



ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой»
Управления делами Президента РФ



**Курсы повышения квалификации врачей
«ЦВЕТОВОЕ ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ АРТЕРИЙ»**

Д.м.н., профессор Е.М. Носенко



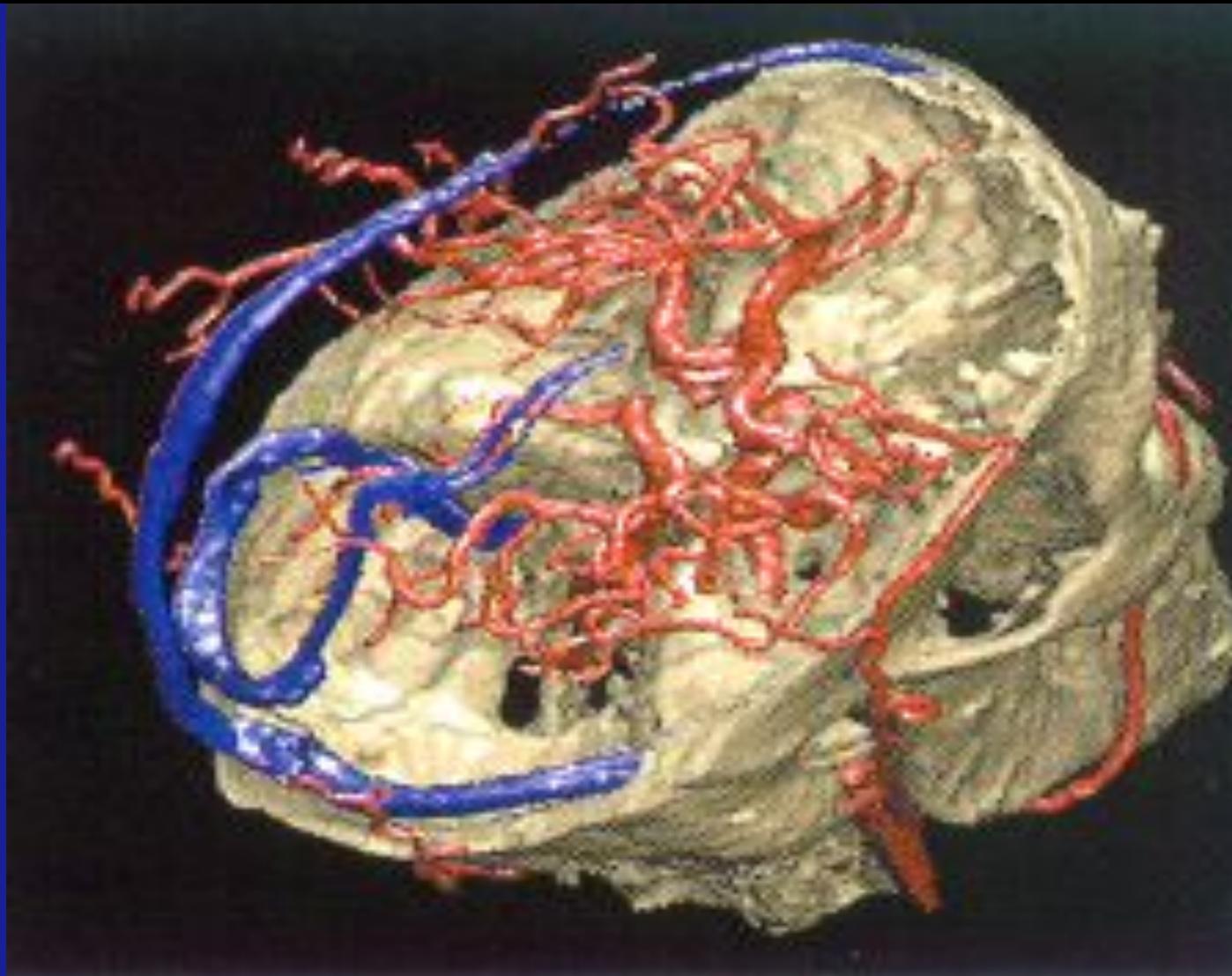
ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой»
Управления делами Президента РФ



ТЦДС - 2

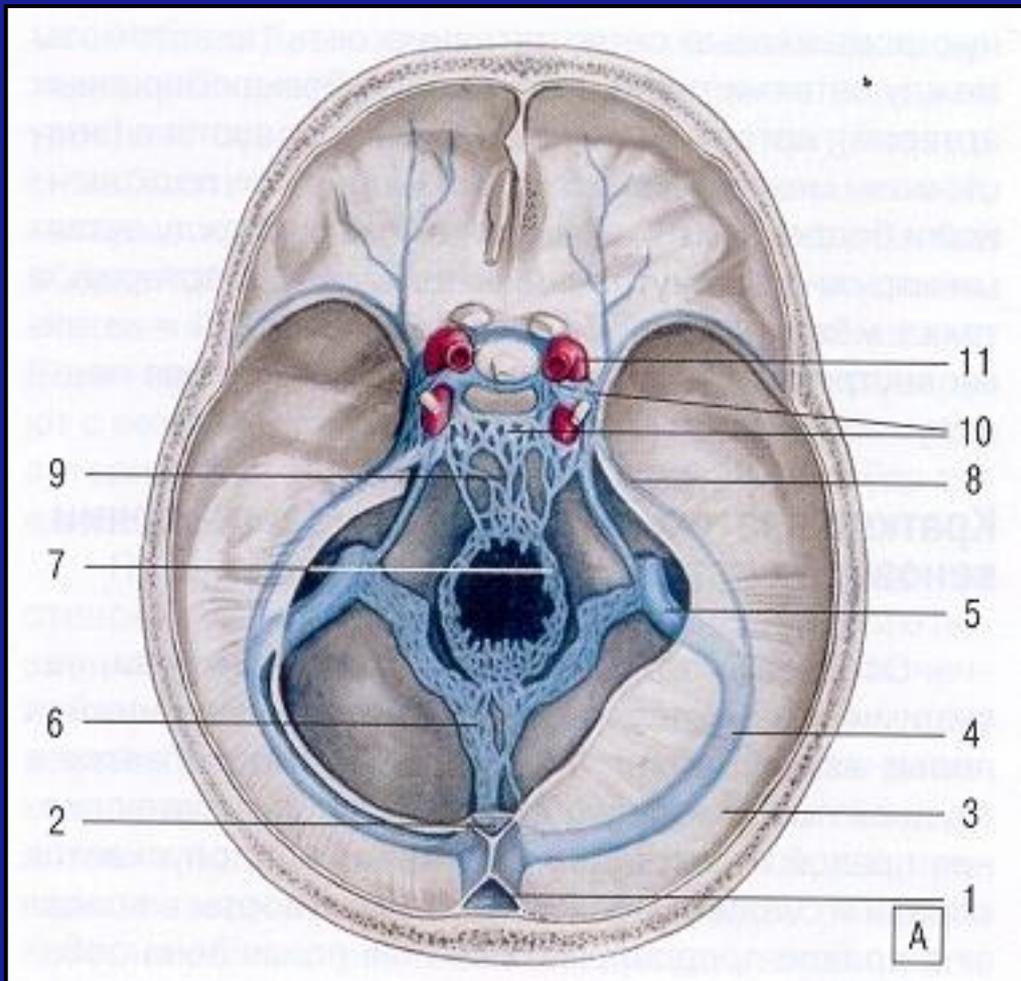
Анатомия вен головного мозга

Трехмерная компьютерная реконструкция артерий и вен головного мозга



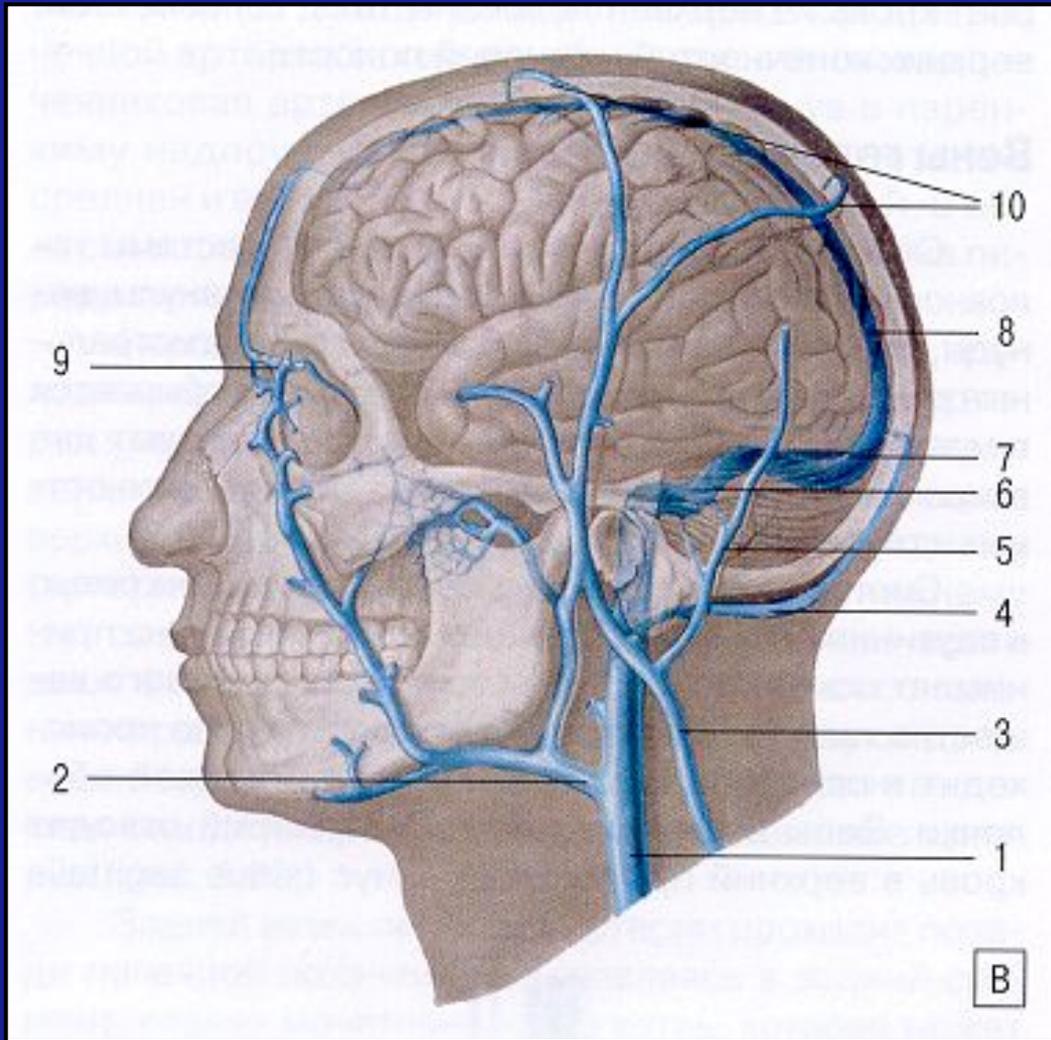
Структурные единицы венозной системы ГОЛОВНОГО МОЗГА

- **Посткапиллярные венулы**
- **Венулы**
- **Поверхностные вены паутинной оболочки больших полушарий головного мозга**
- **Венозные синусы твердой мозговой оболочки**
- **Глубокие вены мозга:**
 - внутренние мозговые вены (Розенталя) сливаются в большую вену мозга (Галена) и в прямой синус**
- **Магистральные вены шеи:**
 - внутренние и наружные яремные вены**



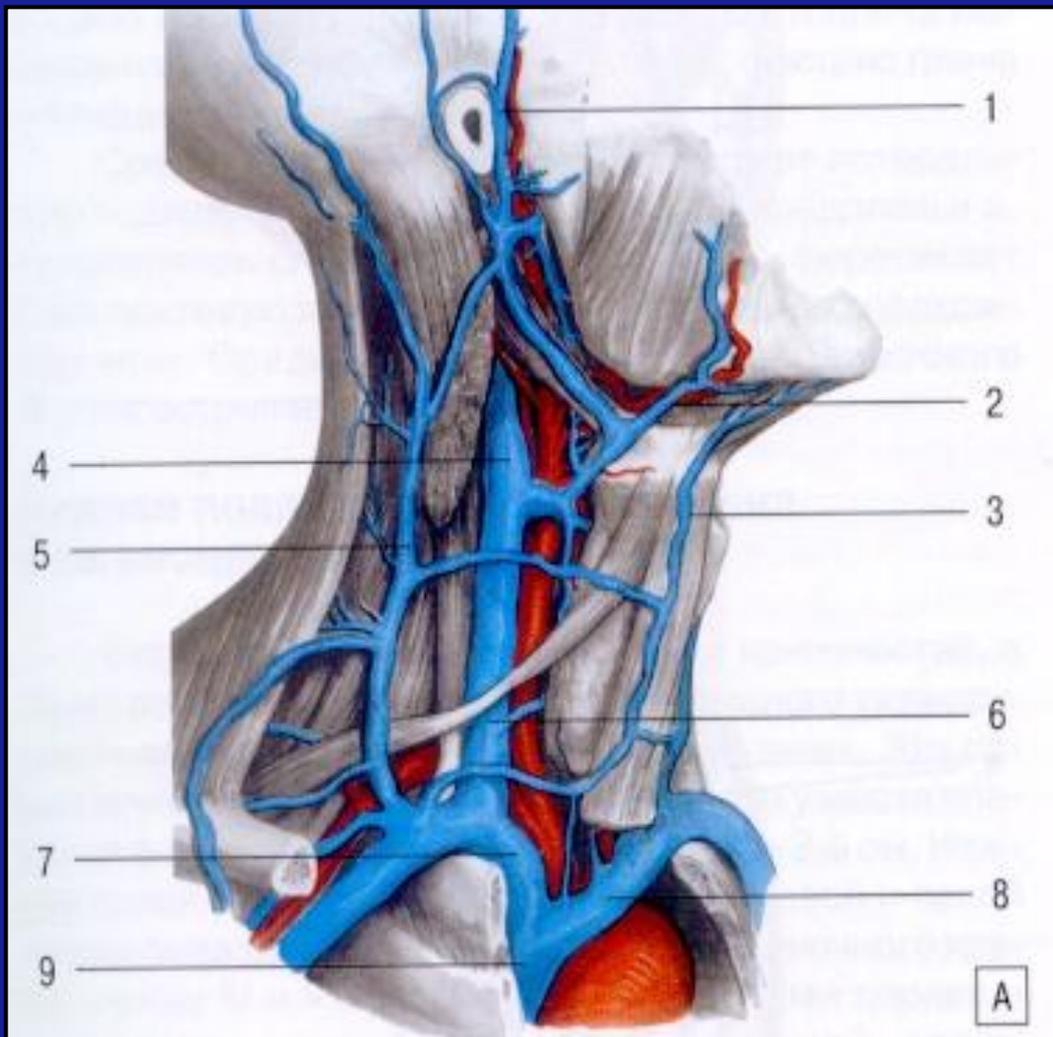
- 1 – верхний сагиттальный синус
- 2 – прямой синус
- 3 – намет мозжечка
- 4 – поперечный синус
- 5 – сигмовидный синус и внутренняя яремная вена
- 6 – затылочный синус
- 7 – внутреннее позвоночное сплетение
- 8 – верхний каменистый синус
- 9 – основное сплетение
- 10 – пещеристый синус
- 11 - внутренняя сонная артерия

А. Синусы и вены ГОЛОВНОГО МОЗГА (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)



- 1 – внутренняя яремная вена
- 2 – лицевая вена
- 3 – наружная яремная вена
- 4 – затылочная вена
- 5 – задняя ушная вена
- 6 – сигмовидный синус
- 7 – поперечный синус
- 8 – верхний сагиттальный синус
- 9 – верхняя глазничная вена
- 10 – эмиссарные вены

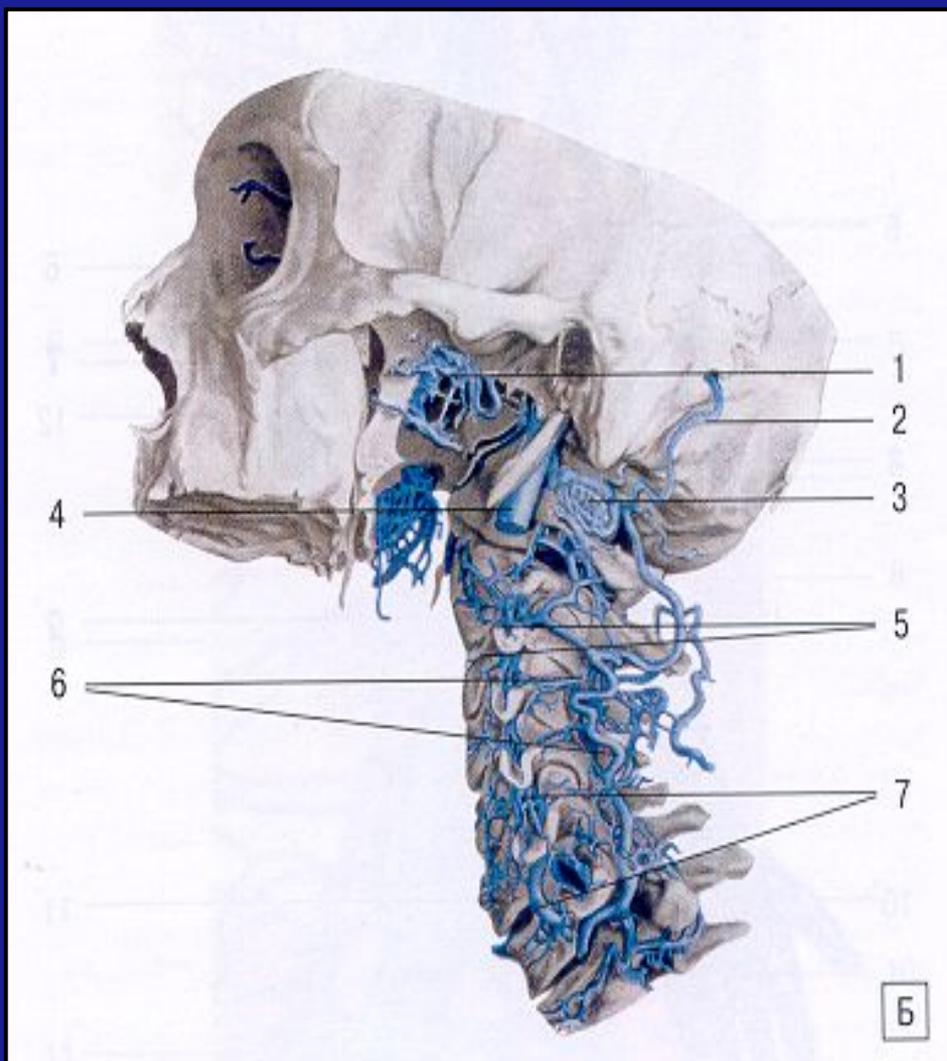
В. Синусы и вены ГОЛОВНОГО МОЗГА (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)



- 1 – поверхностная височная вена
- 2 – лицевая вена
- 3 – передняя яремная вена
- 4 – внутренняя яремная вена (верхняя луковица)
- 5 – наружная яремная вена затылочная вена
- 6 – внутренняя яремная вена (нижняя луковица)
- сигмовидный синус
- 7 – правая подключичная вена
- 8 – ствол плечеголовной вены (слева)
- 9 – верхняя полая вена

А. Система верхней полой вены

Яремная вена (по Н.Rouviere, 1990)



- 1 – крыловидное сплетение
вена
- 2 – сосцевидная эмиссарная
вена
- 3 – атлanto-затылочное
сплетение
- 4 – внутренняя яремная вена
(на уровне верхней луковичи)
- 5 – переднее позвоночное
сплетение
- 6 – тыльное позвоночное
сплетение
- 7 – позвоночные вены

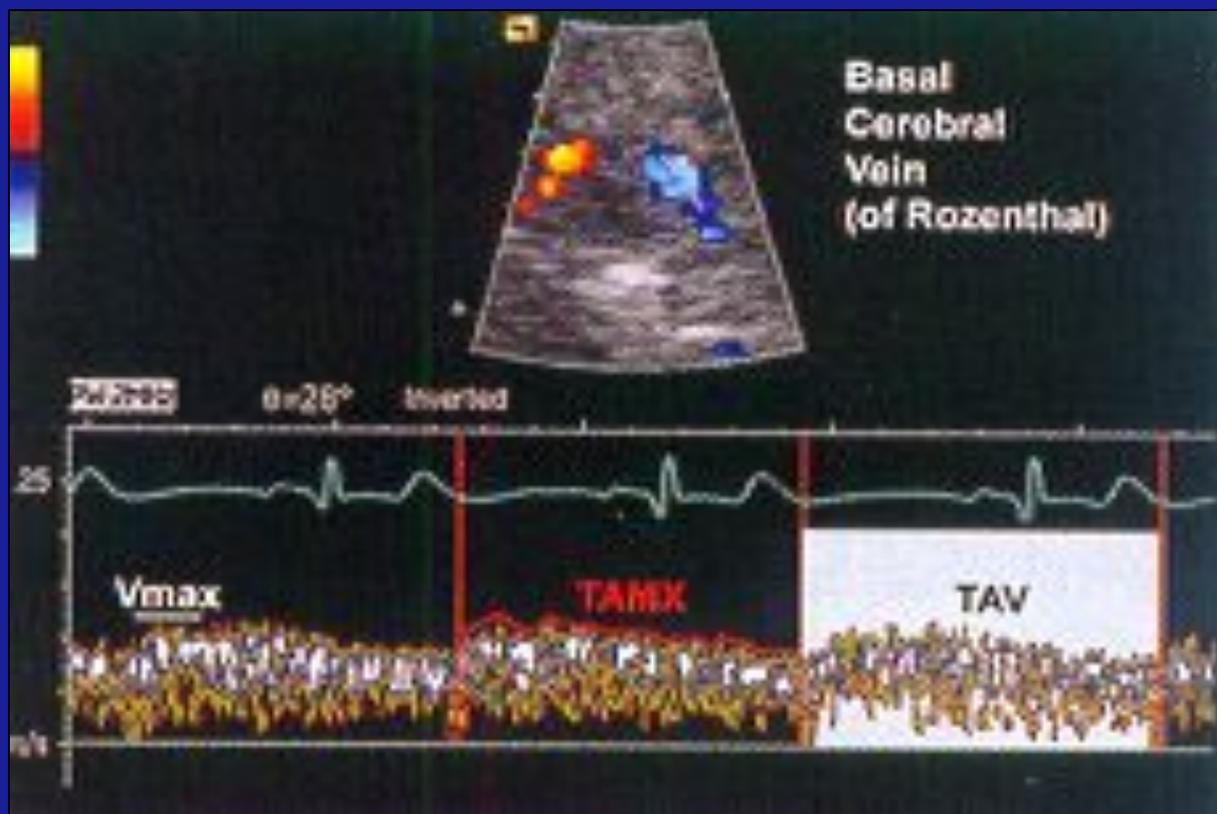
Б. Система верхней поллой вены

Позвоночные вены и сплетения (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)

ТЦДС вен головного мозга

ТЦДС

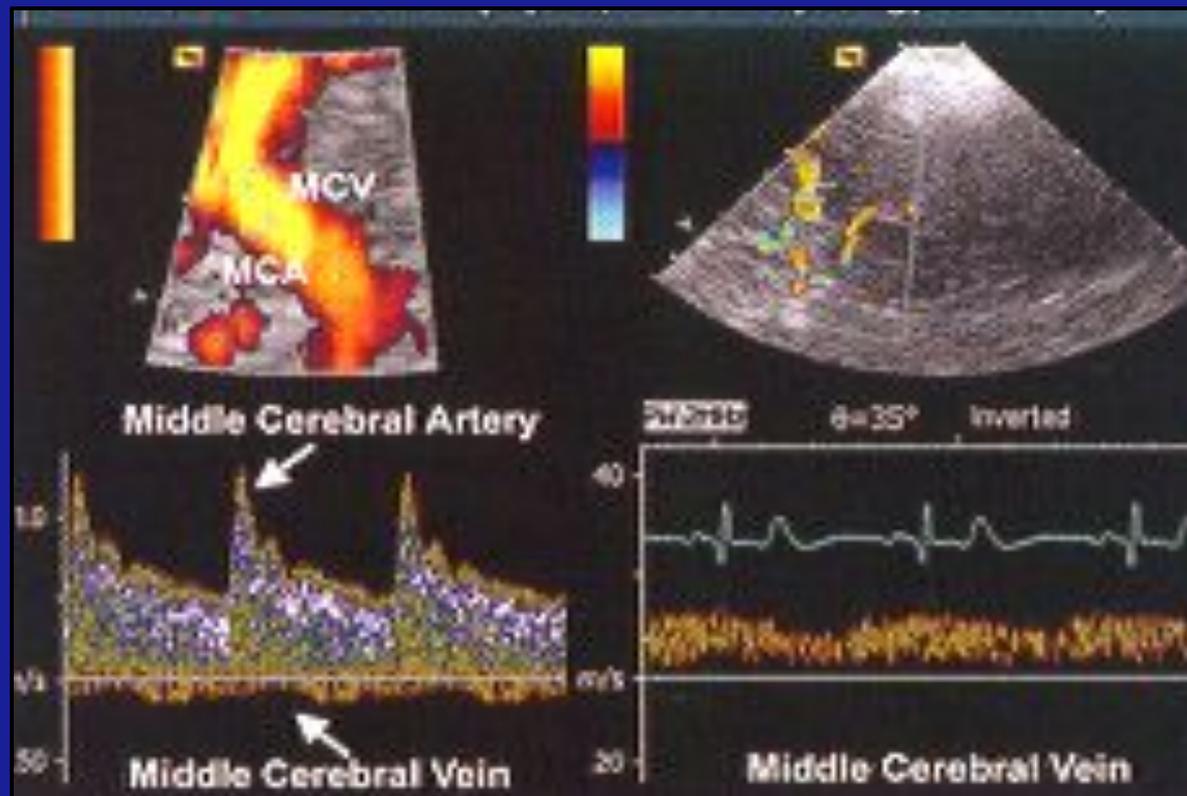
Транстемпоральный доступ



**Измерение скоростных показателей кровотока
в интракраниальных венах**

ТЦДС и ТЭДС

Транстемпоральный доступ



Средняя мозговая артерия
Средняя мозговая вена

ТЭДС глубоких вен мозга



**Продольная картограмма и спектрограмма кровотока
в вене Розенталя (1) и вене Галена (2)**

ТЭДС венозных синусов головного мозга

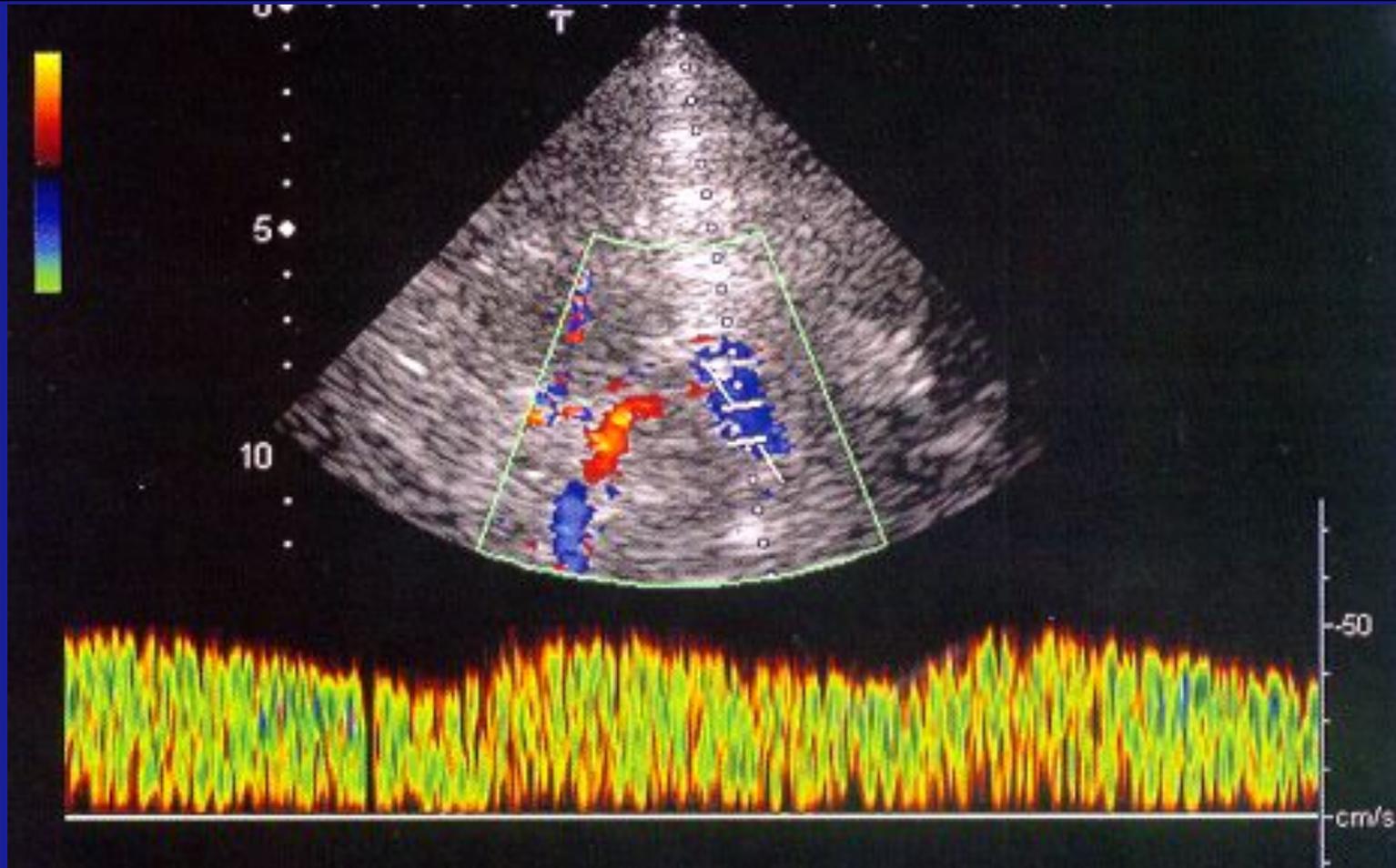


Продольная картограмма кровотока поперечного синуса (1) и сигмовидного синуса (2)

**Показатели скорости кровотока
по глубоким венам и синусам мозга
по данным ТЦДС (Кунцевич Г.И., 2004)**

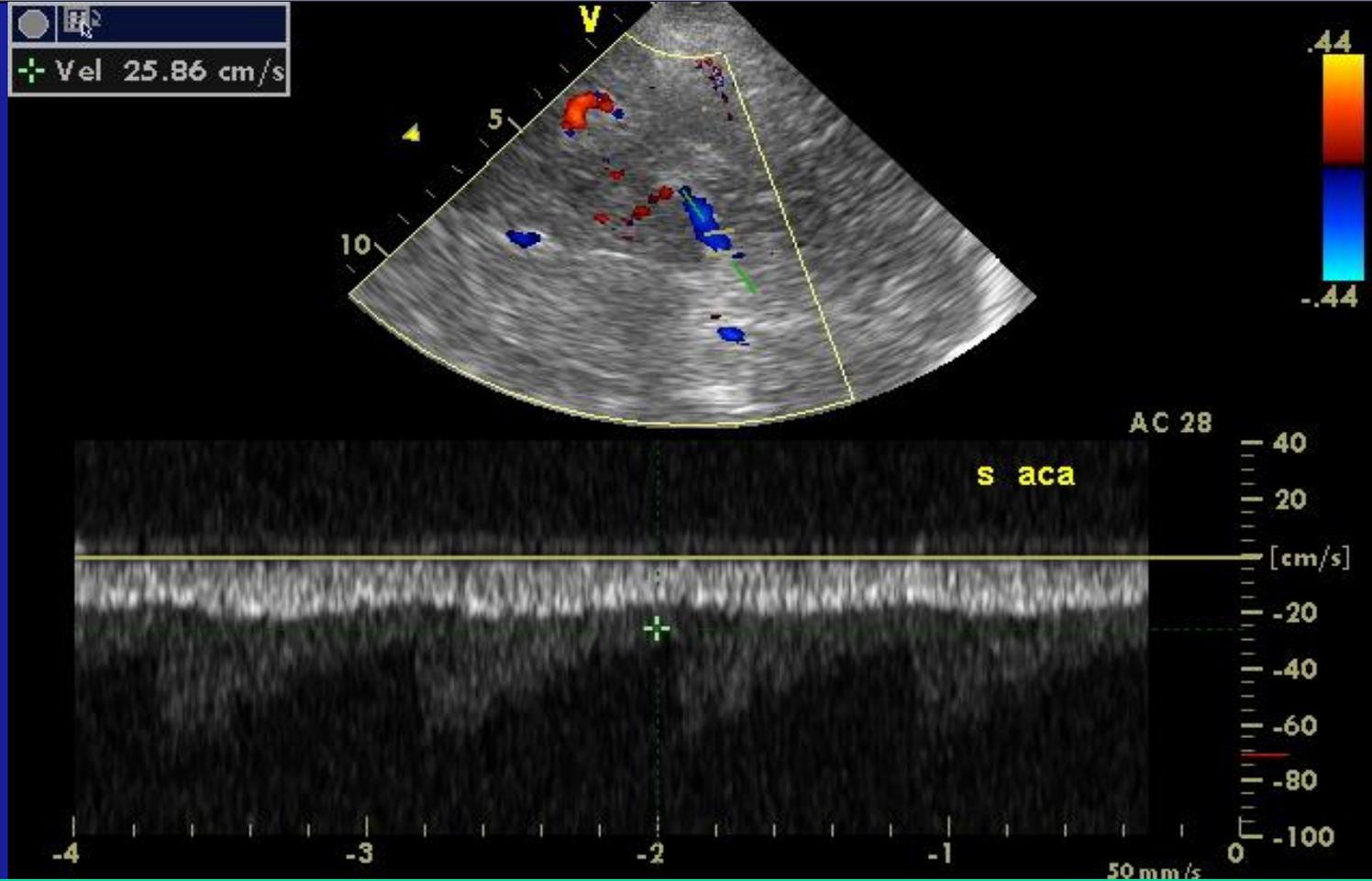
Вены и синусы	ЛСК, см/с
Внутренняя вена мозга (вена Розенталя)	10-18 (13,8± 3,2)
Большая вена мозга (вена Галена)	15-22 (16,8± 2,1)
Глубокая средняя вена мозга	9-18 (12,5± 3,0)
Прямой синус	14-24 (16,8± 2,2)
Синусный сток	15-23 (19,0± 3,1)

ТЦДС при внутричерепной гипертензии Транстемпоральный доступ



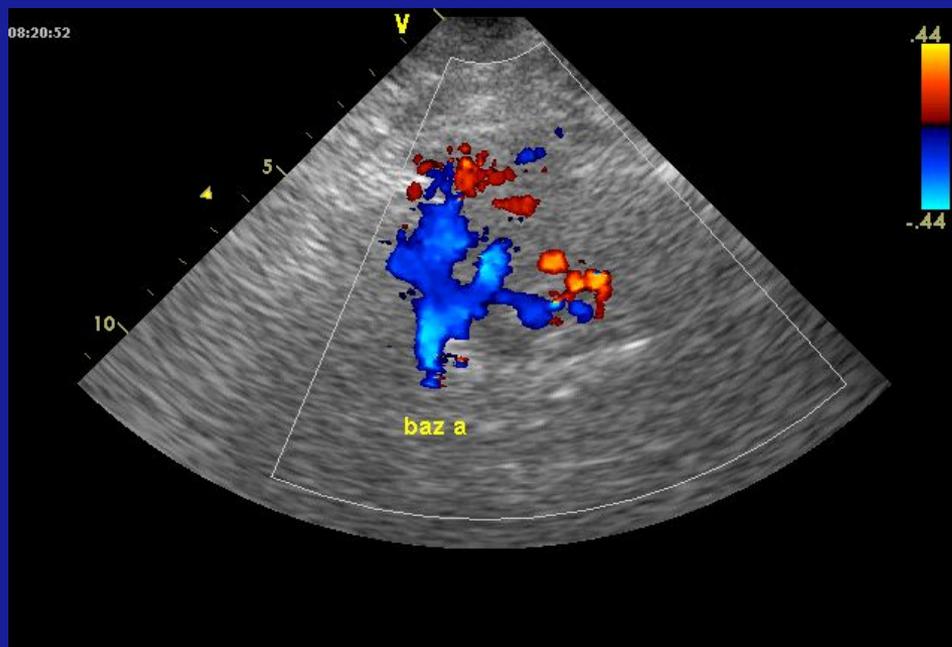
Повышение скоростных показателей кровотока и псевдопульсация в вене Розенталя

ТЦДС при внутричерепной гипертензии Транстемпоральный доступ

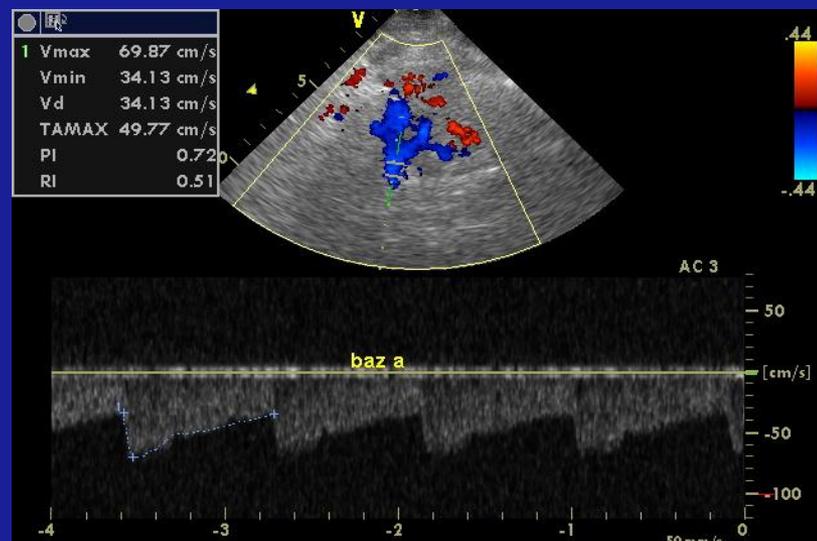
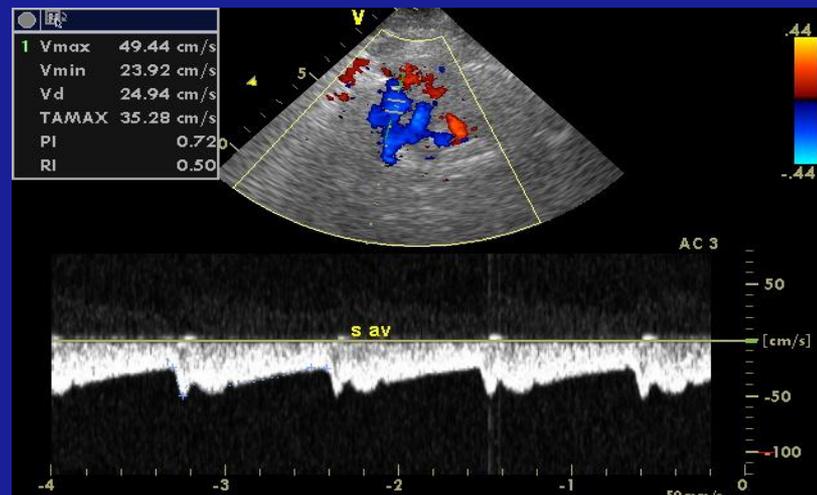


Повышение скоростных показателей кровотока и псевдопульсация в вене Розенталя

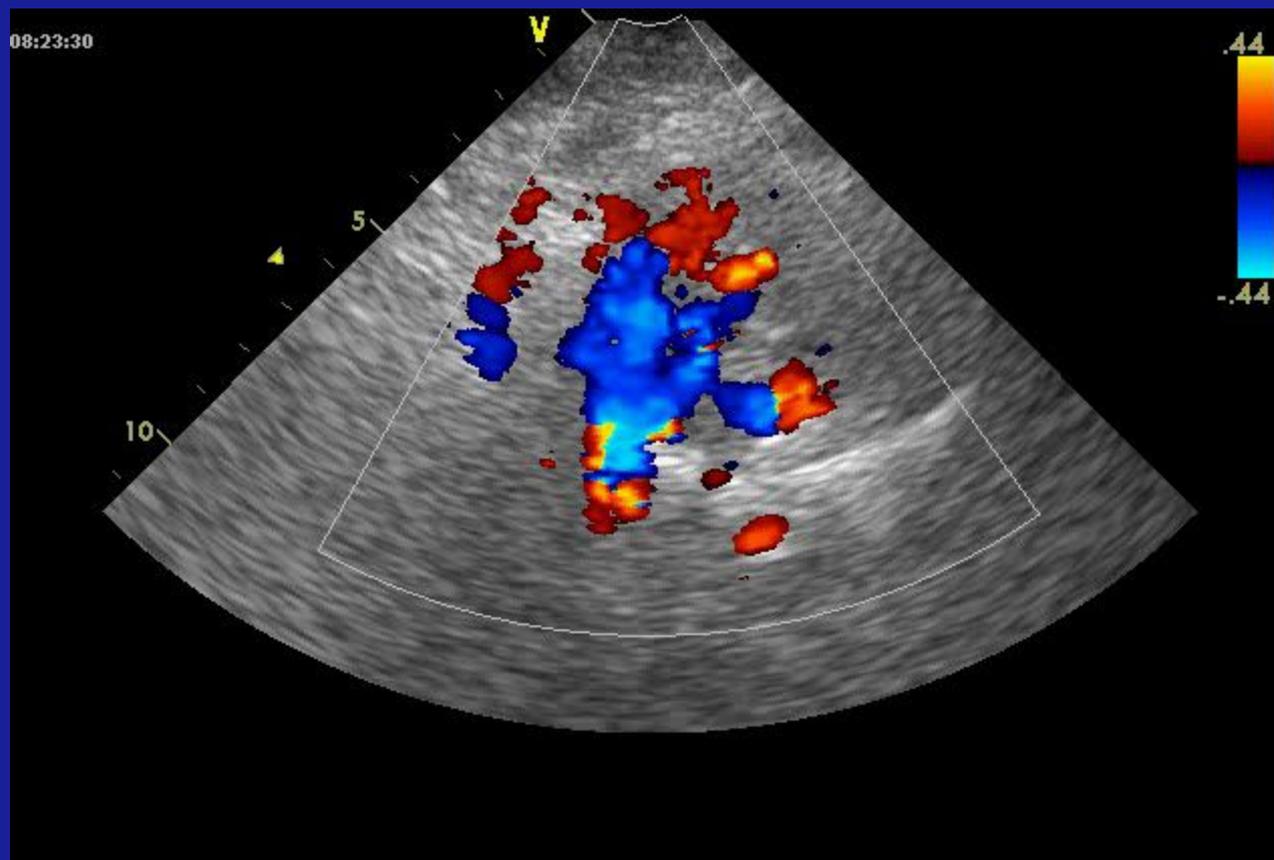
ТЦДС при венозной внутричерепной гипертензии Доступ через большое затылочное отверстие



Картограммы и спектрограммы
кровотока артерий
вертебрально-базилярного
бассейна и
паравертебральных вен



ТЦДС при венозной внутричерепной гипертензии Доступ через большое затылочное отверстие



Картограмма кровотока паравертебральных вен
вокруг внутричерепного отдела позвоночных артерий

Исследование

**цереброваскулярной реактивности,
характеризующей функциональный
цереброваскулярной резерв**

Исследование цереброваскулярной реактивности

Н.Furst, 1994, Н.Wolfgang, 1994

Существует тесная связь между состоянием резерва мозгового кровообращения и степенью развития коллатерального кровообращения через систему Виллизиева круга и лептоменингеальные анастомозы

Недостаточное развитие коллатералей в значительной степени повышает риск появления ишемических нарушений мозгового кровообращения, формирующихся по механизму мозговой сосудистой недостаточности

Исследование цереброваскулярной реактивности

Количественная оценка ауторегуляции производится при изучении показателей реактивности сосудов головного мозга, чем определяются компенсаторные возможности сосудистой системы или резерв мозгового кровоснабжения

Функциональные нагрузочные тесты:

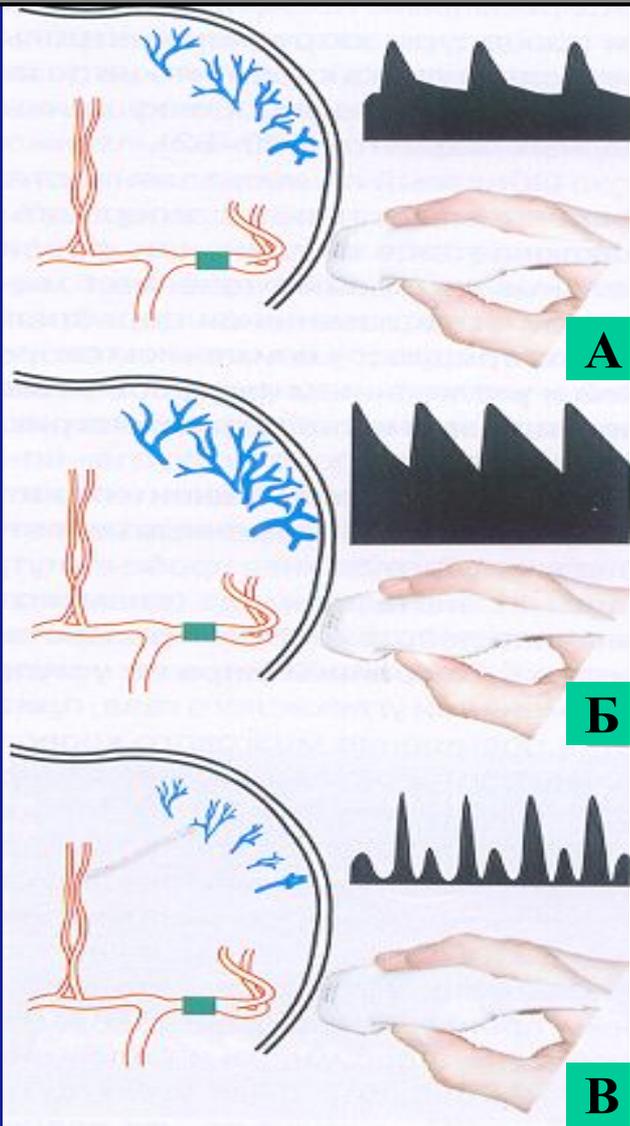
Двуокись углерода – вдыхание газовой смеси с 7% концентрацией CO₂ (регистрируется капнографом)

Ацетозоламид (диамокс) – внутривенно 1,0 г, действие оценивается через 3-5 минут

Нитроглицерин – сублингвально в дозе 0,00025 г

Функциональные нагрузочные пробы

Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 2007



**Воздействие
на метаболический механизм
ауторегуляции**

- **Гиперкапническая проба
(вазодилататорная)**
- **Гипервентиляционная проба
(вазоконстрикторная)**

**Спектры потока
в средней мозговой артерии**
А - нормокапния
Б - гиперкапния
В - гипокания (гипероксия)

ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ

□ Сопровождается увеличением периферического сопротивления с уменьшением кровотока (гипокапния - уменьшение парциального давления CO_2)

- Средняя скорость снижается
- Индекс пульсации повышается
- Морфология волн приближается к характерной для периферической сосудистой системы - редкое снижение скорости после достижения систолического пика и низкий кровоток в диастолу

ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

- Сопровождается уменьшением периферического сопротивления и повышением кровотока (гиперкапния - увеличение парциального давления CO_2)

- Средняя скорость увеличивается

- Индекс пульсации снижается

- Морфология волн демонстрирует относительное увеличение минимальной диастолической скорости

Исследование цереброваскулярной реактивности

Воздействие на миогенный механизм ауторегуляции

- **Нитроглицериновая проба (вазодилататорная)**
- **Ортостатическая (вазодилататорная)**
- **Антиортостатическая (вазоконстрикторная)**
- **Компрессионная**

Характер реакции в СМА на вазодилататорные стимулы (СО₂) при атеросклерозе магистральных БЦА

В.П.Куликов, 1999

- **достаточный уровень резерва мозгового кровоснабжения** – увеличение ЛСК в СМА более 20% от исходного уровня
- **сниженный уровень резерва мозгового кровоснабжения** – увеличение ЛСК в СМА менее 20% от исходного уровня
- **крайняя степень снижения реактивности сосудов головного мозга** – отсутствие ответа, резерв кровоснабжения исчерпан, расширение сосуда достигло максимального значения

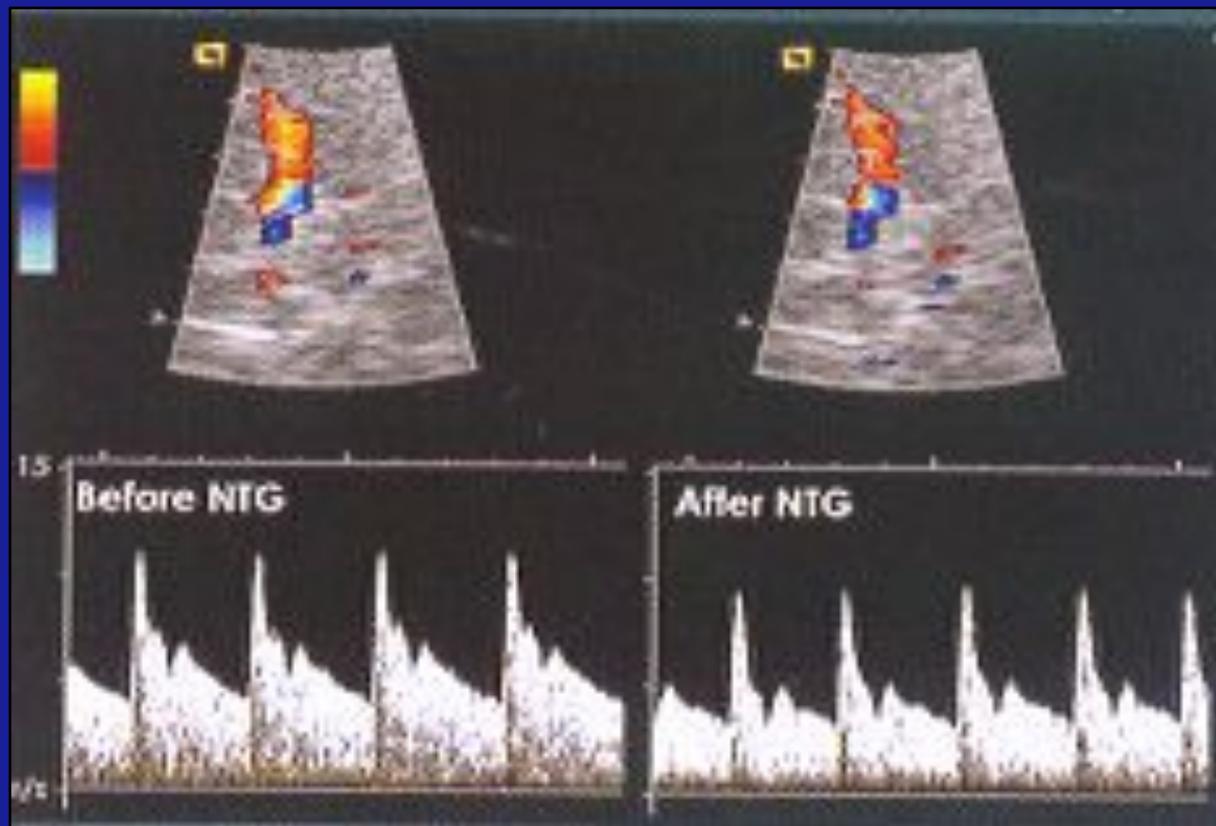
**Тест-нагрузка с нитроглицерином
обладает двунаправленным влиянием на
систему регуляции мозгового кровообращения**
Д.Ю.Бархатов, 1992, Б.В.Гайдар, 1998

За счет влияния на центральную гемодинамику (уменьшение венозного возврата к сердцу, уменьшение сердечного выброса и т.д.) и прямого эндотелий независимого сосудорасширяющего действия на артерии среднего калибра

- адекватная реакция - снижение ЛСК в СМА (крупных артериях за счет их дилатации)
- отрицательная и парадоксальная реакция - отсутствие динамики или увеличение ЛСК в СМА (указывают на изменение резерва мозгового кровообращения)

ТЦДС средней мозговой артерии при проведении теста с нитроглицерином

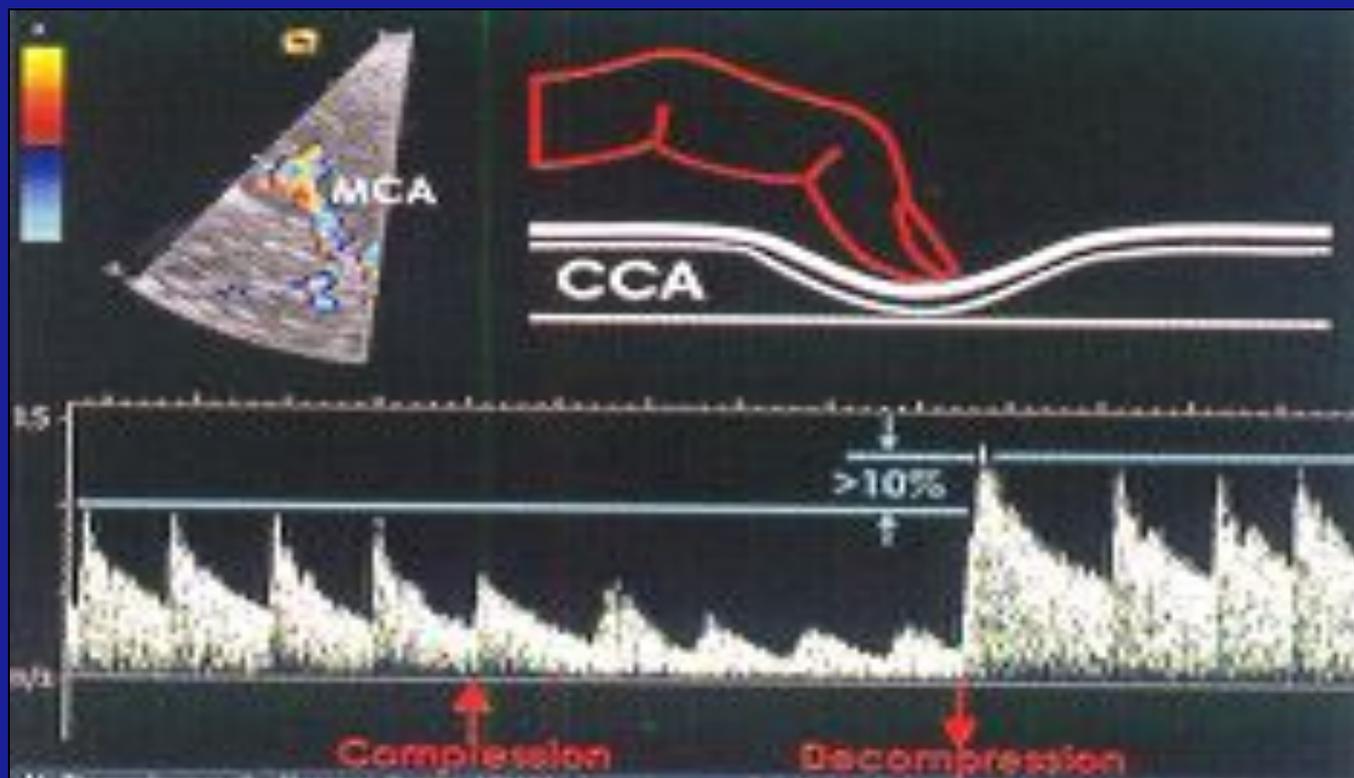
В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк, 1996



**Функциональная нагрузочная проба с активацией
миогенного механизма регуляции**

ТЦДС средней мозговой артерии при проведении компрессионного теста гомолатеральной общей сонной артерии

В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк, 1996



**Функциональная нагрузочная проба с активацией
миогенного механизма регуляции**

Характер реакции в СМА на вазодилататорные стимулы (ацетазоламид) при атеросклерозе магистральных БЦА

Н.Furst, 1994, Н.Wolfgang, 1994

- **Первый тип**, нормальный тип реакции (однонаправленная положительная реакция) т.е. отсутствие существенной односторонней асимметрии при ответе на вазодилататорный стимул – полная компенсация гемодинамического дефицита, созданного локальным препятствием за счет коллатералей

Характер реакции в СМА на вазодилататорные стимулы при атеросклерозе магистральных БЦА

Н.Furst, 1994, Н.Wolfgang, 1994

- **Второй тип** реакции (разнонаправленная положительная реакция), который характеризуется преобладанием реакции на контралатеральной (противоположной) поражению стороне, в результате отсутствия компенсации в бассейне пораженного сосуда за счет недостаточного развития анастомозов
- **Третий тип** реакции, (разнонаправленная положительная реакция), который характеризуется преобладанием ответа на ипсилатеральной поражению стороне – синдром обкрадывания, т.е. компенсаторное перераспределение в бассейн пораженной артерии с максимальной дилатацией СМА с противоположной стороны

Показатели цереброваскулярной реактивности

Коэффициент реактивности на гиперкапническую нагрузку

$$K_1 = V_1/V_0$$

Коэффициент реактивности на гипокапническую нагрузку

$$K_2 = 1 - V_2/V_0$$

Индекс вазомоторной реактивности

$$K = (V_1 - V_2)/V_0 \times 100\%$$

Коэффициенты реактивности
в средней мозговой артерии
в зависимости от возраста

	K ₁		K ₂		K	
	<40	>40	<40	>40	<40	>40
СМА	1,43±0,04	1,37±0,06	0,55±0,04	0,42±0,02	96,8±10,1	79,8±11,3

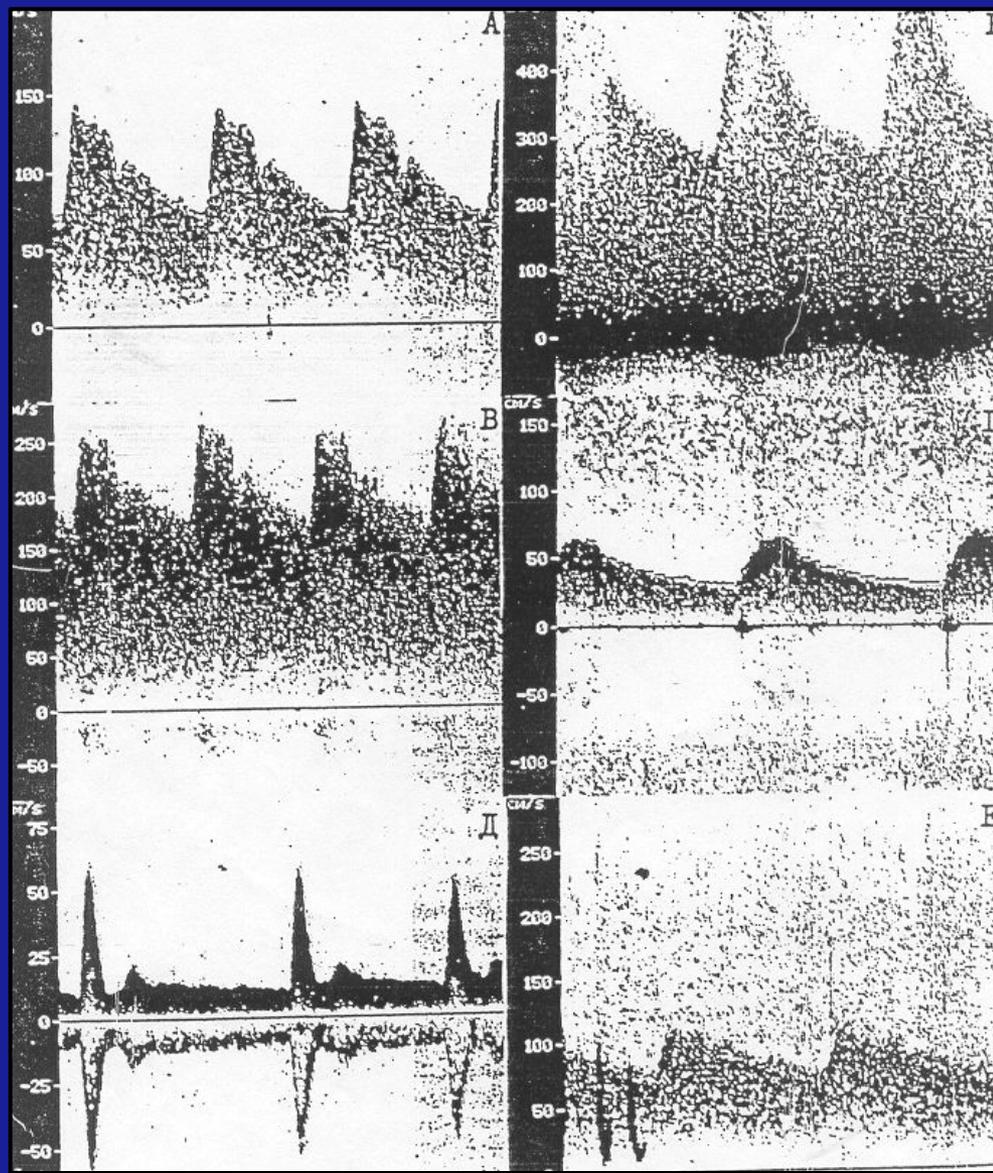
Показатели цереброваскулярной реактивности в средней мозговой артерии при метаболической и миогенной стимуляции у практически здоровых лиц

Статисти- ческий показатель	ИР при метаболической стимуляции		ИР при миогенной стимуляции		КВ метаб / миог	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа
mean±sd	1,2±0,1	1,14±0,06	1,2±0,16	1,27±0,1	0,97±0,1	0,96±0,1
min-max	1,1-1,3	1,04-1,26	1,13-1,4	1,12-1,4	0,78-1,1	0,76-1,06

ИР - индекс реактивности

КВ - коэффициент вариабельности

Образцы спектрограмм кровотока в артериях основания мозга при ТЦДС

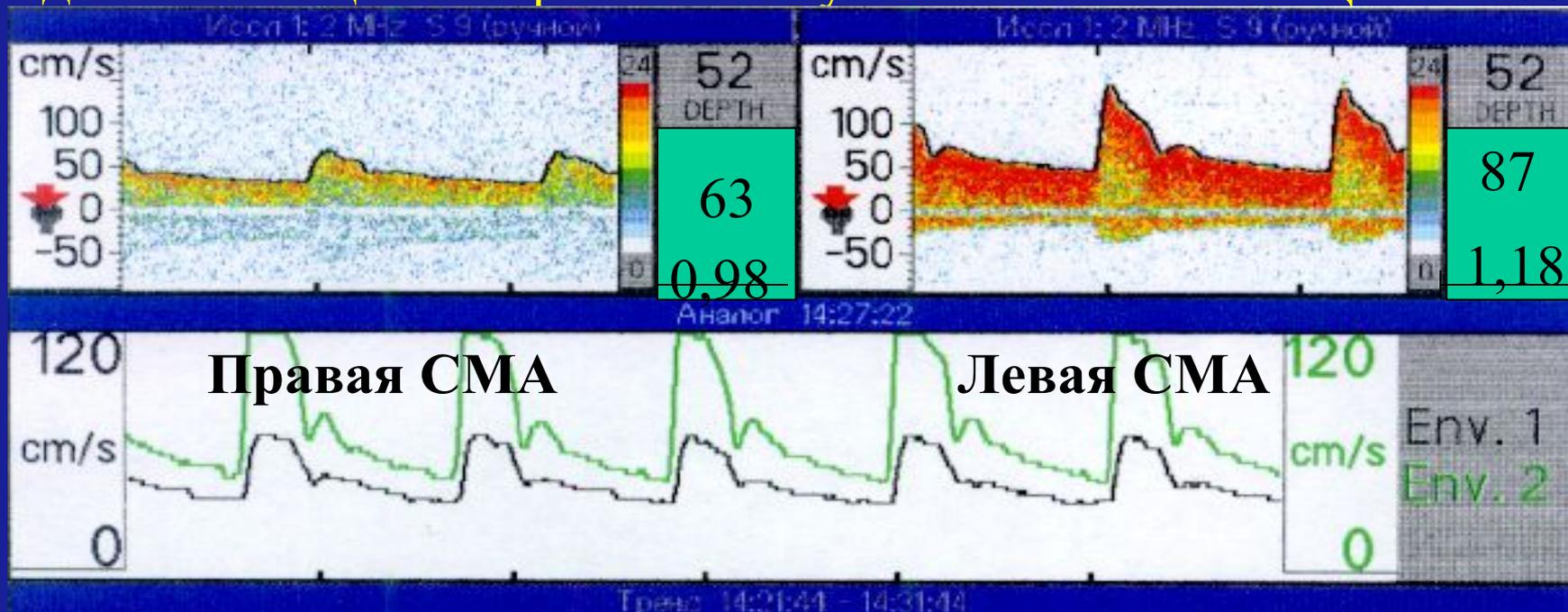


Мониторинг мозговой гемодинамики методом транскраниальной доплерографии



Гипотоническая проба с нитратами (1)

оценка состояния мозгового кровообращения и риска его декомпенсации во время АКШ у больных МФА с БЦА > 60%



Больной М., 58 лет с 90% стенозом правой ВСА

Исходно АД 150/80 мм рт.ст.

Показатели гемодинамики по средним мозговым артериям:

ССК справа - 63 см/с;

ССК слева - 87 см/с

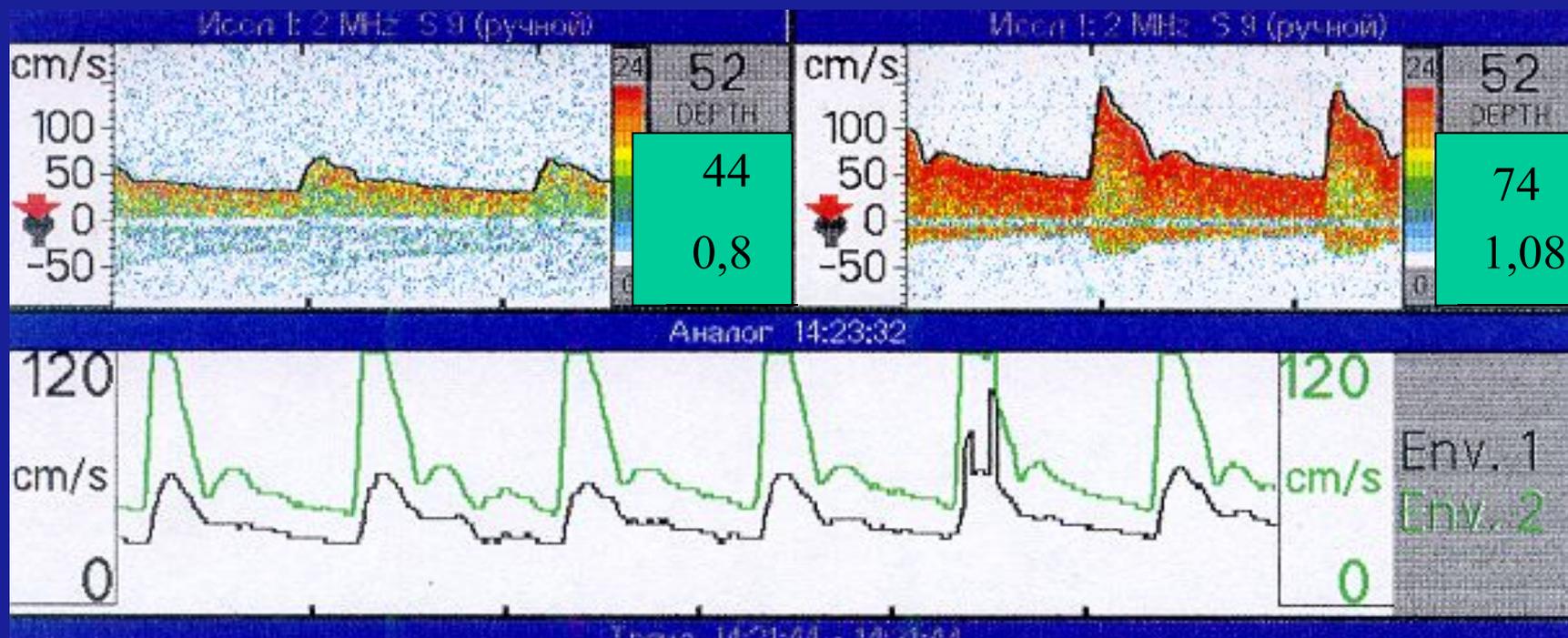
РІ справа - 0,98;

РІ слева - 1,18

При низком АД, $r=-0,7$, $p<0,05$ между уровнем стеноза и ССК в СМА

Гипотоническая проба с нитратами (2)

декомпенсация механизмов ауторегуляции с обеих сторон



Больной М., 58 лет . На фоне изокета.

АД 110/60 мм рт.ст.

Показатели гемодинамики по средним мозговым артериям:

ССК справа - 44 см/с

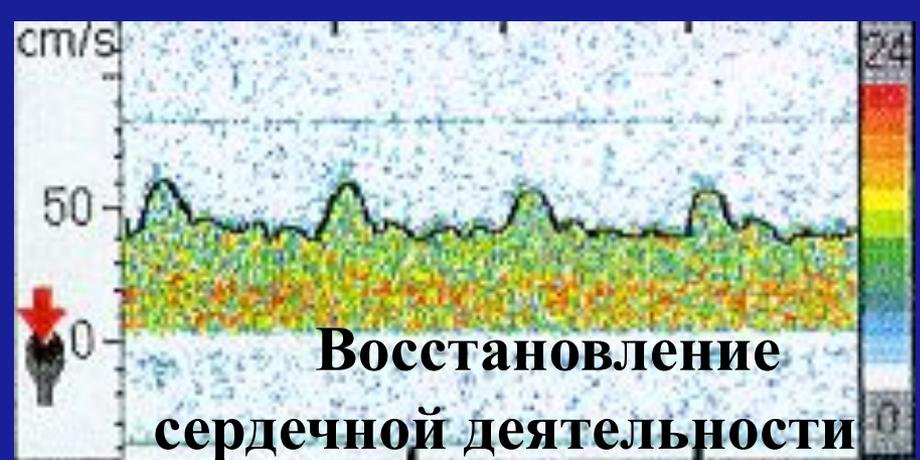
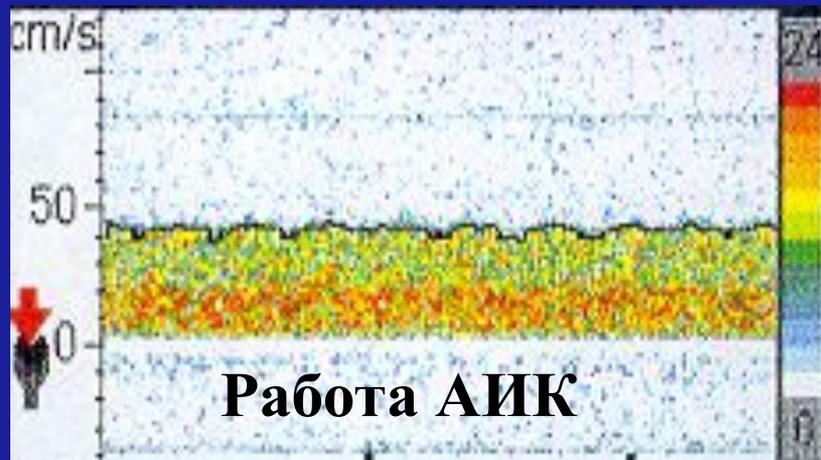
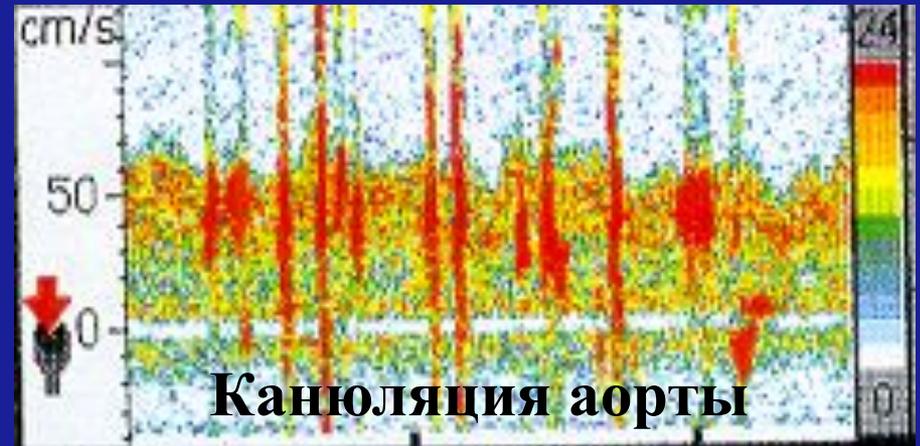
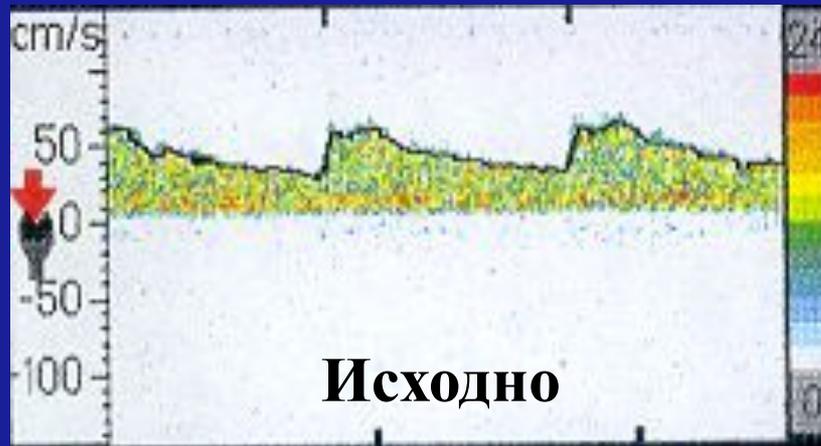
ССК слева - 74 см/с

RI справа - 0,8

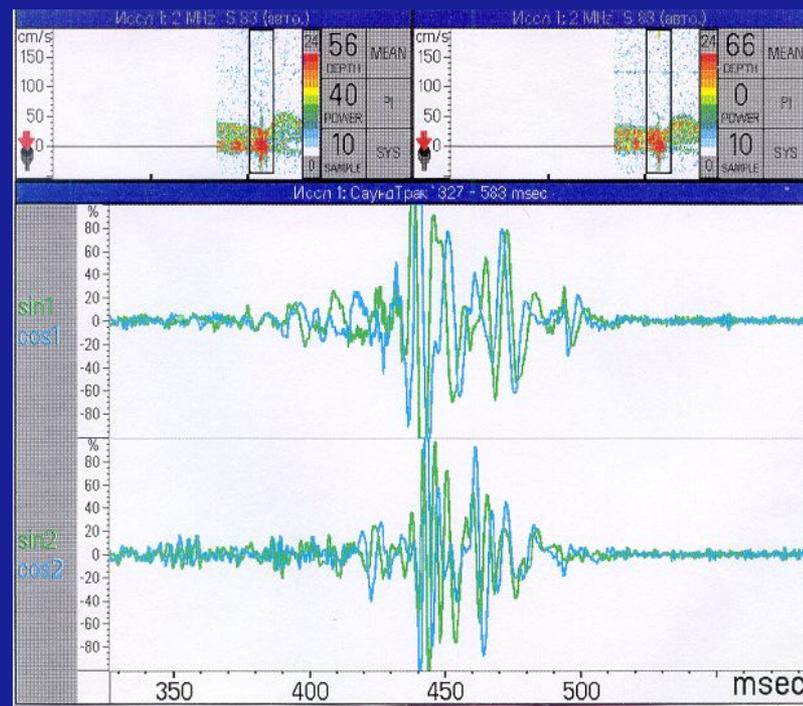
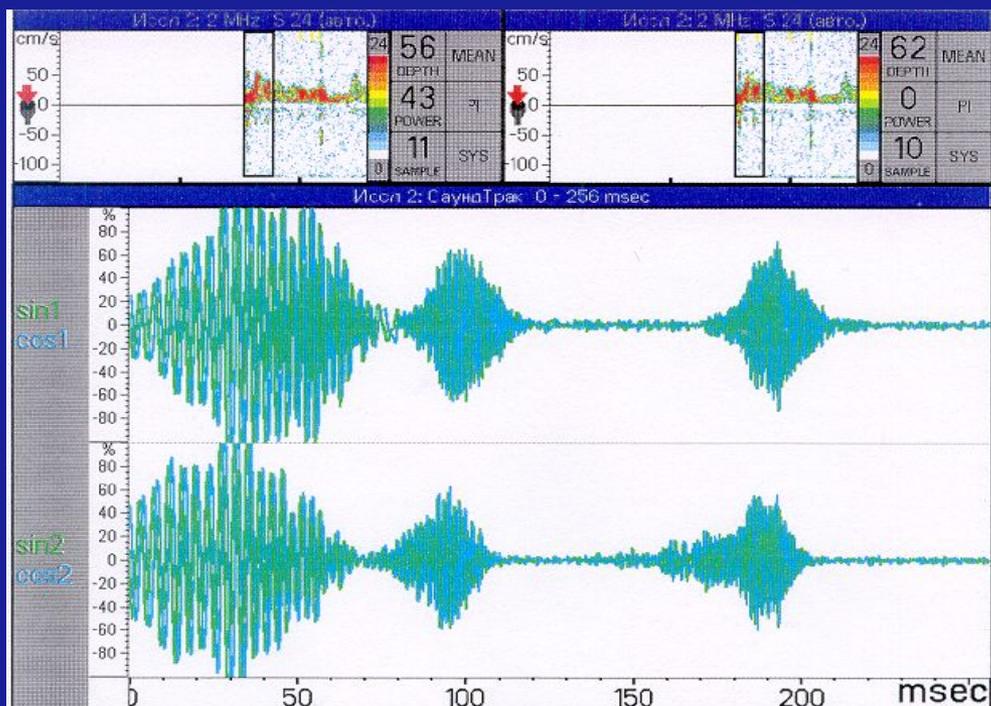
RI слева - 1,08

Положительная (справа и слева) однонаправленная проба

Двусторонний одноуровневый мониторинг мозгового кровотока с выявлением микроэмболических событий во время АКШ



Транскраниальное одностороннее двухуровневое мониторирование во время АКШ для регистрации микроэмболических сигналов



Микроэмболические сигналы:

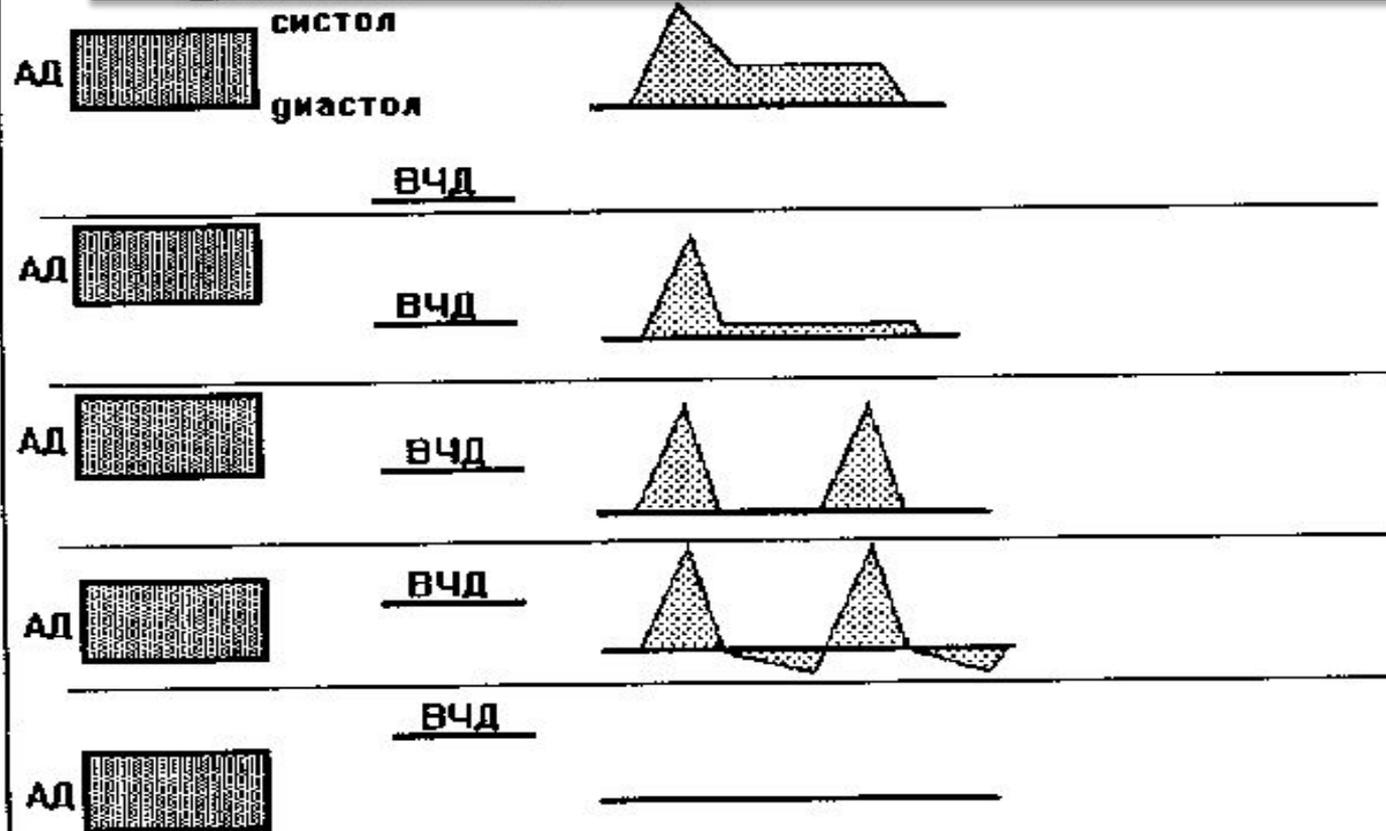
фрагменты АСБ, временные комплексы эритроцитов, пузырьки воздуха и др.

Артефакты

ВЫВОДЫ

1. У 63 % больных ИБС методом ЦДС определено сопутствующее поражение брахиоцефальных артерий, что вносит существенные коррективы в проведение реконструктивных операций
2. В группе больных ИБС и СМН в 42% случаев выявлен повышенный интраоперационный риск гипоперфузии головного мозга при проведении пробы с управляемой гипотонией
3. Предоперационные функциональные тесты и интраоперационный транскраниальный мониторинг с подсчетом микроэмболических событий показан при сердечно-сосудистых операциях с использованием искусственного кровообращения

ВЧД И КРОВОТОК



ИЗМЕНЕНИЯ КРОВотоКА ПРИ ГРАДУАЛЬНОМ ПОВЫШЕНИИ ВЧД

- Норма
- Увеличение ВЧД ведет к снижению тока в диастолу, снижению средней скорости, систола заострена, P.I. резко увеличивается; морфология волн приближается к характерной для периферической сосудистой системы.
- При дальнейшем повышении ВЧД ток в диастолу практически исчезает
- Повышение ВЧД выше диастолического артериального давления может вызвать феномен "to-and-from" с появлением признаков обратного тока крови
- Отсутствие кровотока



Благодарим за внимание!