



VIII Съезд кардиологов сибирского федерального округа «От первичной профилактики до высоких технологий в кардиологии» 10-11 октября 2019 г., г. Кемерово

Магнитно-резонансная томографическая оценка состояния артериальной стенки при атеросклерозе и артериальной гипертонии

Усов В.Ю., Лукъяненко П.И., Максимова А.С., Буховец И.Л.
Роговская Ю.В., Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Мочула О.В., Вусик Е.А.

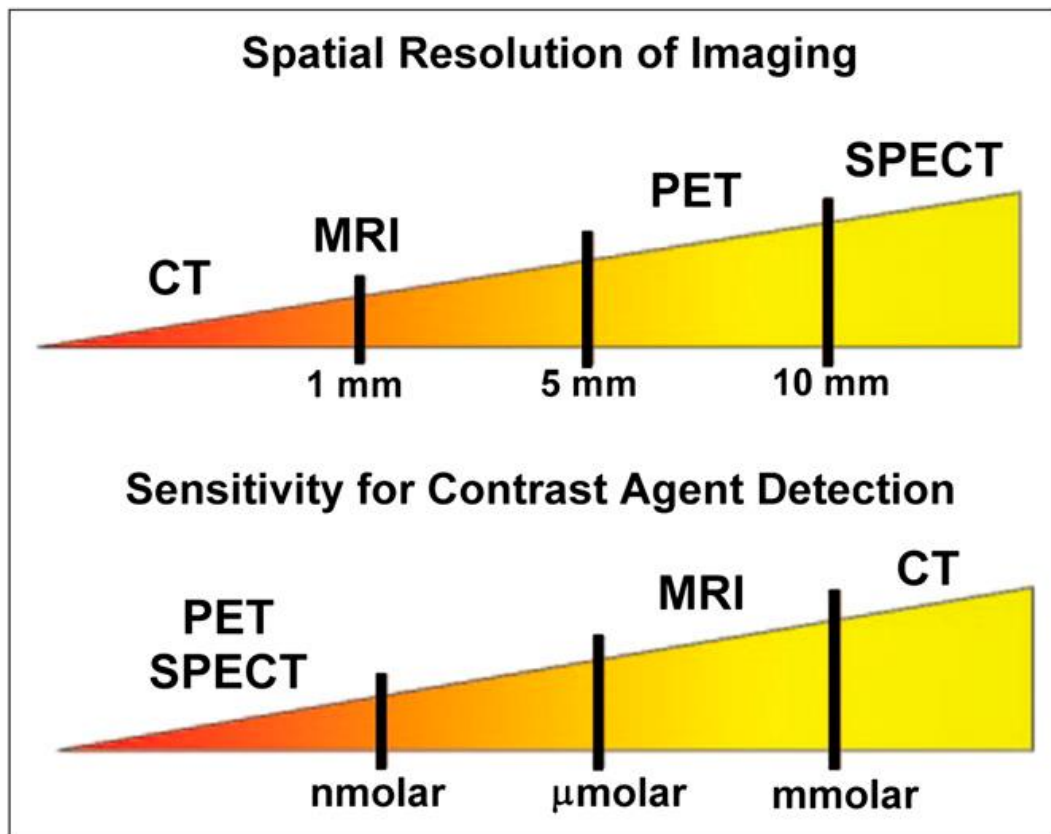
НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский НИМЦ РАН» ,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томск, Россия

Задача МР-томографии в диагностике атеросклеротических поражений

Обеспечить надежную возможность атравматичной неинвазивной и как можно более ранней диагностики всех компонент 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)

МР-томография как оптимальный метод диагностической и патофизиологической визуализации атеросклеротических поражений



[J Nucl Med.](#) 2010 May 1;51 Suppl 1:51S-65S.

Imaging atherosclerosis and vulnerable plaque.

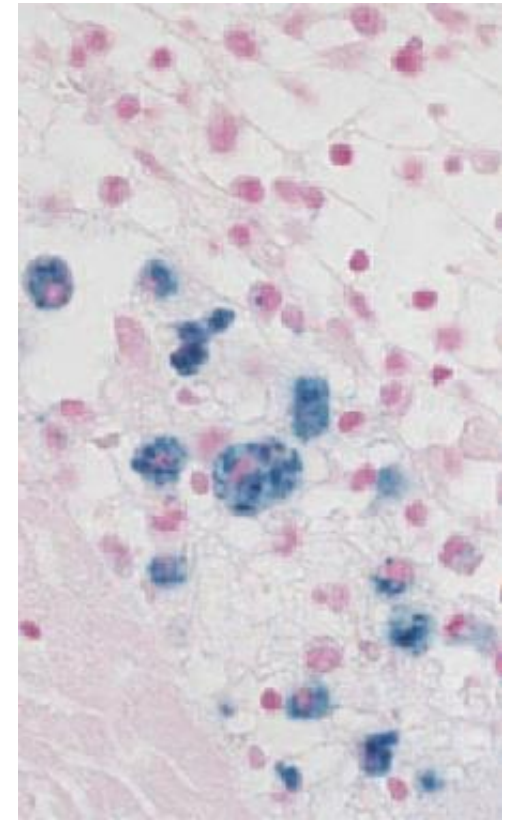
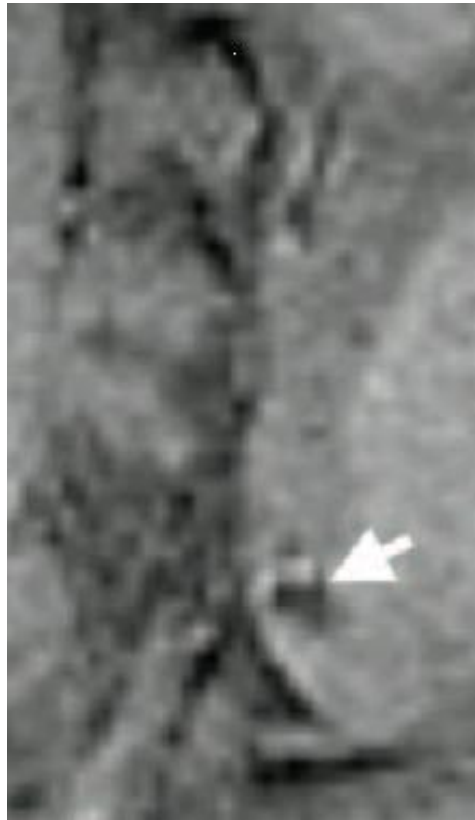
[Sadeghi MM](#)¹, [Glover DK](#), [Lanza GM](#), [Fayad ZA](#), [Johnson LL](#).

Впервые концепция
«атеросклероз как сочетание
гиперхолестериноза и
васкулита» предложена Акад.
АМН СССР Д.А.Ждановым в
1946-49 гг.

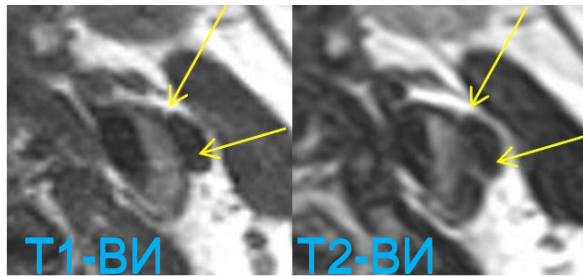
Лаборатория функциональной
морфологии НИИ морфологии
человека АМН СССР



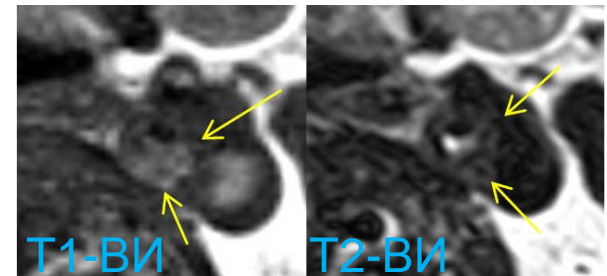
Визуализация клеточных механизмов формирования атеросклероза -
Использование наночастиц Fe_3O_4 для метки стволовых аутоклеток и моноцитов и
МРТ -оценки их аккумуляции в в Т2-взв режиме



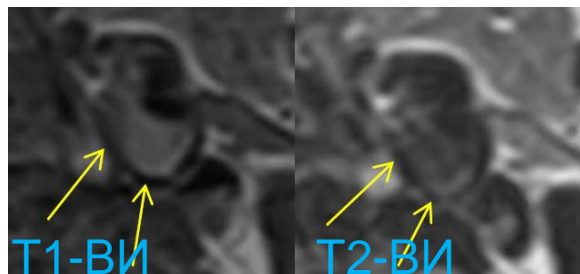
Упрощенная классификация типов МРТ – визуализации атеросклеротических бляшек



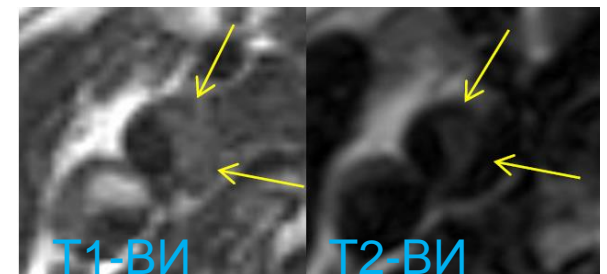
гиперинтенсивная в T1-ВИ и T2-ВИ смешанная бляшка с выраженным фиброзированием и липидным ядром



гипоинтенсивная в T1-ВИ гиперинтенсивная в T2-ВИ бляшка с преобладанием липидного компонента



гиперинтенсивная в T1-ВИ и гипоинтенсивная в T2-ВИ бляшка с микрогеморрагиями



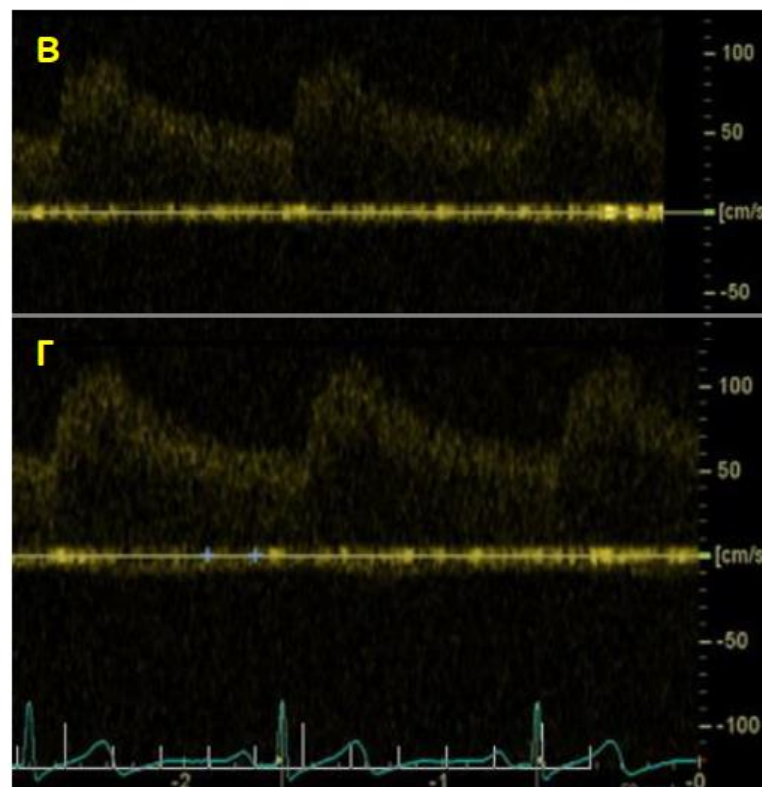
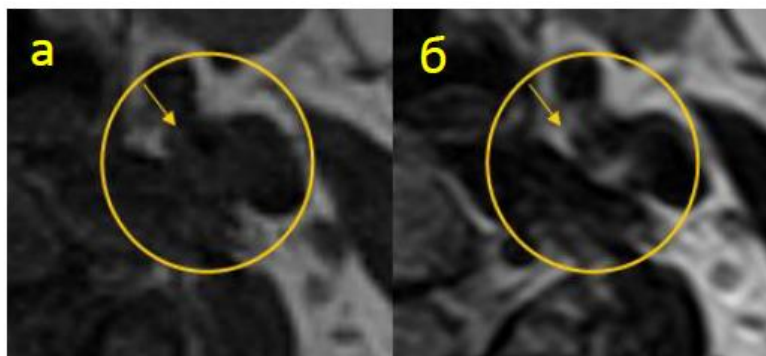
гипоинтенсивная в T1-ВИ и T2-ВИ кальцинированная бляшка.

Типы реакции кровотока на пробы с задержкой дыхания

- положительная реакция (соответствует норме – сохранности цереброваскулярного резерва) – индекс реактивности 1,1-1,4;
- отрицательная реакция (соответствует истощенности цереброваскулярного резерва при функциональной пробе) – индекс реактивности 0,9-1,1;
- парадоксальная реакция (соответствует фактической декомпенсации цереброваскулярного резерва в покое) – индекс реактивности менее 0,9.

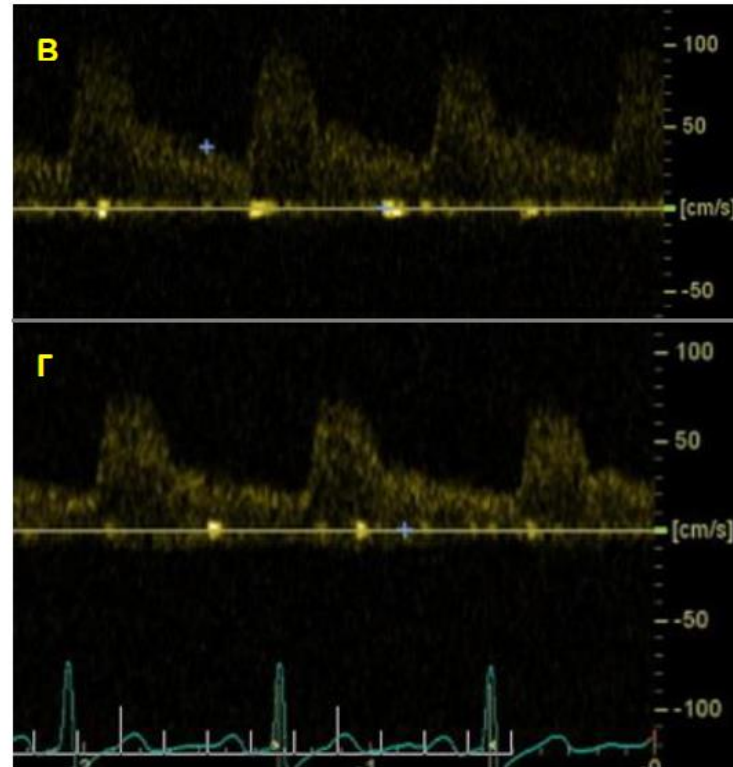
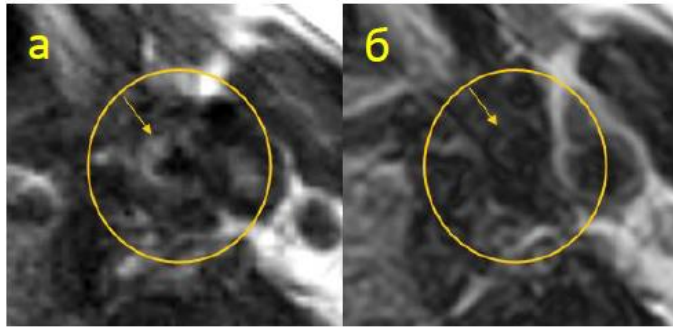
Рассчитывалась усредненная по времени максимальная скорость кровотока в (СМА) до проведения и на пике пробы. Определяли индексы реактивности, отражающие изменения параметра усредненной по времени максимальной скорости кровотока.

МРТ-исследование в аксиальных срезах и ультразвуковое исследование – доплеровский спектр кровотока средней мозговой артерии у пациента с положительной реакцией на нагрузку



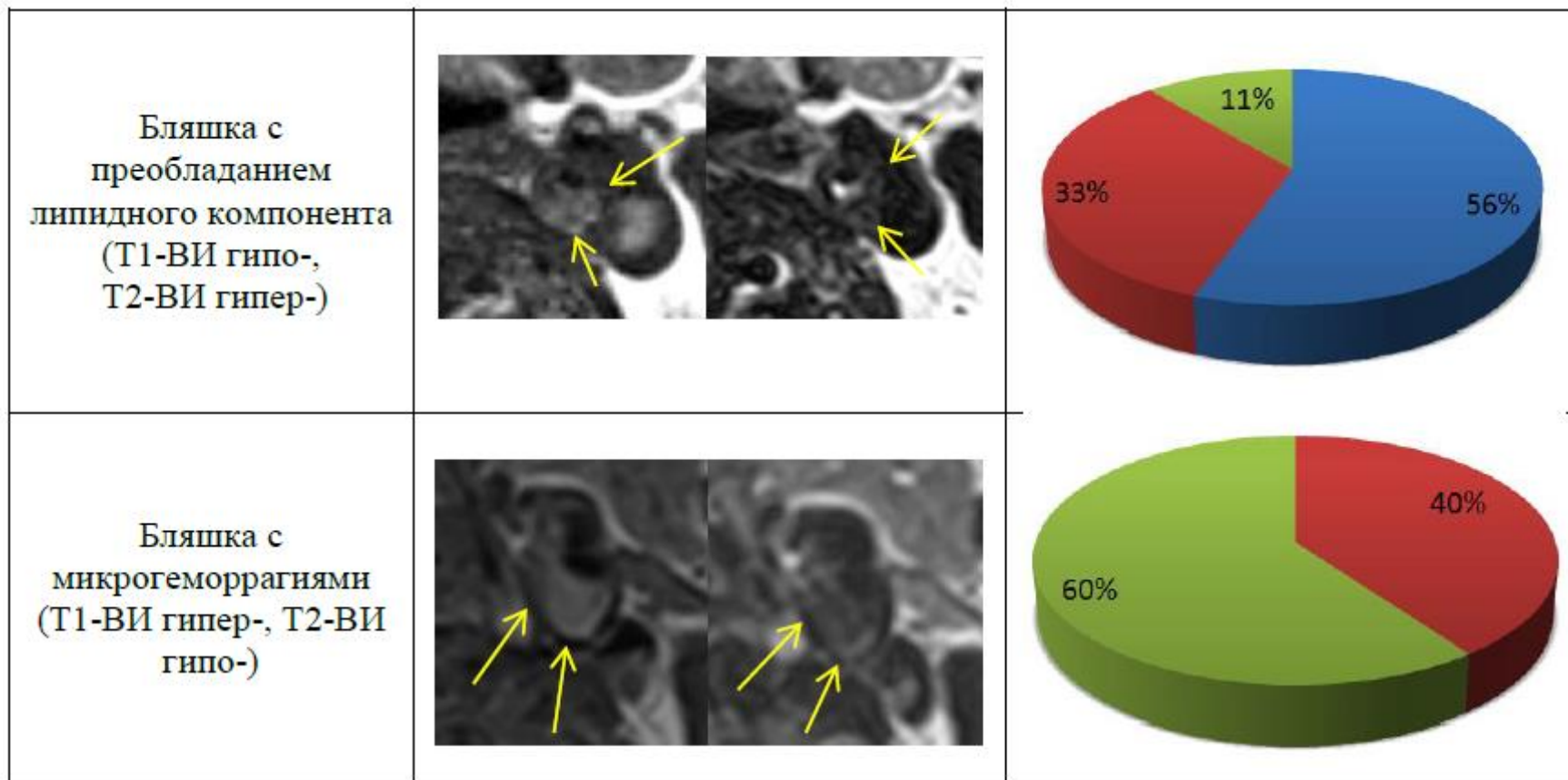
- .а – T1-взв. SE МРТ, б – T2-взв. SE МРТ, в – доплеровский спектр СМА на стороне гемодинамически значимого стеноза у пациента в покое, г – доплеровский спектр СМА на стороне гемодинамически значимого стеноза у пациента при проведении пробы с задержкой дыхания.
- атеросклеротическая бляшка с преобладанием липидного ядра.
- Индекс реактивности СМА при проведении гиперкапнической пробы = 1,12 – положительная реакция.

МРТ-исследование в аксиальных срезах и ультразвуковое исследование – доплеровский спектр кровотока средней мозговой артерии у пациента с истощением функционального резерва при гиперкапнической пробе






- а – T1-взв. SE МРТ, б – T2-взв. SE МРТ, в – доплеровский спектр СМА на стороне гемодинамически значимого стеноза у пациента в покое, г – доплеровский спектр СМА на стороне гемодинамически значимого стеноза (75 %) у пациента при проведении пробы с задержкой дыхания.
- На МРТ видна гиперинтенсивная в T1-ВИ и гипоинтенсивная в T2-ВИ атеросклеротическая бляшка вследствие микрогеморрагии в бляшку.
- Индекс реактивности СМА на этой стороне при проведении гиперкапнической пробы = 0,78 – парадоксальная реакция.

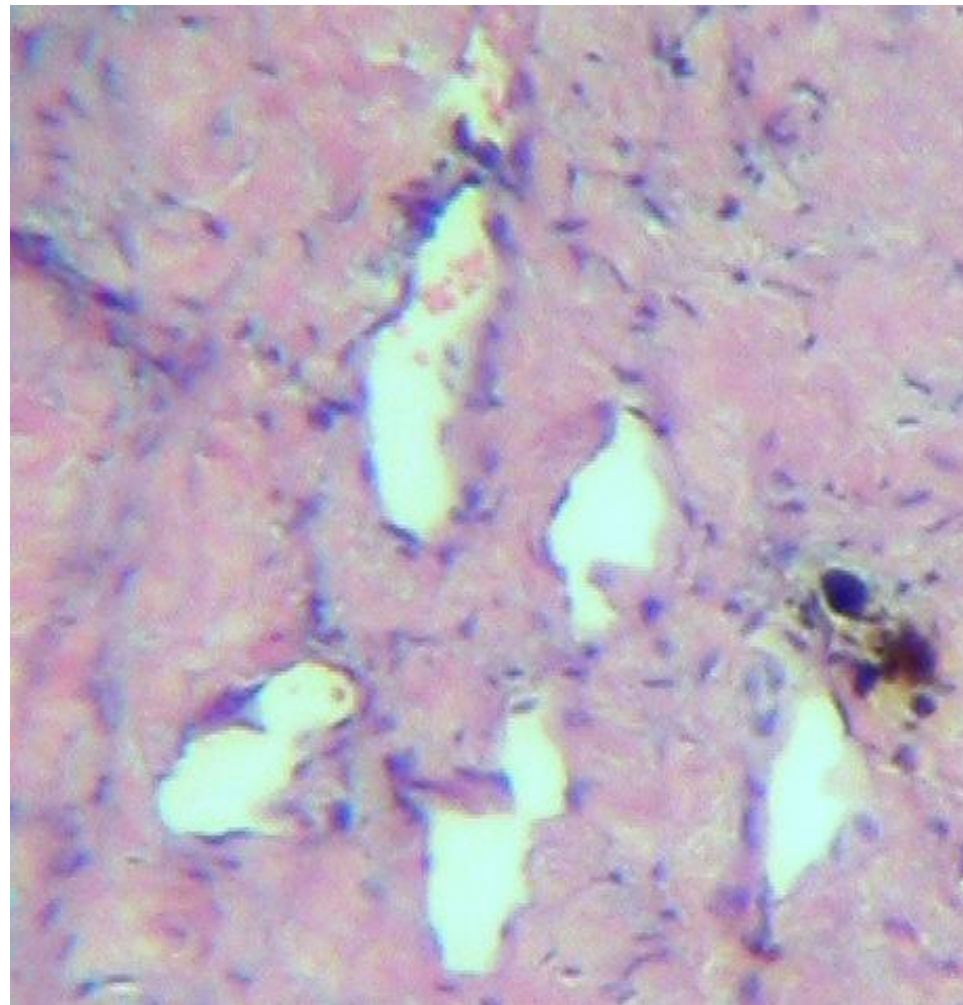
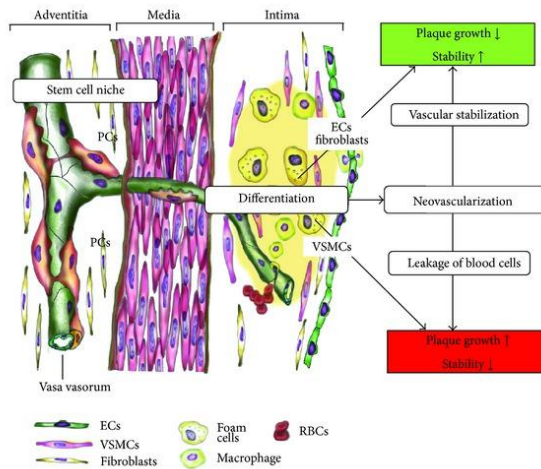
Направленность реакции мозгового кровотока при проведении пробы с задержкой дыхания



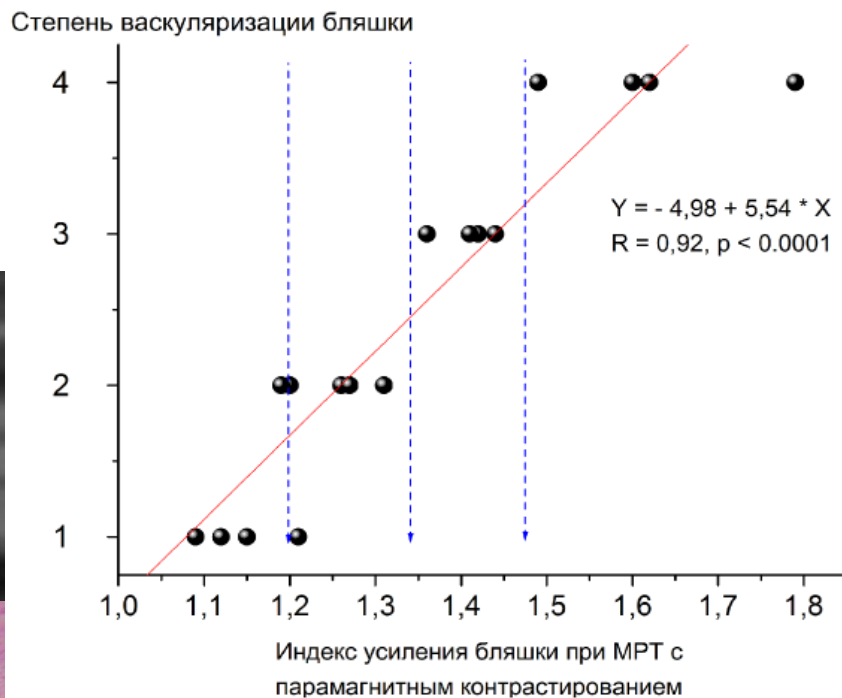
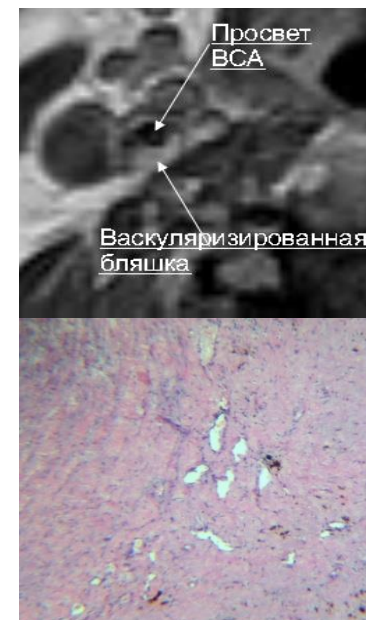
Примечание: T1-ВИ – T1-взвешенное изображение; T2-ВИ – T2-взвешенное изображение; гипо – гипointенсивная бляшка; гипер – гиперинтенсивная бляшка.

-  – однонаправленная положительная реакция
-  – однонаправленная отрицательная реакция
-  – разнонаправленная реакция

Патологический неоангиогенез в сосудистой стенке как ключевой патологический механизм инициации и прогрессирования атеросклеротического поражения



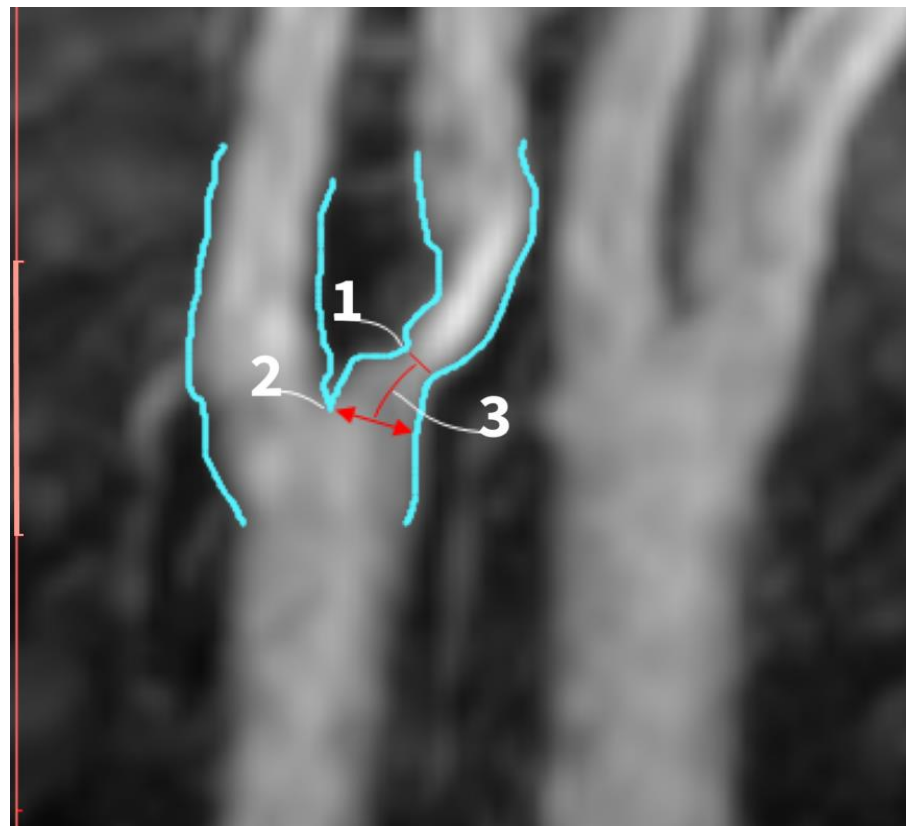
Корреляция индекса усиления интенсивности стенок и бляшек крупных сосудов при МРТ с ПМКУ, и плотности vasa vasorum



- Взаимозависимость ИУ интенсивности T1взв. спинэхо- изображения атеросклеротической бляшки ВСА при парамагнитном контрастировании, и степени микрососудистой васкуляризации бляшки (количества сосудов на поле зрения) по данным микроскопии

Градации степени васкуляризации атеросклеротической бляшки в зависимости от плотности сосудов при микроскопии	Количество микрососудов на поле зрения, ув. x200
0	капилляры не определяются количественный подсчет невозможен
1	1–3
2	4–6
3	7–9
3	10 и более

Порядок расчета показателя градиента сужения просвета (ГСП) артерии на уровне атеросклеротического стеноза, по данным МР-ангиографии



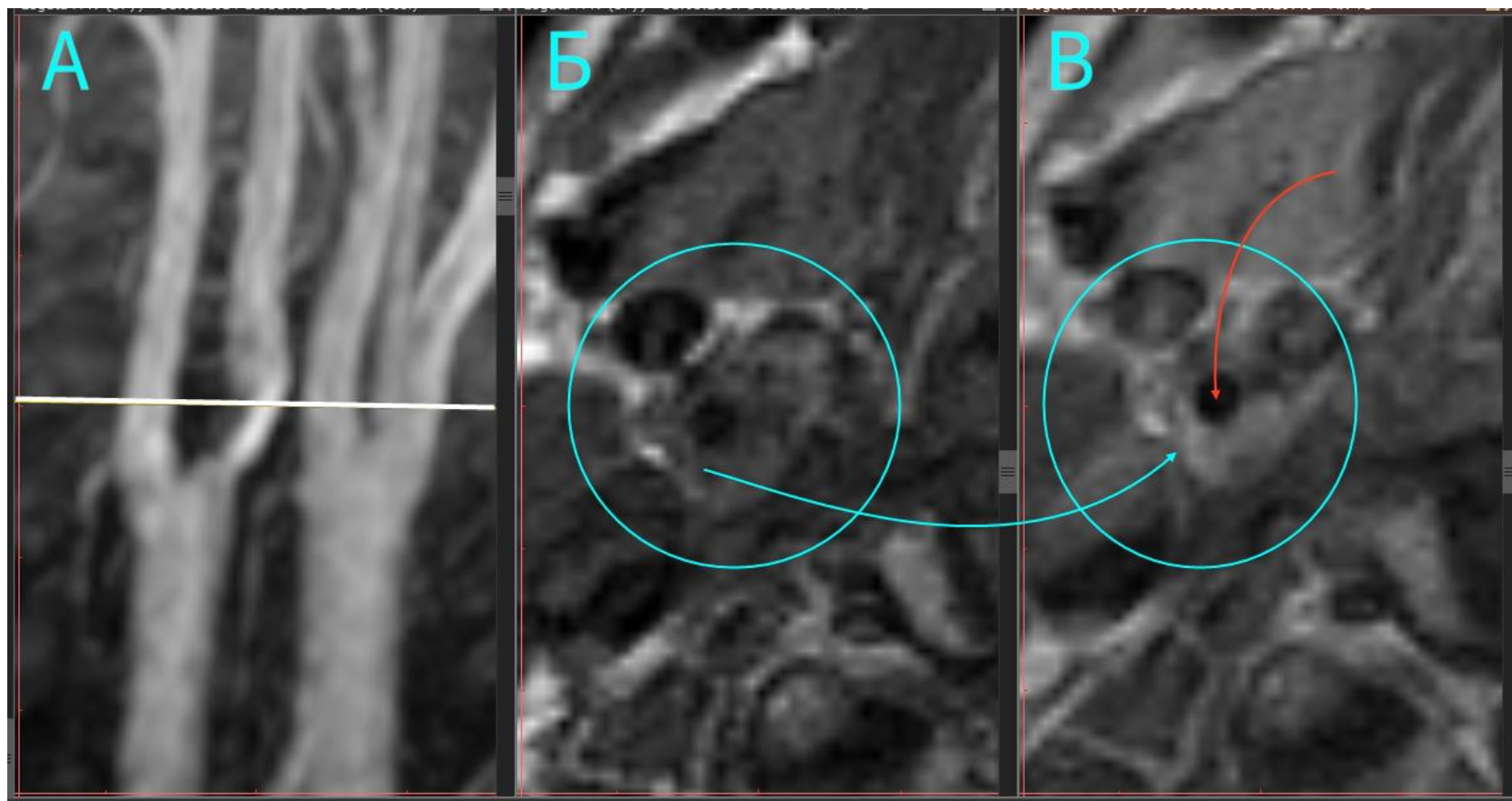
- 1 - сечение ВСА на месте наиболее выраженного стеноза отмечено маркером 1, на нем определялась площадь просвета артерии на уровне стеноза - $S_{\text{стеноз}}$
- 2 — сечение на уровне нормального нестенозированного участка, ближайшее к уровню стеноза, на котором определялась площадь просвета артерии на нестенозированном уровне — $S_{\text{норма}}$.
- 3 — расстояние $D_{\text{норма} - \text{стеноз}}$, по ходу средней линии ВСА, от уровня нормального просвета до уровня стеноза, тогда, по определению

- $$\text{ГСП} = \{ (S_{\text{норма}} - S_{\text{стеноз}}) / D_{\text{норма} - \text{стеноз}} \}, \text{ мм}^2/\text{мм}.$$

Предложен для оценки гемодинамической значимости стеноза показатель *градиента сужения просвета на бляшке (ГСП)*,

- определяется как отношение дефицита площади просвета артерии на уровне максимального стеноза к расстоянию между уровнем стеноза и проксимальным к нему уровнем нормального просвета.
- Очевидно, что ГСП представляет собой среднюю величину $\{dS_{\text{просвет}}/dx\}$ на участке от границы нестенозированной просвета артерии до уровня максимального стеноза.
- Очевидно также, что такой показатель будет представлять практический интерес только в случае устойчивой взаимосвязи с повреждением стеноз-зависимого органа-мишени, или с риском такого повреждения.

Картина парамагнитного контрастного усиления на уровне атеросклеротического поражения, создающего стеноз ВСА

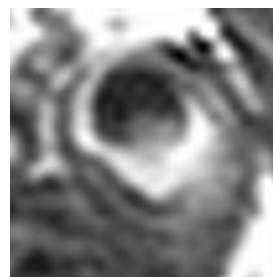


- На рис.А — на МР-ангиограмме отмечен (белый поперечник) уровень томосреза сонных артерий, на котором визуализировалась атеросклеротическая бляшка в T1-, и T2- взвешенном режиме, до и после парамагнитного контрастного усиления.
- На рис.Б — картина томосреза атеросклеротической бляшки правосторонней ВСА на отмеченном (рис.2А) уровне до проведения ПМКУ. Область бляшки выделена бирюзовым кругом.
- На рис. 2В — картина на том же уровне спустя 5-7 мин после проведения ПМКУ. Хорошо видно интенсивное накопление контраста-парамагнетика в толще бляшки. Сравнение между картиной до и после ПМКУ указано бирюзовой стрелкой. Красная стрелка на рис.2В обозначает просвет ВСА

Расчет индекса усиления атеросклеротической бляшки при МРТ сосудистой стенки с парамагнитным контрастным усилением



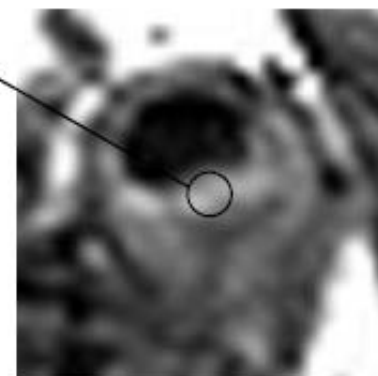
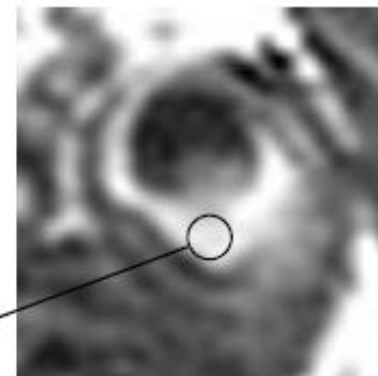
2 мл 0,5М ПМКС
На 10 кг веса,
5 – 7 мин



T1- взв спин-эхо МРТ

TR=450-600 мс, TE=10-25 мс

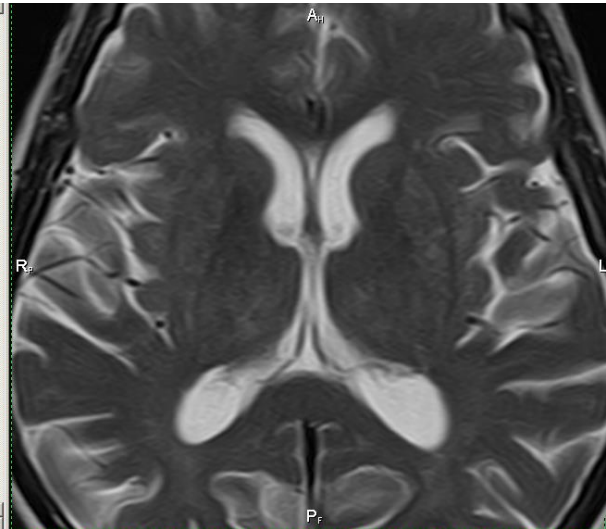
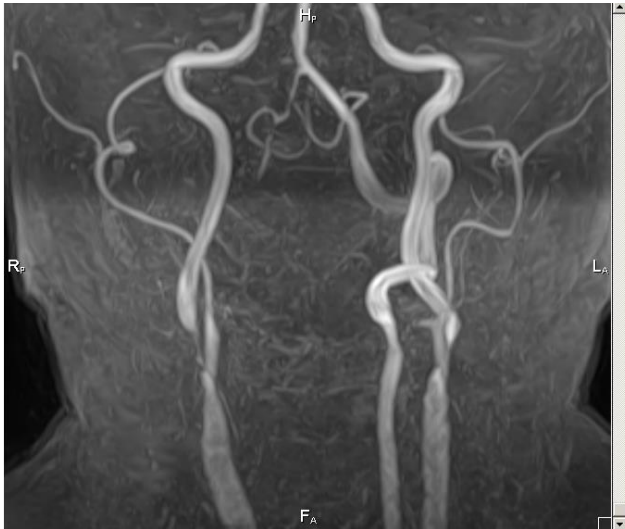
$$ИУ = \frac{\text{Интенсивность T1-ВИ(контраст)}}{\text{Интенсивность T1-ВИ(исходное)}}$$



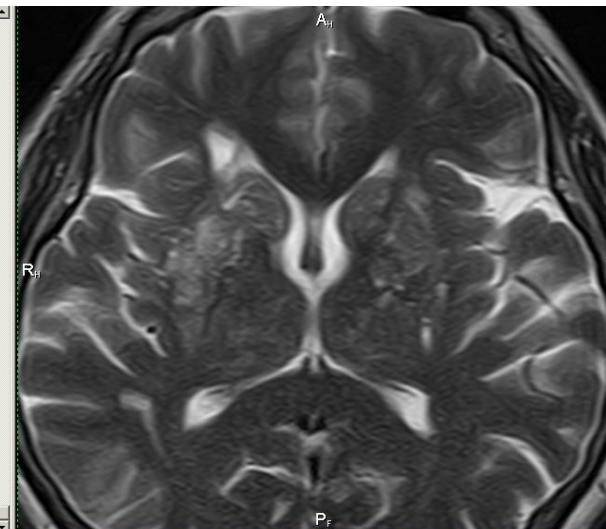
Взаимосвязь гемодинамической значимости стеноза ВСА и контрастного усиления атеросклеротической бляшки при ПМКУ

- 25 пациентов с артериальной гипертонией с АД сист > 150 мм рт ст, распространенным атеросклерозом и с стенозированием внутренней сонной артерии (ВСА) > 50% по ECST, одно- (n=22) или двусторонним (n=3) и 11 лиц без стенозов ВСА – контрольная группа

Погрупповое разделение

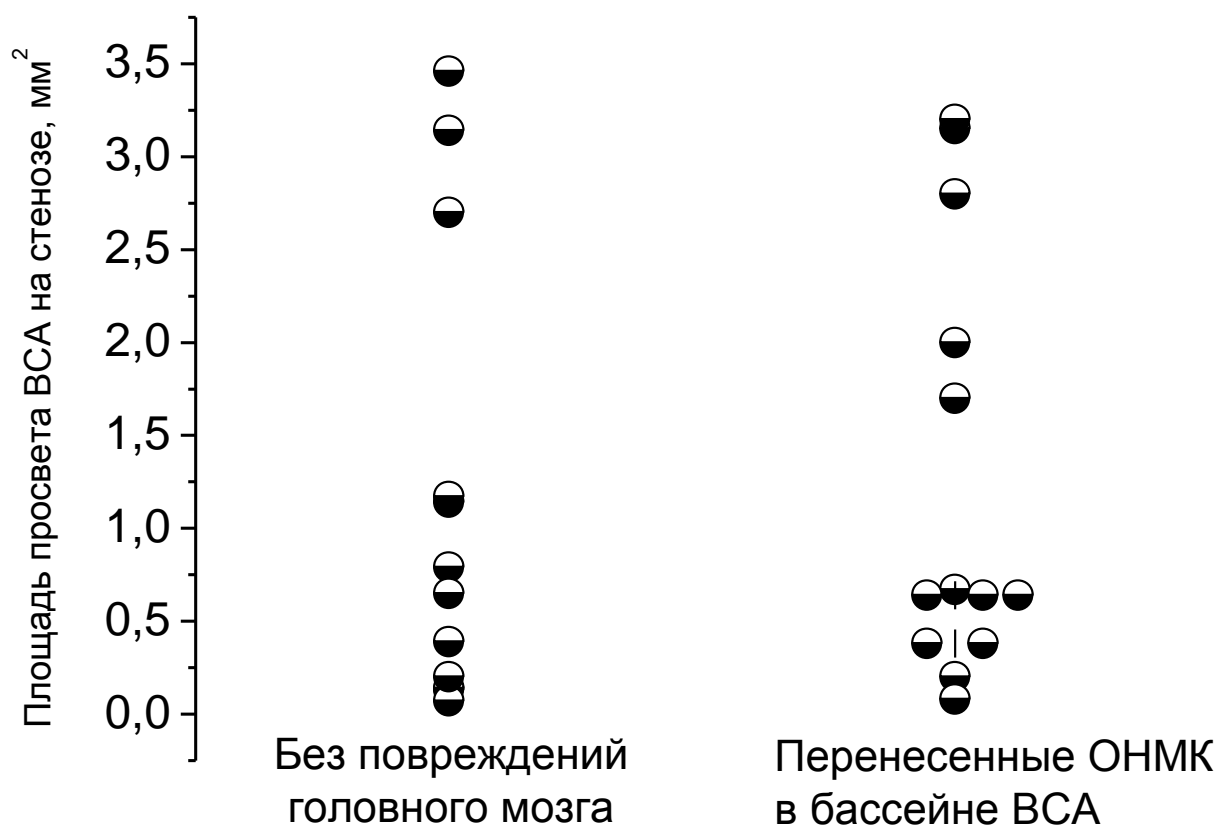


- группа 1 (12 пациентов) — без визуальных МР-томографических признаков ишемического повреждения мозга в бассейне ВСА

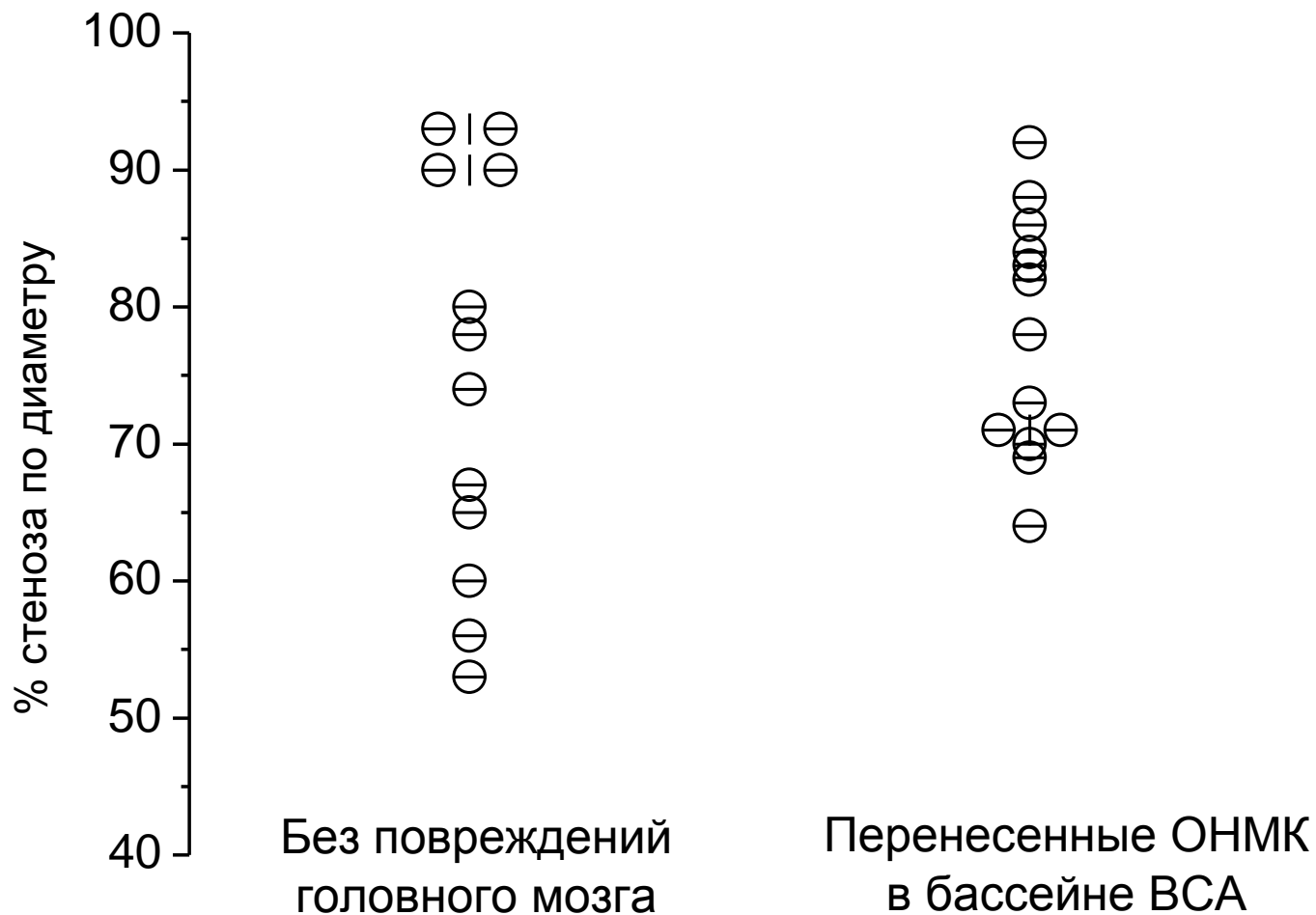


- группа 1 (12 пациентов) — без визуальных МР-томографических признаков ишемического повреждения мозга в бассейне ВСА

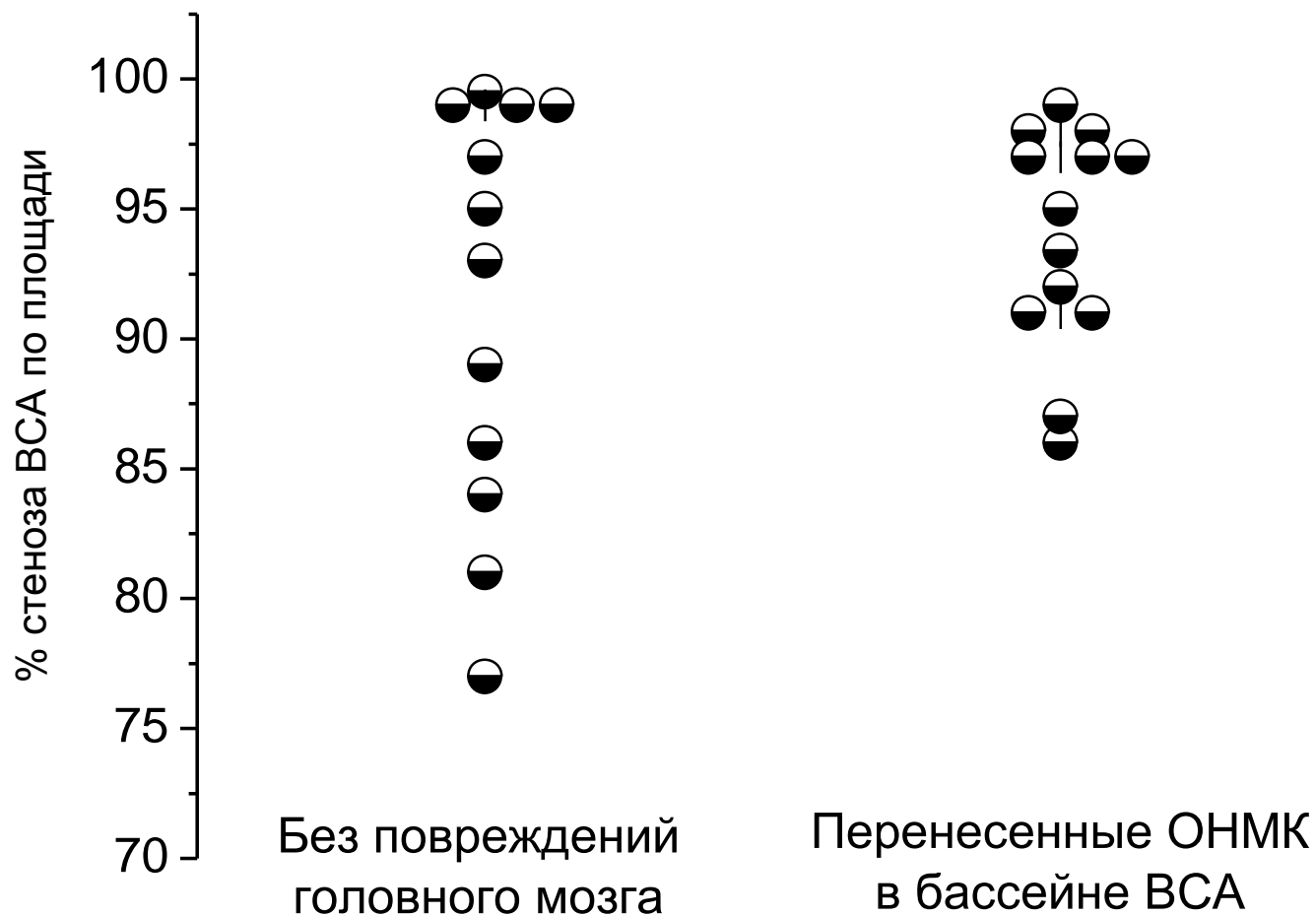
Распределение величин показателя площади просвета стеноза ВСА в группах 1 (без признаков повреждения головного мозга на МР-томограммах) и 2 (с признаками перенесенных ишемических НМК).

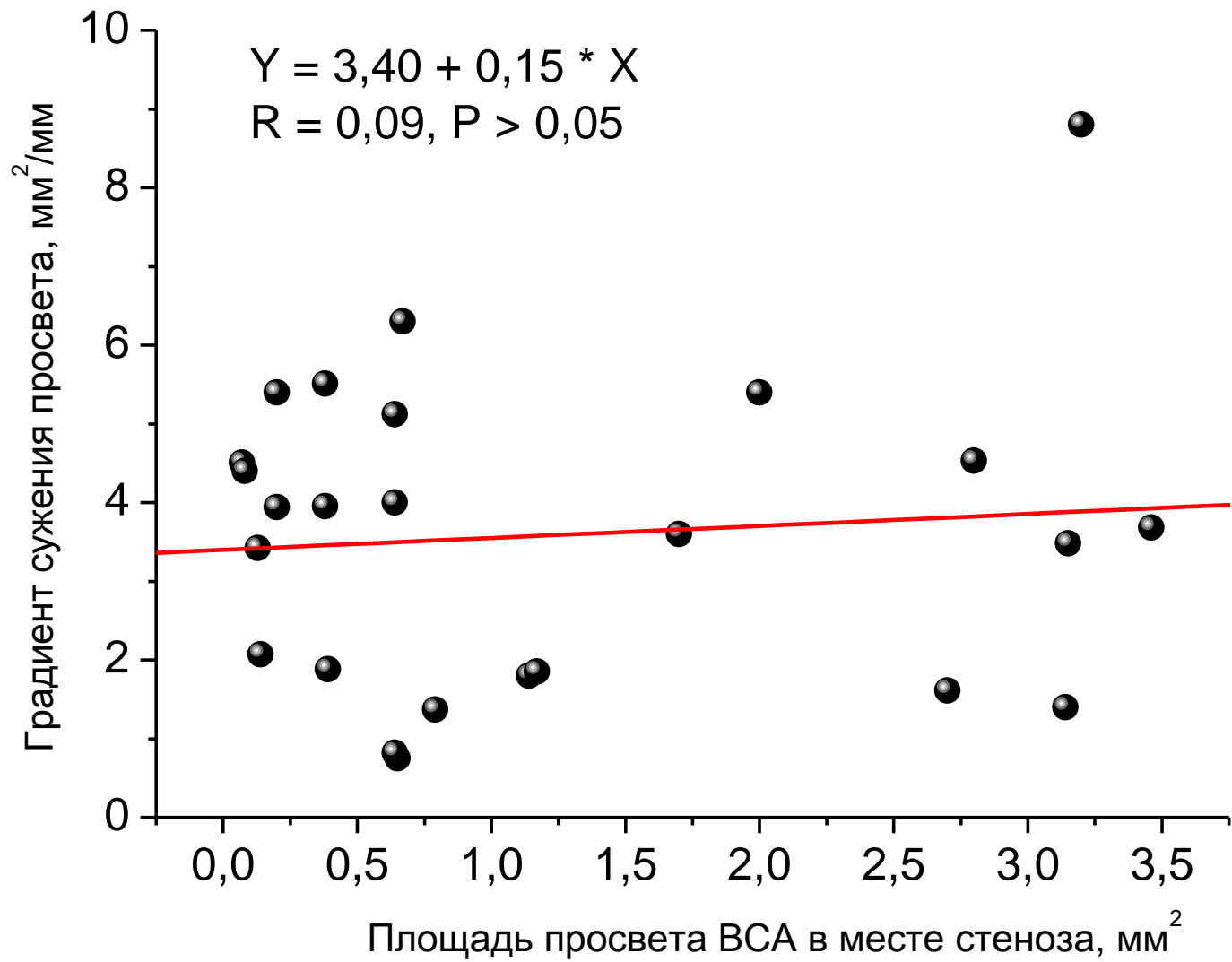


Распределение величин показателя степени стеноза ВСА по ECST в группах 1 (без признаков повреждения головного мозга на МР-томограммах) и 2 (с признаками перенесенных ишемических НМК).

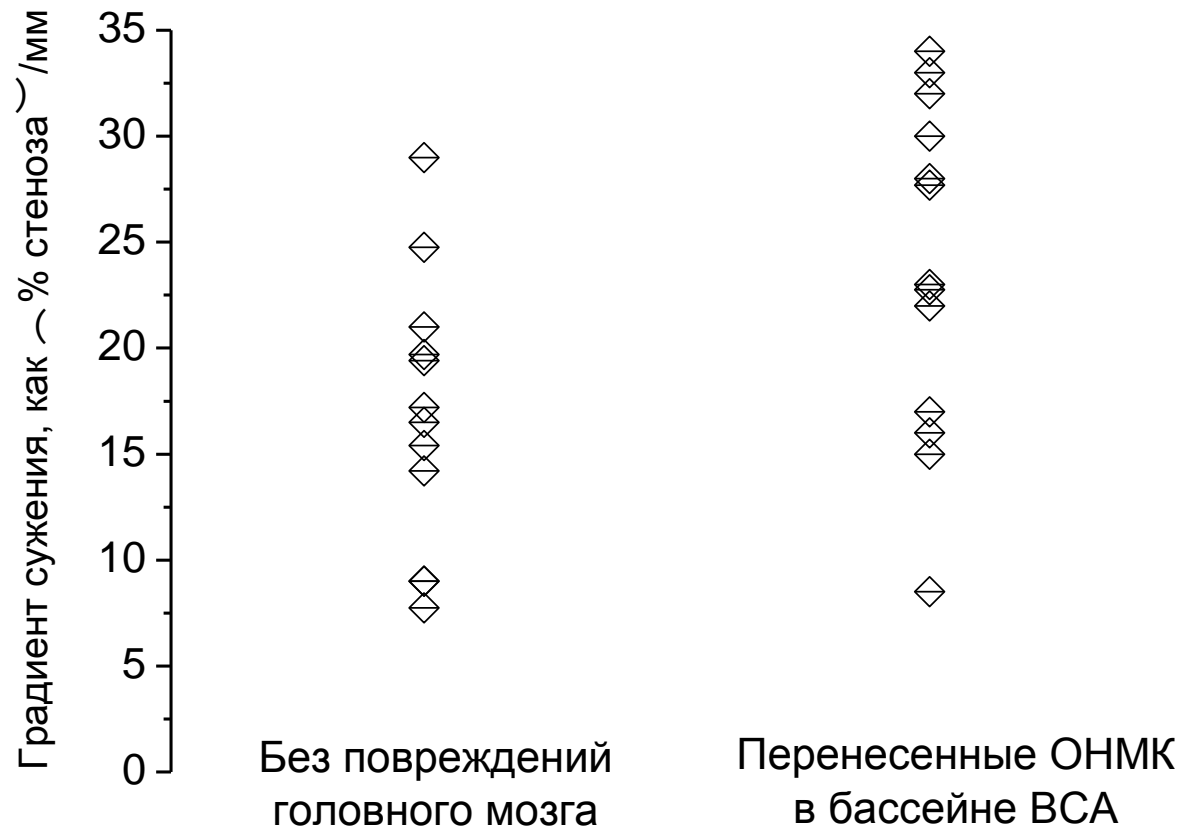


Распределение величин показателя степени стеноза ВСА площади в группах 1 (без признаков повреждения головного мозга на МР-томограммах) и 2 (с признаками перенесенных ишемических НМК).

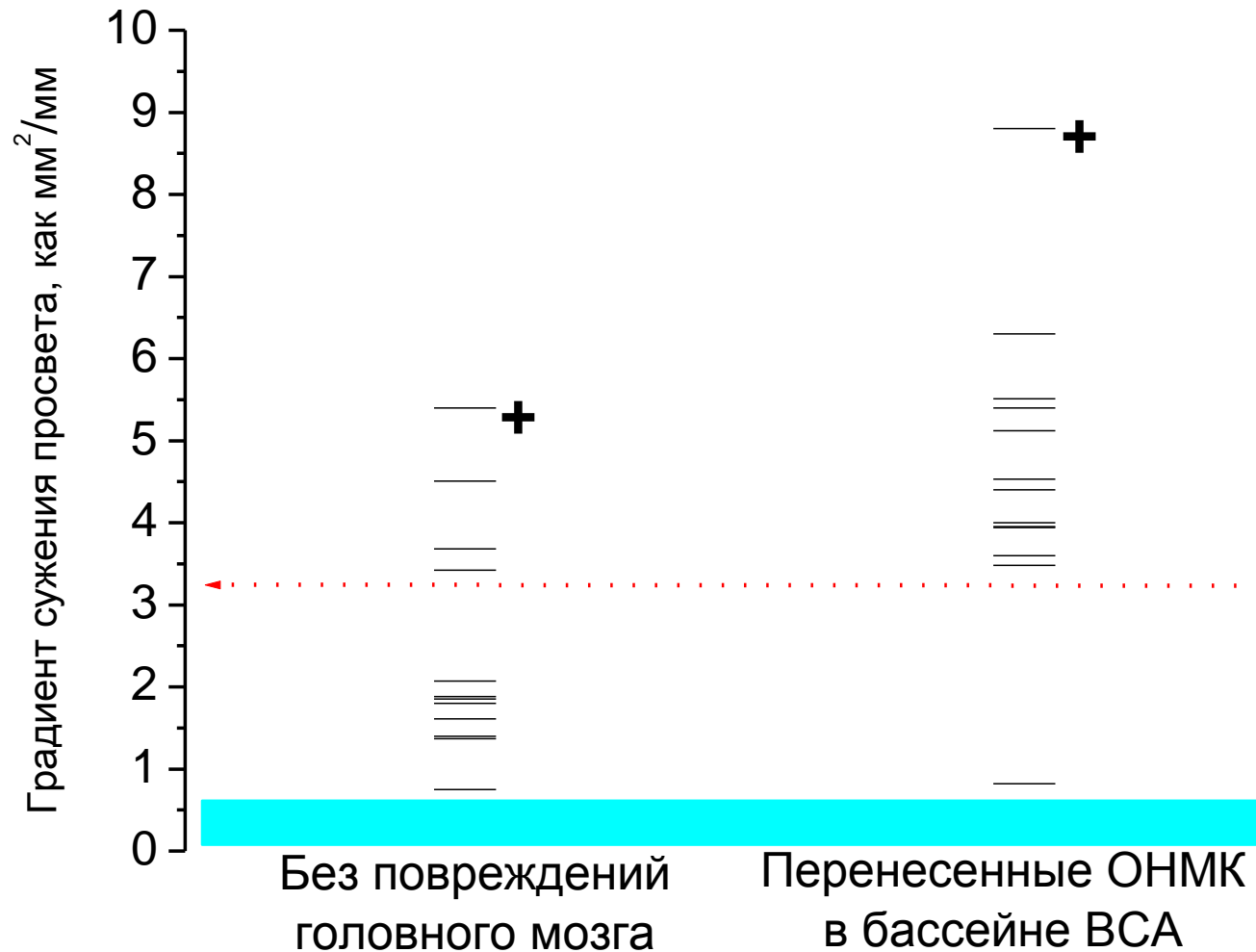




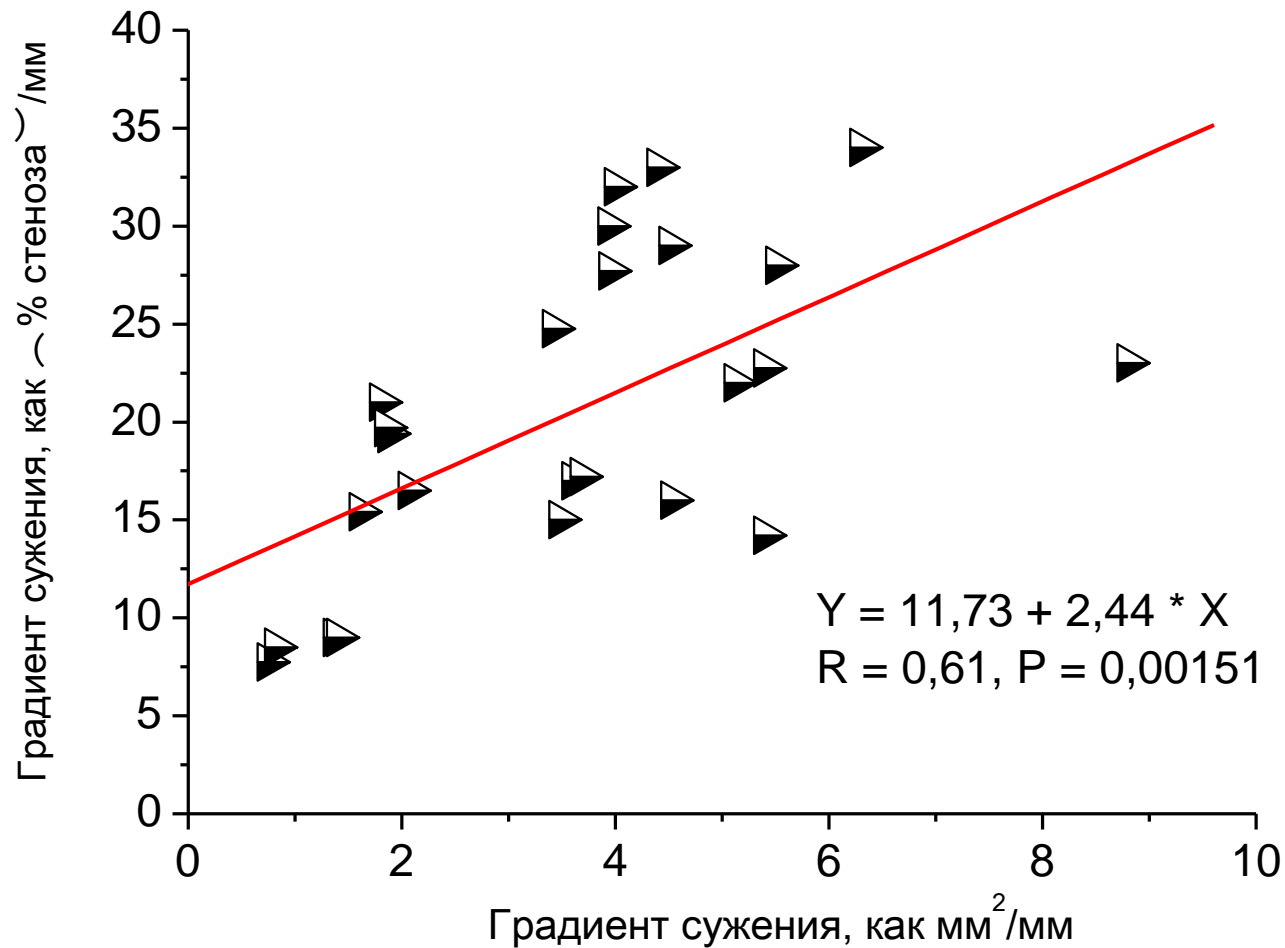
Распределение величин показателя (% стеноза / мм) в группах 1 и 2.



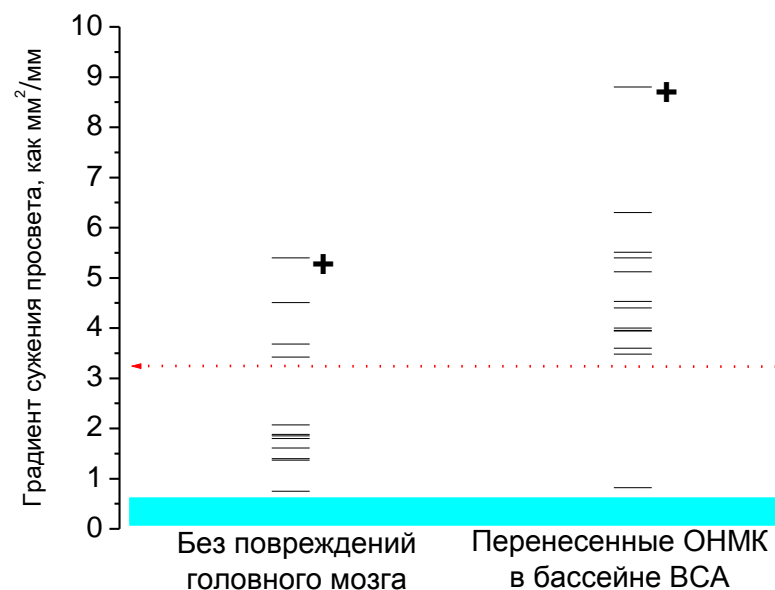
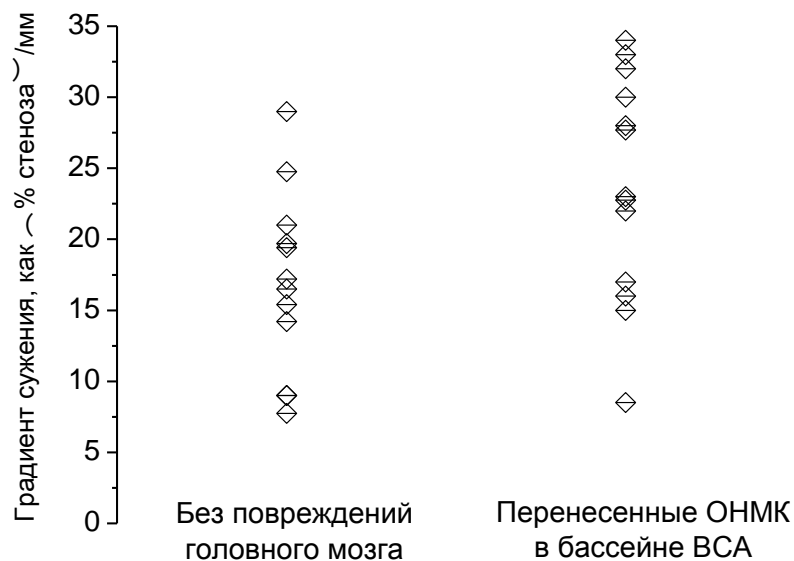
Распределение величин показателя Градиента Сужения Просвета на бляшке (ГСП) в группах 1 (без признаков повреждения головного мозга на МР-томограммах) и 2 (с признаками перенесенных ишемических НМК).



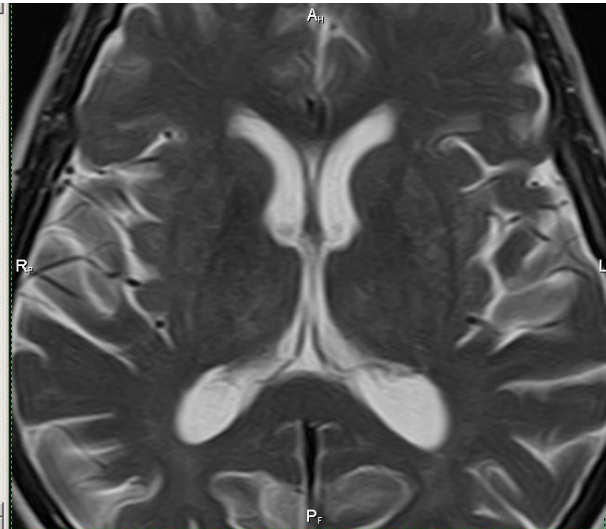
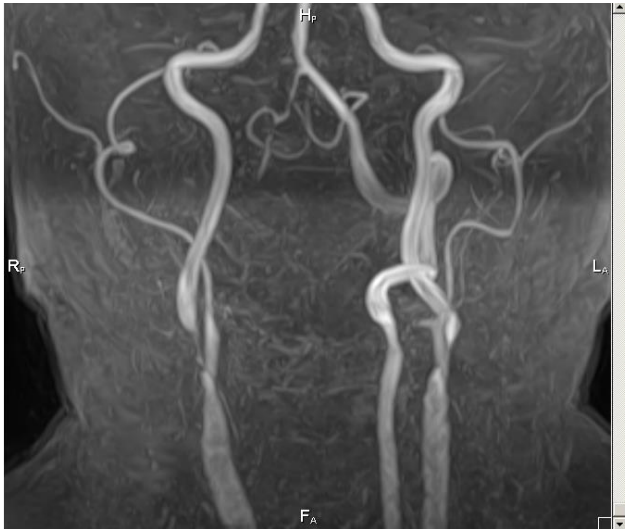
Корреляция величин ГСП при различных методах расчета



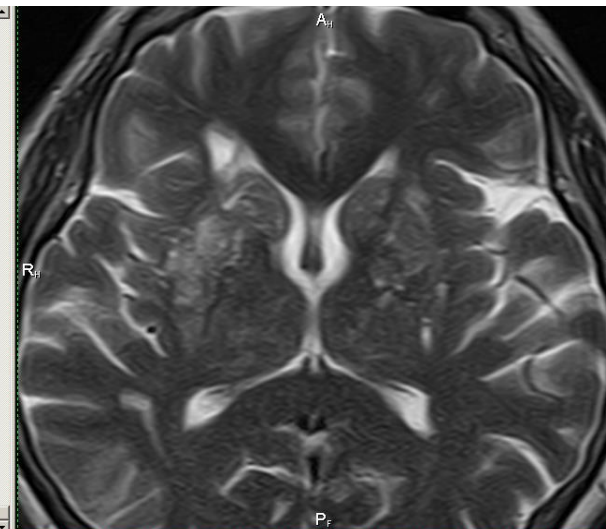
Сравнение методов расчета показателя градиента сужения просвета



Умершие пациенты из групп 1 и 2

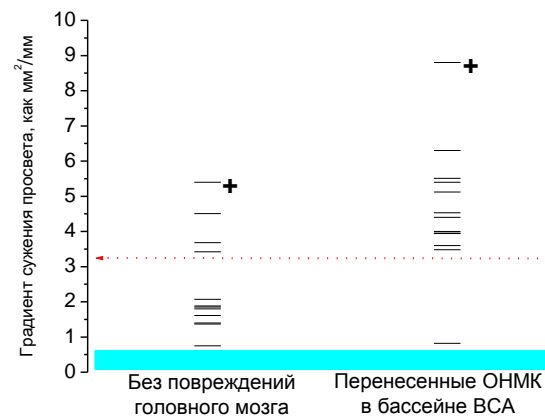
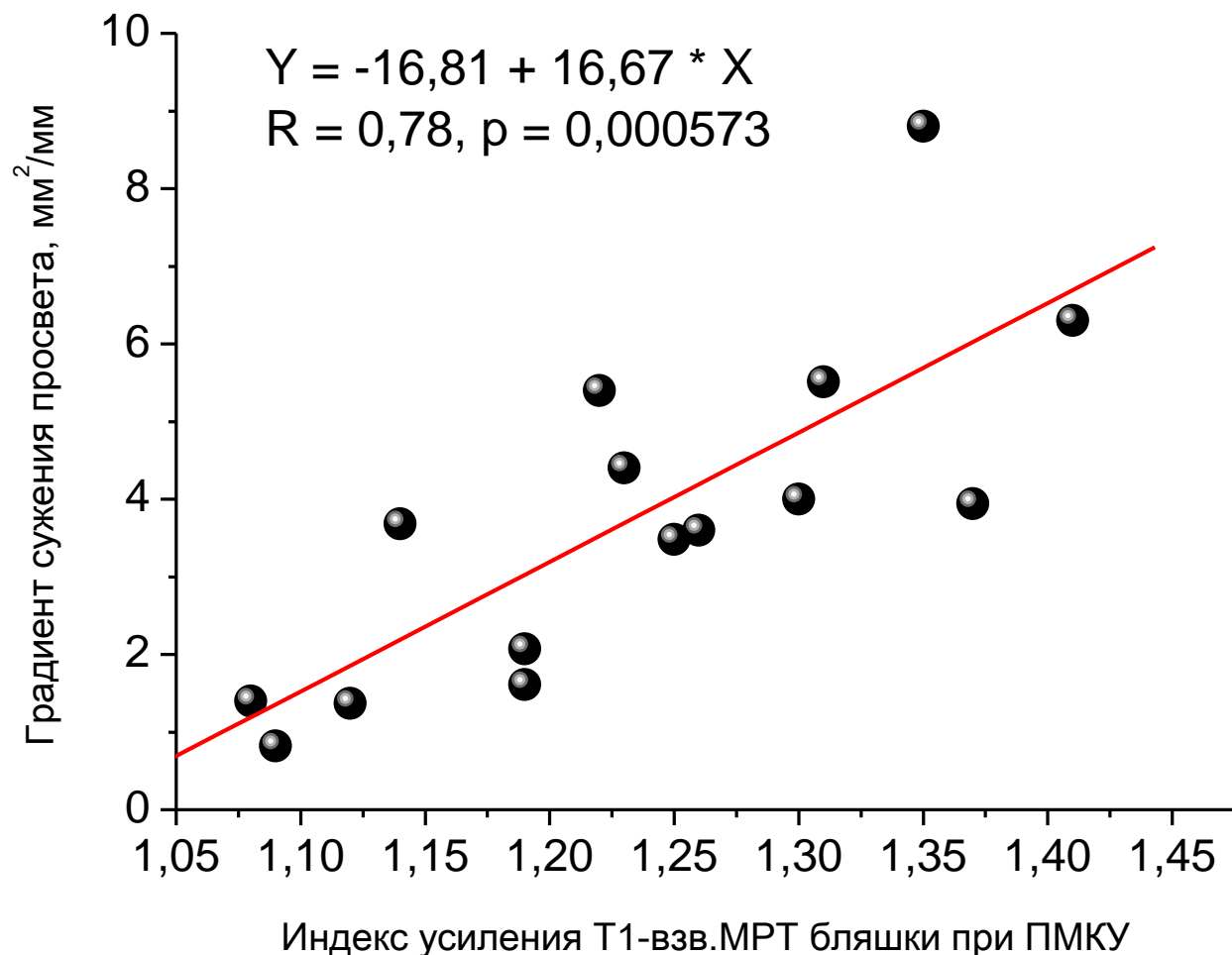


- группа 1 (12 пациентов) — без визуальных МР-томографических признаков ишемического повреждения мозга в бассейне ВСА



- группа 1 (12 пациентов) — без визуальных МР-томографических признаков ишемического повреждения мозга в бассейне ВСА

Взаимосвязь степени васкуляризации атеросклеротической бляшки, оцениваемой по степени усиления T1-взв. МРТ ПМКУ, и показателя градиента сужения просвета артерии



Заключение

- Вновь предложенный показатель гемодинамической тяжести атеросклеротического стенозирования артерии — *градиент сужения просвета*, рассчитываемый по данным МР-ангиографии, как $\{(S_{\text{норма}} - S_{\text{стеноз}}) / D_{\text{норма} - \text{стеноз}}\}$, мм²/мм, является независимым, информативным и прогностически важным при каротидном атеросклерозе и
- требует дальнейшего изучения и детализации.



VIII Съезд кардиологов сибирского федерального округа «От первичной профилактики до высоких технологий в кардиологии» 10-11 октября 2019 г., г. Кемерово

Огромная БЛАГОДАРНОСТЬ
Ольге Леонидовне Барбараш
Леониду Семеновичу Барабарашу
и всему коллективу НИИ КОМПЛЕКСНЫХ
ПРОБЛЕМ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ
За честь и удовольствие участия и
выступления