



ИЮНЬСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
В КАРДИОКЛИНИКЕ

г. Санкт-Петербург · 26 июня 2025 г.

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА В КАРДИОЛОГИИ

**ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ С  
ЦЕЛЮ СВОЕВРЕМЕННОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
КАРОТИДНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗА**

к.м.н. Арсенова Наталья Александровна

Врач-невролог АО «КардиоКлиника»



# АТЕРОСКЛЕРОЗ СОННЫХ АРТЕРИЙ

- Атеросклероз бифуркации общей сонной артерии - главная причина ишемических инсультов и составляет около 20% всех инсультов

- 80% ишемических инсультов могут протекать без предшествующей симптоматики - необходимость превентивного обследования пациентов групп риска

- В последние годы в РФ регистрируется от 430 до 470 тыс. случаев инсульта в год.
- Госпитальная летальность варьирует от 20,7% (2020 г.) до 17,6% (2022 г.)

- По данным Росстата острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) - одна из основных причин смертности в РФ, превышает смертность от инфаркта миокарда более чем в 2 раза



# АТЕРОСКЛЕРОЗ СОННЫХ АРТЕРИЙ

**Цель первичной профилактики** атеросклероза сонных артерий - уменьшение негативных клинических последствий бессимптомного каротидного стеноза (БКС) - предотвращении ТИА или инсульта.

**Цель вторичной профилактики** - предотвращение повторной ТИА, инсульта или сосудистых событий у пациентов с ТИА или ишемическим инсультом, вторичными по отношению к стенозам сонной артерии.



## ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Бессимптомный каротидный стеноз (БКС)** – это стеноз сонной артерии, обнаруженный у пациентов, в клиническом анамнезе которых отсутствуют ишемический инсульт, ТИА, преходящая слепота на один глаз или другие неврологические симптомы в ипсилатеральном каротидном бассейне

**Симптомный каротидный стеноз (СКС)** – это стеноз сонной артерии, обнаруженный у пациентов, у которых развился ишемический инсульт, ТИА, преходящая слепота на один глаз или другие неврологические симптомы в ипсилатеральном каротидном бассейне

Выбор оптимального метода лечения как симптомных, так и бессимптомных пациентов – задача первостепенной важности.



## 4 МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ СТЕНОЗА БЦА

**УЗИ** (дуплексное сканирование) экстракраниальных отделов БЦА– не равно УЗДГ!

**МРА** (магнитно-резонансная ангиография, в т.ч. с контрастированием)

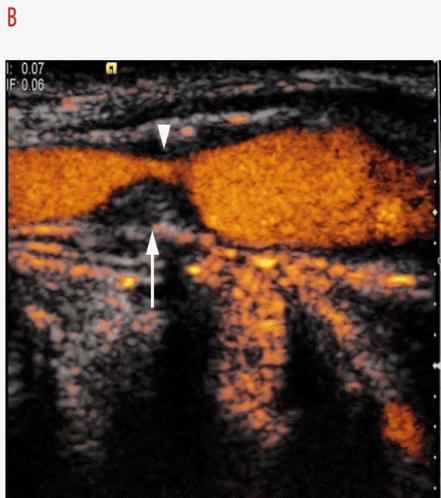
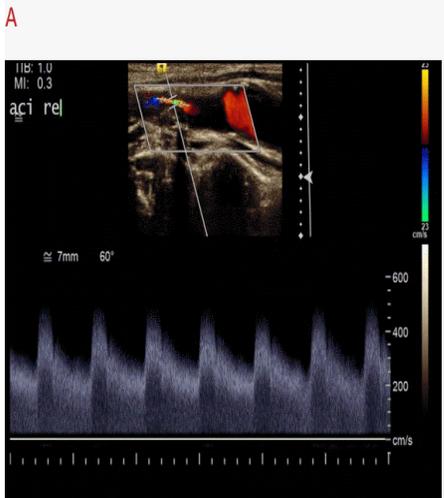
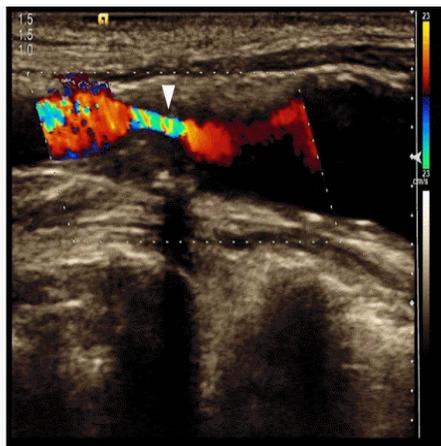
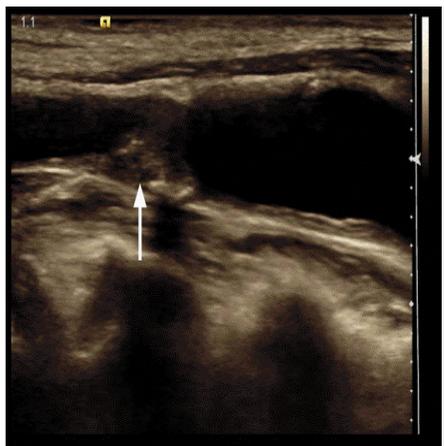
**КТА** (компьютерная томографическая ангиография)

Совместное применение УЗИ БЦА, МРА, КТА, селективной ангиографии обеспечивает полноценную диагностику каротидных стенозов.

Селективная ангиография сонной артерии

УЗИ, МРА и КТА являются эквивалентными в выявлении стенозов более 70-99% по NASCET

# УЗИ БЦА - САМЫЙ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ И ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ДИАГНОСТИКЕ АТЕРОСКЛЕРОЗА БЦА



Позволяет оценить:  
характеристику бляшки - структура, состояние поверхности  
протяженность стеноза  
степень и гемодинамическую значимость стеноза

Преимущества УЗИ:  
неинвазивный, безопасный и недорогой метод исследования сонных артерий

Недостатки:  
сложность в оценке субокклюзий  
операторозависимость  
ограничение визуализации при УЗИ:  
кальциноз, извитости сонной артерии, анатомические особенности пациента,  
протяженные и дистальные атеросклеротические поражения ВСА – использование КТА/МРА

Стандартизация протокола УЗИ сонных артерий - актуальная задача

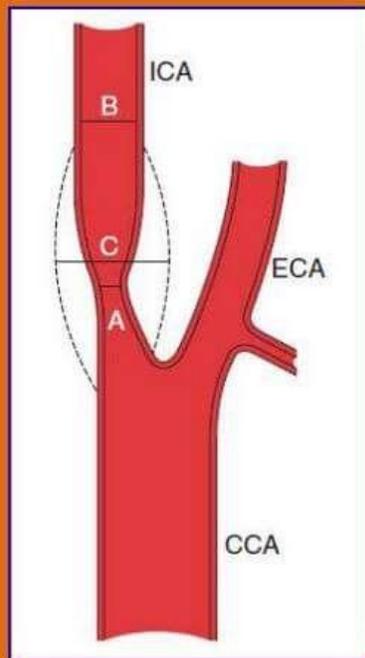


# МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СТЕПЕНИ СТЕНОЗА СОННЫХ АРТЕРИЙ

## ICA stenosis on angiogram

### Diameter reduction

* NASCET (B – A / B) x 100	** ECST (C – A / C) x 100
30%	65% <b>60%</b>
40%	70% <b>65%</b>
50%	75% <b>70%</b>
60%	80% <b>75%</b>
70%	85% <b>80%</b>
80%	91% <b>90%</b>
90%	97% <b>95%</b>



\* NASCET: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial

\*\* ECST: European Carotid Surgery Trial

В Европейском (**ECST**) и Североамериканском исследованиях по каротидной эндартерэктомии (**NASCET**) применялись разные методы измерения степени стеноза.

В обоих исследованиях **в числителе** - диаметр остаточного просвета при продольной визуализации, **в знаменателе:**

**ECST** – диаметр сосуда в зоне измерения остаточного просвета (обычно синус сонной артерии)

**NASCET** – диаметр внутренней сонной артерии в зоне дистальнее стеноза, где стенки сосуда параллельны

Несмотря на различия, результаты двух методов имеют почти линейную связь и предоставляют одинаковую прогностическую ценность



## ОЦЕНКА СТЕНОЗА СОННОЙ АРТЕРИИ ДОЛЖНА ВКЛЮЧАТЬ:

- Оценка АСБ по локализации, характеру, протяженности, наличию признаков нестабильности
- Степень стеноза должна оцениваться по NASCET, при невозможности – по ECST

Оценка ПСС в зоне стеноза ОСА или ВСА обязательна и уменьшает риск ошибки

Оценка дополнительных критериев значимости стеноза повышает точность диагностики: каротидного соотношения ПСС ОСА/ВСА, ПСС на постстенотическом участке, постстенотические нарушения кровотока (наличие и выраженность турбулентности), престенотическое снижение КДС (конечная диастолическая скорость) в ОСА, признак «конфетти» (мозаичное окрашивание периваскулярных тканей непосредственно дистальнее стеноза > 70%, возникающее в результате вибрации при соударении с реактивным потоком крови), дополнительный параметр - соотношение ПСС ВСА к КДС ОСА, оценка коллатерального кровотока через глазной анастомоз, соединительные артерии; при окклюзии ВСА – характер колебательных движений стенок ВСА и НСА и ВСА контрлатерально.

# ПОНЯТИЕ НЕСТАБИЛЬНОЙ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ



**Осложненная (нестабильная) атеросклеротическая бляшка** – это стадия атероматоза, которая характеризуется значительным **увеличением липидного ядра** (до 30% и более от общего объема бляшки), возникновением **кровоизлияний** в бляшку, **истончением** ее фиброзной капсулы и **разрушением покрышки** с образованием трещин, разрывов и атероматозных язв.

**Ультразвуковые признаки нестабильной бляшки, связанные с повышенным риском инсульта у пациентов со стенозом сонных артерий 50-99% по данным исследований наиболее высокого уровня доказательности**

- Прогрессирование стеноза
- Преимущественно гипоэхогенная бляшка
- Прилежащая к просвету гипоэхогенная зона
- Наличие подвижных элементов
- Изъязвление бляшки
- Нарушение ЦВР (цереброваскулярного резерва)
- Спонтанная микроэмболизация по данным транскраниального доплерографического (ТКДГ) мониторинга
- Неоваскуляризация бляшки

**Стеноз сонной артерии по NASCET классифицируется на:**  
«легкий» (0–49%),  
«умеренный» (50–69%)  
«выраженный» (70–99%)



## МЕТОД NASCET ИМЕЕТ РЯД ОГРАНИЧЕНИЙ:

- при пролонгированных стенозах с вовлечением дистального отдела ВСА
- при уменьшении диаметра ВСА на фоне гипоплазии
- метод не применим при редукции дистальной части ВСА на фоне субокклюзии, при неполной реканализации ВСА после тромбоза или диссекции
- не позволяет корректно измерить степень стеноза при выраженном стенозе в расширенном синусе сонной артерии ( $>10$  мм). В данном случае, стеноз  $< 50\%$ , определенный по методу NASCET, может соответствовать стенозу  $> 70\%$  при расчете по методу ECST.

**В настоящих рекомендациях, при отсутствии других указаний, принят метод расчета по NASCET**

# ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРОВОТОКА



## Факторы, оказывающие влияние на скоростные показатели кровотока в сонных артериях

Неровная или изъязвлённая поверхность АСБ

Стенооокклюзирующая патология проксимальной части ОСА и плечеголового ствола, интракраниального сегмента гомолатеральной ВСА

Стеноз более 70% (по методу NASCET) или окклюзия контралатеральной ВСА, неточность при определении угла локации

Структура и протяженность АСБ: пролонгированный и циркулярный стеноз, гипоэхогенная бляшка, широкий (> 10 мм) синус ВСА

Выраженная деформация сонной артерии, высокое артериальное давление, низкий сердечный выброс, выраженная недостаточность аортального клапана, нарушение ритма сердца.

В таких случаях относительные показатели: отношение ПССВСА к ПССОСА имеют большую диагностическую ценность



# МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СТЕПЕНИ СТЕНОЗА БИФУРКАЦИИ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И СИНУСА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Критерии	Степень стеноза (NASCET)					
	< 50%	50-59%	60-69%	70-79%	80-89%	90-99%
<b>Скорость в месте максимального стеноза:</b>						
ПСС (см/с) <sup>1</sup>	< 180	200	250	300	350-400	вариабельно
ПСС пороговая (см/с)		≥ 125-180 <sup>2</sup>		> 230		
КДС (см/с)	< 40	40-100	40-100	> 100	> 100	вариабельно
ПСС постстенотический участок ВСА (см/с) <sup>3</sup>				≥ 50	< 50	< 30
Индекс ПСС <sub>ВСА</sub> /ПСС <sub>ОСА</sub>	< 2	2-4	2-4	> 4	> 4	вариабельно
Индекс ПСС <sub>ВСА</sub> /КДС <sub>ОСА</sub>	< 8	8-10	11-13	14-21	22-29	≥ 30
Коллатеральный кровоток <sup>4</sup>				+/-	++	+++
Постстенотические нарушения кровотока		+	+	++	+++	+/-

<sup>1</sup> – среднее значение ПСС для 10% интервалов степени стеноза. <sup>2</sup> – порог ПСС >180 см/сек обладает большей специфичностью, ПСС >125 см/с имеет высокую чувствительность при низкой специфичности, которая повышается при сочетании с индексом ПСС<sub>ВСА</sub>/ПСС<sub>ОСА</sub> ≥ 2; <sup>3</sup> - измеряется как можно дистальнее стеноза; <sup>4</sup> – соединительные артерии Виллизиева круга, глазной анастомоз. ПСС – пиковая систолическая скорость; КДС – конечная диастолическая скорость; ОСА – общая сонная артерия; ВСА – внутренняя сонная артерия; «+» - наличие и выраженность признака.

**Основными гемодинамическими критериями являются ПСС в месте стеноза и отношения скоростей ВСА к ОСА, при стенозе высокой степени (более 70%) – ПСС в дистальном сегменте ВСА**



# КТА - КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ АНГИОГРАФИЯ

- обеспечивает анатомическое изображение просвета сонной артерии и позволяет визуализировать прилегающие мягкие ткани и костные структуры.

- позволяет относительно точно измерить диаметр остаточного просвета даже в очень извитых сосудах. особенно полезна при сомнительных результатах УЗИ и при субокклюзии (псевдоокклюзии) сонной артерии

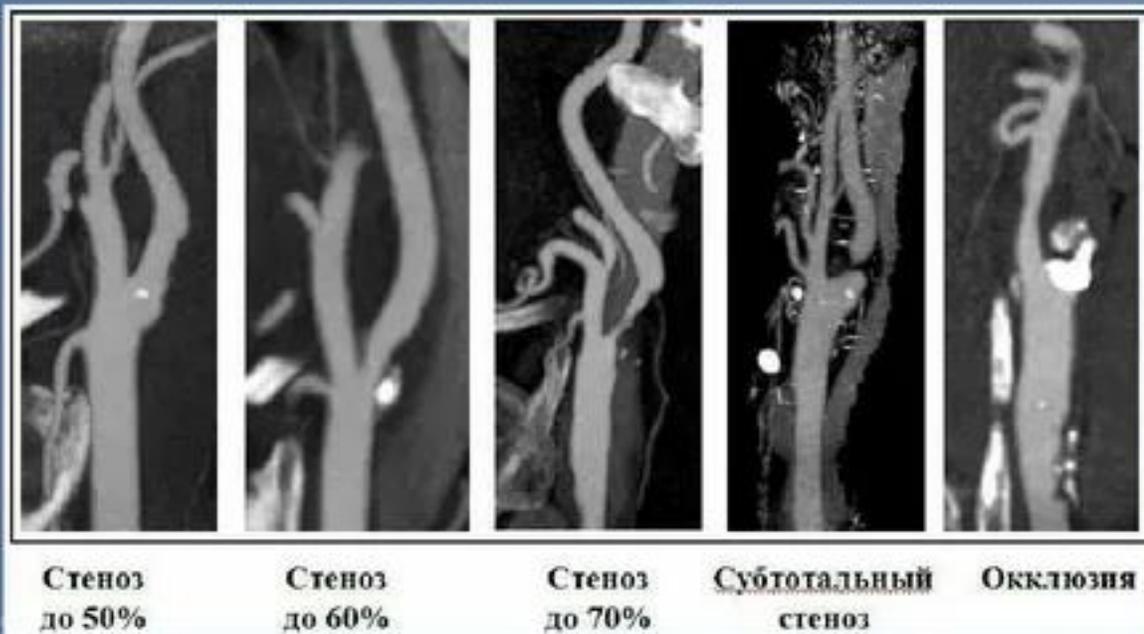
Критерии псевдоокклюзии по данным КТА: диаметр дистальной части ВСА  $< 2$  мм, соотношение ВСА (ипсилатеральная/контрлатеральная)  $< 0,42$

Преимущество - быстрота исследования





# ПРИЗНАКИ ВЫСОКОГО РИСКА ИНСУЛЬТА ПРИ СТЕНОЗЕ СОННОЙ АРТЕРИИ ПО ДАНЫМ КТА



Характеристики АСБ:  
низкая плотность (мягкие бляшки)  
кальцификация  
изъязвление  
увеличение толщины стенки ОСА - маркеров  
высокого риска развития инсульта.  
(мета-анализе Varadarajan H. с соавт.)



## МРА – МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ АНГИОГРАФИЯ

Хорошо зарекомендовала себя как стандартный метод визуализации атеросклероза сонных артерий.

Позволяет дифференцировать компоненты АСБ и выявлять критерии высокого риска осложнения АСБ, тромбоза или дистальной эмболии

Позволяет выявить кровоизлияние в АСБ, стратифицировать на основе этого риск развития инсульта и планировать индивидуальное лечение

Преимущества МРА: меньшая зависимость от оператора, по сравнению с УЗИ; отсутствие артефактов, вызванных кальцинозом артерии; возможность анализа структуры бляшек и отсутствие радиационного воздействия





## ОБЪЕДИНЁННЫЕ ДАННЫЕ ПО ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И СПЕЦИФИЧНОСТИ УЗИ, КТА И МРА С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ И БЕЗ ПО СРАВНЕНИЮ С АНГИОГРАФИЕЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СТЕНОЗА/ОККЛЮЗИИ СОННЫХ АРТЕРИЙ

		УЗИ	КТА	МРА	МРА с контрастом
<b>Стеноз 70-99% (NASCET)</b>	Чувствительность, %	85-89	77-85	88	94
	Специфичность, %	84-98	93-95	84	93
<b>Окклюзия</b>	Чувствительность, %	91-97	97	97	99
	Специфичность, %	95-99	99	99	99

по данным мета-анализов: Cassola 2022, Wardlaw 2006, Rojoa 2020, Koelema 2004

# КТА/МРА – ЧТО ВЫБРАТЬ?



КТА	МРА
<b>Преимущества</b>	<b>Преимущества</b>
высокое пространственное разрешение	отсутствие артефактов, вызванных кальцинозом артерии меньшая зависимость от оператора
быстрое получение данных	возможность анализа структуры бляшек
широкая доступность	отсутствие радиационного воздействия
<b>Недостатки:</b> радиационное воздействие использование <b>йодсодержащих контрастных</b> препаратов – нефротоксичность (ограничение у пациентов с тяжелыми нарушениями функции почек) выраженный кальциноз (сложности при оценке степени стеноза и дифференцировке полной окклюзии и критического стеноза) металлические зубные имплантаты или хирургические клипсы на шее – артефакты	<b>Недостатки:</b> длительность исследования противопоказания к МРТ у некоторых пациентов (клаустрофобия, наличие кардиостимулятора или ферромагнитного имплантата)

# УЗИ, КТА, МРА



УЗИ, КТА и МРА - эквивалентны в выявлении значительных стенозов (70-99% по NASCET),

При показаниях к операции по данным УЗИ - выполнять второе УЗИ, предпочтительно другим специалистом.  
При наличии стеноза <50%, дальнейшее подтверждение обычно не требуется

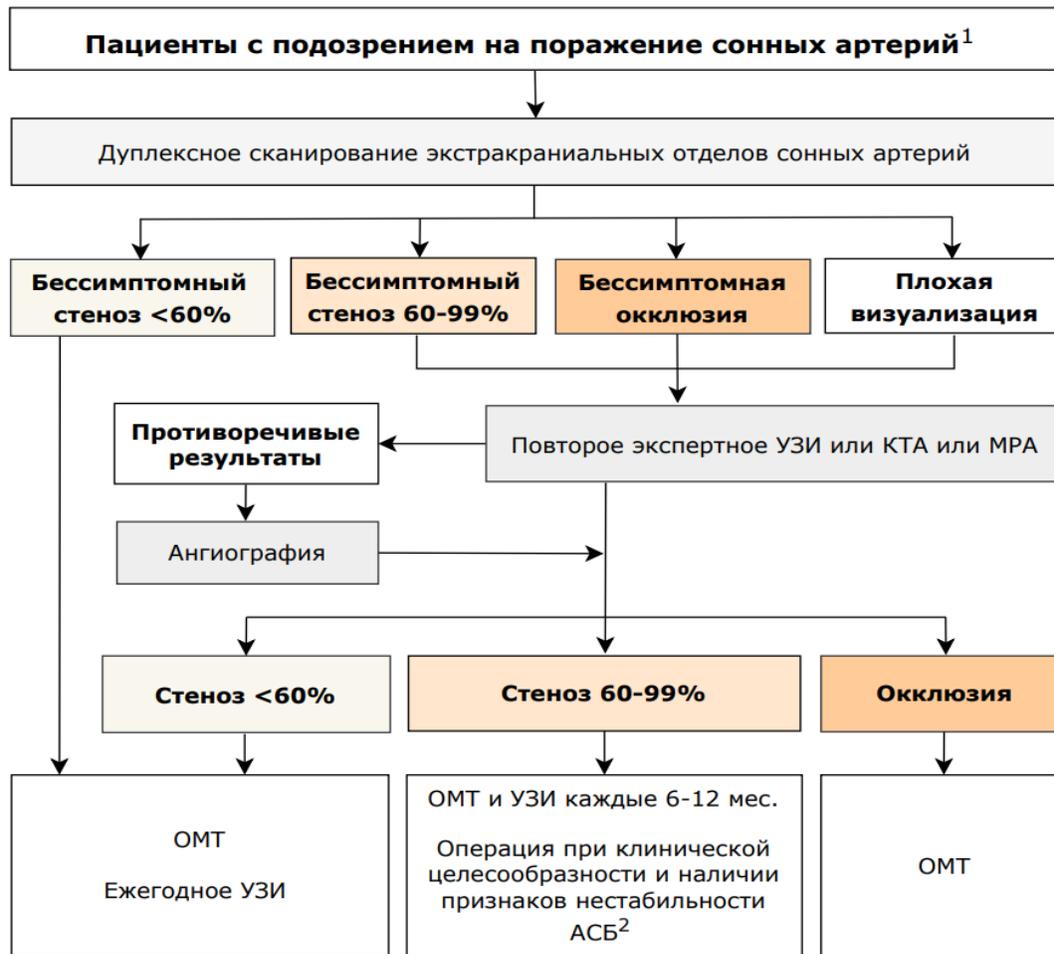
При выявлении стеноза > 50%, дистальном поражении и выраженном кальцинозе - рекомендуется подтверждение с помощью альтернативного метода, поскольку два разных диагностических метода, согласующихся при стенозе более 50%, повышают специфичность и точность диагностики

Рекомендовано выполнение КТА или МРА в случае выявления при УЗИ значимого бессимптомного стеноза сонной артерии и наличия особенностей АСБ, связанных с повышенным риском инсульта, а при симптомном стенозе КТА или МРА можно рассматривать как метод визуализации первой линии

МРА и КТА одинаково подходят для визуализации сонных артерий



# АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ СОННЫХ АРТЕРИЙ У ПАЦИЕНТОВ БЕЗ ТИА И ИНСУЛЬТА В АНАМНЕЗЕ



Степень стеноза указана по североамериканской методике NASCET. МРА – магнитнорезонансная ангиография. КТА – компьютерная томографическая ангиография. ОМТ – оптимальная медикаментозная терапия. АСБ – атеросклеротическая бляшка. 1 – предикторы атеросклеротического поражения сонных артерий представлены в разделе 1.6.1. 2 – признаки нестабильности атеросклеротической бляшки и высокого риска инсульта при медикаментозной терапии представлены в разделе 2.4 и разделе 3.3.3

# АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ СОННЫХ АРТЕРИЙ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ТИА И ИНСУЛЬТА В АНАМНЕЗЕ



Степень стеноза указана по североамериканской методике NASCET. МРА – магнитнорезонансная ангиография. КТА – компьютерная томографическая ангиография. ОМТ – оптимальная медикаментозная терапия. АСБ – атеросклеротическая бляшка. 1 – признаки нестабильности атеросклеротической бляшки и высокого риска инсульта при медикаментозной терапии представлены в разделе 2.4 и разделе 3.3.3. 2 – у пациентов с симптомным стенозом ВСА 50-69% рекомендуется рассмотреть вопрос о проведении каротидной эндартерэктомии при условии, что документально подтвержденный 30-дневный риск смерти/инсульта составляет менее 4%. 3 – у пациентов с симптомной хронической атеросклеротической окклюзией ВСА рекомендовано рассмотреть вопрос о возможности хирургического лечения (раздел 3.5)



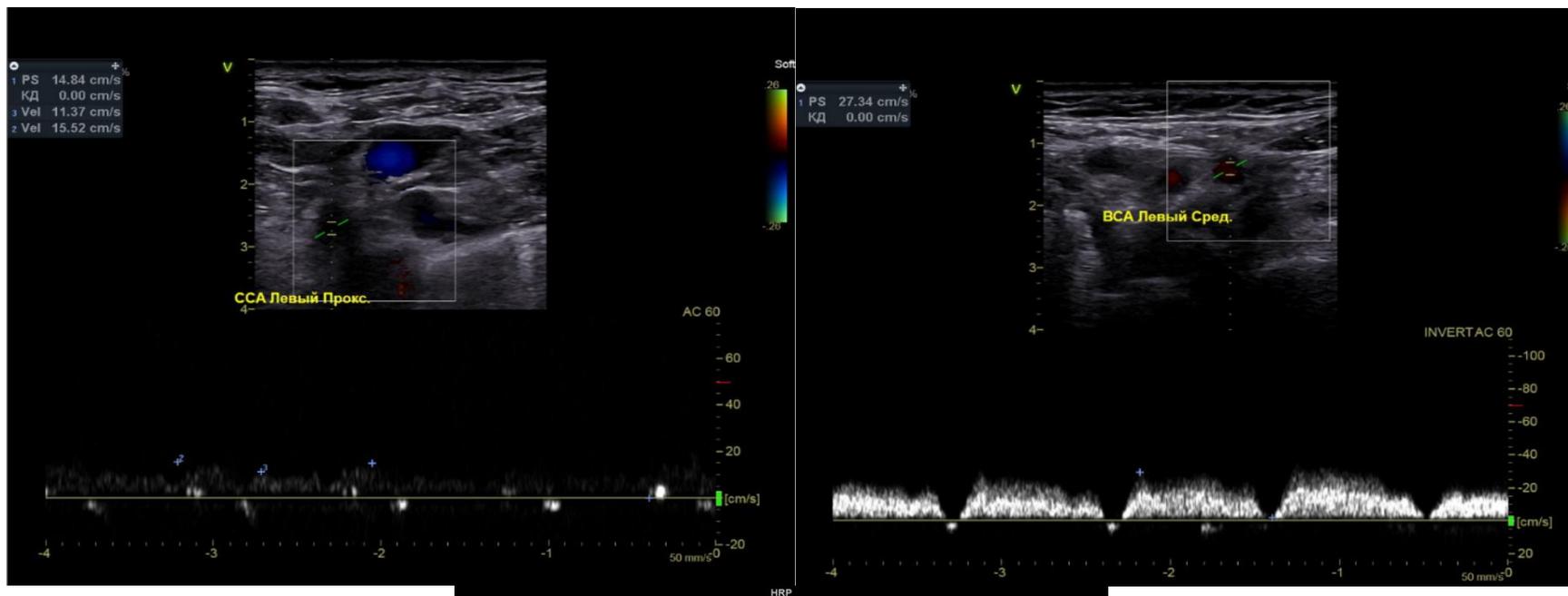
## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1.

Пациент Т., 62 л. При УЗИ БЦА при плановом обследовании выявлено отсутствие кровотока в левых ОСА и ВСА – окклюзия левой ОСА? Эпизодов ТИА, ОНМК в анамнезе пациент не отмечал. Наблюдался кардиологом по поводу гипертонической болезни, дислипидемии.

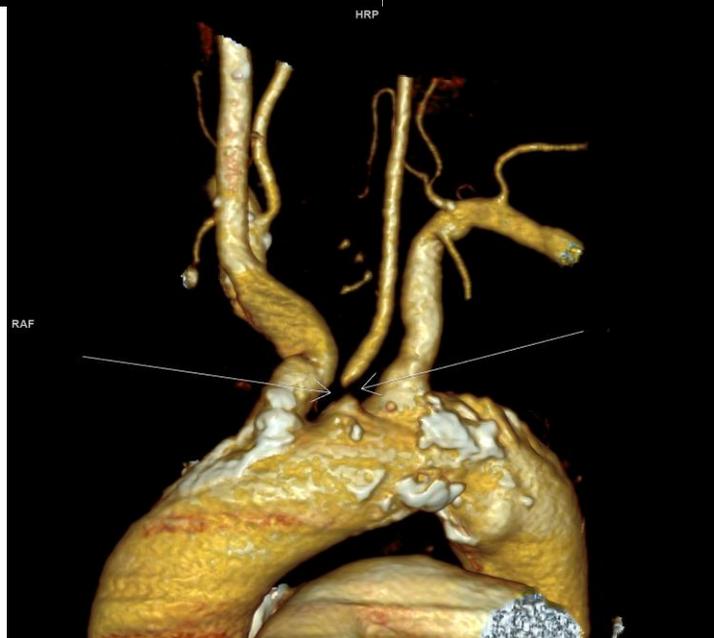
При выполнении КТА потоковый просвет левой ОСА составил 1,5 мм – псевдоокклюзия левой ОСА.

Пациент направлен на консультацию к эндоваскулярному хирургу, принято решение о выполнении стентирования левой ОСА с положительным ангиографическим результатом – кровотоки в ОСА и ВСА восстановлены.

# КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1. ПСЕВДООККЛЮЗИЯ ВСА



**УЗИ БЦА -  
отсутствие  
«прокрашивания»  
просвета левой ОСА и  
наличие остаточного  
потока крови**



**Отсутствие магистрального  
кровотока в левой ВСА –  
реверберация кровотока**

**КТА – наличие  
поточкового  
просвета левой  
ОСА 1,5 мм**



## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 2.

Пациентка З., 66 лет наблюдается кардиологом по поводу дислипидемии, гипертонической болезни.

При плановом УЗИ БЦА выявлен двусторонний стеноз ВСА, слева атеросклеротическая бляшка в синусе ВСА циркулярная, гетерогенной структуры с участками неравномерного кальциноза, неровной поверхностью, в связи с чем адекватная оценка степени стеноза была затруднительна. При оценке по шкале NASCET степень стеноза 62%.

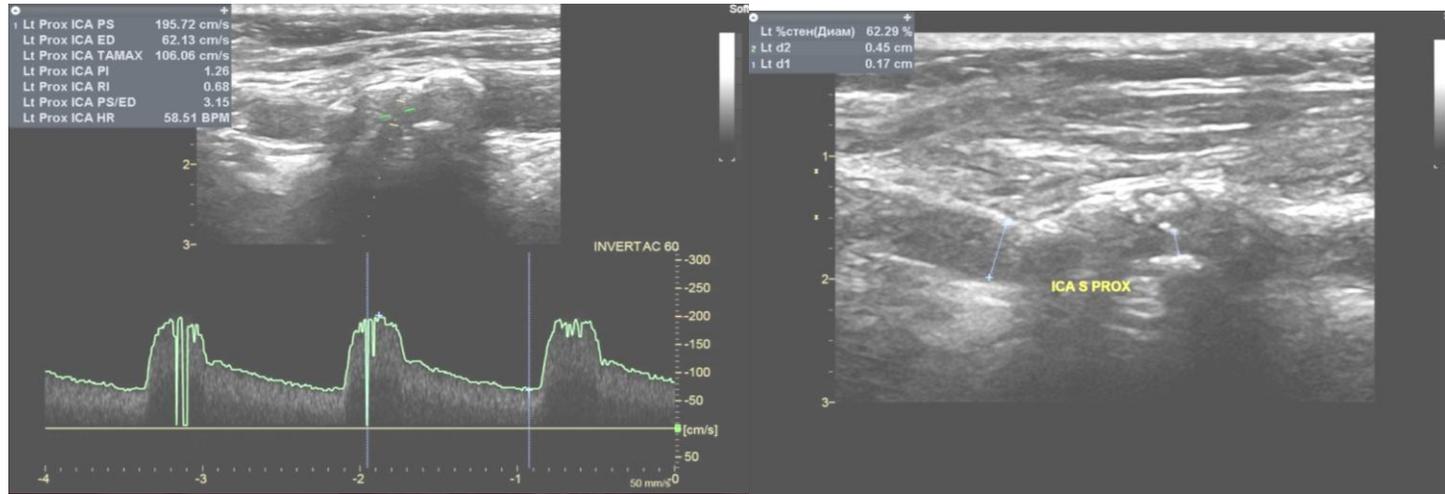
КТА – признаки морфологической нестабильности АСБ – изъязвление, кальциноз, низкая плотность АСБ, по шкале NASCET стеноз 76%.

Направлена на консультацию к ангиохирургу для определения тактики лечения – каротидное стентирование или каротидная эндартерэктомия

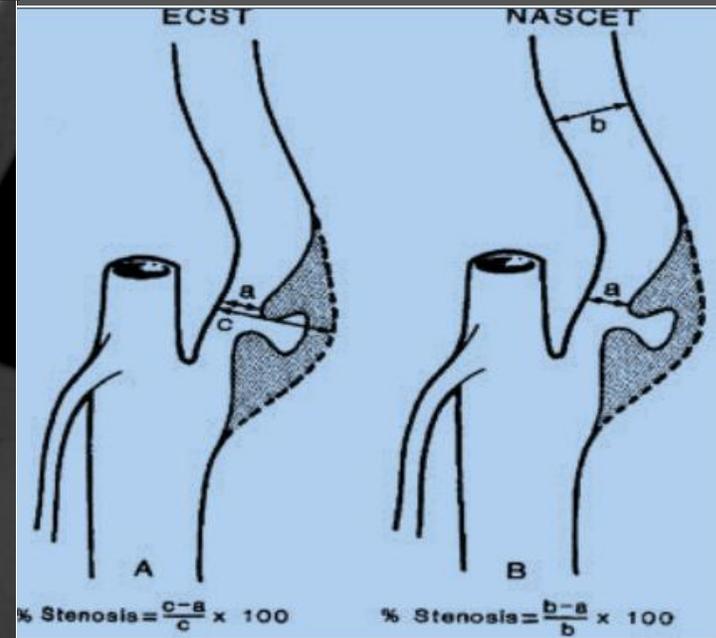
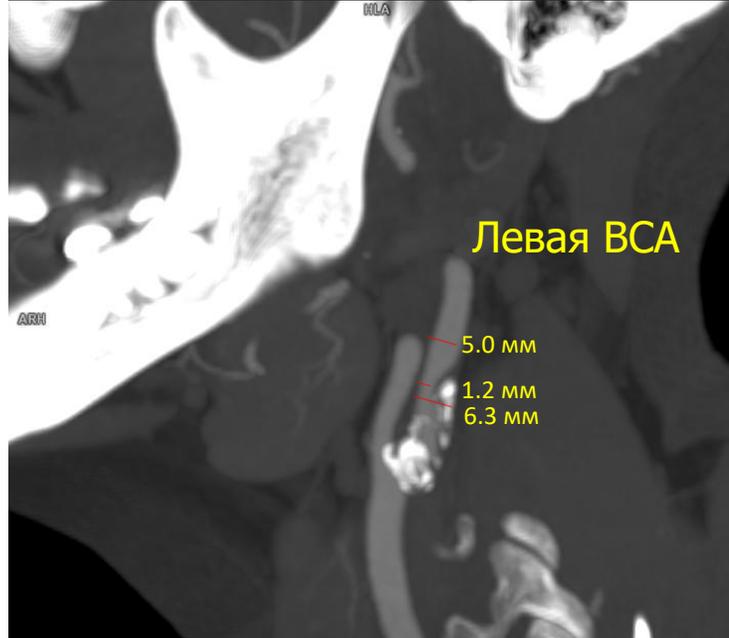
# КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 2. СОПОСТАВЛЕНИЕ УЗИ И КТА



ПСС левая ВСА  
195-240 см/сек



NASCET 62%



ESCT Stenosis = 63%    NASCET Stenosis = 76%



# ВЫВОДЫ

1. **УЗИ БЦА** – доступный и информативный метод диагностики каротидного стеноза
2. Совместное использование **УЗИ, МРА и КТА** повышает информативность диагностики каротидного стеноза и позволяет избежать диагностических ошибок
3. **Оценка скоростных параметров кровотока** при УЗИ БЦА обязательна и позволяет избежать недооценки значимости стенозов, оценить нестабильность АСБ



**Благодарю за внимание!**