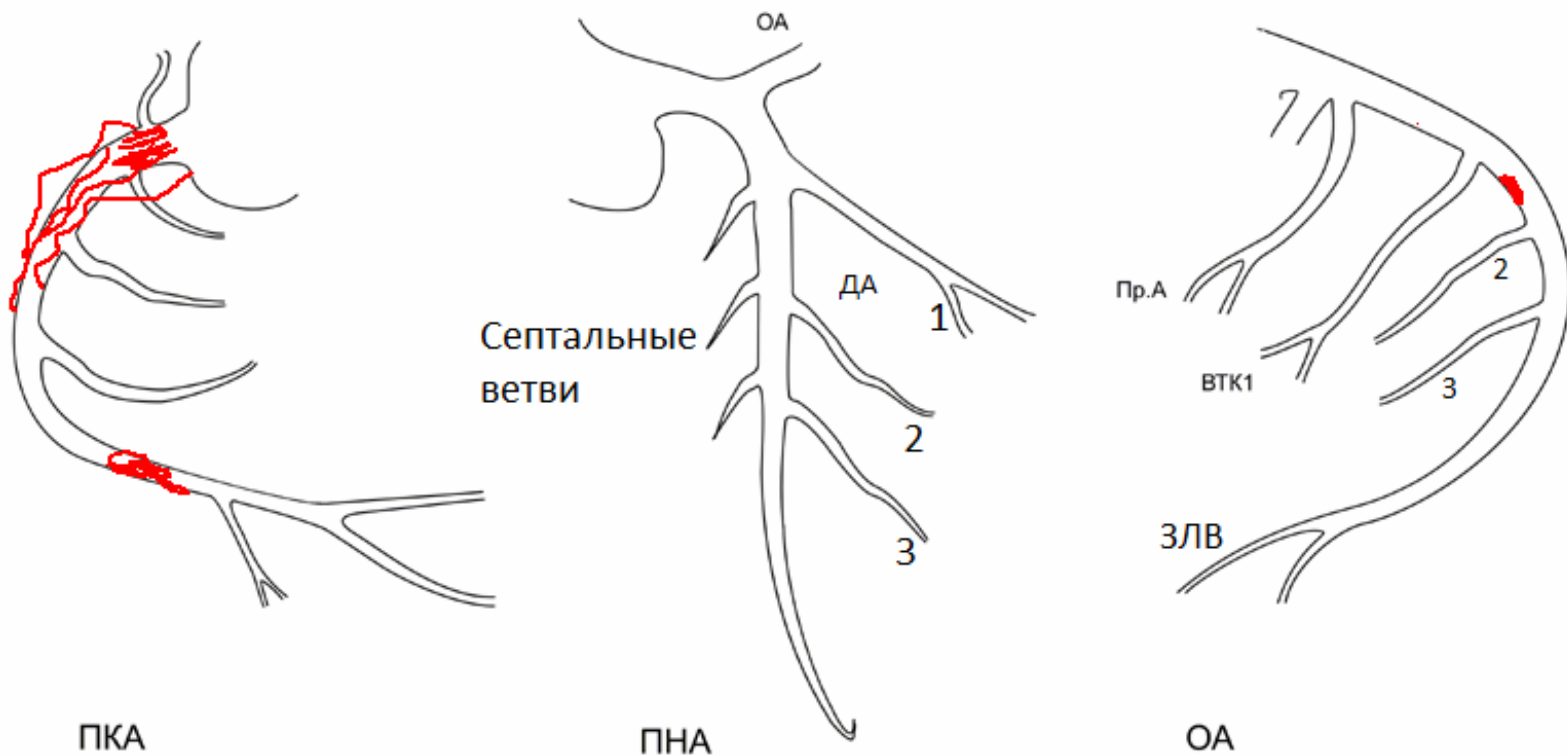


Септальная ветвь ПНА расположена в толще межжелудочковой перегородки, не подлежит реваскуляризации, но влияет на смертность в зависимости от локализации окклюзии ПНА: проксимальнее или дистальнее её устья



Основные ветви коронарных артерий

Схема используемая при интервенционной ангиографии





Виды коронарных шунтов

- Маммарно-коронарный (анастомоз внутренней грудной артерии и коронарной артерии)
- Аортокоронарный аутоартериальный – с использованием обычно лучевой артерии («лучевой шунт»)
- Аортокоронарный аутовенозный
 - По форме могут быть
 - раздвоенные (У- или Y-образный)
 - секвенциальный (прыгающий) с двумя или более анастомозами.

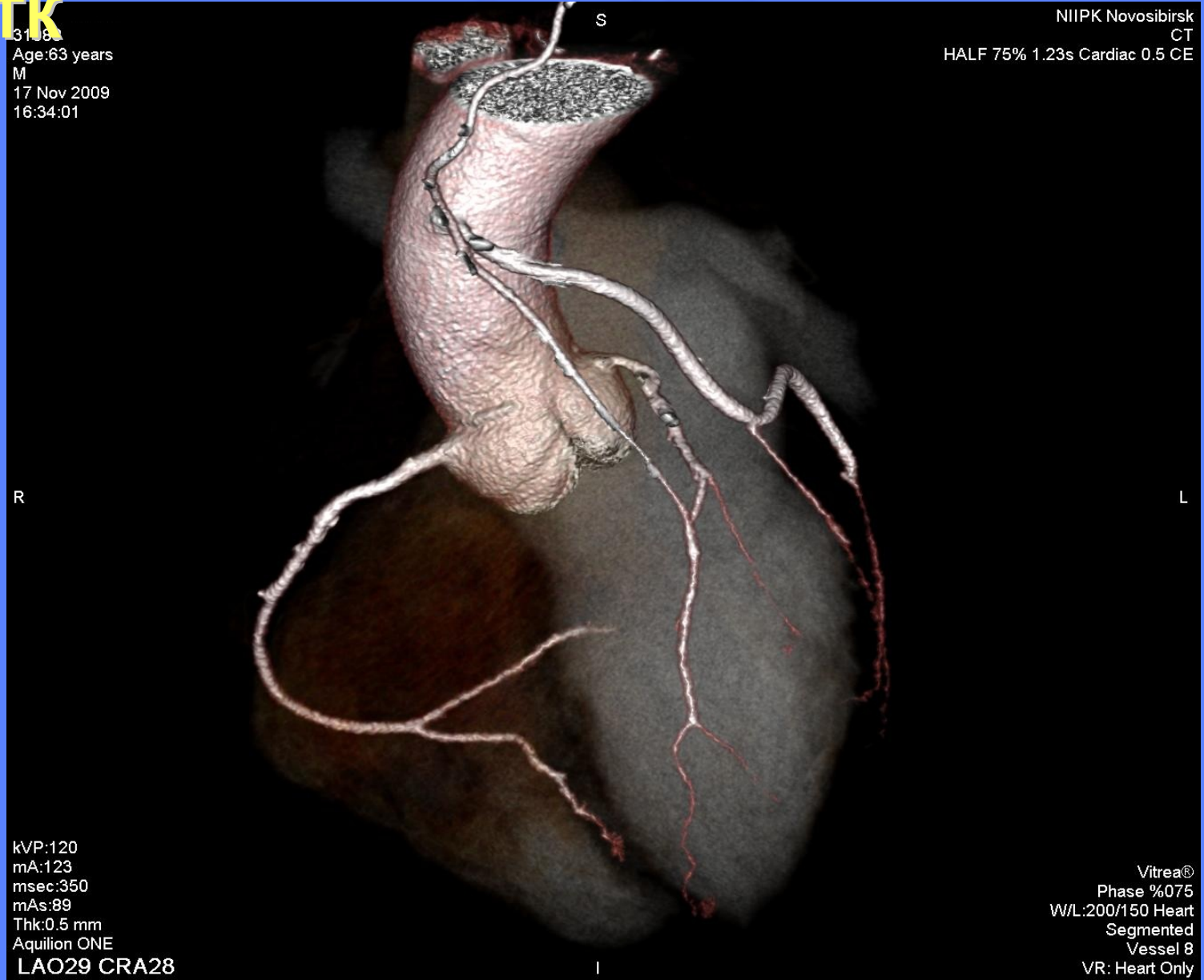


Секвенциальный (прыгающий) шунт к

АТК

3108
Age:63 years
M
17 Nov 2009
16:34:01

NIIPK Novosibirsk
CT
HALF 75% 1.23s Cardiac 0.5 CE



KVP:120
mA:123
msec:350
mAs:89
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
LAO29 CRA28

Vitrea®
Phase %075
W/L:200/150 Heart
Segmented
Vessel 8
VR: Heart Only

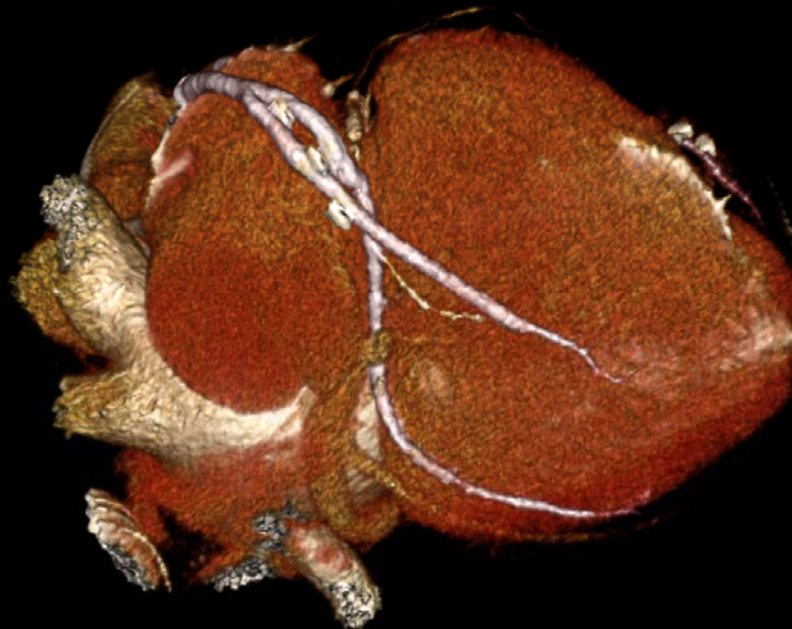
У-образный шунт к ПКА и её 3МЖВ



30173
Age:75 years
M
02 Jul 2009
12:47:33

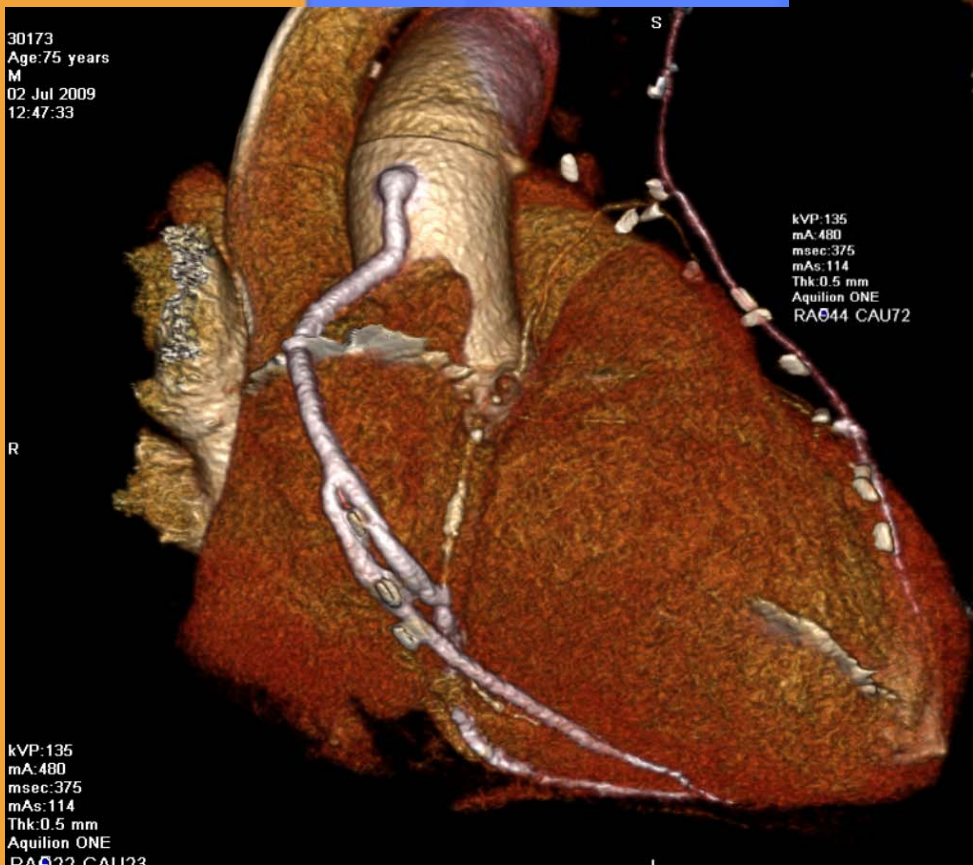
NIIPK Novosibirsk
CT
SEGMENT 75% 0.93s Cardiac 0.5 CTA/SEGMENT CE 75%

R



Vitrea®
Phase %075
W/L:200/110 VesselProbe
Segmented
Vessel 3
VR: Heart Only

30173
Age:75 years
M
02 Jul 2009
12:47:33



kVP:135
mA:480
msec:375
mAs:114
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
RA044 CAU72

R

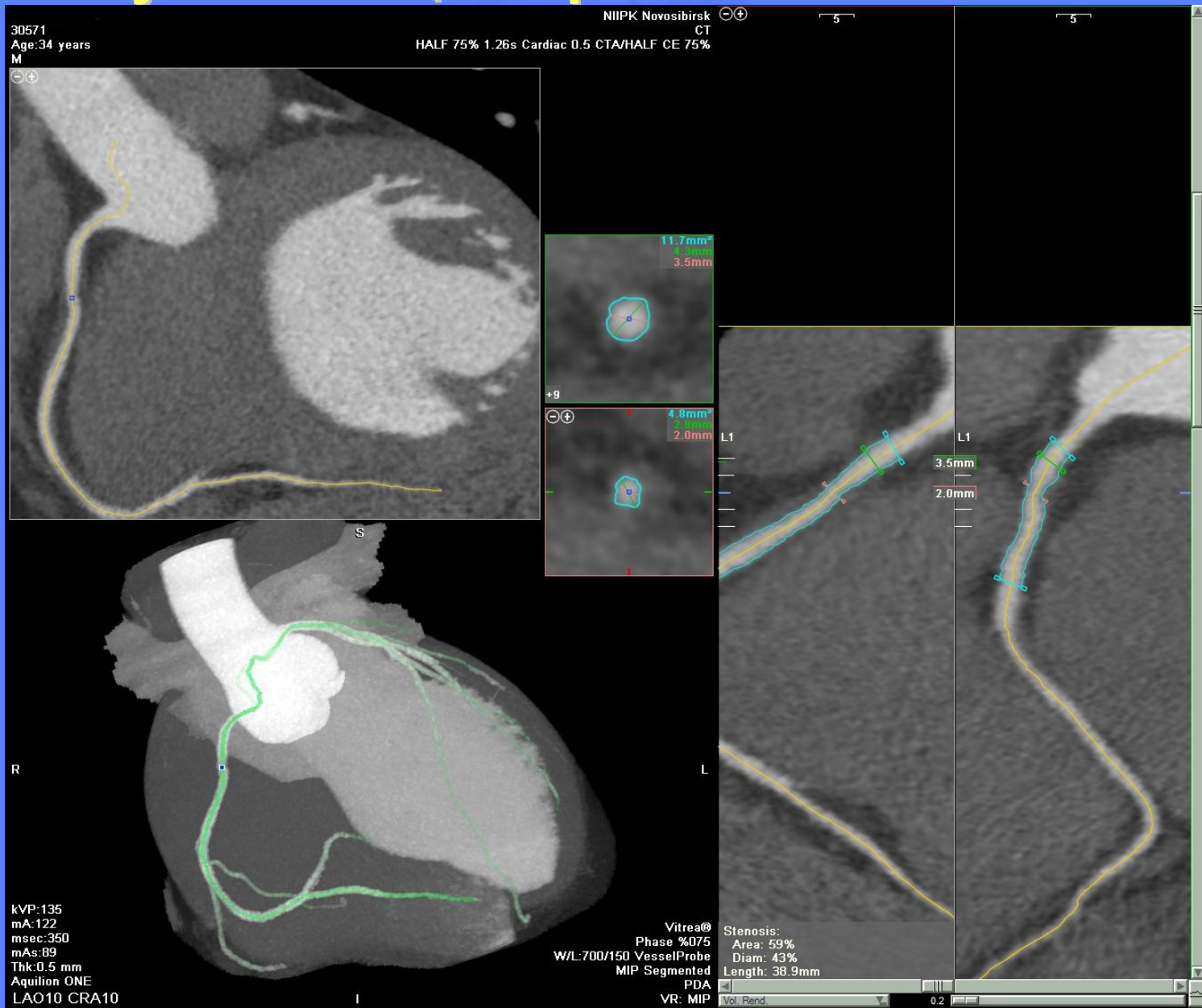
L

kVP:135
mA:480
msec:375
mAs:114
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
RA022 CAU23

Vitrea®
Phase %075
W/L:200/110 VesselProbe
Segmented
Vessel 3
VR: Heart Only



Визуализация просвета и бляшки





30571
Age: 34 years
M
14 Sep 2009
14:22:07

NIIPK Novosibirsk
CT

HALF 75% 1.26s Cardiac 0.5 CTA/HALF CE 75



A

P

kVP: 135
mA: 122
msec: 350
mAs: 89
Thk: 0.5 mm
Aquilion ONE
LA043 CRA44

L

Vitrea®
Phase %075
W/L: 198/194 Heart
Segmented
Vessel 6
VR: Heart Only



30571
Age:34 years
M
14 Sep 2009
14:22:07

NIIPK Novosibirsk
CT

HALF 75% 1.26s Cardiac 0.5 CTA/HALF CE 75

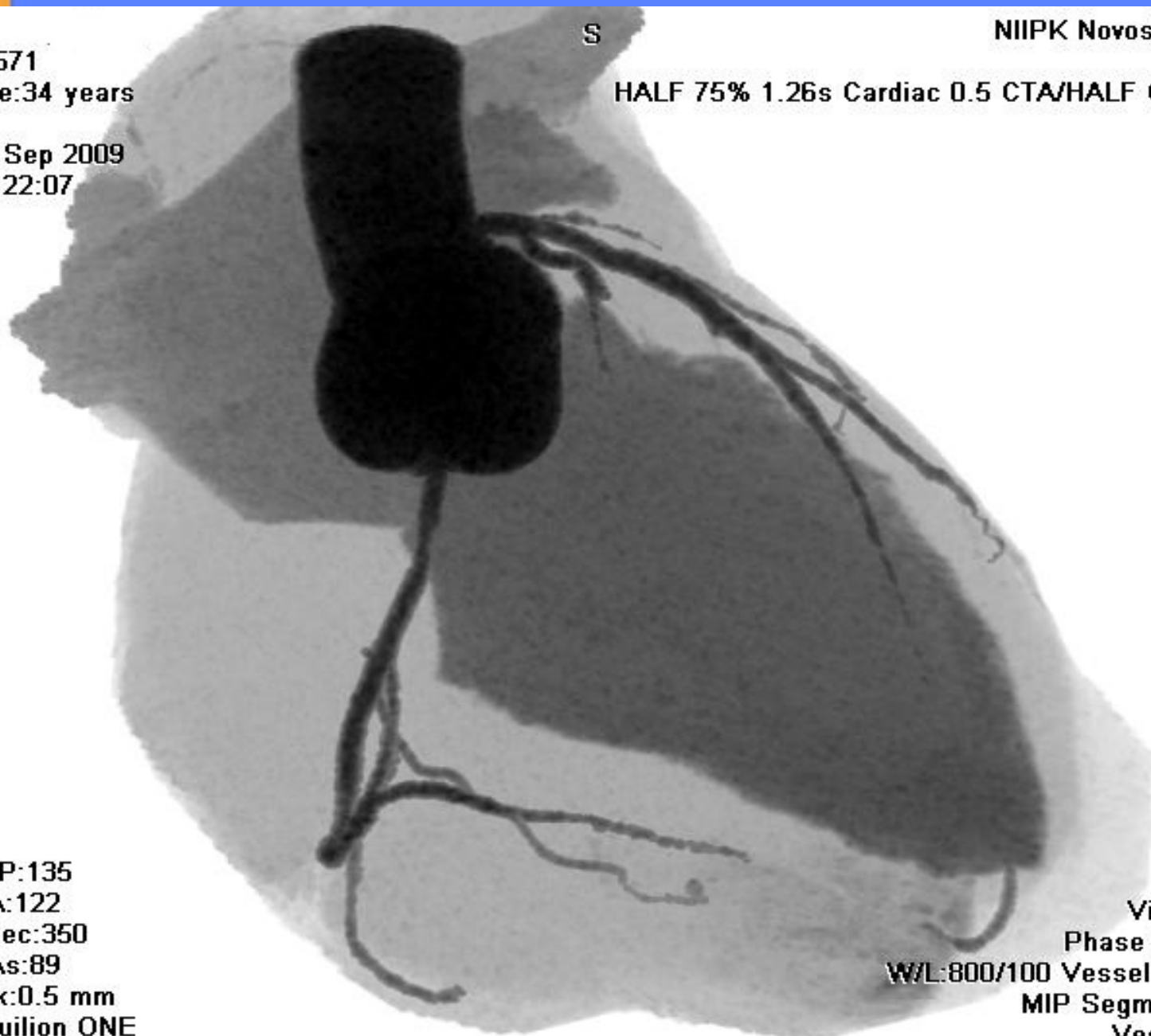
R

L

kVP:135
mA:122
msec:350
mAs:89
Thk:0.5 mm
Aquilion ONE
RAO30 CRA25

Vitrea@
Phase %075
W/L:800/100 VesselProbe
MIP Segmented
Vessel 6
VR: Negated MIP

I



Нестенозирующая бляшка с кальцинатом

30571
Age: 34 years
M
14 Sep 2009
14:22:07

NIIPK Novosibirsk
CT

HALF 75% 1.26s Cardiac 0.5 CTA/HALF CE 75

A

kVP: 135
mA: 122
msec: 350
mAs: 89
Thk: 0.5 mm
Aquilion ONE



Vitreax®
Phase %075
W/L: 1000/200
Oblique 8.62mm MIP
D2
W/L: 1000/200
Curved
LAD

Окклюзия ПНА сразу дистальнее анастомоза с шунтом. Стеноз шунта.

30353
Age: 53 years
M
17 Aug 2009
12:34:53

NIIPK Novosibirsk

CT

Cardiac

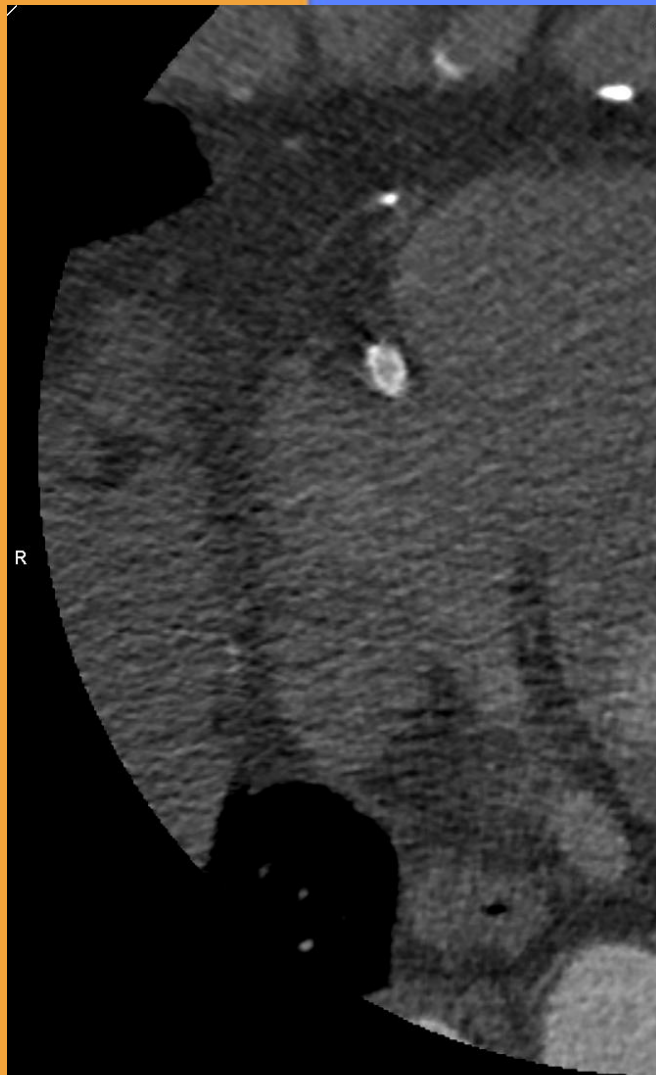
HALF 69% 1.06s Cardiac 0.5 CTA/HALF CE 69%



A
2 cm

kVP: 135
mA: 194
msec: 350
mAs: 107
Thk: 0.5 mm
Aquilion ONE

Vitreac@
Phase %069
W/L: 1000/200
Oblique 24.87mm MIP
Vessel 9



Vitrea®
W/L:1000/200
Curved
RCA

Коронарный СТЕНТ

Vitrea®
W/L:1378/363
#569 at -895.4 mm

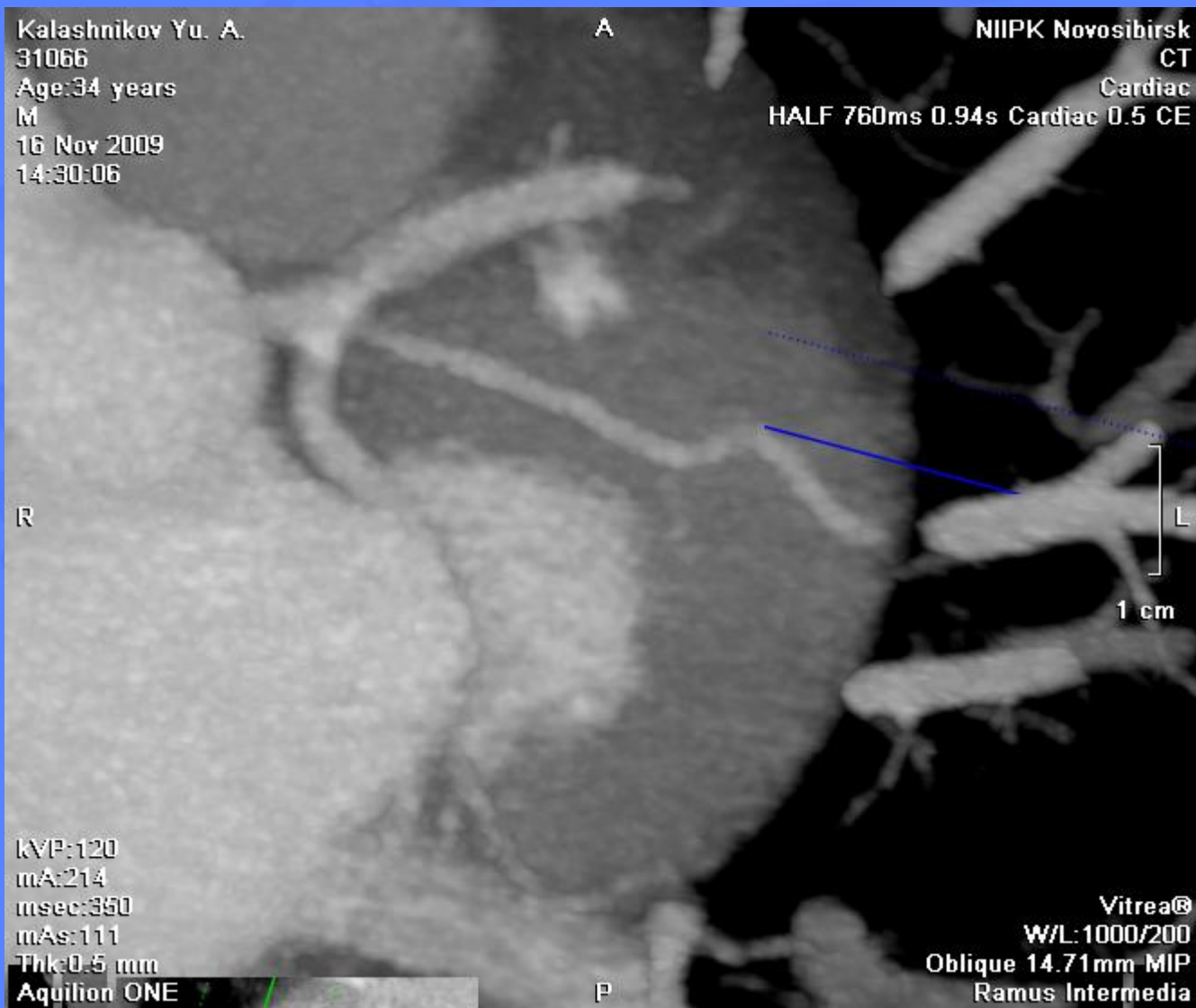


Стеноз устья промежуточной артерии без видимого патологического утолщения её стенки





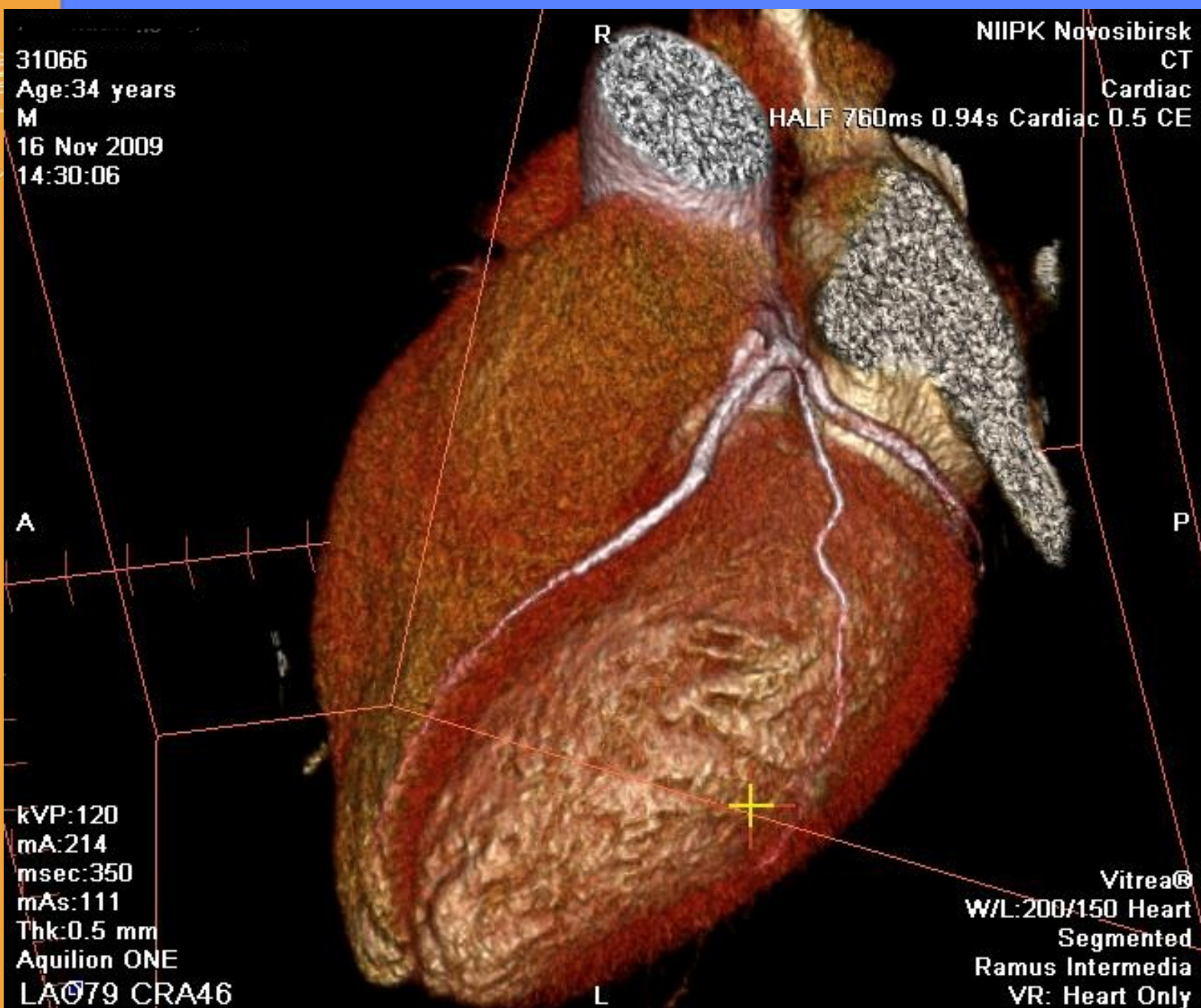
Стеноз устья промежуточной артерии без видимого патологического утолщения её стенки





31066
Age: 34 years
M
16 Nov 2009
14:30:06

NIIPK Novosibirsk
CT
Cardiac
HALF 760ms 0.94s Cardiac 0.5 CE



kVP: 120
mA: 214
msec: 350
mAs: 111
Thk: 0.5 mm
Aquilion ONE
LA079 CRA46

Vitrea®
W/L: 200/150 Heart
Segmented
Ramus Intermedia
VR: Heart Only



Мышечный мостик в средней части ПНА





Мышечный мостик в средней части ПНА





Примерный план описания КТ коронарографии

- Наличие артефактов затрудняющих оценку
- тип кровоснабжения (левый, правый, сбалансированный)
- аномалии строения коронарных артерий
- кальциноз коронарных артерий не выявлен / выявлен, индекс Агатстон (..)
- отсутствие или наличие атеросклеротических бляшек
- локализация и градация степени стенозов
- мышечные мостики (при наличии)



Локализация и градация степени стенозов

- (ПНА) в устье / прокс. / ср. / дистальной части бляшка без стеноза просвета / незначимый стеноз менее 50% (40%, 30%, 20%, 17,84%)
- Если есть стеноз: около 50% / более 50% / более 70% / субокклюзия (стеноз ВИЗУАЛЬНО более 90%) / протяжённая окклюзия / признаки локальной окклюзии с коллатеральным кровотоком / КАЛЬЦИНАТ затрудняющий оценку просвета – В ЗАКЛЮЧЕНИИ: «... для уточнения степени стеноза рекомендовано выполнение селективной коронарографии»



Шунтография описание: Тип кровоснабжения сердца ...

В коронарных артериях визуализированы

(протяжённые) стенозирующие атеросклеротические бляшки и кальцинаты (окклюзии ...). Оценка (степени стенозов) просвета сосудов на уровне кальцинов затруднена.

Маммарно- / аортокоронарный шунт к (ПНА)

контрастируется, (не сужен / сужен прокс. / дист.

анастомоз / прокс. ср. дист. часть) / окклюзирован на

всём протяжении / не выявлен / окклюзирована ветвь У-

образного / секвенциального (прыгающего) шунта к

(АТК1). его ветвь к (ЛА1) контрастируется.



Шунтография заключение:

Атеросклеротическое многососудистое (одно- двух- трёх сосудистое) поражение коронарных артерий.

Маммарно- / аортокоронарные шунт / шунты к (ПНА, ДА, АТК, ОА, ПКА) контрастируются (, стеноз в ... части шунта к ...). / не контрастируются / окклюзирован на всём протяжении.



Коронарный стент: ... В (ПНА) в устье / прокс. / ср. / дистальной части визуализирован внутрисосудистый стент, просвет дистальнее стента контрастируется / не контрастируется / истончен. Оценка наличия и степени стеноза просвета стента на фоне артефактов от металла не достоверна (данных за стеноз просвета стента не выявлено / выявлен стеноза просвета ...).

Заключение: Стент в устье / прокс. / ср. / дистальной части (ПНА) (просвет дистальнее стента контрастируется, оценка просвета на уровне металлического стента не достоверна) / признаки окклюзии / стеноза просвета стента.



Артефакты на КТ-коронарограммах





Артефакты на КТ-коронарограммах

- Артефакты пульсации сердца - движение коронарных артерий - нечёткость контуров
- Ступеньки (пропуск аксиального среза)
- Лучистые артефакты (электроды, клипсы, стенты, кальций и т.д.)
- Артефакты от высокой плотности контраста в венах
- Помехи от контраста в правых отделах сердца
- Плохое соотношение сигнал / шум (недостаточное контрастирование или недостаточная доза экспозиции)



Основные причины артефактов на КТ-коронарограммах :

- Тахикардия
- Экстрасистолы и аритмии
- Дыхание, кашель или икота
- Плохая запись ЭКГ (низкий вольтаж, наводки)
- Проблемы с в/в введением контраста
- Неправильный выбор параметров излучения



Высокое остаточное контрастирование правых отделов сердца (где шунт?)

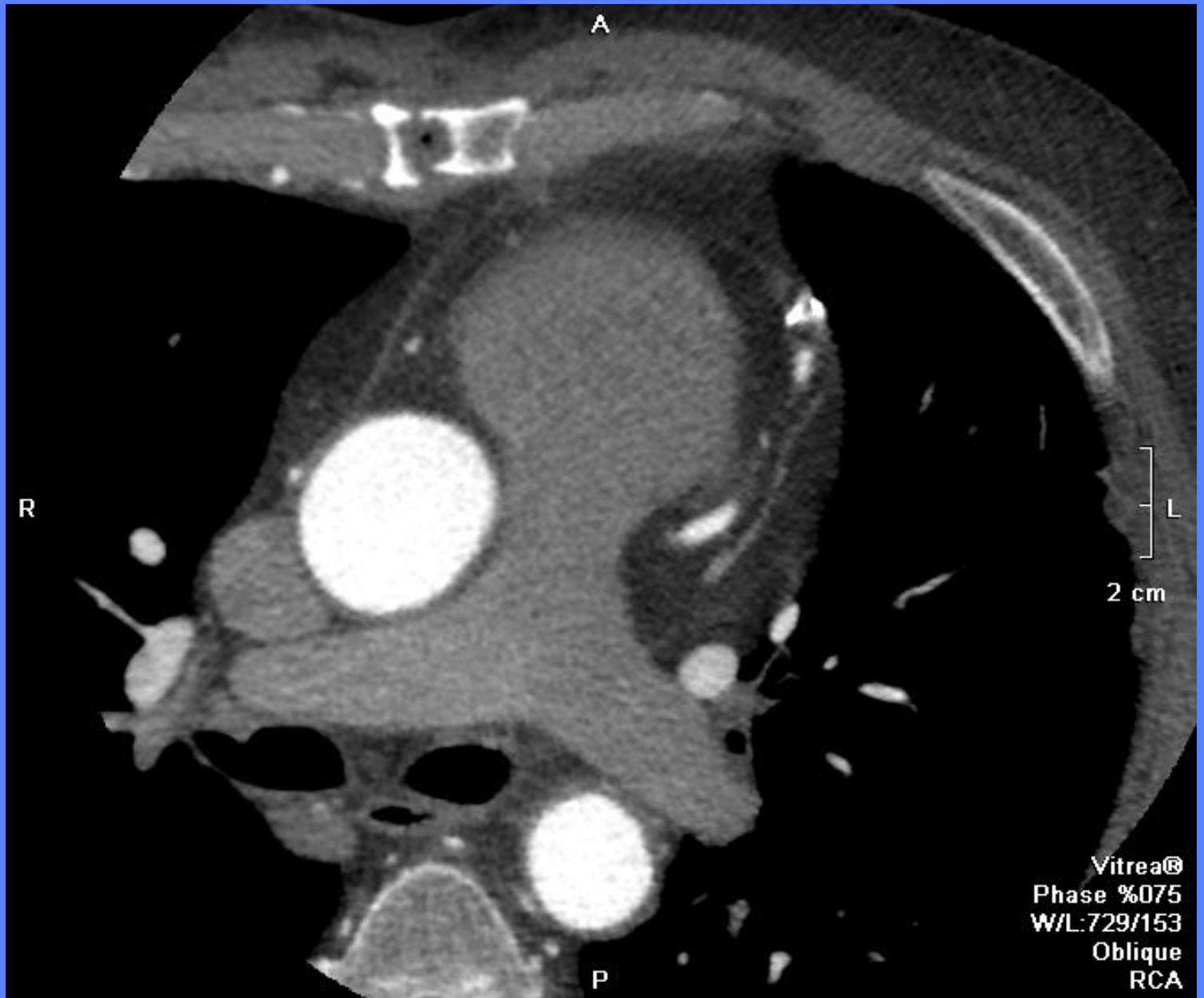




Высокое остаточное контрастирование правых отделов сердца (где шунт?)



Вне области артефакта шунт виден хорошо







Методы улучшения качества изображений

Высокое остаточное контрастирование

правых отделов сердца

Профилактика проблемы:

Рассчитывайте продолжительность введения контраста

точно по протоколу

30173
Age:75 years
M
02 Jul 2009
12:47:33

SEGMENT 75% 0.93s Cardiac 0.5 CTA/SEGMENT CE 75%

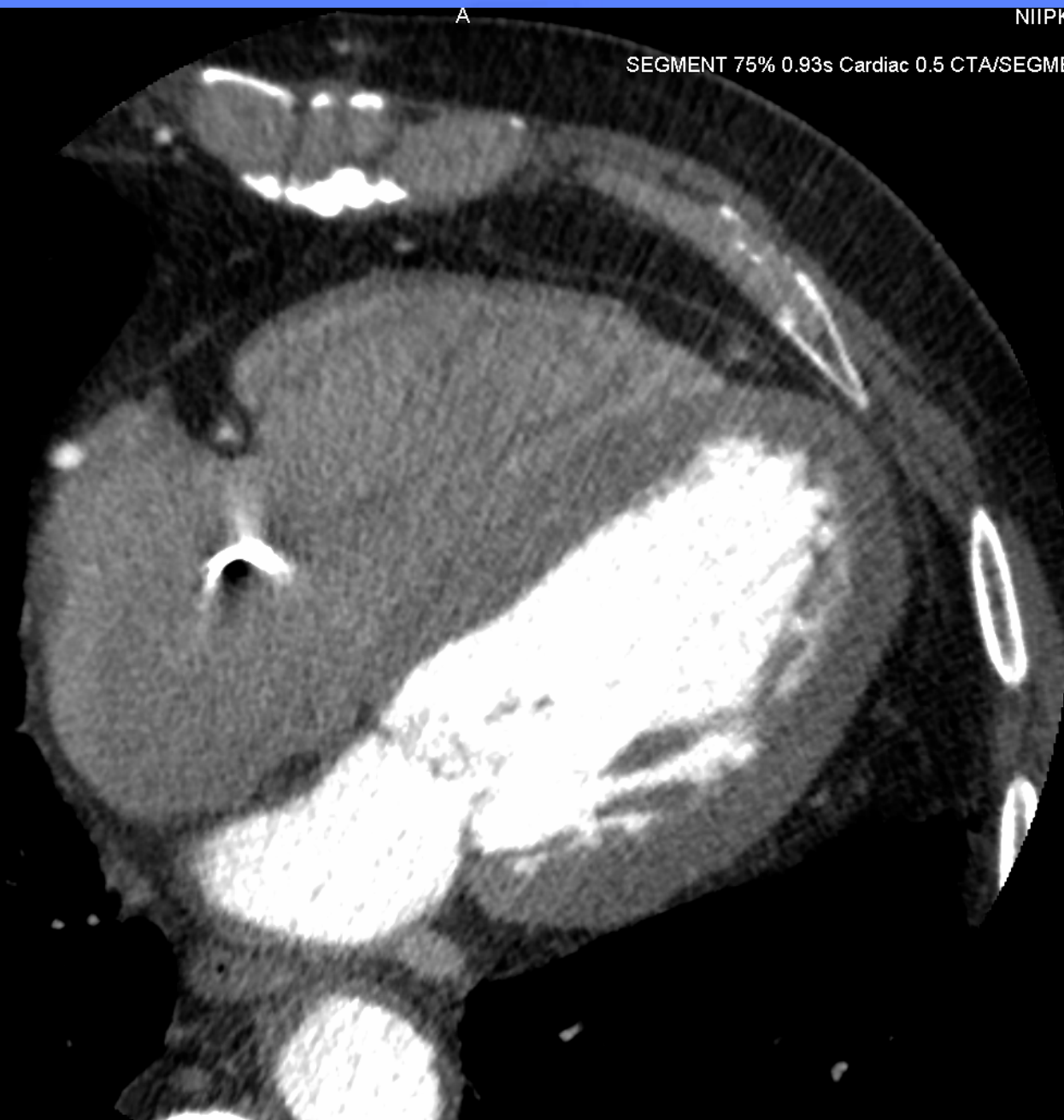
A

R

L

5 cm

kVP:135
mA:480



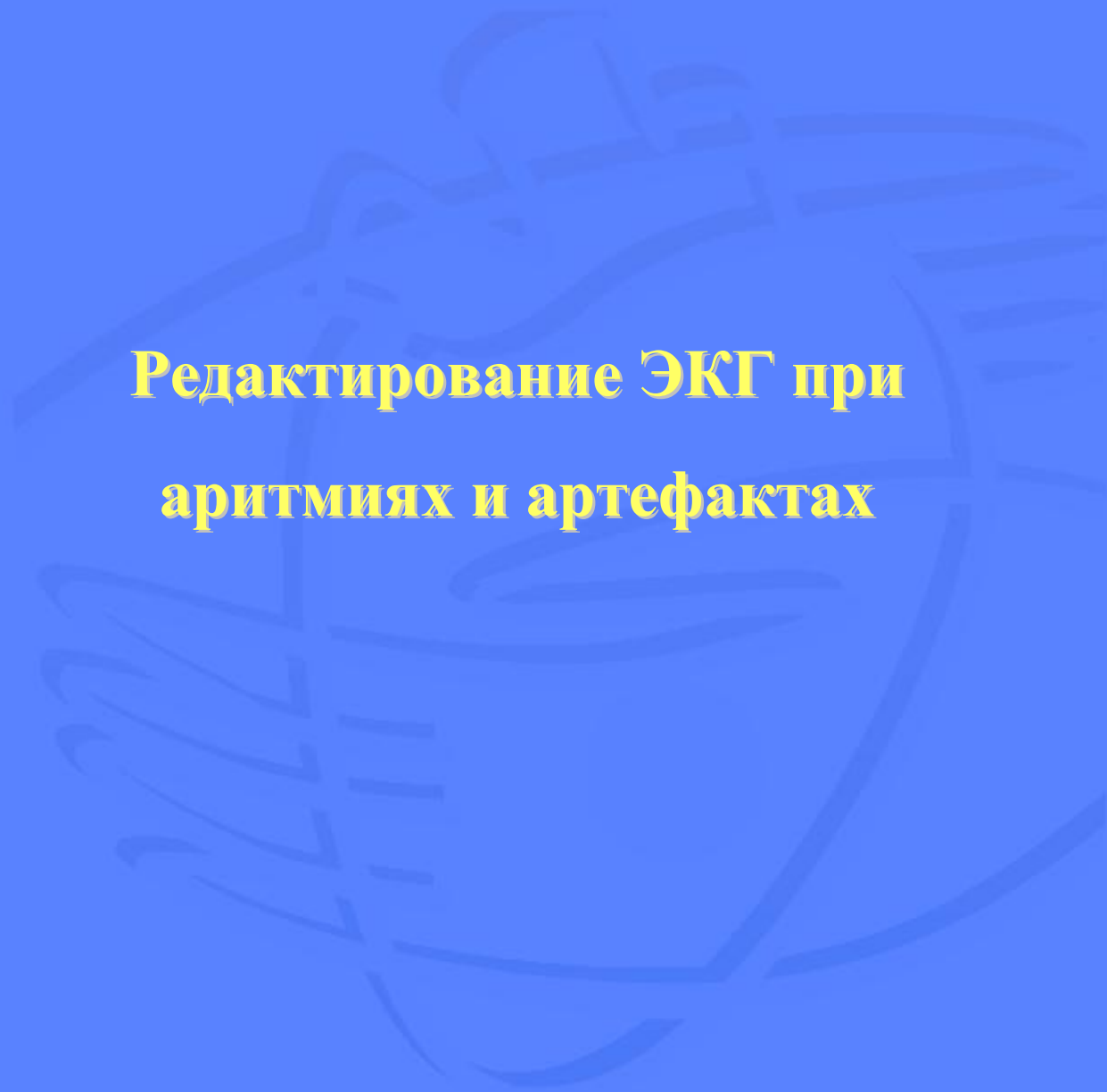


Методы снижения лучевой нагрузки

- Ограничение протяжённости сканирования
(используйте Ca Score для уточнения границ сердца)
- Использование проспективной ЭКГ-синхронизации или модуляции дозы по ЭКГ
- Использование наименьшего значения mA для данного пациента
- Использование 100 kV для исследования пациентов с небольшим весом



Редактирование ЭКГ при аритмиях и артефактах





Артефакты ЭКГ (наводки от инъектора и т.д.)

1. Удалить триггерные точки с зубцов артефактов
2. Попытаться найти нормальные заострённые зубцы R на фоне хаотичных обычно более пологих волн и зубцов артефактов
3. При невозможности найти зубцы R расставить триггерные точки с равными интервалами = интервалу R – R на участках ЭКГ поддающихся оценке

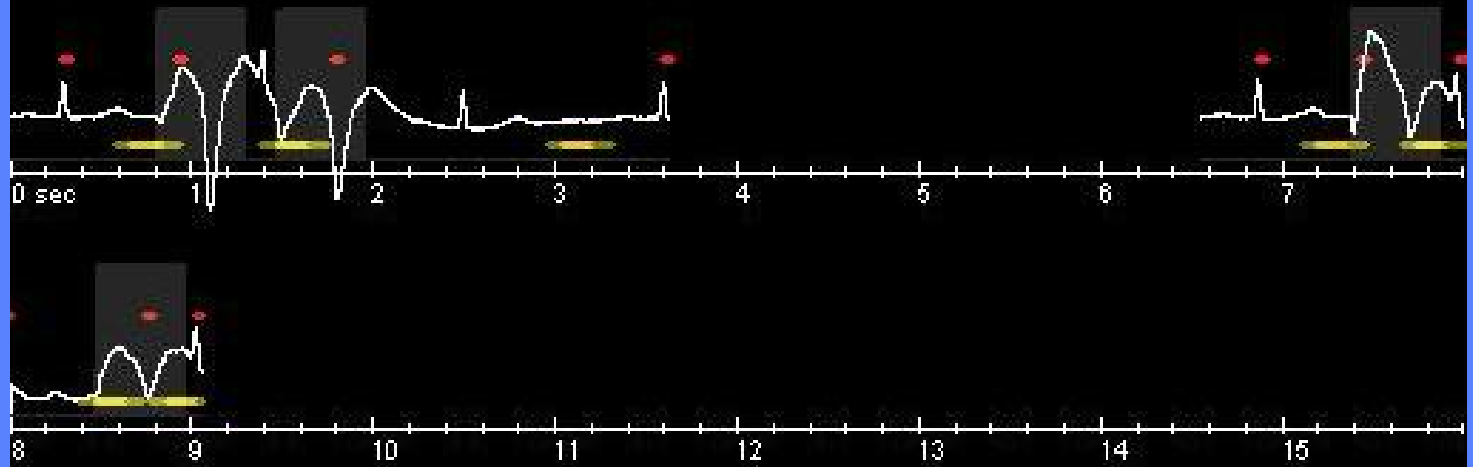


2010.02.12 16:57:40.150

0.50 * 320

9.1s

R-R min = 276ms / max = 1814ms mean = 779ms

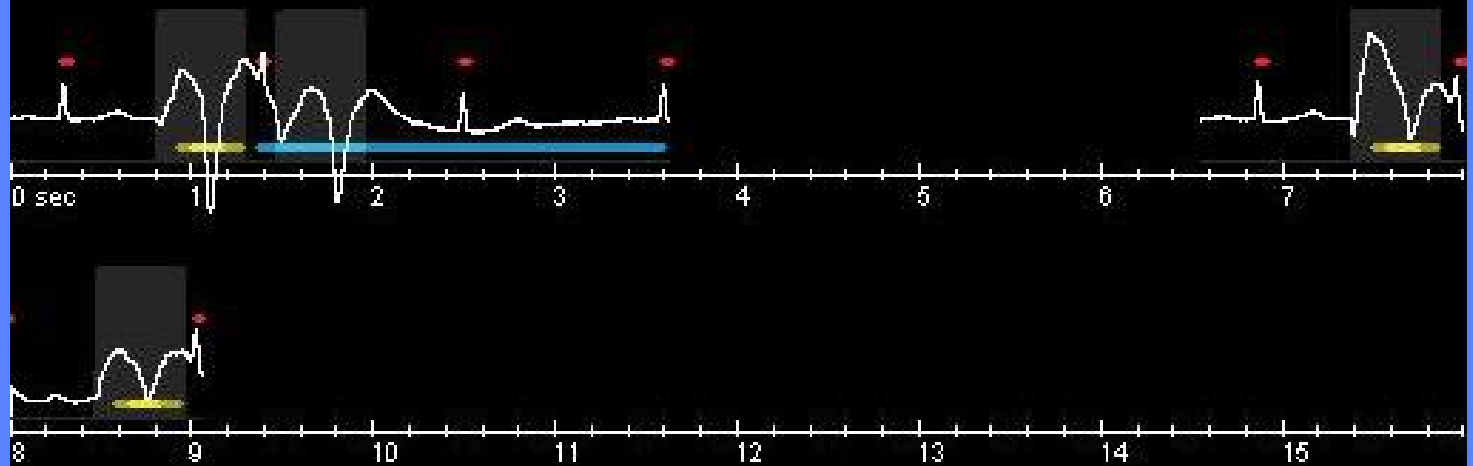


2010.02.12 16:57:40.150

0.50 * 320

9.1s

R-R min = 1067ms / max = 1107ms mean = 1092ms





Исследования, которые помогают
Сохранить самое ценное

3280044