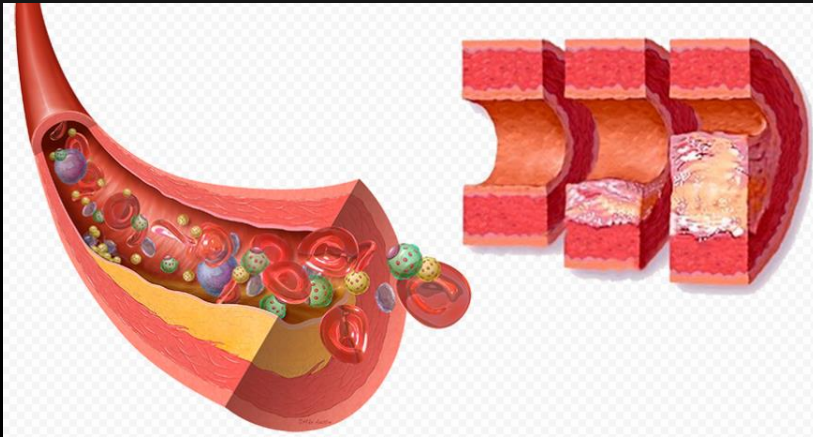


Атеросклеротическое поражение аорты и ее ветвей – взаимоотношения с повреждением органов-мишеней

Шелковникова Т.А., Максимова А.С.,
Бобрикова Е.Э., Усов В.Ю.
НИИ кардиологии, Томский НИМЦ

ПАТОГЕНЕЗ АТЕРОСКЛЕРОЗА

- В настоящее время понимание **патогенеза атеросклероза** вышло за пределы оценки значимости гиперхолестеринемии как ведущего механизма процесса.



- В работе английского ученого Росса «Атеросклероз —воспалительный процесс» (1999 г.) приводятся данные о том, что атеросклероз - это ряд последовательных клеточных и молекулярных реакций, которые свидетельствуют о его воспалительной природе: от первого этапа — появления липидных пятен, до последнего — разрушения атеросклеротической бляшки и развития ИМ

- В ходе многих испытаний показана также неразрывная связь между системным воспалением, сопровождающимся повышением уровня СРБ в плазме крови, и метаболическим синдромом. Важным фактором, ответственным за развитие хронического воспаления в этих условиях, является жировая ткань, которая продуцирует провоспалительные медиаторы типа ФНО- α и ИЛ-6, тогда как последний является одним из основных стимуляторов продукции СРБ в печени.

АТЕРОСКЛЕРОЗ — ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В СТЕНКЕ КРУПНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ.

ВОСПАЛЕНИЕ - протекающее непосредственно в тканях

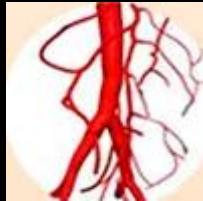
- системное (проявляющееся определенными нарушениями состава и биохимических свойств крови)

Системное воспаление

отражает провоспалительные изменения, которые проявляются накоплением в крови хемокинов и цитокинов — медиаторов воспаления, растворенных форм их рецепторов, молекул адгезии, активацией клеточных элементов — моноцитов, лейкоцитов, лимфоцитов, тромбоцитов.

Локальное воспаление

определяет специфику развивающегося ответа. Если воспаление возникает в миокарде, то его следствием являются миокардит, кардиомиопатия, СН, аритмии, если в печени — то гепатит, в почках — гломерулонефрит, в суставах — ревматоидный артрит.

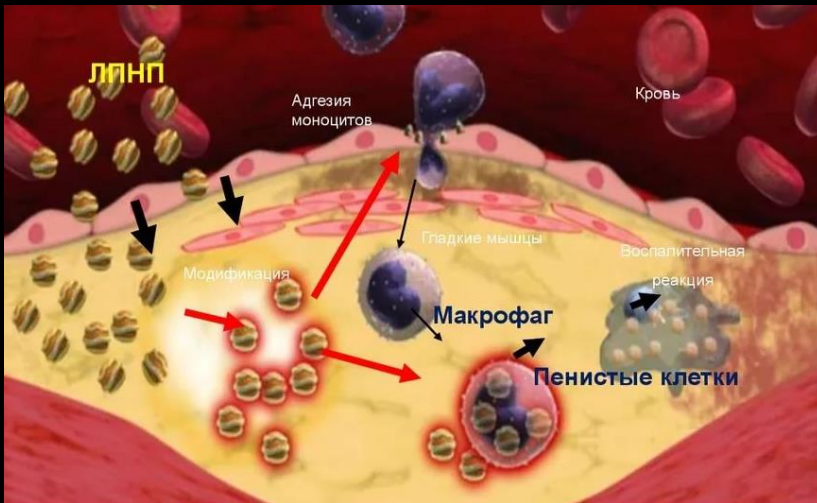


Атеросклероз — это воспаление в стенке крупных магистральных артерий. При этом патогенетическая и морфологическая картина воспаления практически одинакова и не зависит от его локализации за исключением небольших вариаций вовлечения клеточных элементов в процесс.

ПАТОГЕНЕЗ АТЕРОСКЛЕРОЗА

Активация системного воспаления

* Модификация ЛПНП непосредственно в крови (связано с их окислением). Окисленные ЛПНП обладают цитотоксическими свойствами и способны повреждать эндотелиоциты и приводить к развитию системного воспаления.

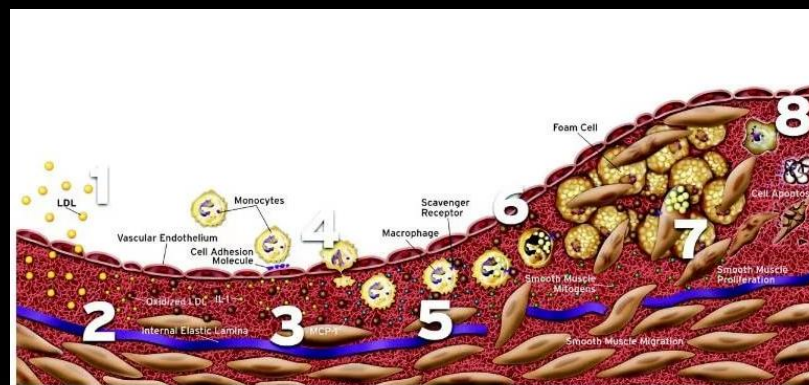


- Развитие структурных изменений стенки сосуда, утолщение субэндотелиального слоя, образованного воспалительными клетками крови, фибробластами, гладкомышечными клетками и матриксными белками, которые обладают выраженным сродством к ЛПНП
- ЛПНП связываются с белками сосудистой стенки и аккумулируются в ней (при появлении избыточного количества модифицированных липопротеинов и истощении возможностей системы обратного транспорта ХС).

ПАТОГЕНЕЗ АТЕРОСКЛЕРОЗА

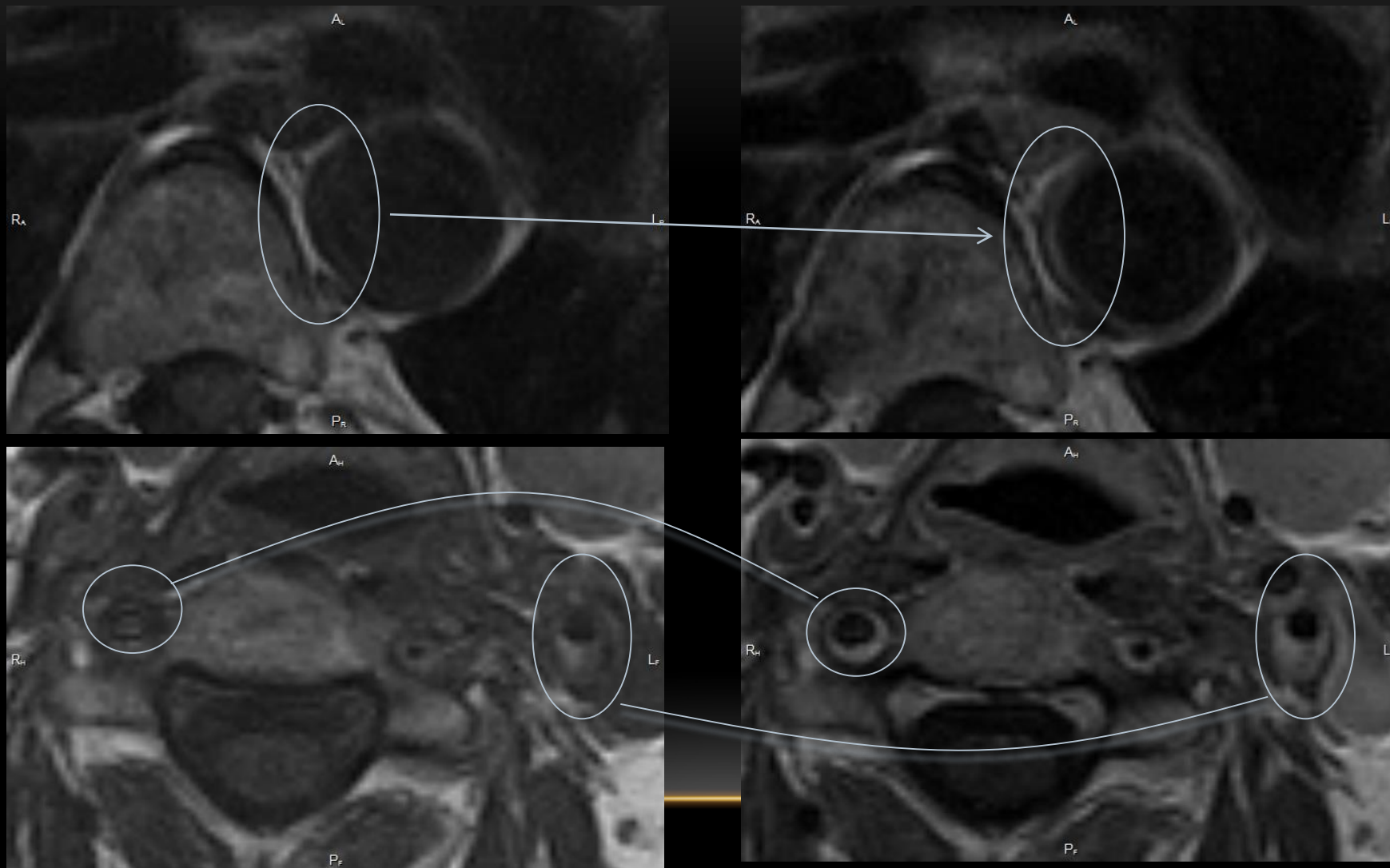
Классификация типов атеросклеротических поражений (Stary, 1995 г.)

- I. начальные изменения в эндотелии с образованием отдельных пенистых клеток;
- II. скопление пенистых клеток и клеток миоцитарного происхождения, перегруженных липидами с образованием **липидных пятен и липидных полосок**;
- III. стадия переходных поражений, схожа со второй стадией, но при этом появляются **внеклеточные липиды**;
- IV. образование атеромы со сформировавшимся **липидным ядром**;
- V. атеросклеротическая бляшка имеет липидное ядро и **фиброзную покрывку**;
- VI. **осложненная фиброатерома**, происходит разрывы бляшки, кровоизлияния в бляшку, интрамуральные тромбозы.



Atherosclerotic Vascular Disease Conference
Writing Group III: Pathophysiology
David P. Faxon, Valentin Fuster, Peter Libby et al.
Circulation. 2004;109:2617-2625

КАРТИНА ОДНОВРЕМЕННОГО КОНТРАСТНОГО УСИЛЕНИЯ АОРТАЛЬНОЙ СТЕНКИ И КАРОТИДНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ РАСПРОСТРАНЕННОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ



T1-взв SE исходная

T1-взв SE после парамагнитного контрастного усиления

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МРТ В ОЦЕНКЕ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ АОРТЫ И ЕЕ КРУПНЫХ ВЕТВЕЙ

- Не изучена МР-картина **контрастирования** атеросклеротических бляшек как в стабильном, так и в нестабильном состоянии;
- Не проводилось детального анализа влияния МР-характеристик атеросклеротической бляшки на объем **повреждения органов мишеней**
- Недостаточно изучено **взаимоотношение гистоморфологии атеросклеротических бляшек с их МР-характеристиками.**

ВОЗМОЖНОСТИ МРТ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ В ОЦЕНКЕ АТЕРОСКЛЕРОЗА АОРТЫ И ЕЕ ВЕТВЕЙ

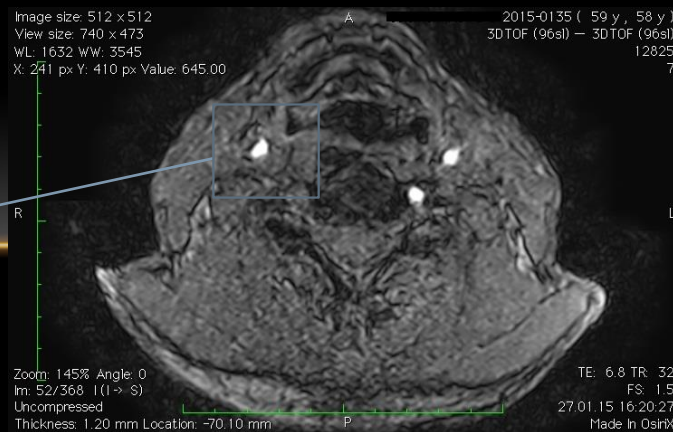
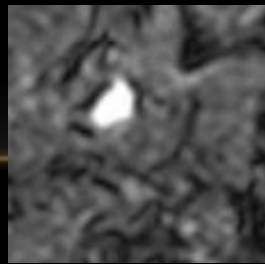
- Анатомическая визуализация сосудов (в том числе оценка аномалий развития (сосудистое кольцо, коарктация), наличие расслоения стенки аорты, аневризм, атеросклеротическое поражение аорты и ее ветвей, сонных артерий, сосудов **Виллизиева круга при необходимости**)
- Определении **степени стеноза сосудов, в частности сонных артерий**, оценка локализации и протяженности АСБ (при необходимости с оценкой ишемических повреждений вещества головного мозга)
- * Детальная оценка структуры АСБ

АТЕРОСКЛЕРОЗ СОННЫХ АРТЕРИЙ

- Было обследовано 59 пациентов с моно- или билатеральным стенозирующим атеросклерозом каротидных артерий (более 50% просвета артерии).
- У 41 пациента (69%) в анамнезе имеется перенесенный ишемический инсульт в бассейне стенозированной артерии или ТИА, а у 18 пациентов (31%) ишемических повреждений головного мозга не отмечалось.
- Всем пациентам было проведено контрастированное МР-ангиографическое исследование сосудов головного мозга и МР-томографическое исследование собственно области атеросклеротического поражения сонных артерий, с введением парамагнетика в стандартной дозе 2 мл 0,5М раствора на 10 кг веса пациента.
- 30 пациентам была проведена КЭАЭ с последующей обработкой резектата – АСБ по методу Маллори и гематоксилин-эозином.

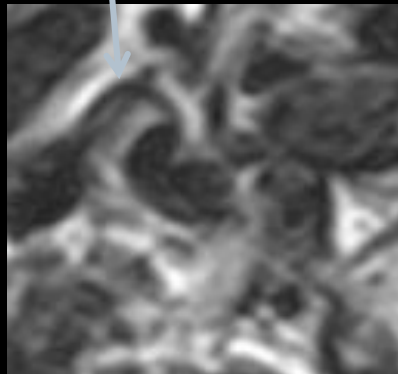
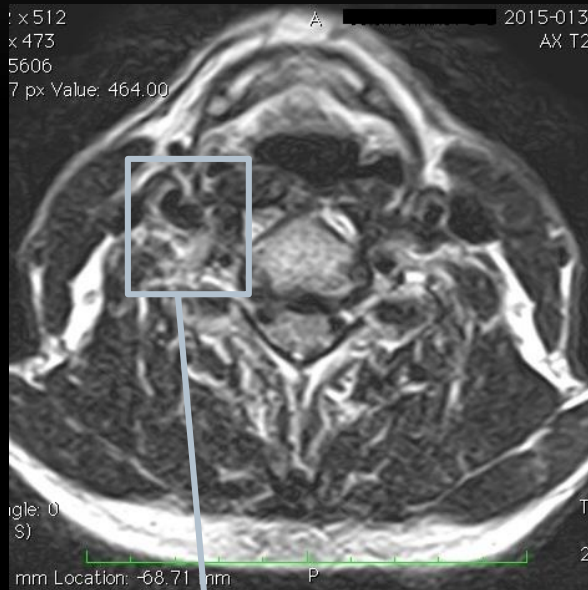
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

МР-АНГИОГРАФИЯ БРАХИЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ В РЕЖИМЕ 3D TOF

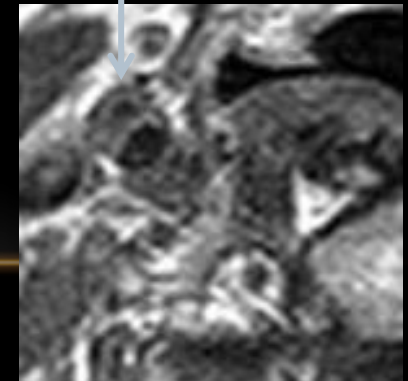
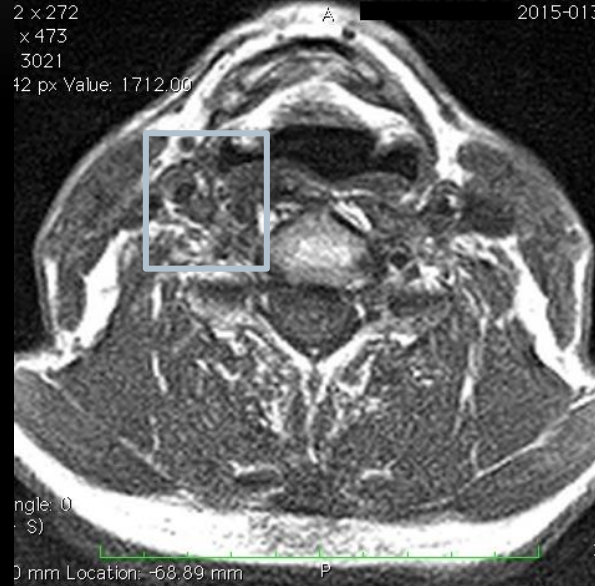


МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

МРТ ОБЛАСТИ БИФУРКАЦИИ СОННЫХ АРТЕРИЙ В T1-, T2- ВИ В АКСИАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ДО И ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ПРЕПАРАТА - ПАРАМАГНЕТИКА



T2-ВИ



T1-ВИ



T1-ВИ postcontrast.

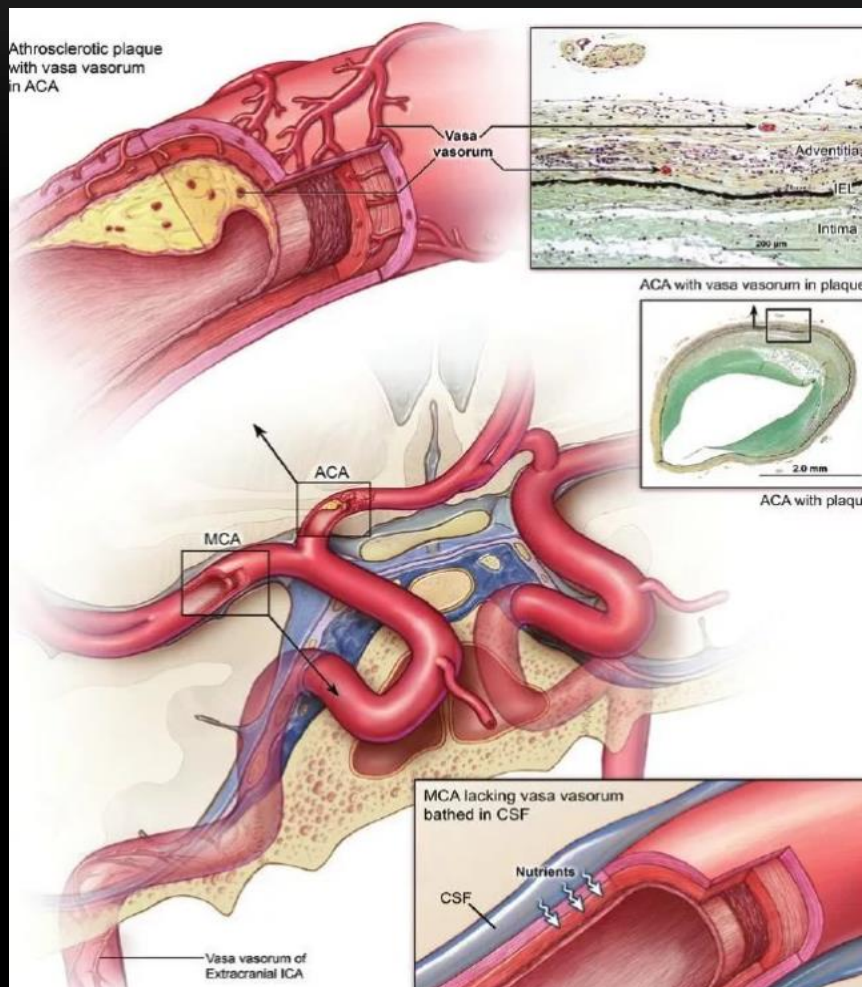
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСЧЕТ ИНДЕКСА УСИЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ T1-ВИ ПРИ КОНТРАСТИРОВАНИИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ

$$ИУ = \frac{ИТ1ВИ_{\text{контраст}}}{ИТ1ВИ_{\text{исходн}}}$$

И – Интенсивность МР-сигнала

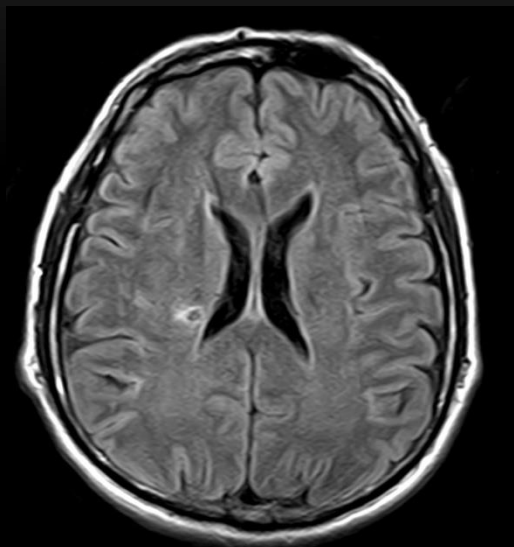
ИУ – Индекс усиления

Активация локального воспаления в атеросклеротической бляшке является одной из главных причин ее дестабилизации и разрушения.

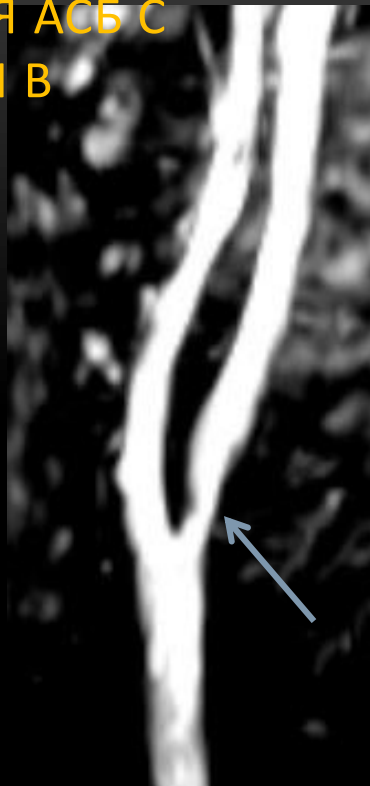


По мере увеличения толщины стенки сосуда ухудшается метаболическое обеспечение ее клеточных элементов, возникают признаки гипоксии. Следствием этого является усиленная продукция эндотелиального сосудистого фактора роста, обуславливающего образование сети микрососудов из системы vasa vasorum. Эти тонкостенные сосуды подвергаются действию протеолитических ферментов, продуцирующихся и накапливающихся в атеросклеротической бляшке пропорционально активности воспаления, что приводит к их эрозии и развитию интрамуральных геморрагий

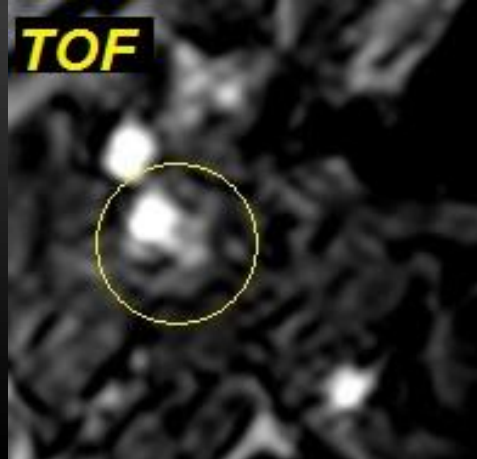
**ВАСКУЛЯРИЗОВАННАЯ АСБ С
МИКРОГЕМОМОРРАГИЕЙ В
УСТЬЕ ПРАВОЙ ВСА**



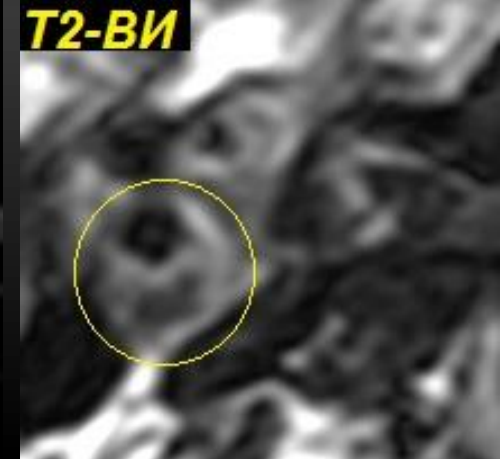
T2-FLAIR



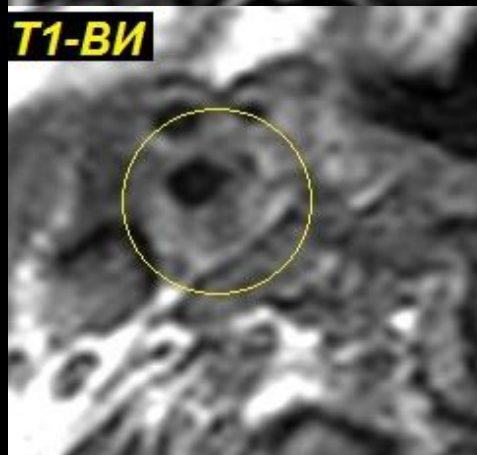
3D TOF



TOF



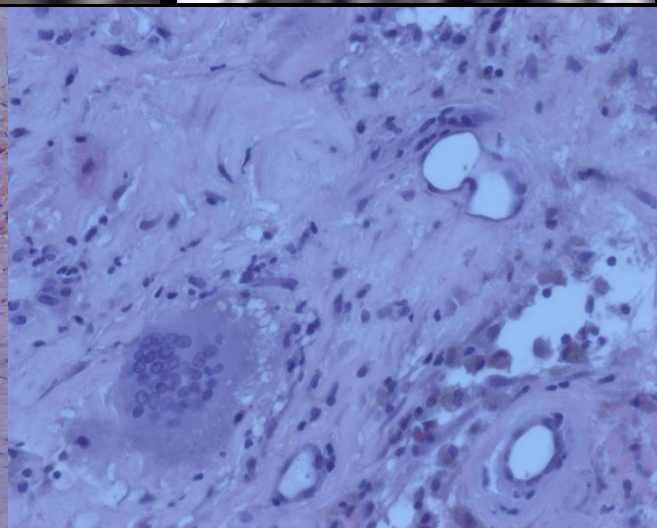
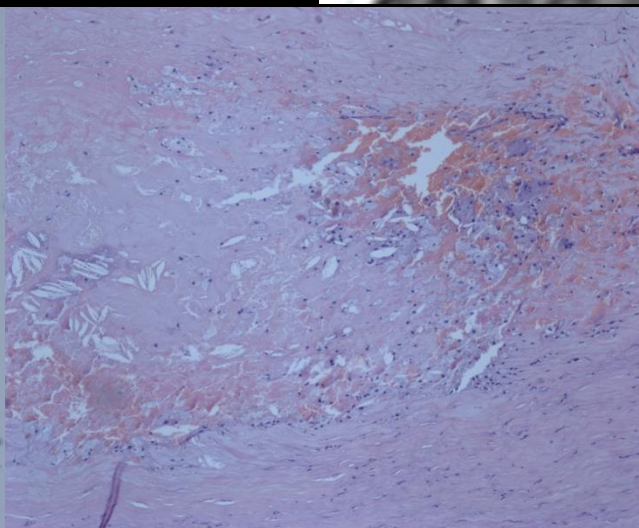
T2-ВИ



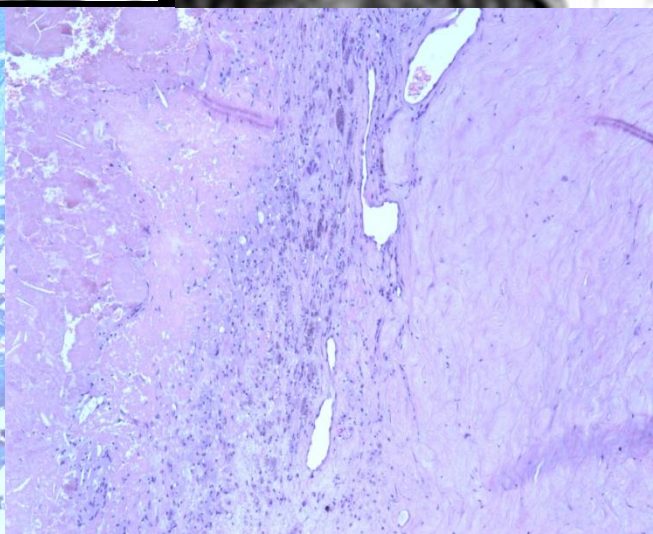
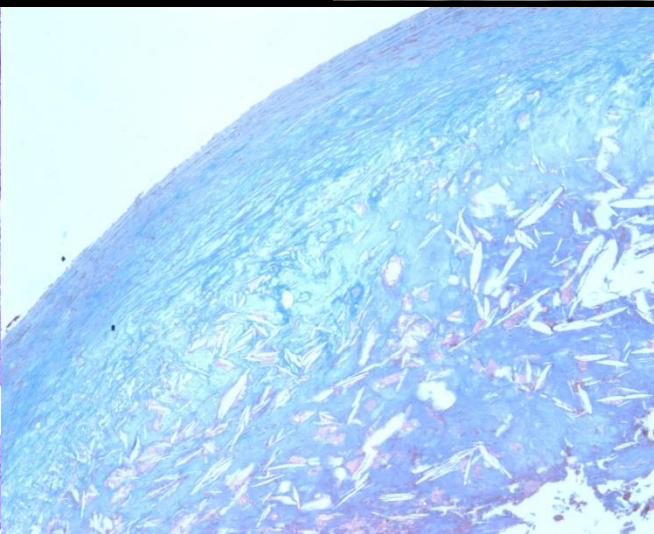
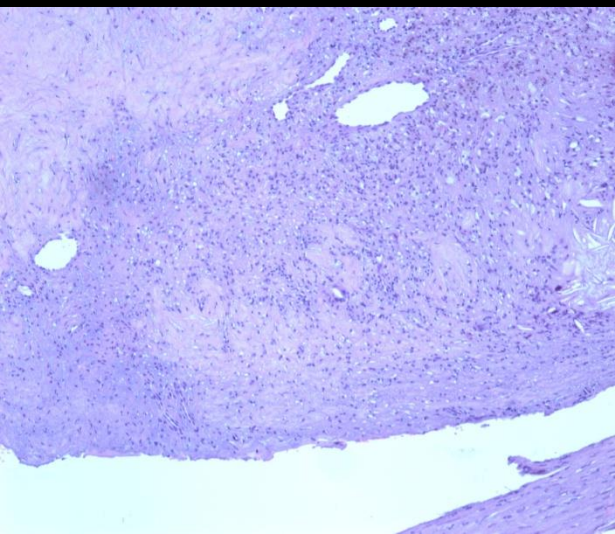
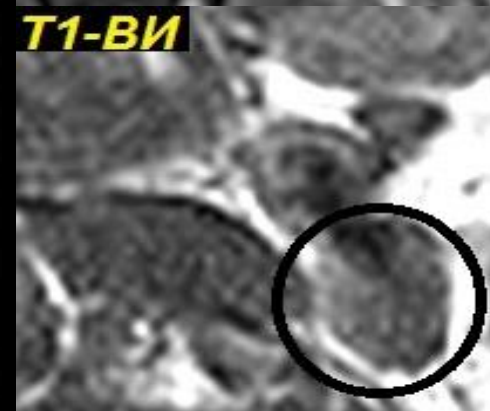
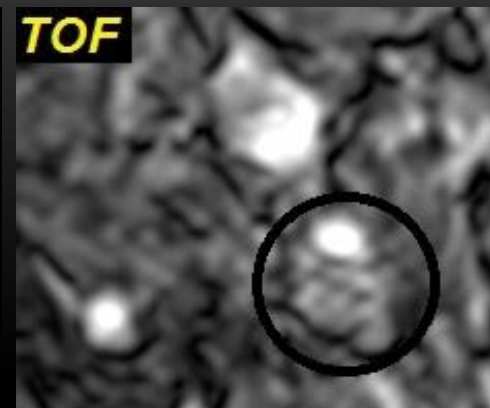
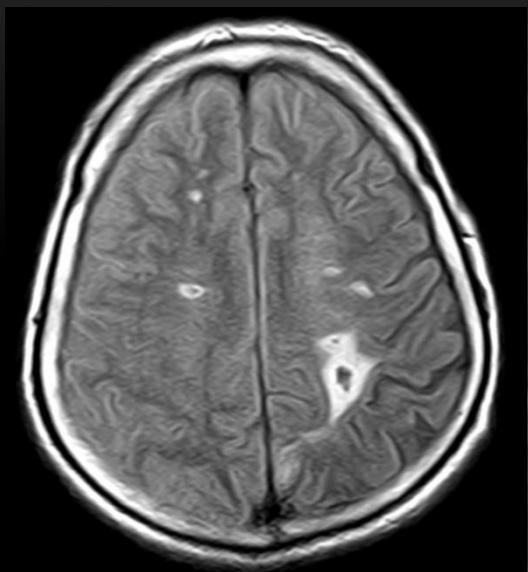
T1-ВИ



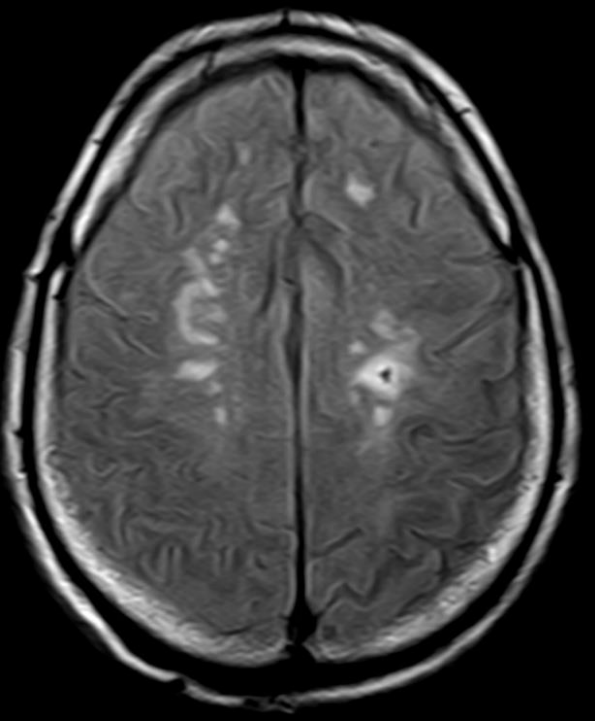
T1-ВИ postcontrast



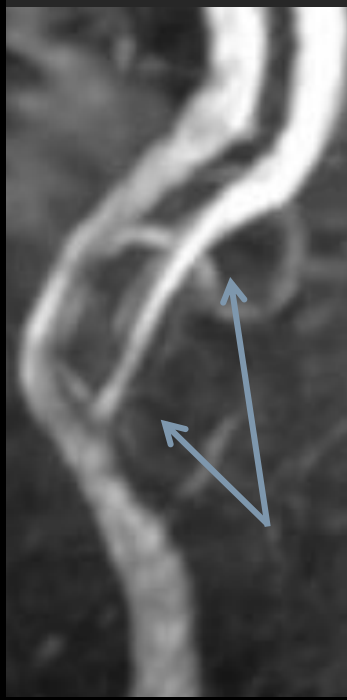
Васкуляризованная АСБ в устье
левой ВСА



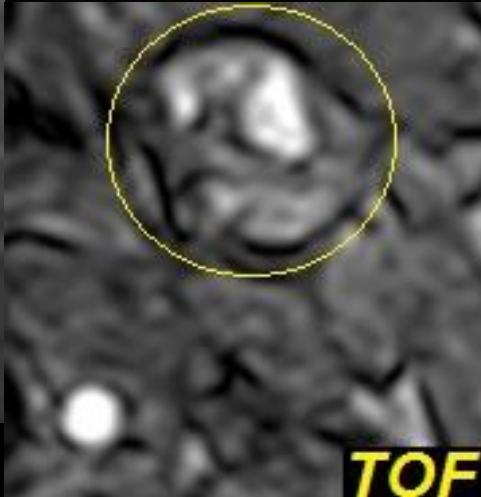
НЕСТАБИЛЬНАЯ АСБ С БОЛЬШИМ
ЛИПИДНЫМ ЯДРОМ И
МИКРОГЕМОМОРРАГИЕЙ В БИФУРКАЦИИ
ЛЕВОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



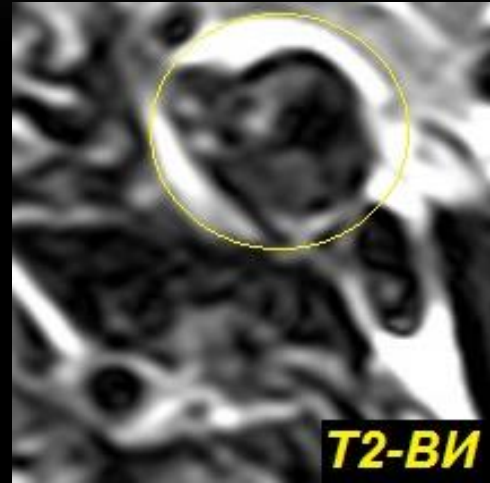
T2-FLAIR



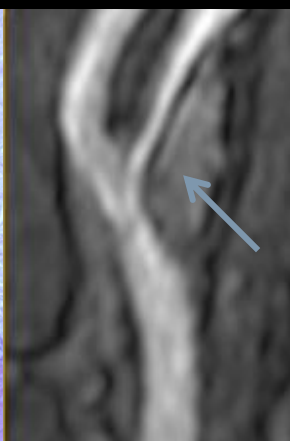
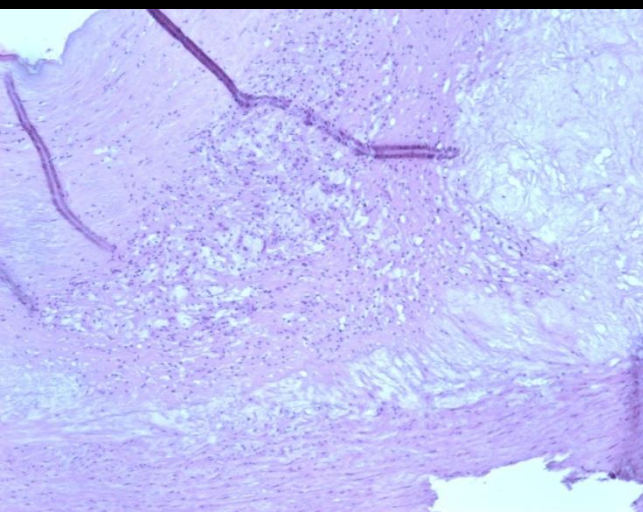
3D TOF



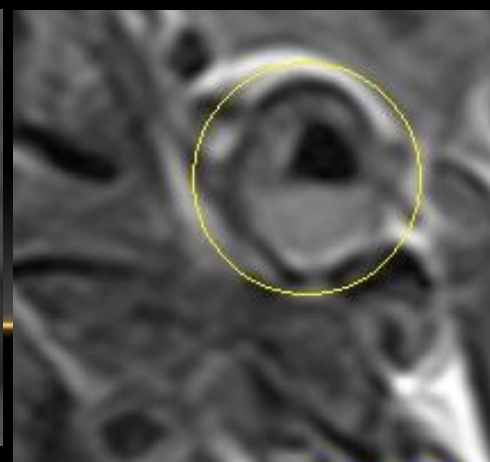
TOF



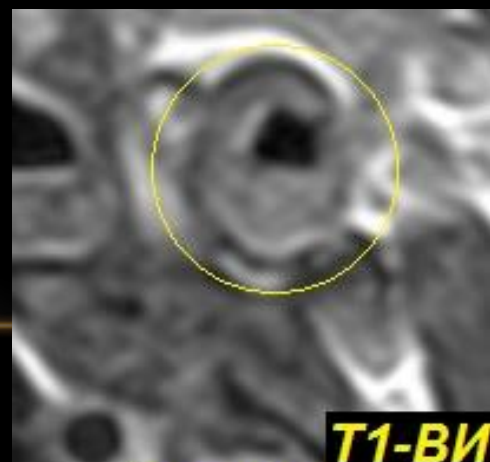
T2-BI



2D TOF

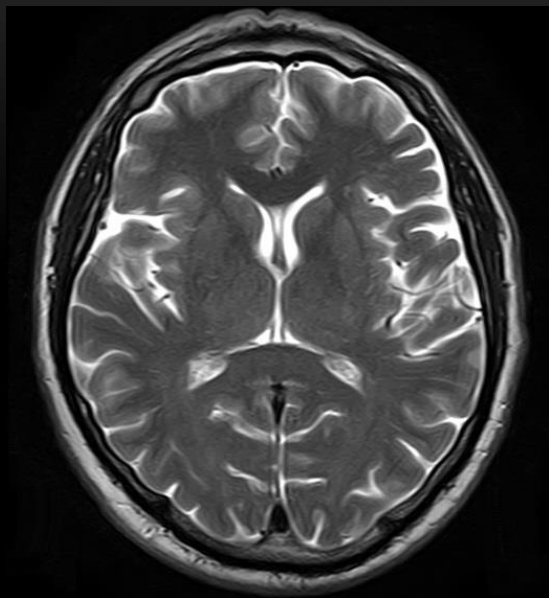


T1-BI



T1-BI
postcontrast

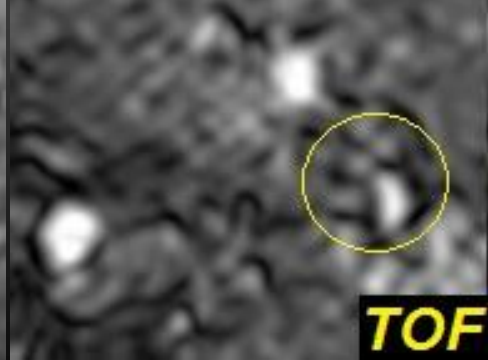
АВАСКУЛЯРНАЯ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОЗНАЯ,
КАЛЬЦИНИРОВАННАЯ АСБ В УСТЬЕ ЛЕВОЙ ВСА



T2-ВИ



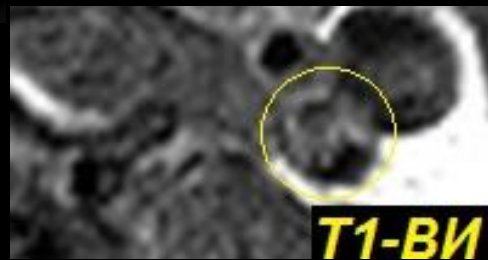
3D TOF



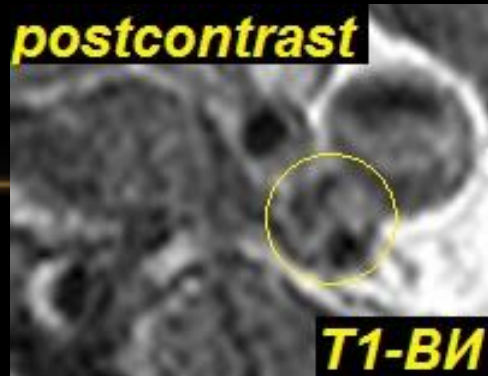
TOF



T2-ВИ

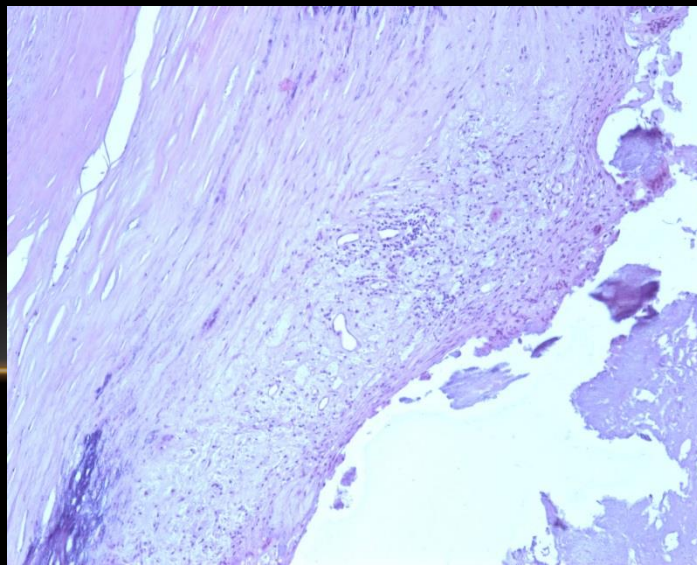
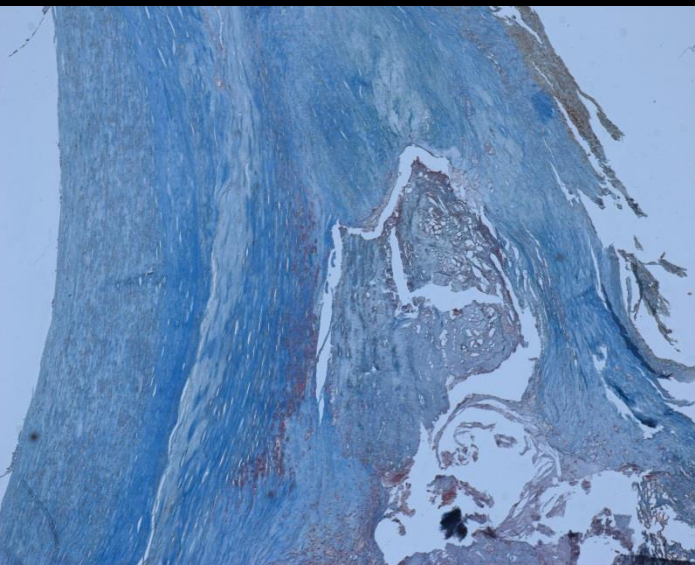


T1-ВИ



postcontrast

T1-ВИ



**МРТ-ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ
КОМПОНЕНТОВ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ СОННОЙ АРТЕРИИ ПО
ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ (КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КАК ГИПО-,
ИЗО-, ГИПЕРИНТЕНСИВНА)**

	Липид- ный ком- понент	Фиброз- ный комп- онент	Каль- ций	Тромб		Кровоизлияние			TR (ms)	TE (ms)
				Свеж.	Орг.	Остр.	Подостр.	Хр.		
FSE T1w	изо-	изо-	гипо-	гипер-	гипо-	гипер-	гипер-	гипо-	600	10
FSE T1w +contr.	гипер-	изо-	гипо-	гипер-	Изо- /гипо-	гипер-	гипер-	Изо- /гипо-	600	10
FSE T2w	изо- / гипер	изо-	гипо-	гипер-	гипо-	гипо- / изо-	гипер-	гипо-	3000- 4000	100- 105
TOF	изо	гипо-/изо-	гипо-	гипер-	гипо-	гипер-	гипер-	гипо-	32	6,8

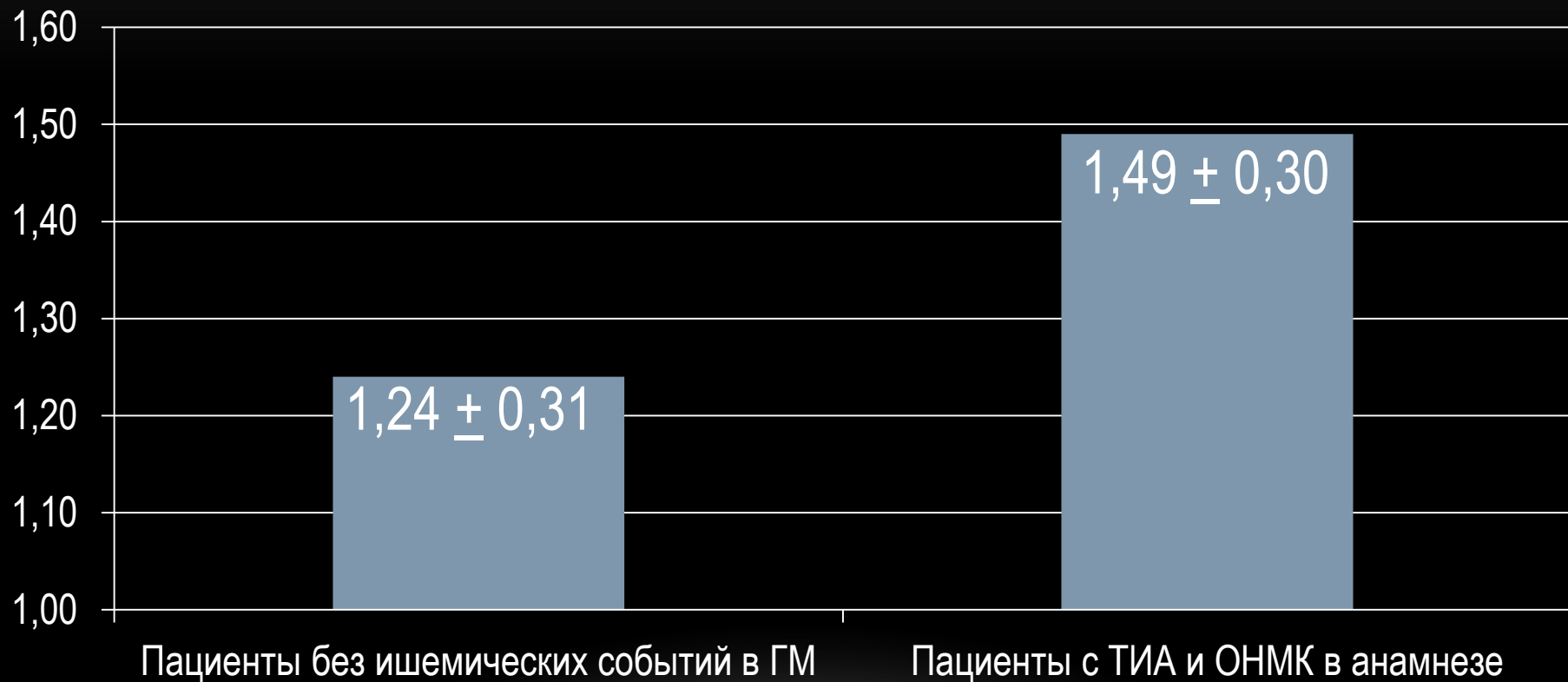
TR – Repetition Time – время повторения

TE – Echo Time – время эхо

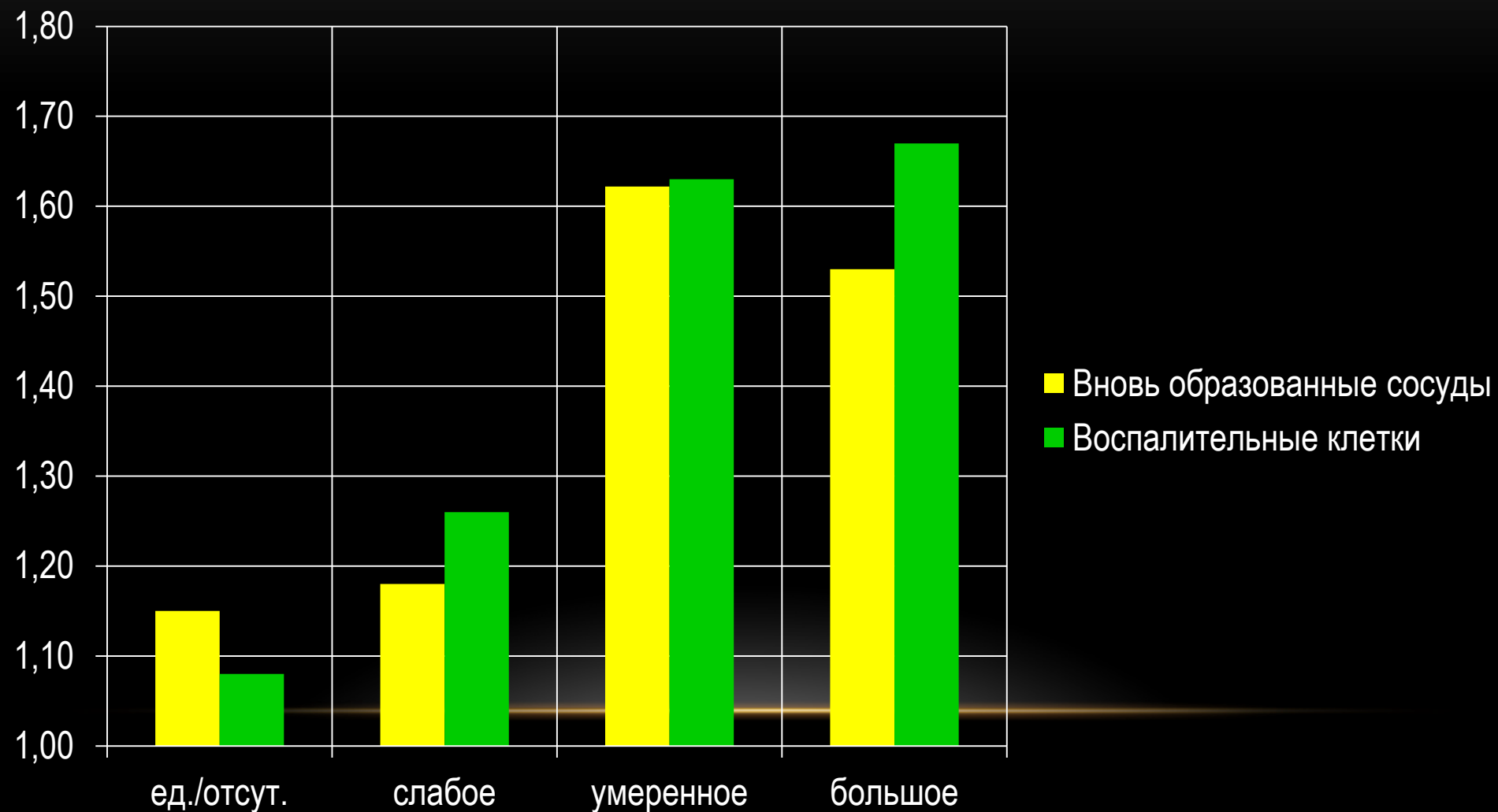
FSE – Fast-Spin-Echo – быстрое спиновое эхо

3D TOF – Time of Flight

ИНДЕКС УСИЛЕНИЯ (СРЕД. \pm СО) В ОБЛАСТИ АСБ В ГРУППАХ
ПАЦИЕНТОВ БЕЗ ИШЕМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В ГМ И
ПАЦИЕНТОВ,ИМЕЮЩИХ В АНАМНЕЗЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ПОЛГОДА
ТИА И ОНМК



ВЗАИМОСВЯЗЬ ИУ (СРЕДНЕЕ) ОТ КОЛИЧЕСТВА ВНОВЬ ОБРАЗОВАННЫХ СОСУДОВ И ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК, ИНФИЛЬТРИРУЮЩИХ АСБ



ИНДЕКС УСИЛЕНИЯ КАК МАРКЕР НЕСТАБИЛЬНОСТИ АСБ - ПОВЫШЕННОЙ ЭМБОЛОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ

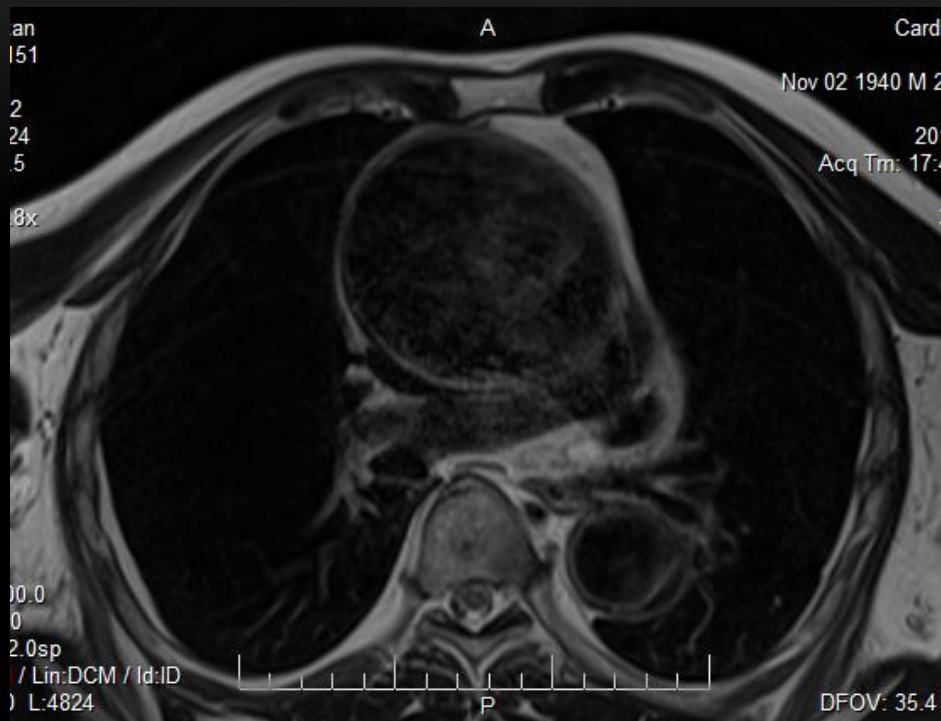
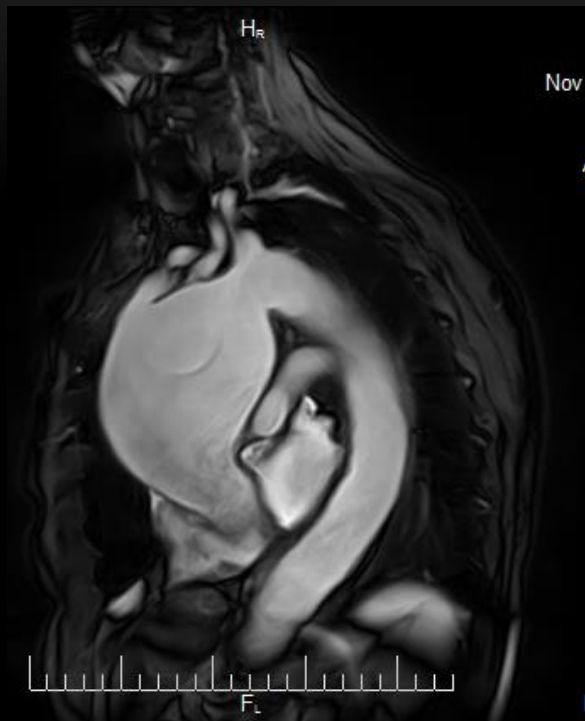


Степень выраженности кровоизлияния в АСБ

ВЫВОДЫ

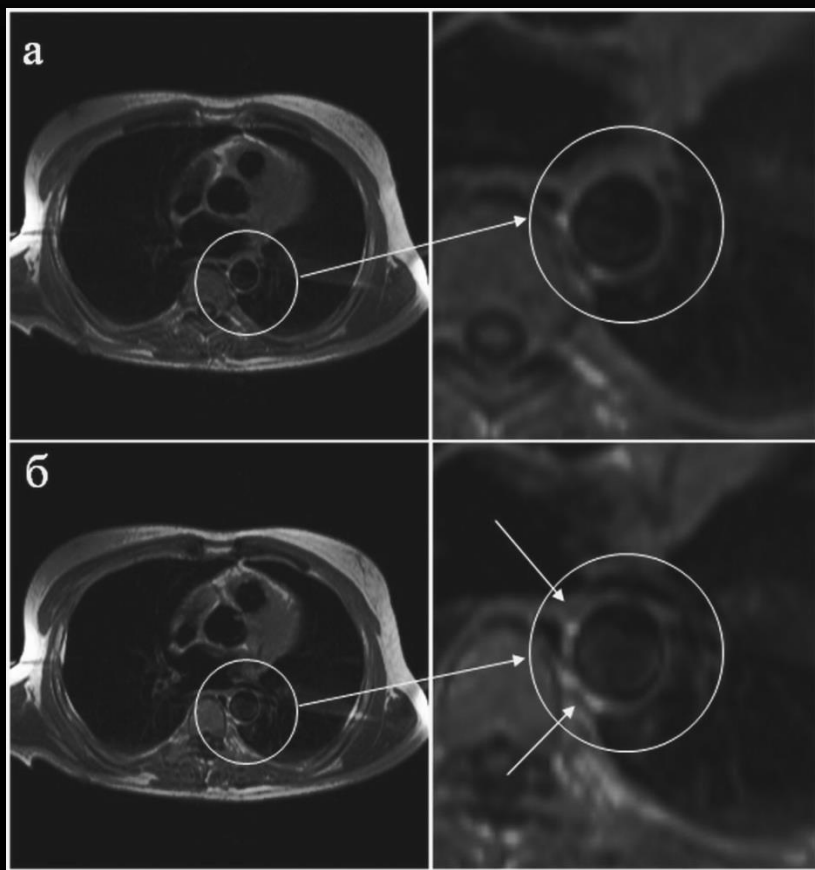
- Атеросклеротическая бляшка, интенсивно накапливающая контрастный препарат-парамагнетик является нестабильной - с выраженной неоваскуляризацией, микрогеморрагиями и воспалительной инфильтрацией;
- У пациентов, имеющих в анамнезе за последние полгода ТИА или ОНМК визуализируется интенсивное накопление контраста-парамагнетика в области АСБ.
- Атеросклеротические бляшки гипоинтенсивные на T2-ВИ, изо-/гиперинтенсивные на T1-ВИ исходных и гиперинтенсивные на постконтрастных T1-ВИ – могут рассматриваться как показание к хирургическому лечению.
- МРТ сонных артерий рекомендуется проводить пациентам с распространенным атеросклерозом вне зависимости от степени стеноза;

АНЕВРИЗМА ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ

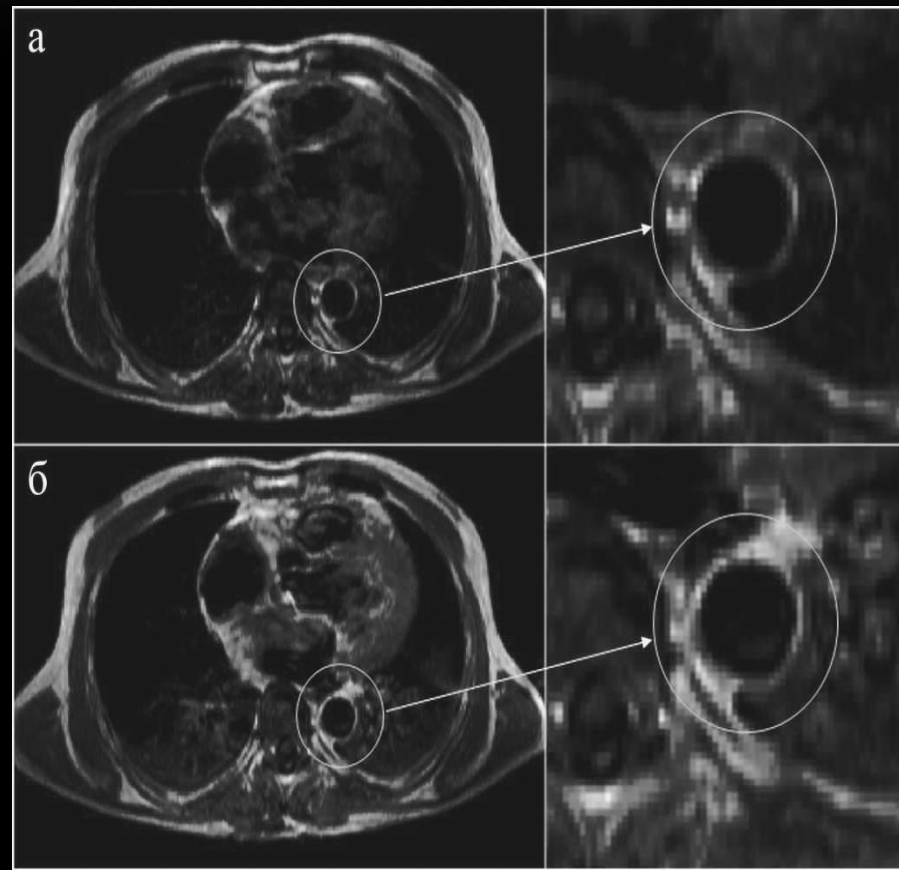


ХАРАКТЕР НАКОПЛЕНИЯ КОНТРАСТА ПАРАМАГНЕТИКА В СТЕНКЕ АОРТЫ

локально-очаговый



диффузно-распространенный



Данные МР-томграфии

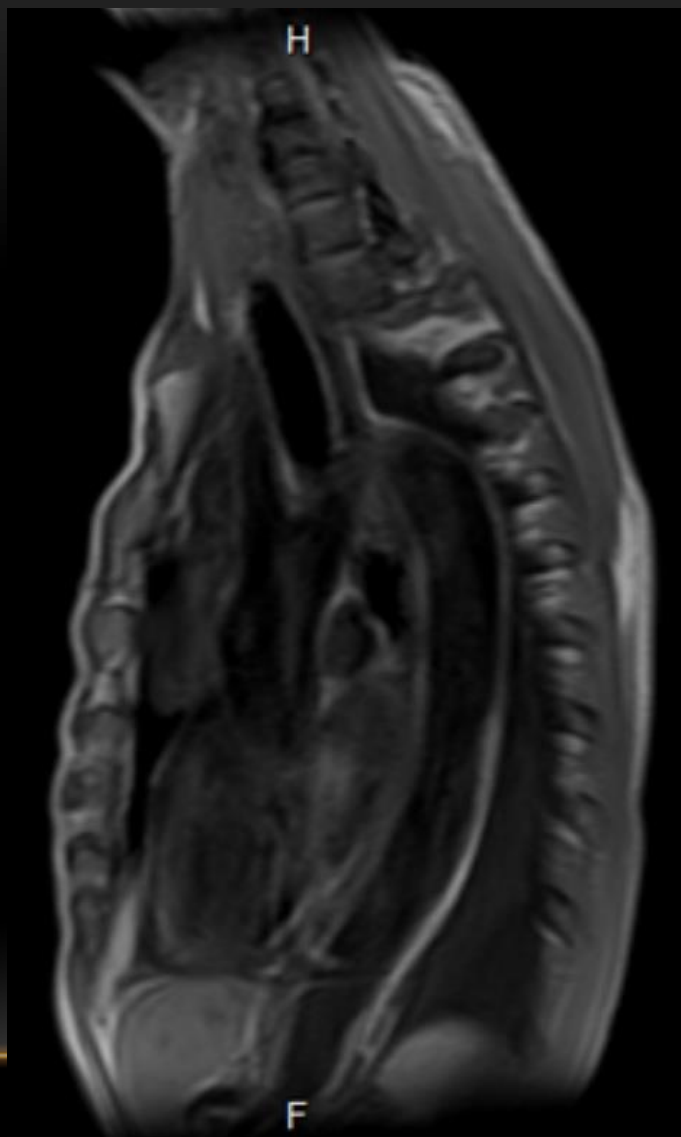
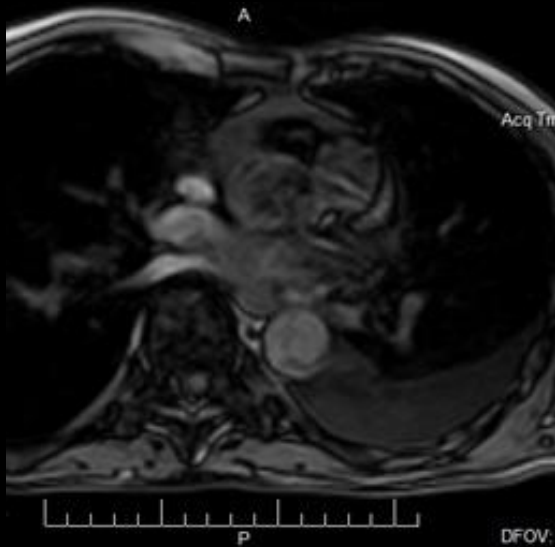
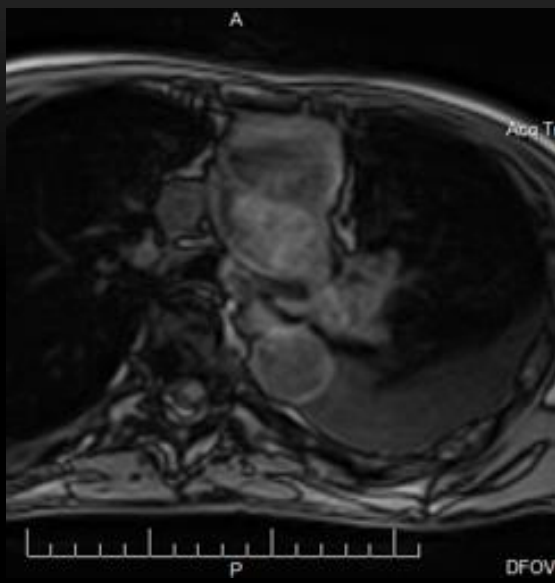
	Очаговый характер накопления (n=15)	Диффузно-распространенный характер накопления (n=10)	Контрольная группа (n=8)	p (1–3)	p (2–3)
	1	2	3		
ИУ T1-ВИ	1,09 ± 0,06	1,26 ± 0,13	1,01 ± 0,06	p=0,034	p < 0,001
d, см	2,66 ± 0,35	2,4 ± 0,34	2,1 ± 0,24	p=0,028	p < 0,001
Толщина стенки, см	0,5 ± 0,13	0,53 ± 0,11	0,34 ± 0,05	p < 0,001	–

Примечания

ИУ – индекс усиления; T1-ВИ – T1-взвешенное изображение; d – диаметр аорты.

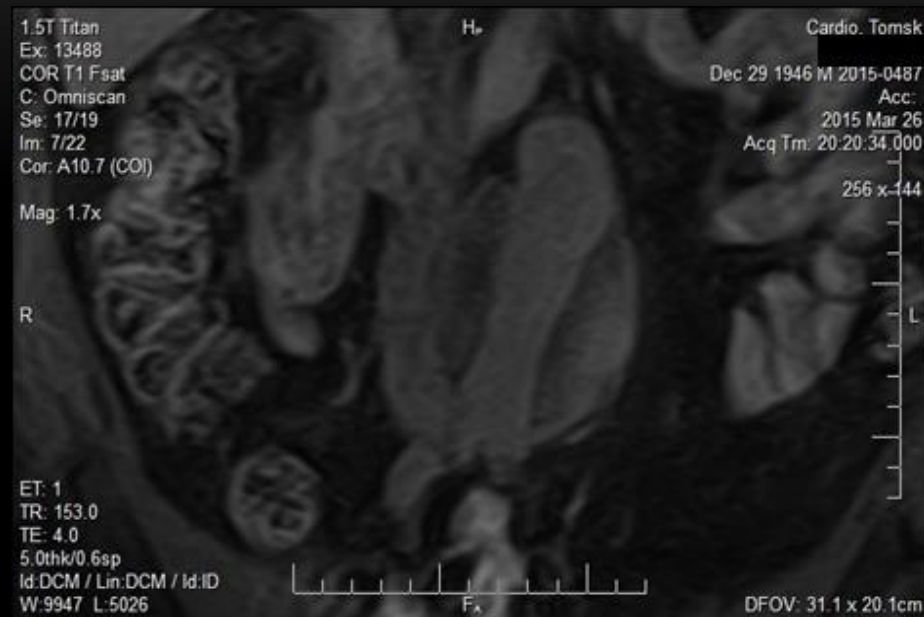
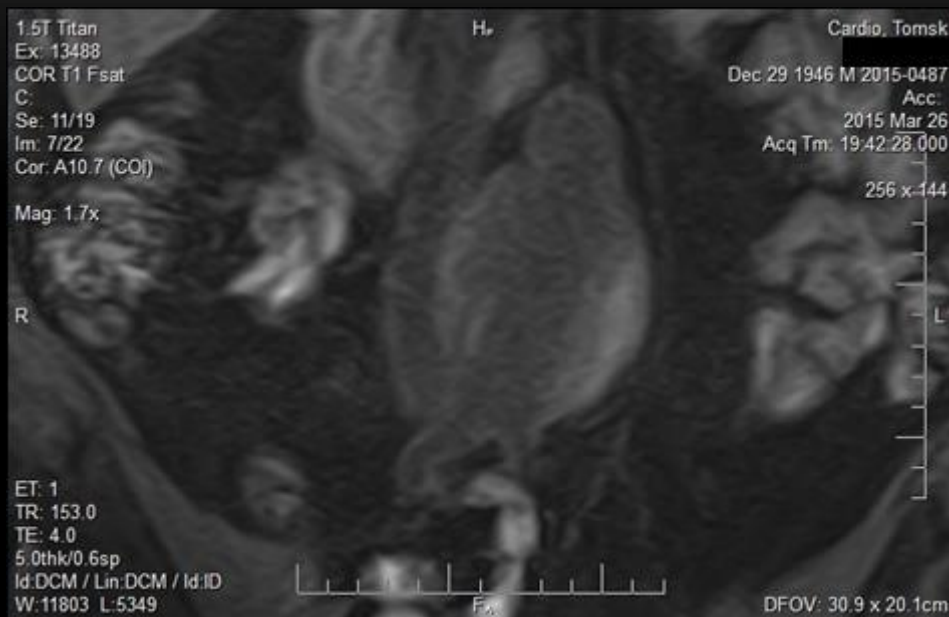
Уровень статистической значимости различий p – сравнение между группами.

МР-ТОМОГРАММЫ И МР-АНГИОГРАММЫ АОРТЫ В ОСТРЕЙШИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ АНЕВРИЗМЫ

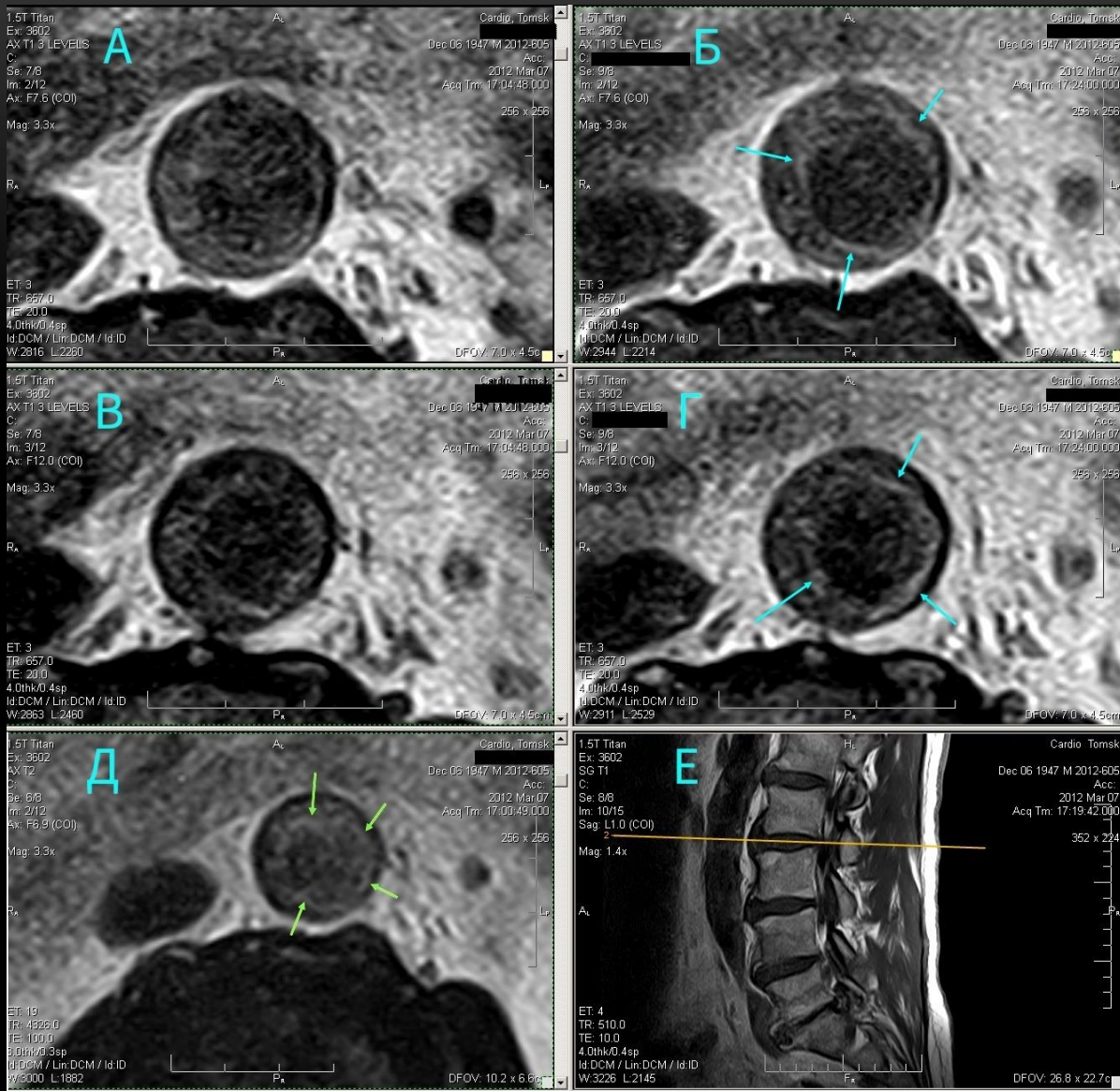


Т1-взв SE исходная

КОНТРАСТНОЕ УСИЛЕНИЕ СТЕНКИ АОРТЫ В ОЦЕНКЕ РИСКА РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ АНЕВРИЗМЫ АОРТЫ



- пример стабильной инфраренальной аневризмы, без риска расслаивания – накопление контраста-парамагнетика в стенке отсутствует
- спустя 6 месяцев выполнено плановое хирургическое лечение



Картина МР-томографического исследования аортальной стенки с парамагнитным контрастным усилением у пациента с обширным прогрессирующим атеросклерозом аорты и нарастанием симптомов перемежающейся хромоты, приведшей к острому тромбозу подвздошной артерии слева и повлекшей экстренное аортобедренное двустороннее шунтирование.

ПОКАЗАТЕЛИ МРТ АОРТЫ С ПАРАМАГНИТНЫМ КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗВИТИЯ В ПОСЛЕДУЮЩЕМ ИШЕМИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

	Неосложненное течение (86 пациентов)	Развившийся впоследствии ишемический некроз стопы и голени (6 пациентов)
Поперечник гемодинамического просвета аорты на уровне L2	15 — 27 мм (22 ± 3 мм),	диаметр просвета во всех случаях < 12 мм
Толщина стенки аорты	1,8 — 4,1 мм (3,2 ± 0,4 мм)	6,5 — 11 мм (7,1 ± 0,9 мм),
Контрастное усиление	Минимально интенсивное циркулярное	Неоднородное по очаговому типу
Интенсивность усиления T1-взв спин-эхо МРТ	ИУ < 1,21	ИУ >1,32

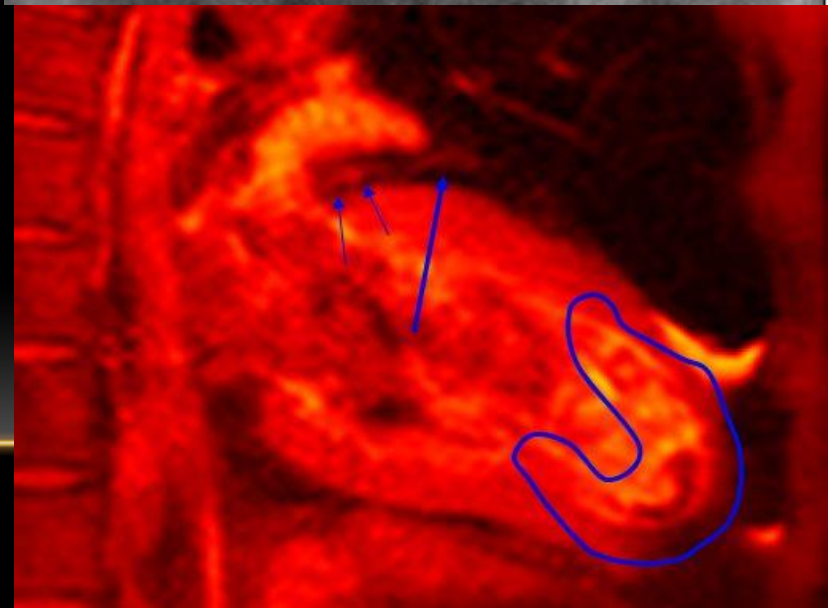
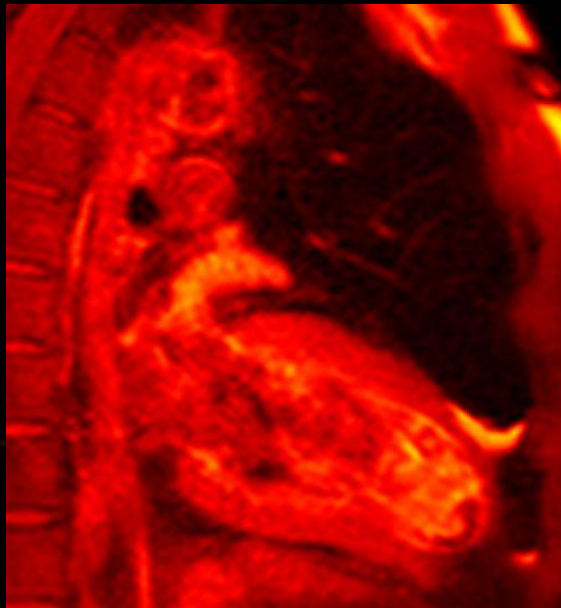
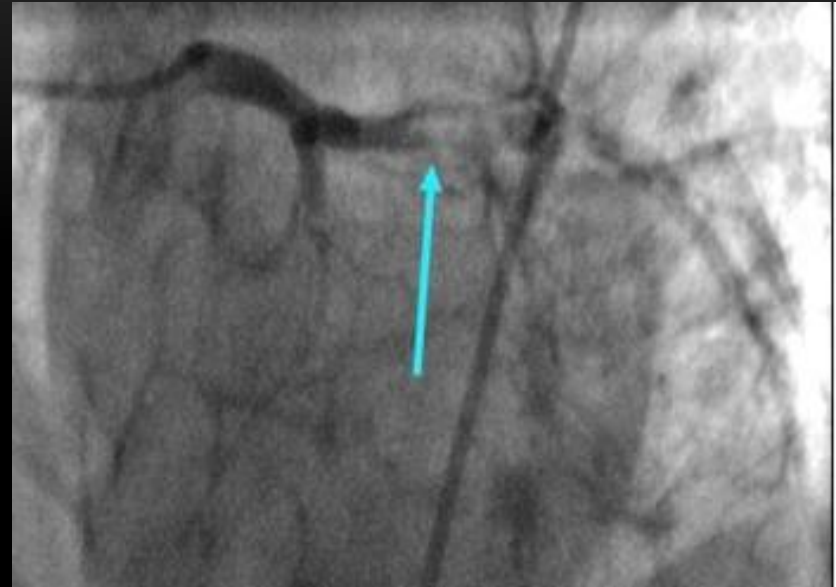
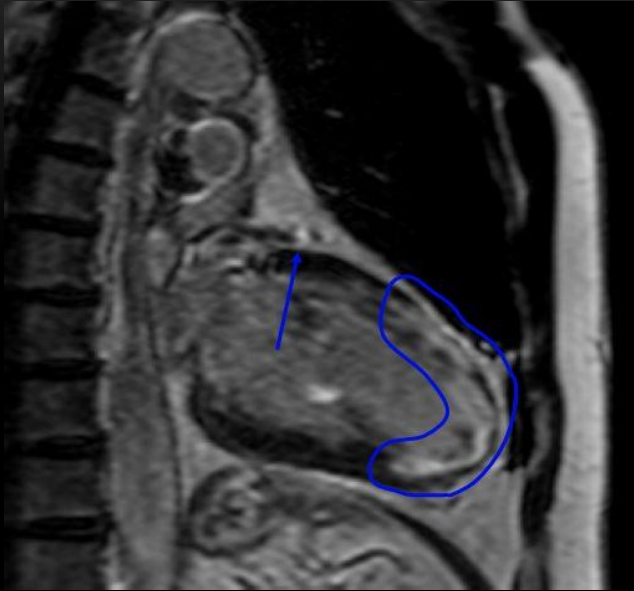
Прогностическое значение

у пациентов с выявленной толщиной стенки интрависцеральной аорты ≥ 7 мм, внутреннем просвете аорты > 12 мм и высокоинтенсивным индексом усиления при парамагнитном контрастировании (ИУ $> 1,3$)

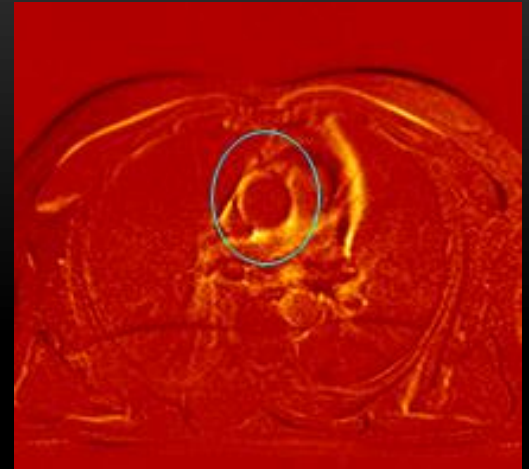
повышена вероятность прогрессирования атеросклероза сосудов нижних конечностей и формирования окклюзионных ишемических осложнений.



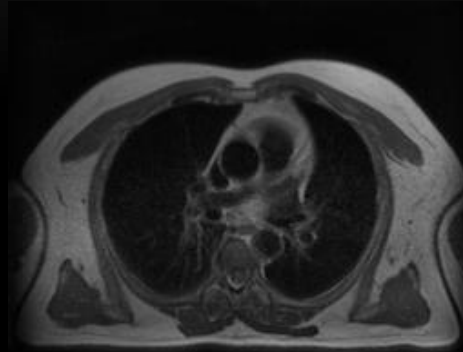
ПАРАМАГНИТНОЕ КОНТРАСТНОЕ УСИЛЕНИЕ ОБЛАСТИ БЛЯШКИ В ИНФАРКТ-СВЯЗАННОЙ АРТЕРИИ И СОБСТВЕННО ОБЛАСТИ ОИМ



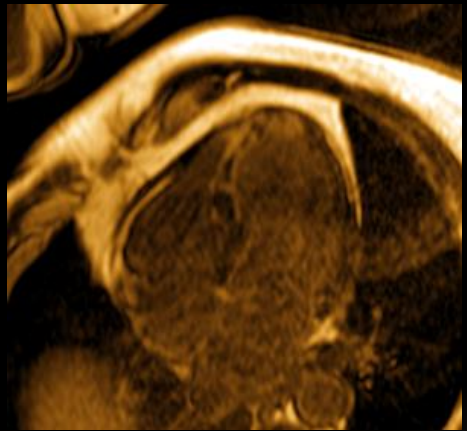
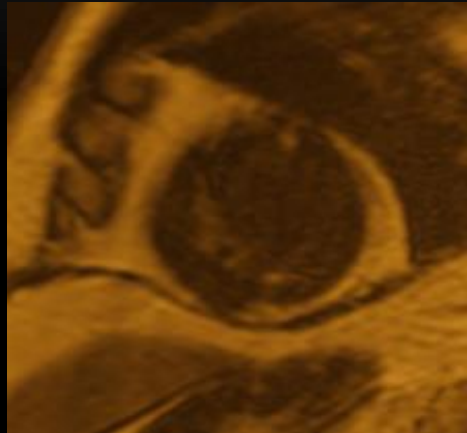
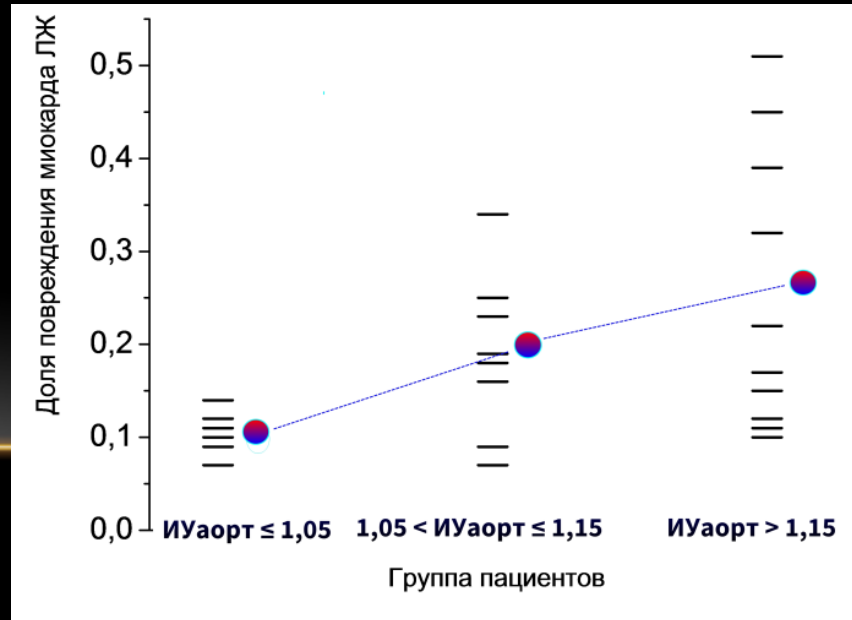
ПАРАМАГНИТНОЕ КОНТРАСТНОЕ УСИЛЕНИЕ АОРТАЛЬНОЙ СТЕНКИ У ПАЦИЕНТА С ОБШИРНЫМ ТРАНСМУРАЛЬНЫМ ИНФАРКТОМ И ЗОНОЙ NO- REFLOW



ПМКУ - Исходная

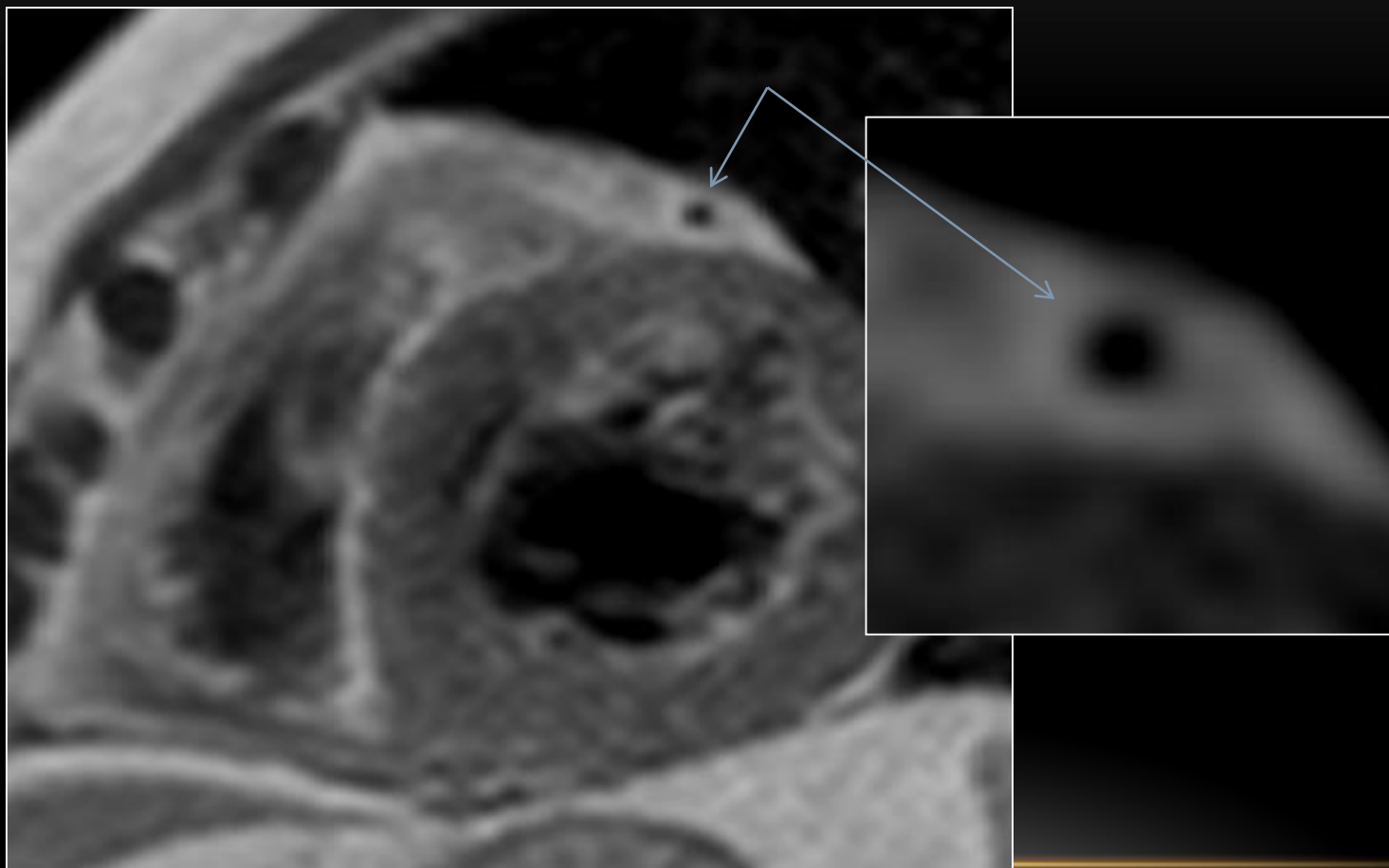


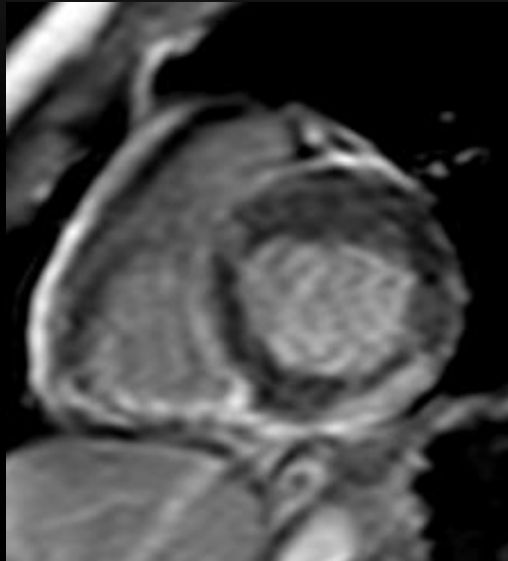
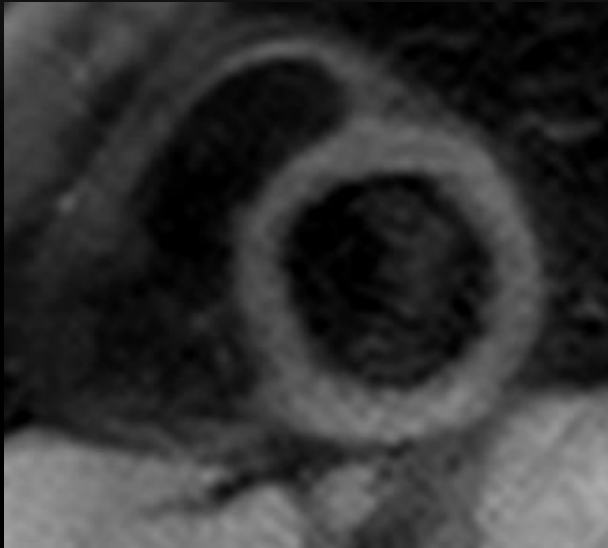
T1-взв с ПМКУ



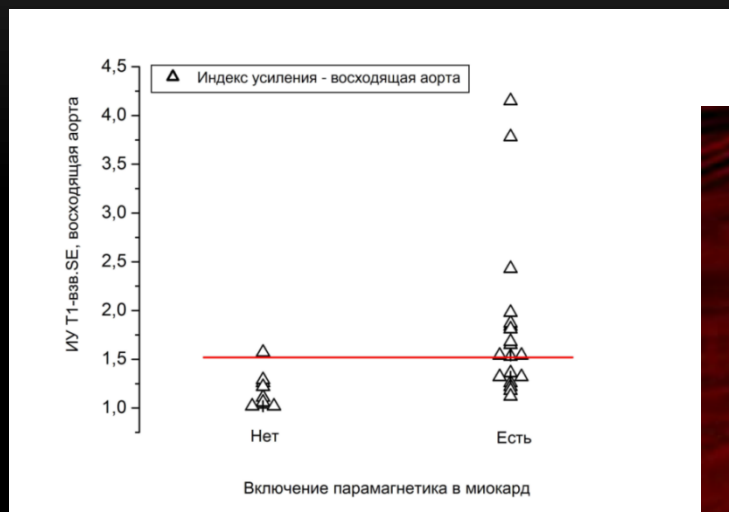
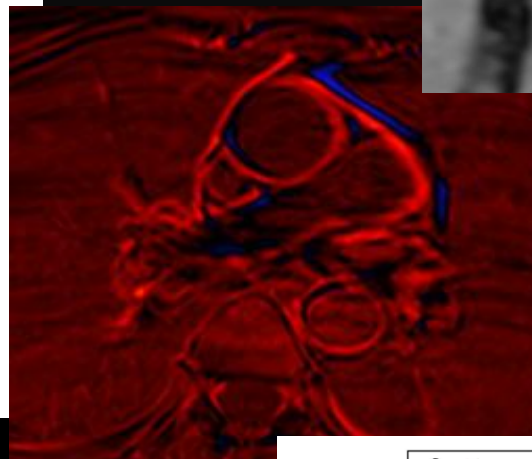
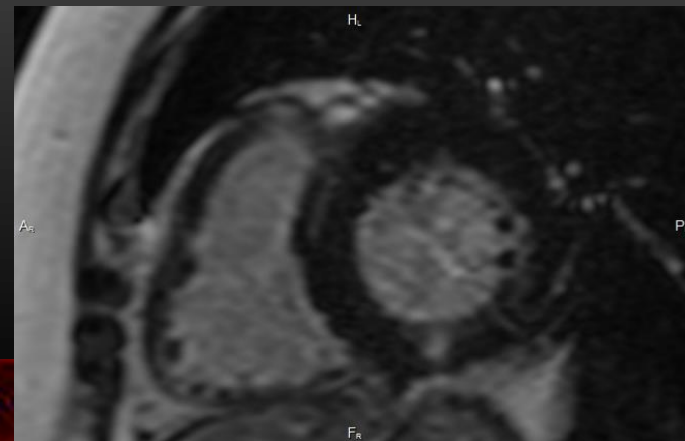
Исходная

Перивазальное контрастное усиление у пациентов в клинике ОКС

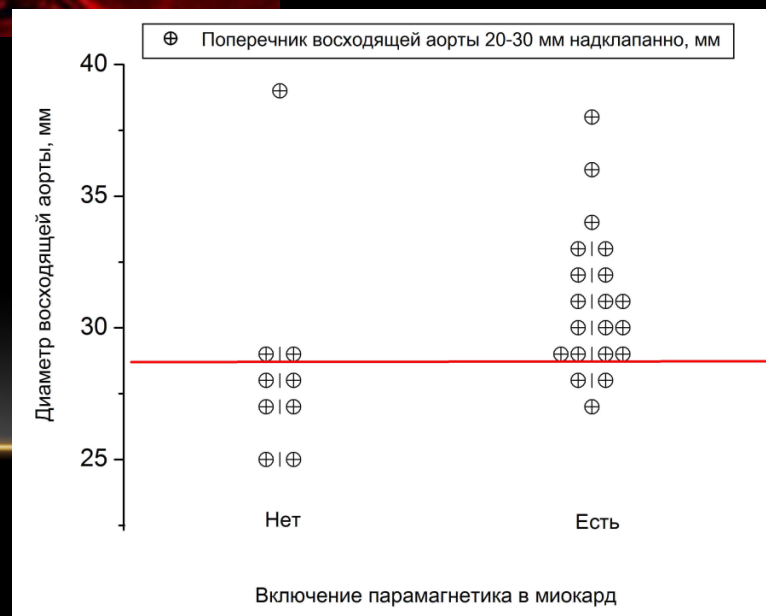




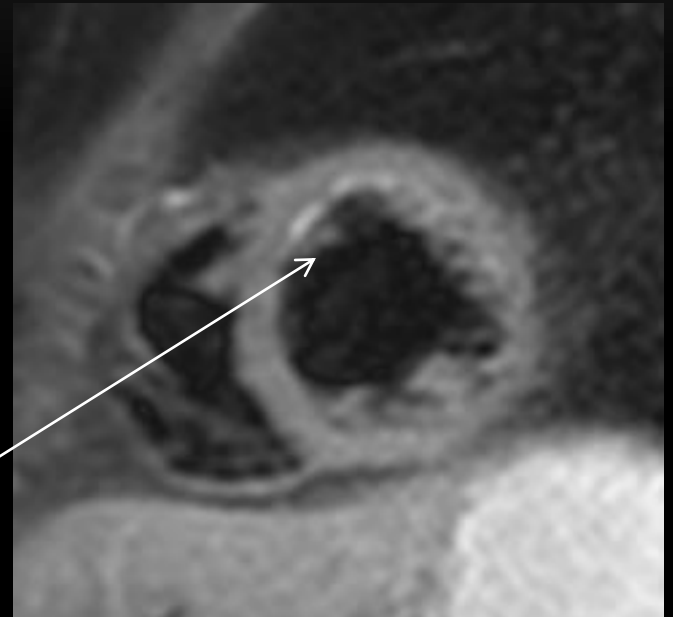
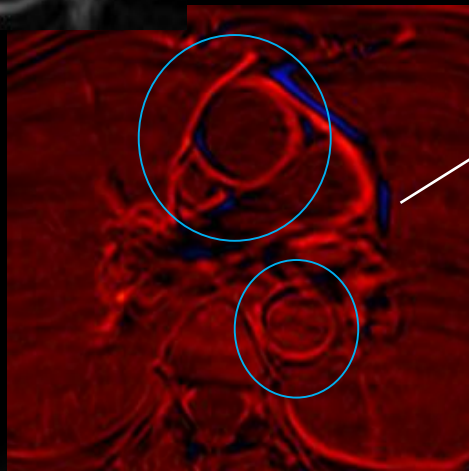
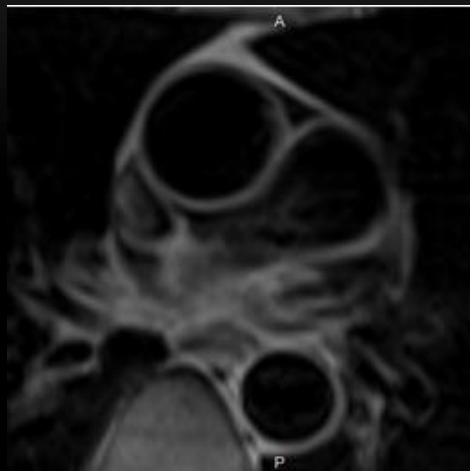
ВЗАИМОСВЯЗЬ КАРТИНЫ ПАРАМАГНТНОГО УСИЛЕНИЯ СТЕНКИ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА



- Сочетание
- расширения восходящей аорты > 30 мм
- усиления T1-взв спин-эхо МРТ стенки восходящей аорты с ИУ $> 1,5$
- прогнозирует развитие очагового повреждения миокарда
- (у пациентов с Адсист > 140 мм рт ст)



КАРТИНА КОНТРАСТНОГО УСИЛЕНИЯ СТЕНКИ АОРТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ И «НЕКРИТИЧЕСКИМИ» СТЕНОЗАМИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ



Субэндокардиальное усиление МР-сигнала у пациента с ОКС

ВЫВОДЫ:

Оценка структуры АСБ методом МРТ, в том числе с парамагнитным контрастным усилением обладает прогностической ценностью для всех локализаций сосудистой патологии и имеет достаточные основания для дальнейшего углубленного изучения и использования в качестве средства ранней диагностики и предупреждения развития сосудистых осложнений.

ЗАДАЧА МР-ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ АОРТЫ

Обеспечить возможность атравматичной неинвазивной и как можно более ранней диагностики всех компонентов атеросклеротического процесса, в первую очередь наиболее важных для хирургической тактики, прогностически и патофизиологически

(Проф. Василий Иванович Колесов, в 1965 г в отношении рентгенангиографии для целей МКШ)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

