



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

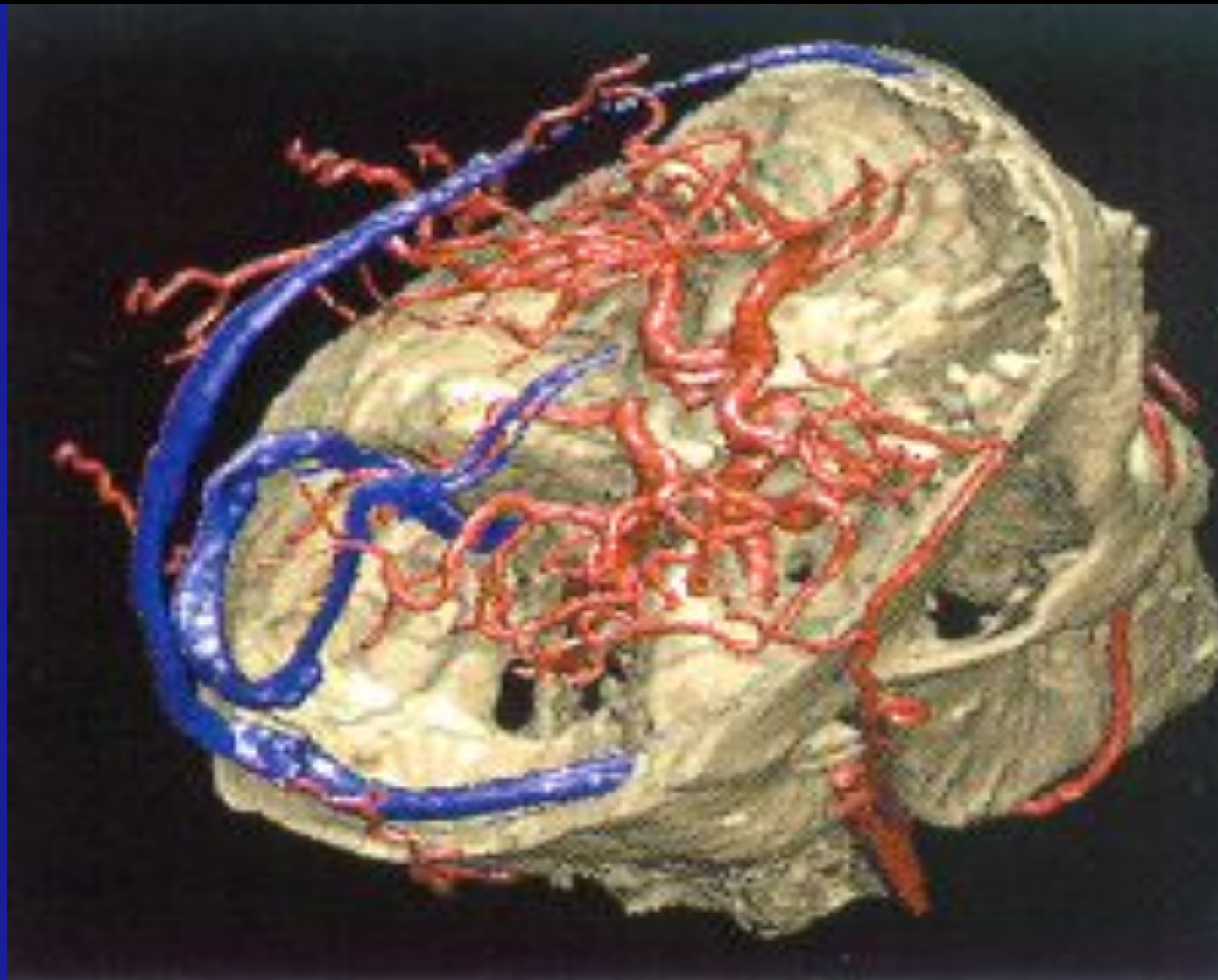


ТЦДС - 2

# **Анатомия вен головного мозга**

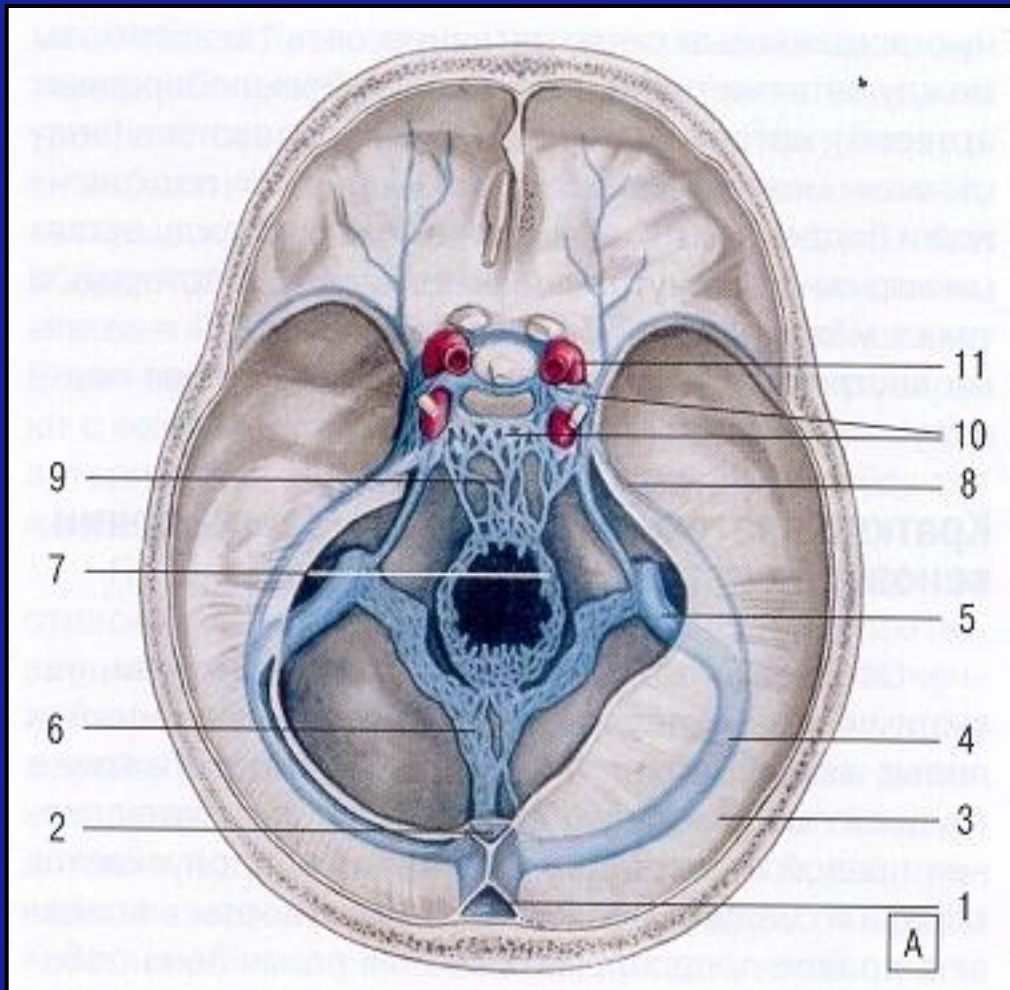


# Трехмерная компьютерная реконструкция артерий и вен головного мозга



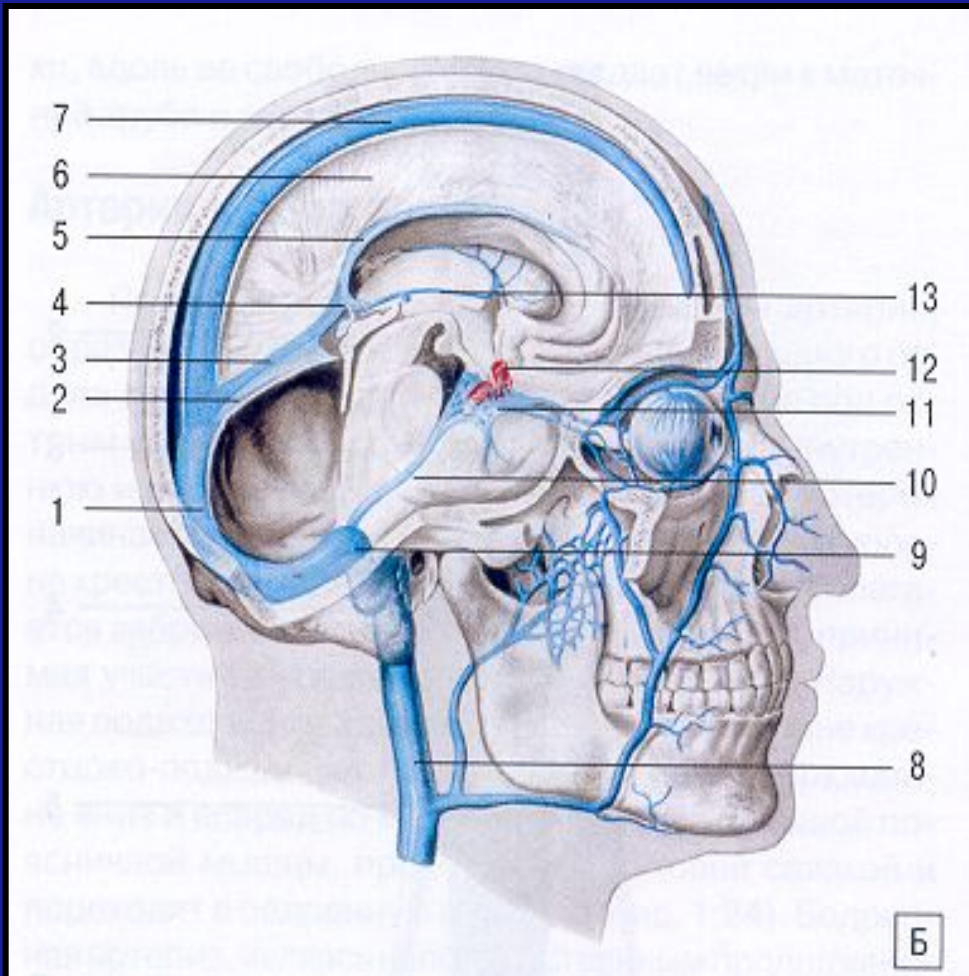
# **Структурные единицы венозной системы ГОЛОВНОГО МОЗГА**

- **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

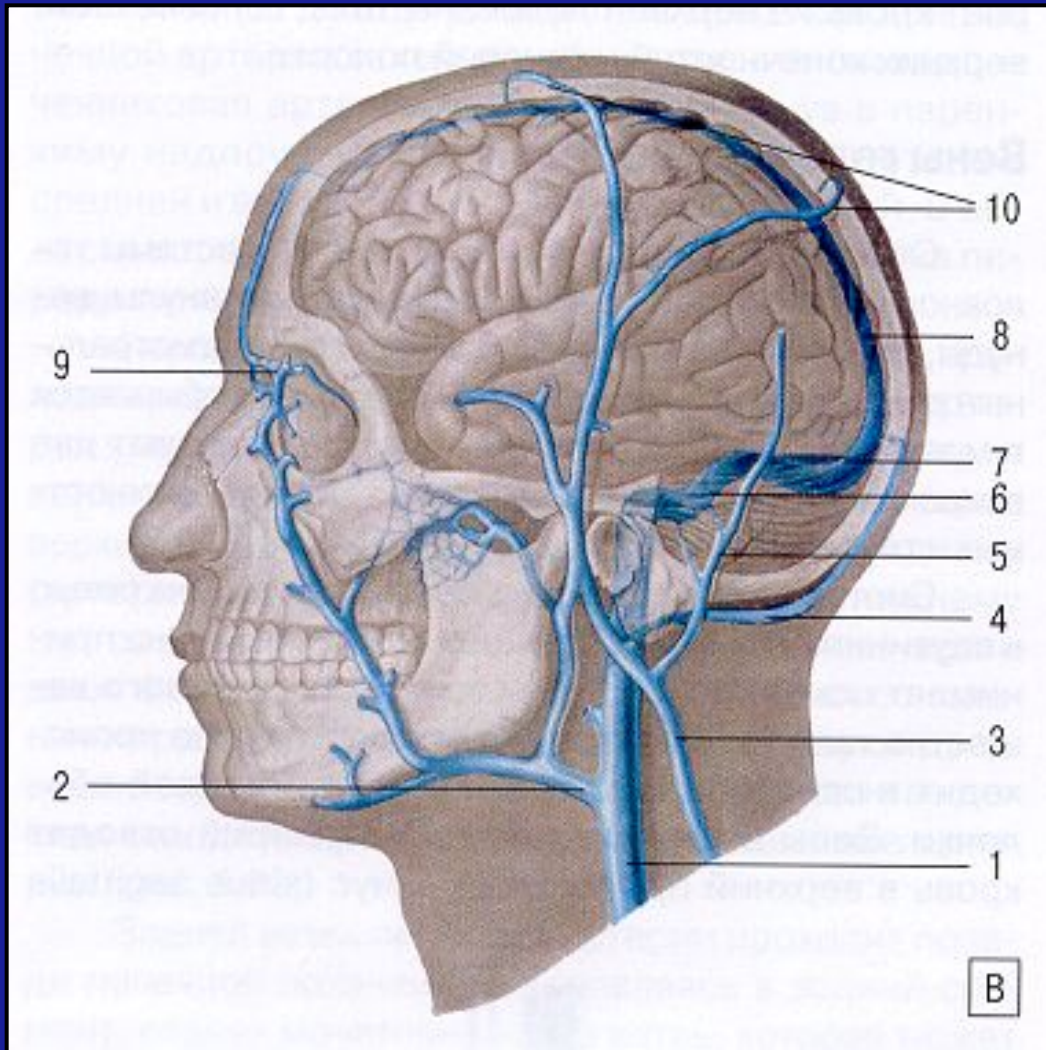
**А. Синусы и вены ГОЛОВНОГО МОЗГА** (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)



- 1 – поперечный синус
- 2 - намет мозжечка
- 3 – прямой синус
- 4 – большая вена мозга  
(вена Галена)
- 5 - нижний сагиттальный синус
- 6 – мозговой серп
- 7 – верхний сагиттальный синус
- 8 – внутренняя яремная вена
- 9 – сигмовидный синус
- 10 – верхний каменистый синус
- 11 - пещеристый синус
- 12 - внутренняя сонная артерия
- 13 - внутренняя вена мозга  
(вена Розенталя)

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

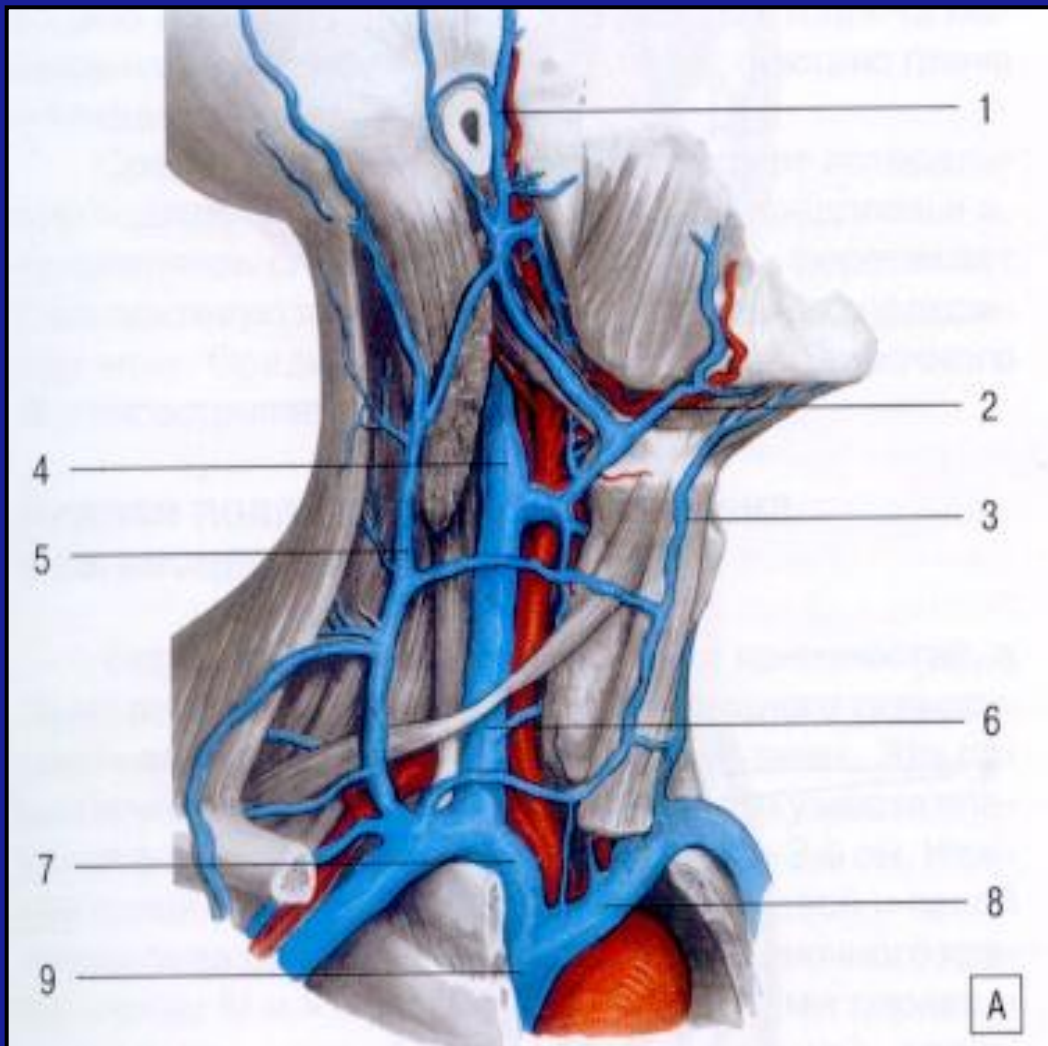




- 1 – внутренняя яремная вена
- 2 – лицевая вена
- 3 – наружная яремная вена
- 4 – затылочная вена
- 5 – задняя ушная вена
- 6 – сигмовидный синус
- 7 – поперечный синус
- 8 – верхний сагиттальный синус
- 9 – верхняя глазничная вена
- 10 – эмиссарные вены

**В. Синусы и вены головного мозга (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)**

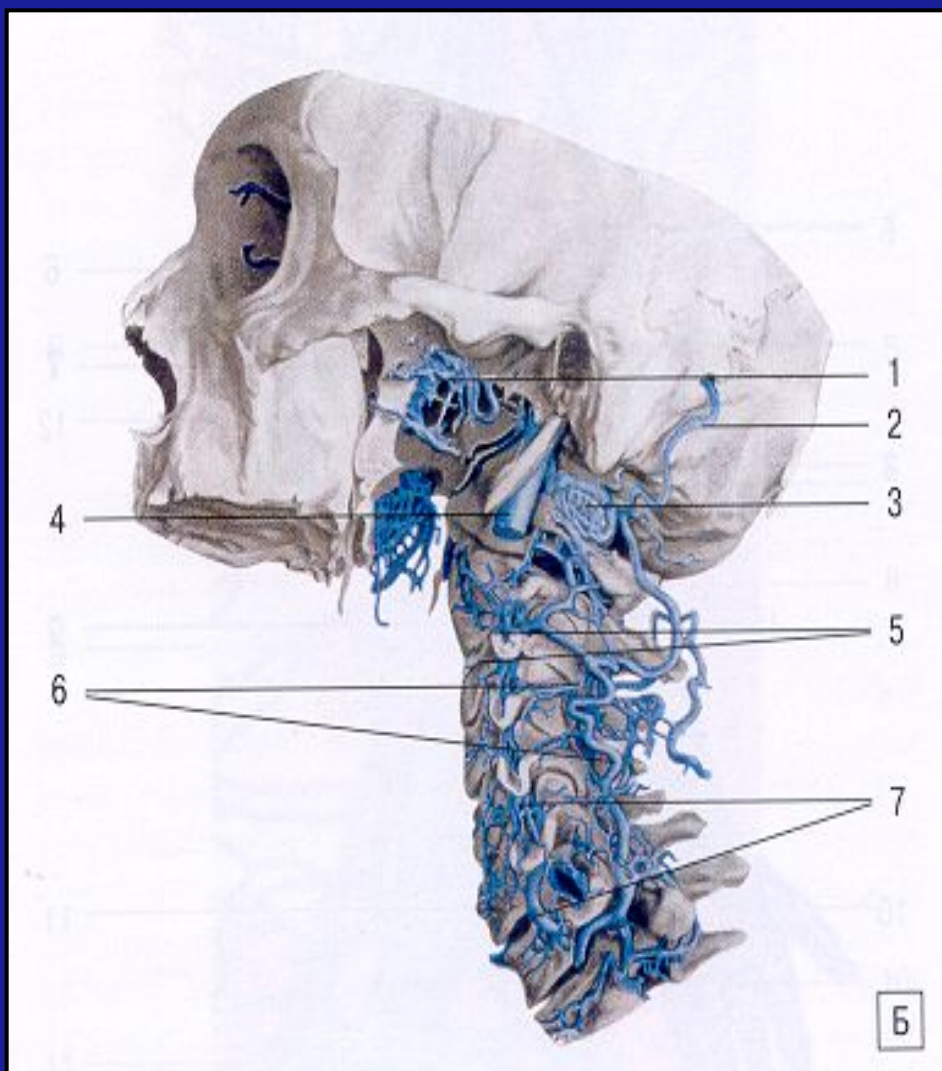




- 1 – поверхностная височная вена
- 2 – лицевая вена
- 3 – передняя яремная вена
- 4 – внутренняя яремная вена (верхняя луковица)
- 5 – наружная яремная вена затылочная вена
- 6 – внутренняя яремная вена (нижняя луковица)
- сигмовидный синус
- 7 – правая подключичная вена
- 8 – ствол плечеголовной вены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

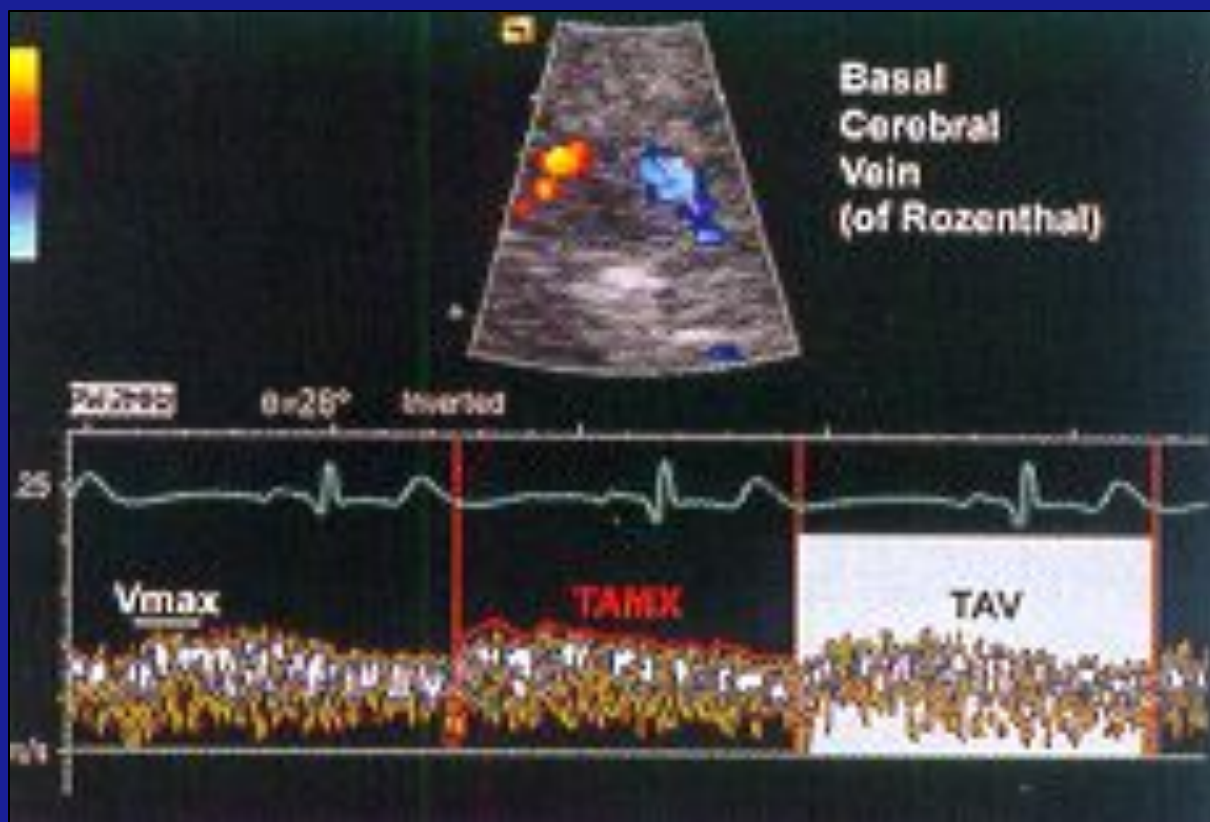
**Позвоночные вены и сплетения (по F.Kiss, J.Szentagothai, 1962)**



# **ТЦДС вен головного мозга**

# ТЦДС

## Транстемпоральный доступ

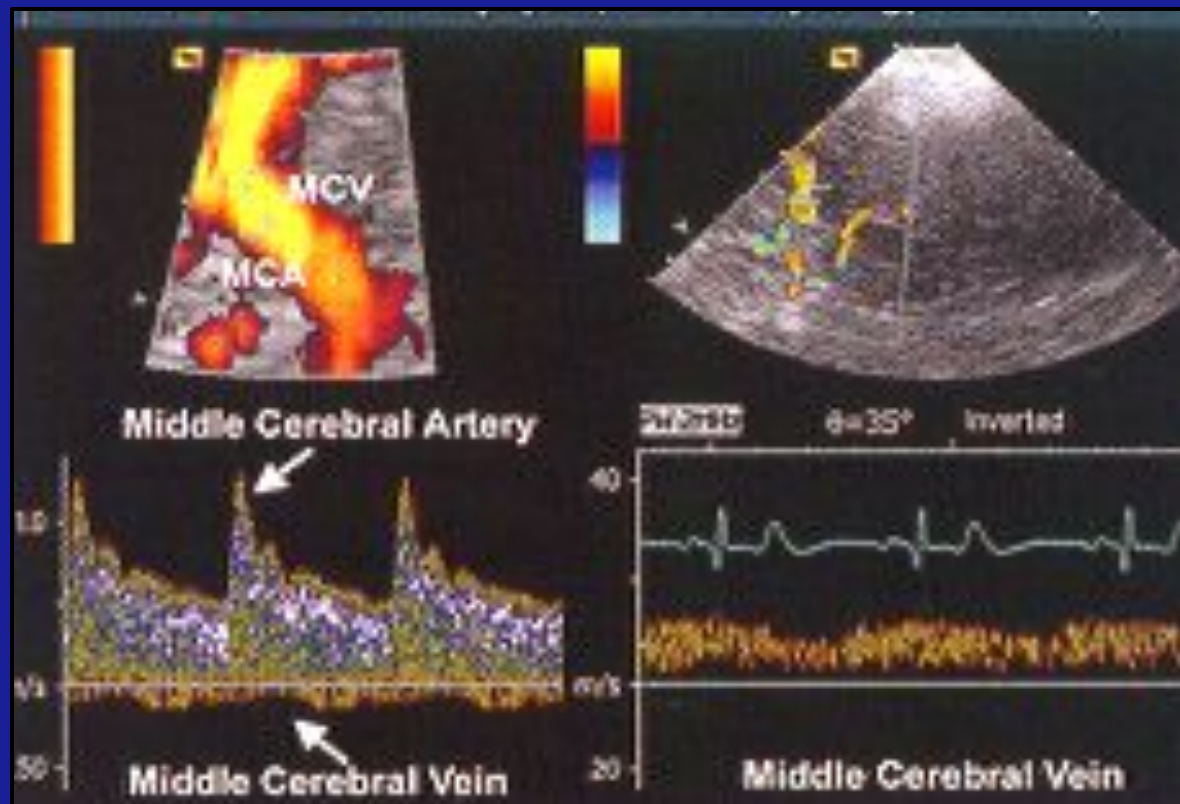


**Измерение скоростных показателей кровотока  
в интракраниальных венах**



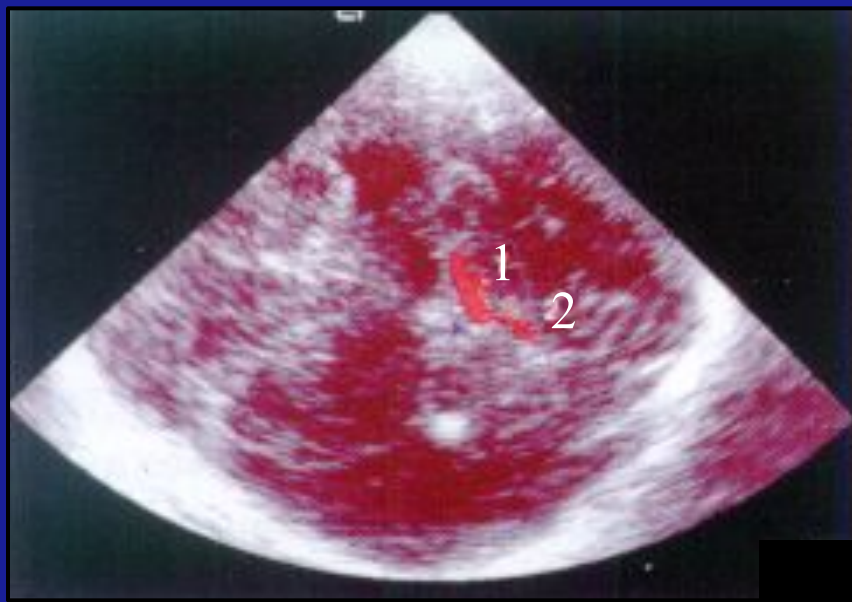
# ТЦДС и ТЭДС

## 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

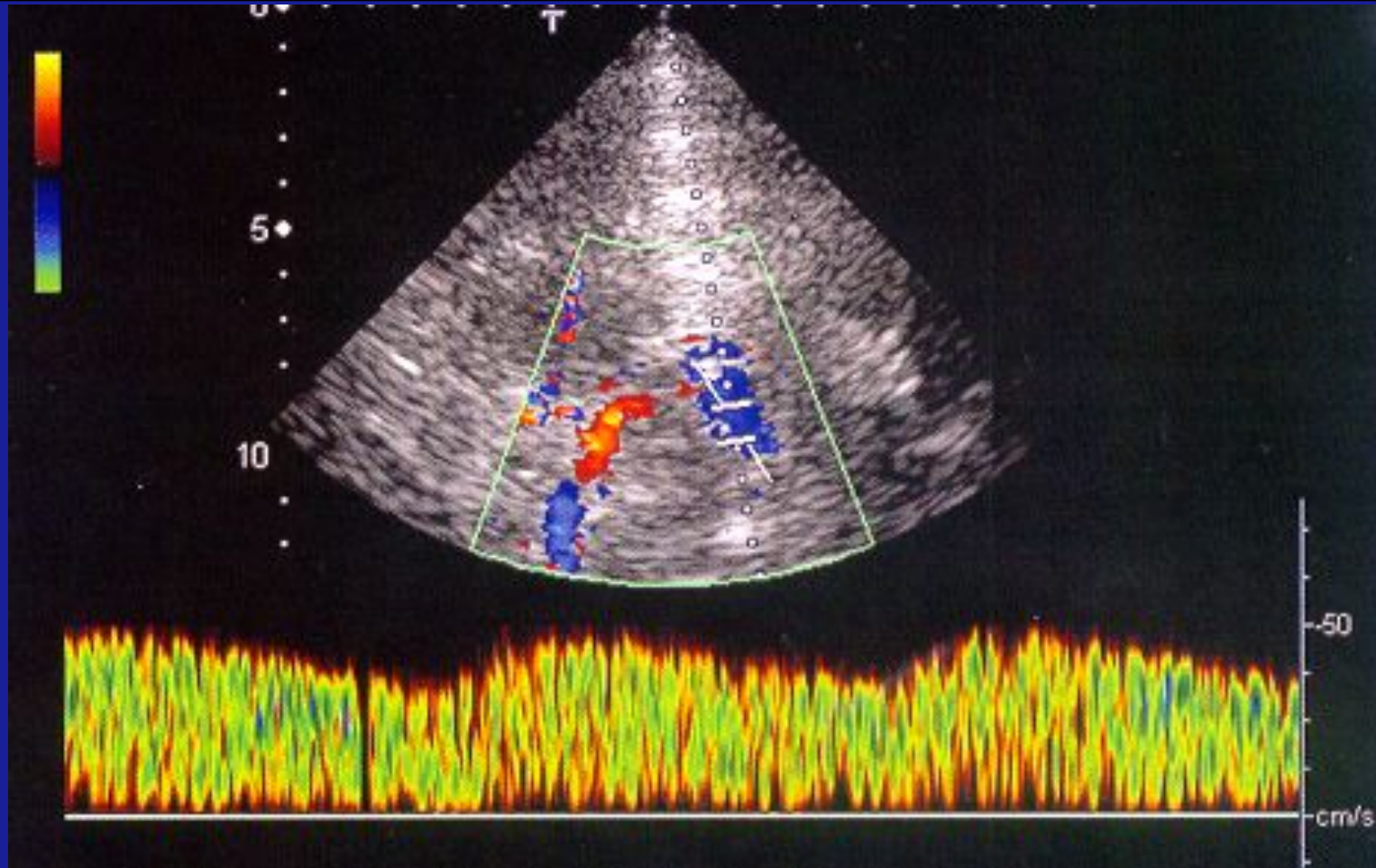


Продольная картограмма кровотока поперечного синуса (1) и сигмовидного синуса (2)

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

<b>Вены и синусы</b>	<b>ЛСК, см/с</b>
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)

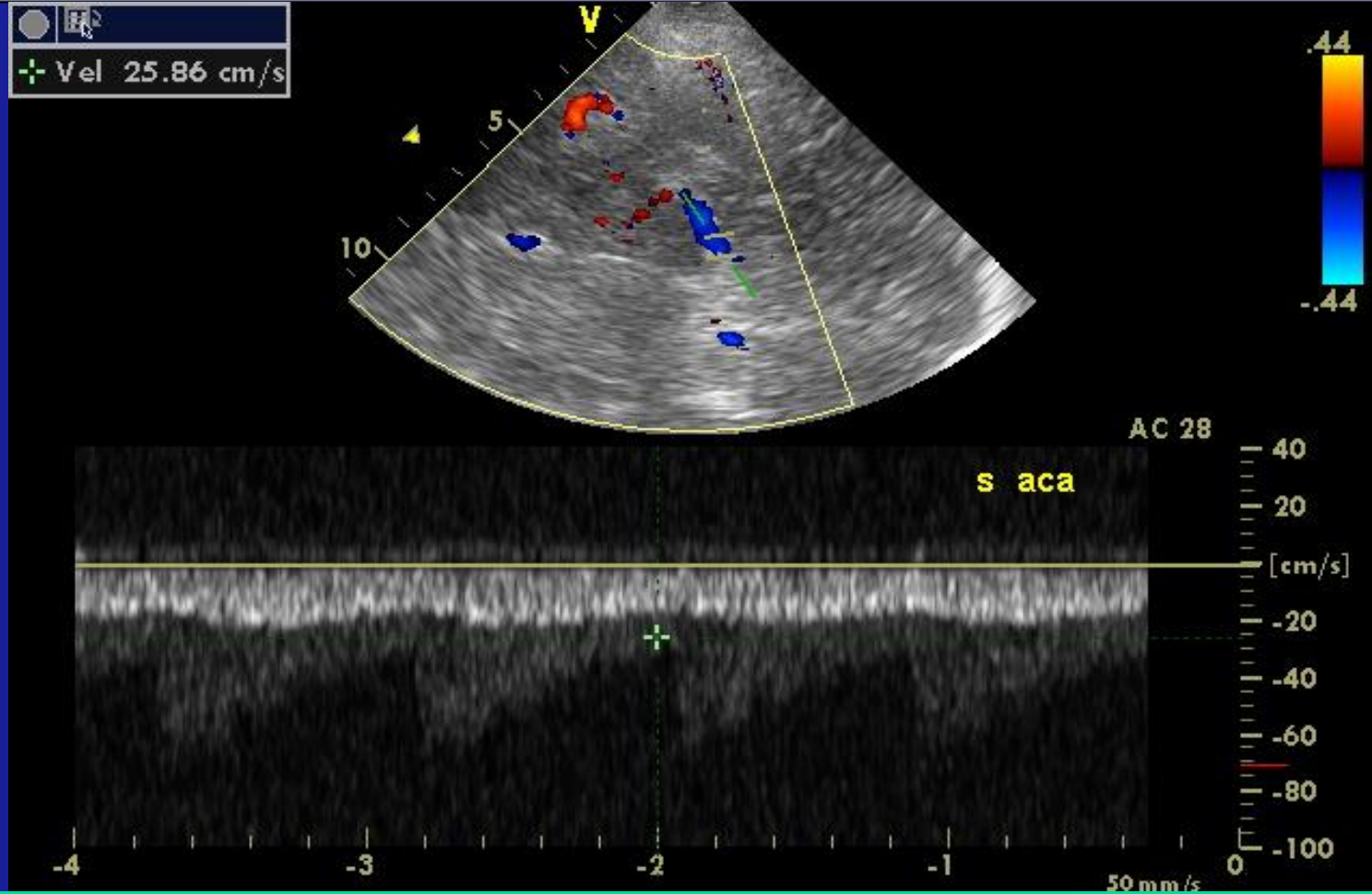
# ТЦДС при внутричерепной гипертензии Транстемпоральный доступ



Повышение скоростных показателей кровотока и псевдопульсация в вене Розенталя

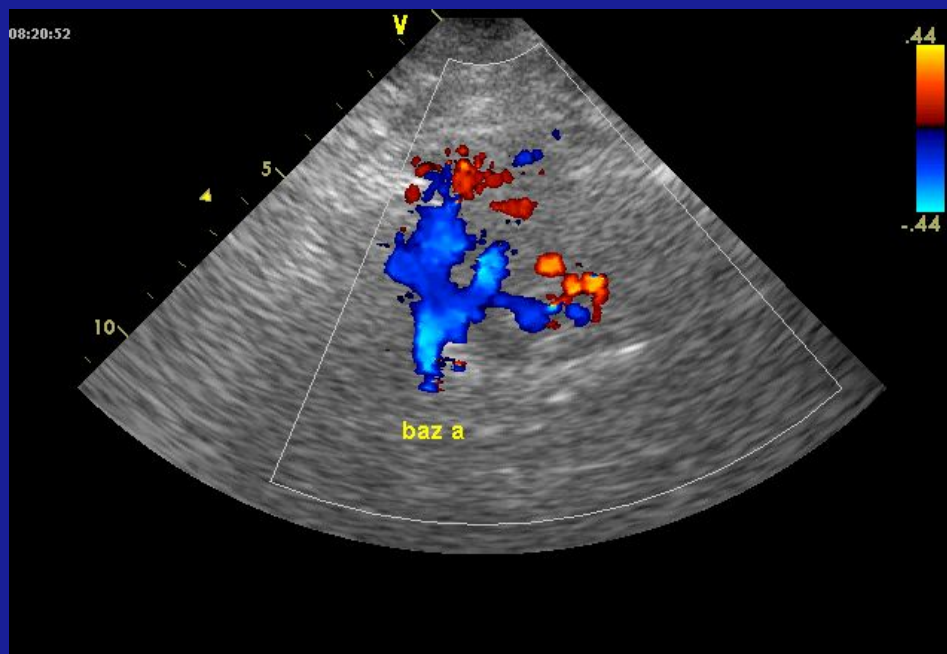


# ТЦДС при внутричерепной гипертензии Транстемпоральный доступ

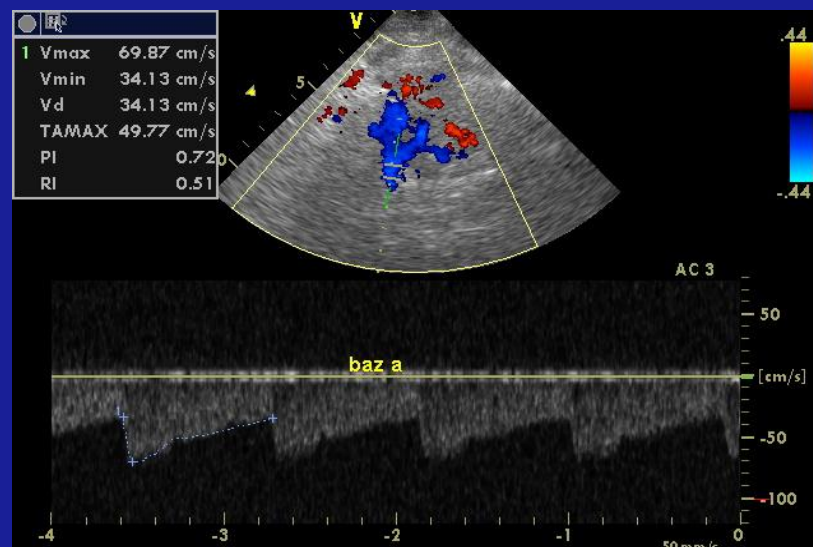
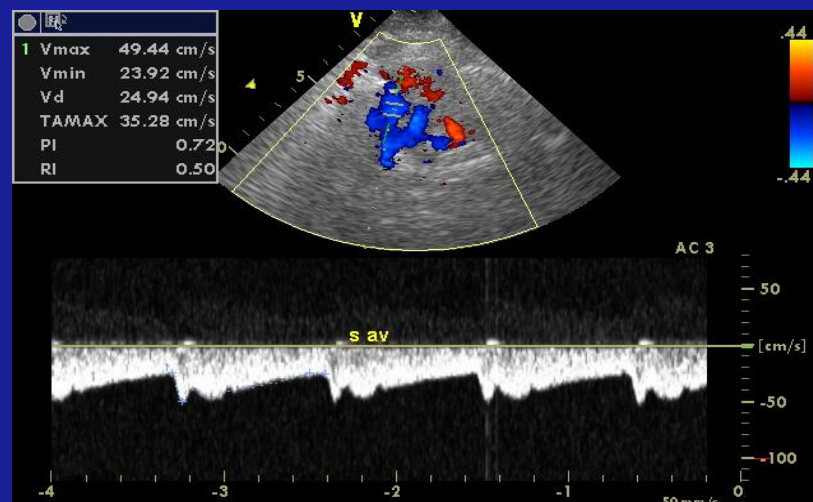


Повышение скоростных показателей кровотока и псевдопульсация в вене Розенталя

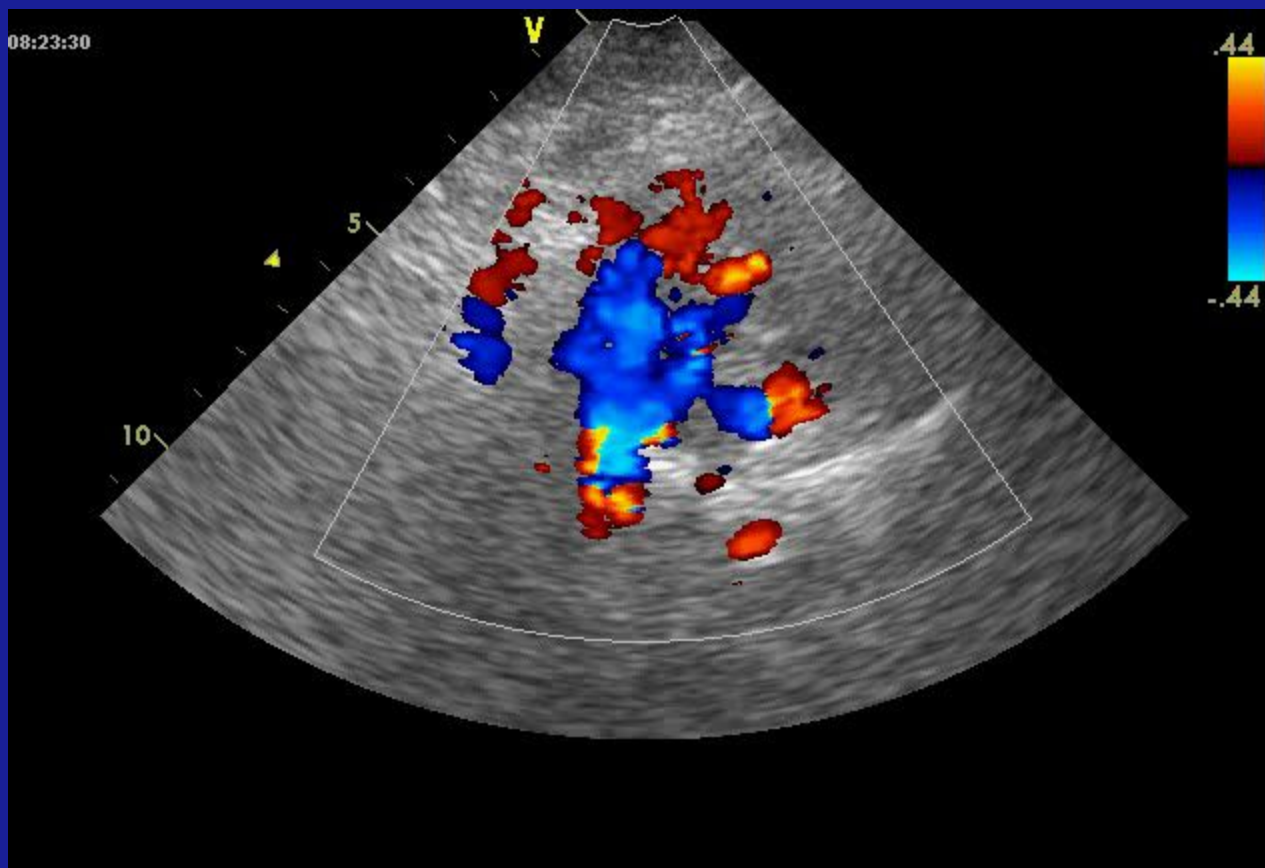
# ТЦДС при венозной внутричерепной гипертензии Доступ через большое затылочное отверстие



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 CO<sub>2</sub> (регистрируется капнографом)

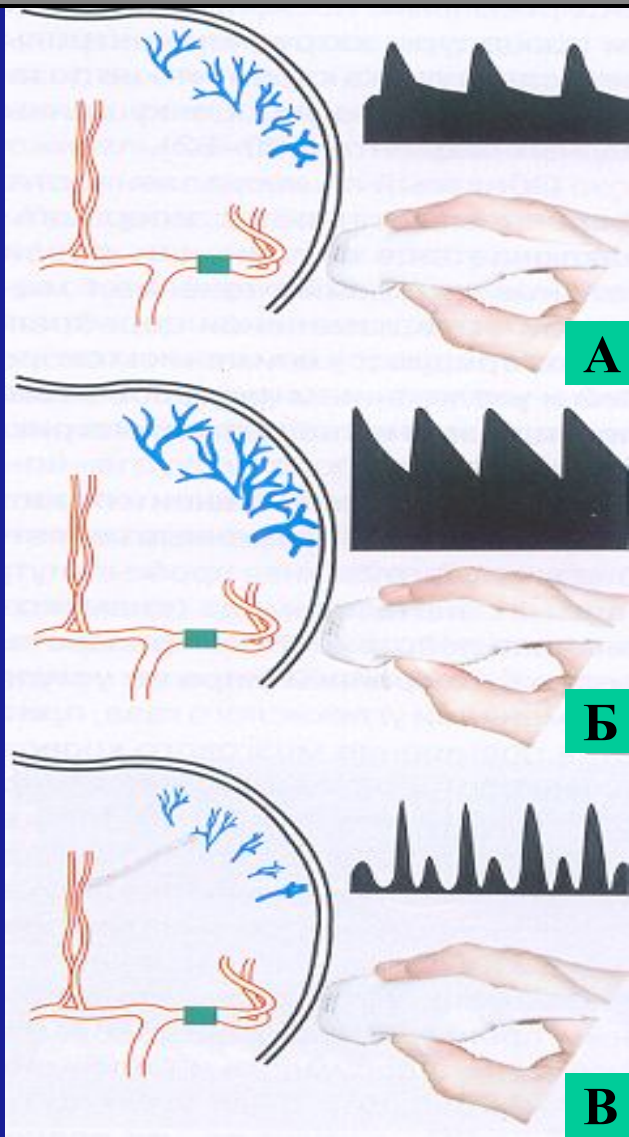
Ацетозоламид (диамокс) – внутривенно 1,0 г, действие оценивается через 3-5 минут

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 (СО<sub>2</sub>) 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

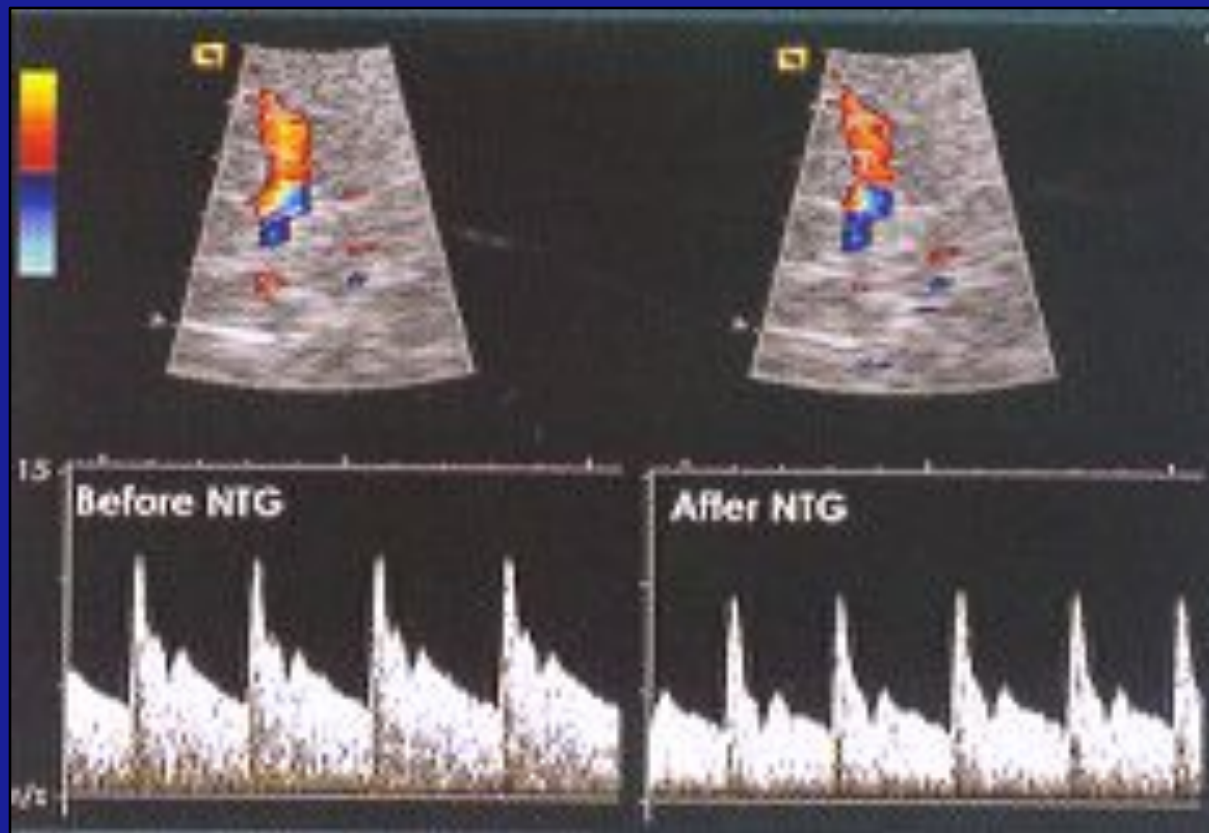
Д.Ю.Бархатов, 1992, Б.В.Гайдар, 1998

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

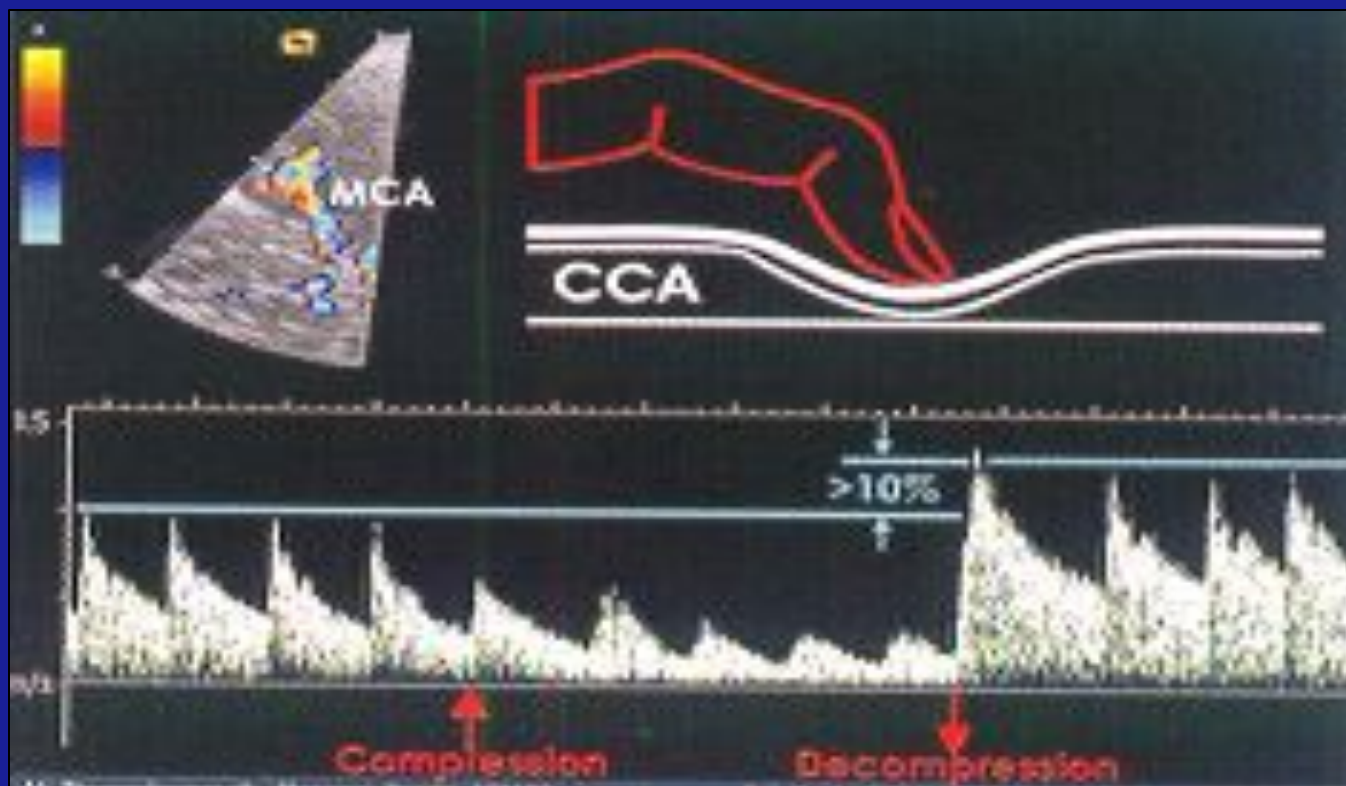
В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк, 1996



**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 H.Furst, 1994, H.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 <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		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

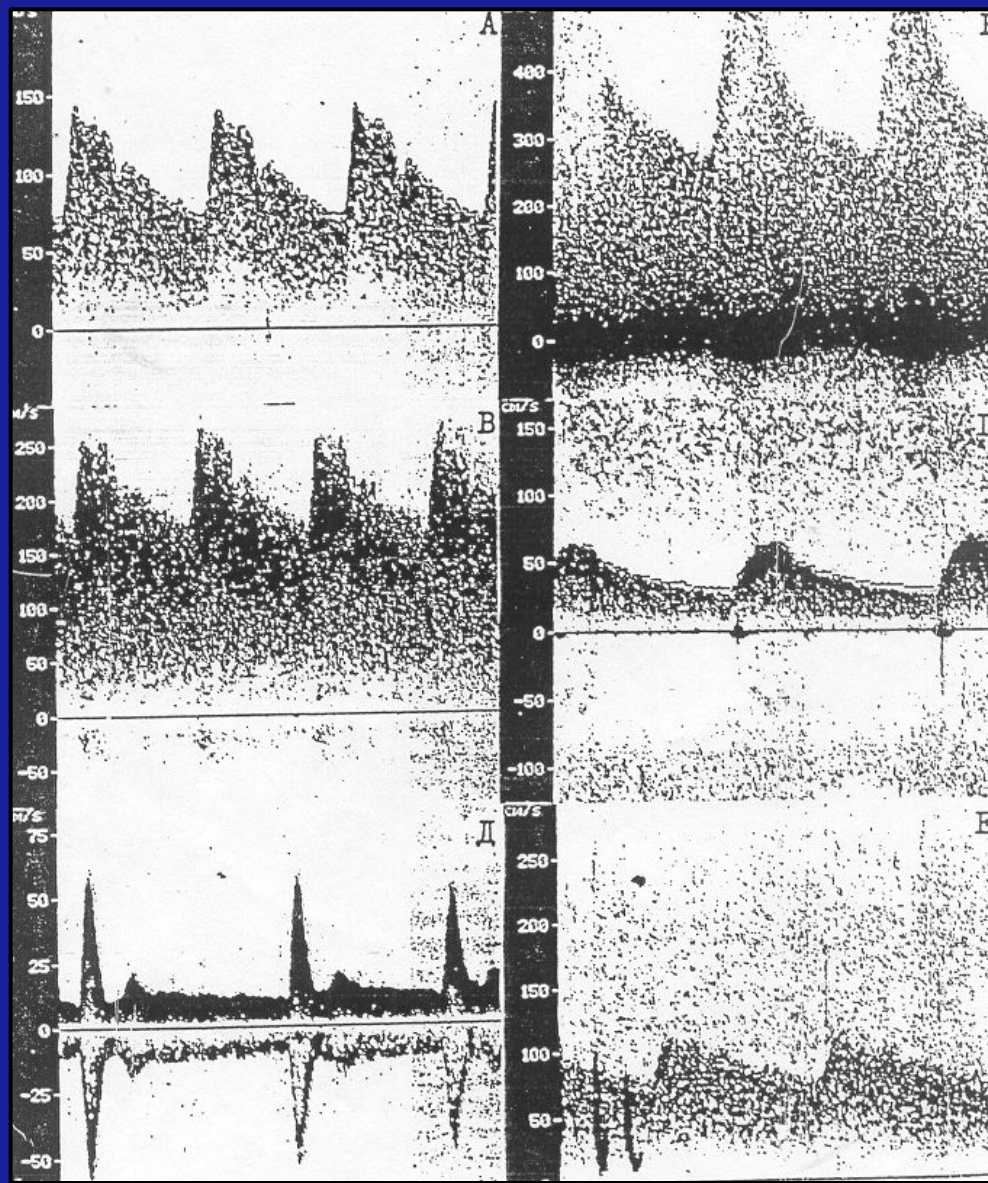
Статисти- ческий показатель	ИР при метаболической стимуляции		ИР при миогенной стимуляции		КВ метаб / миог	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа
mean±sd	1,2±0,1	1,14±0,06	1,2±0,16	1,27±0,1	0,97±0,1	0,96±0,1
min-max	1,1-1,3	1,04-1,26	1,13-1,4	1,12-1,4	0,78-1,1	0,76-1,06

**ИР - индекс реактивности**

**КВ - коэффициент варибельности**



# Образцы спектрограмм кровотока в артериях основания мозга при ТЦДС



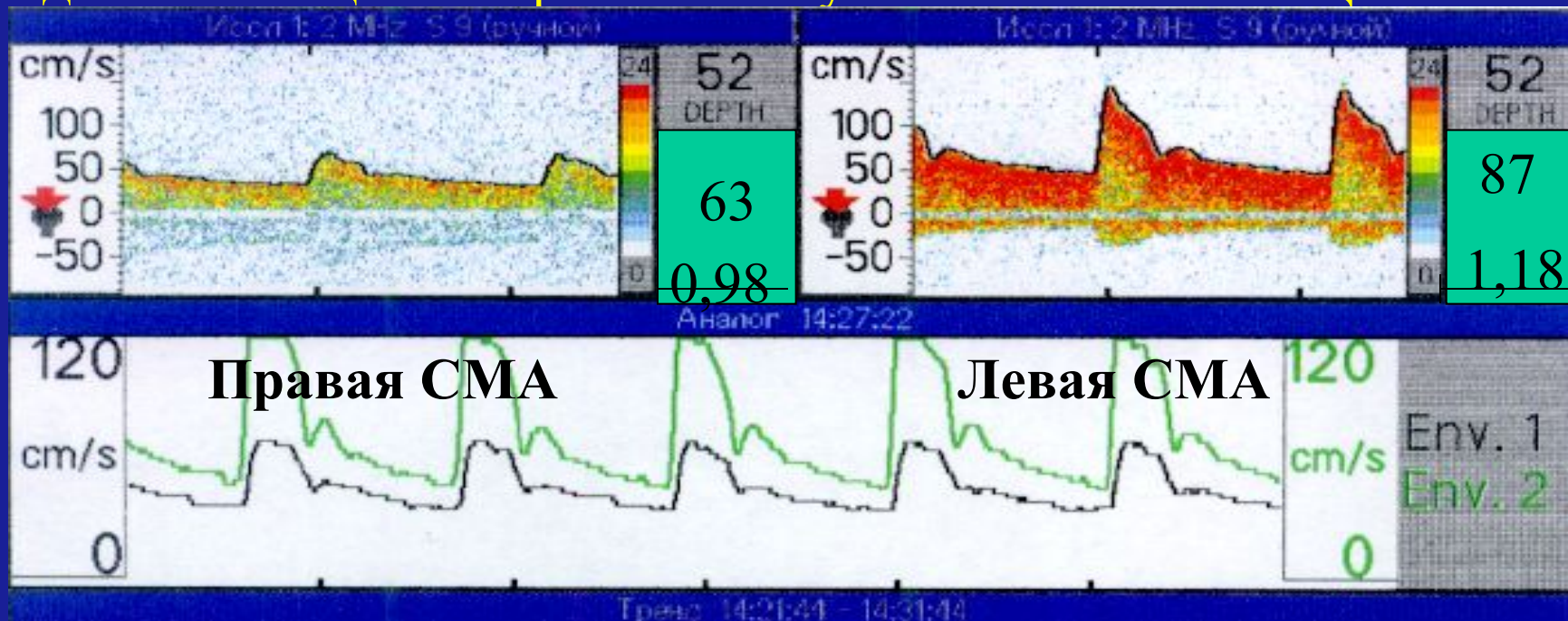
# Мониторинг мозговой гемодинамики методом транскраниальной доплерографии





## 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**

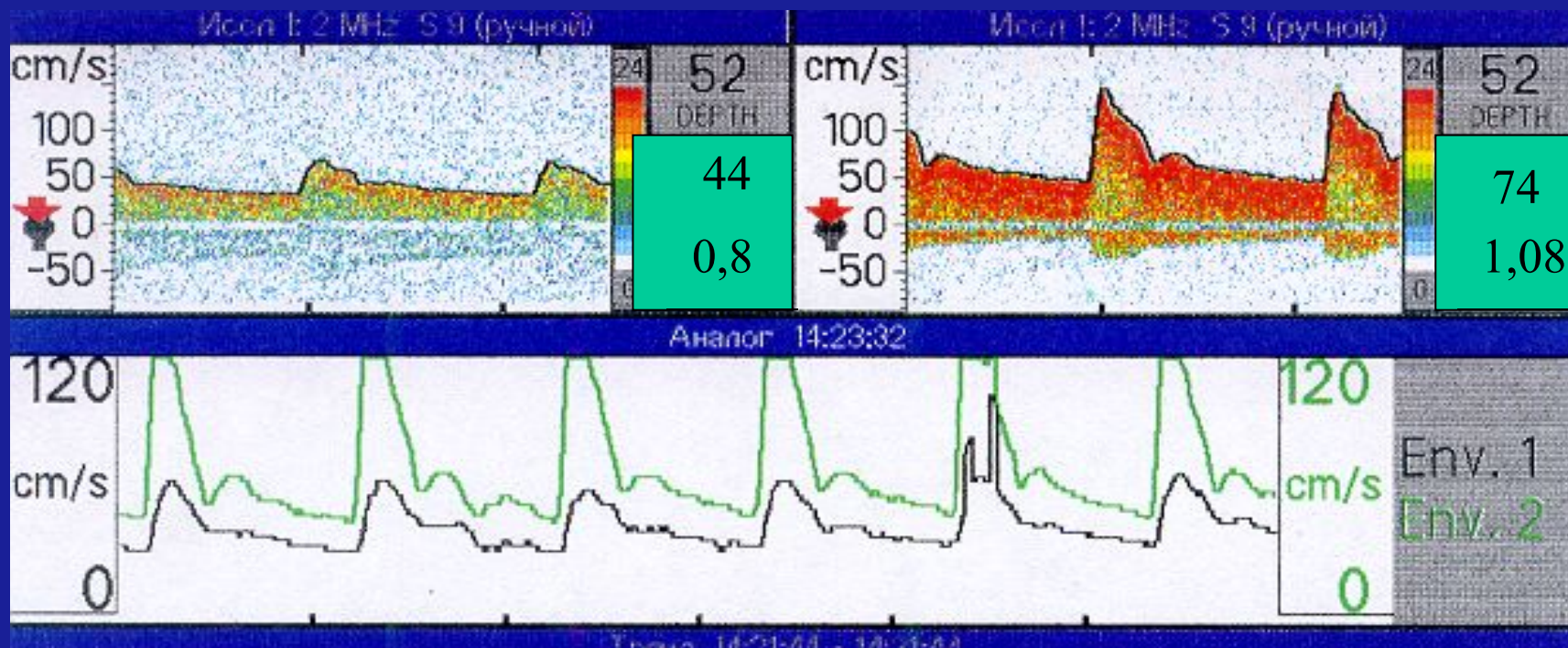
**РІ справа - 0,98;**

**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**

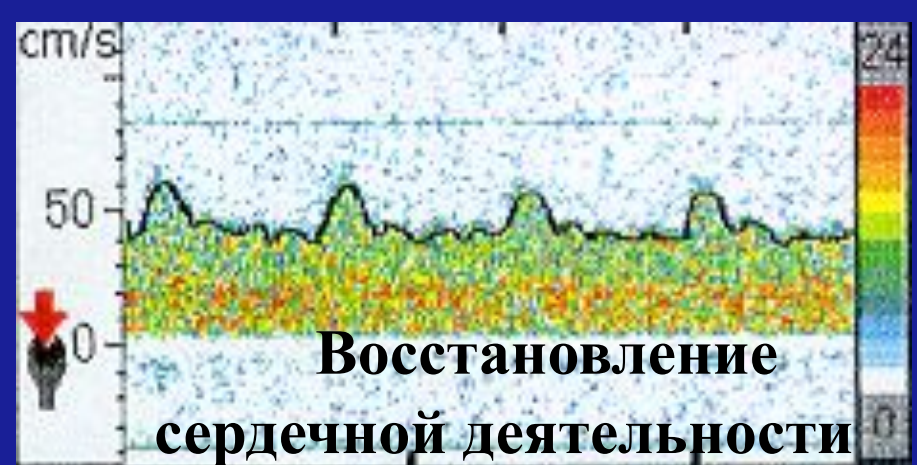
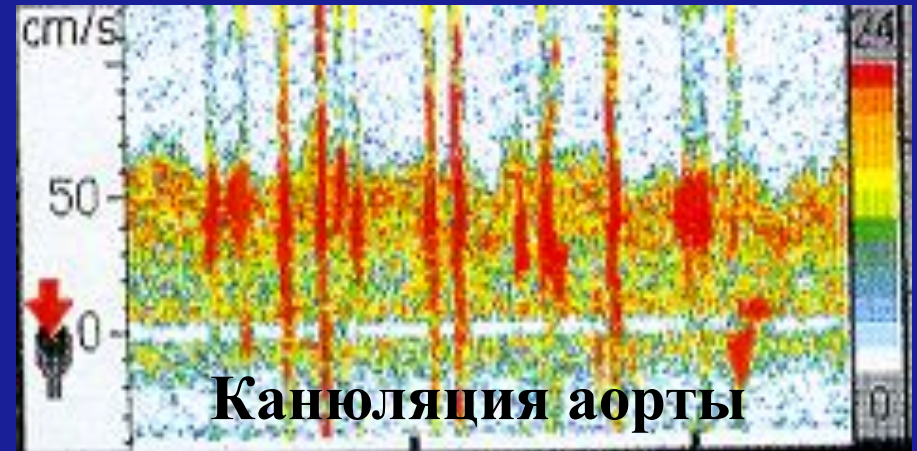
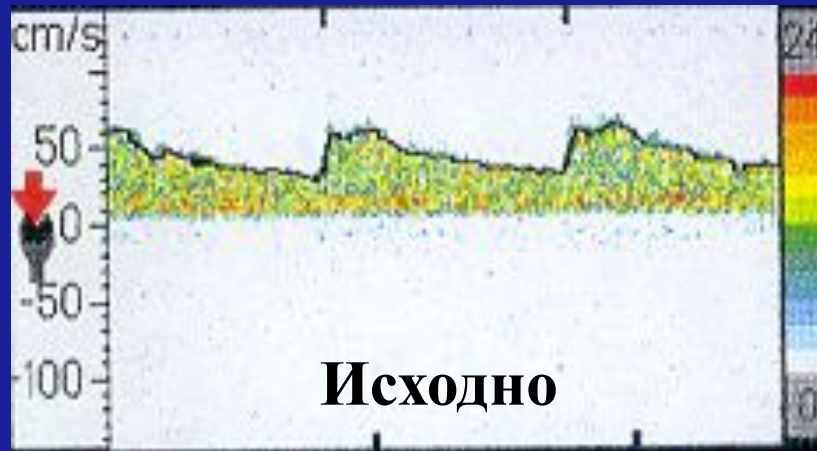
**PI справа - 0,8**

**PI слева - 1,08**

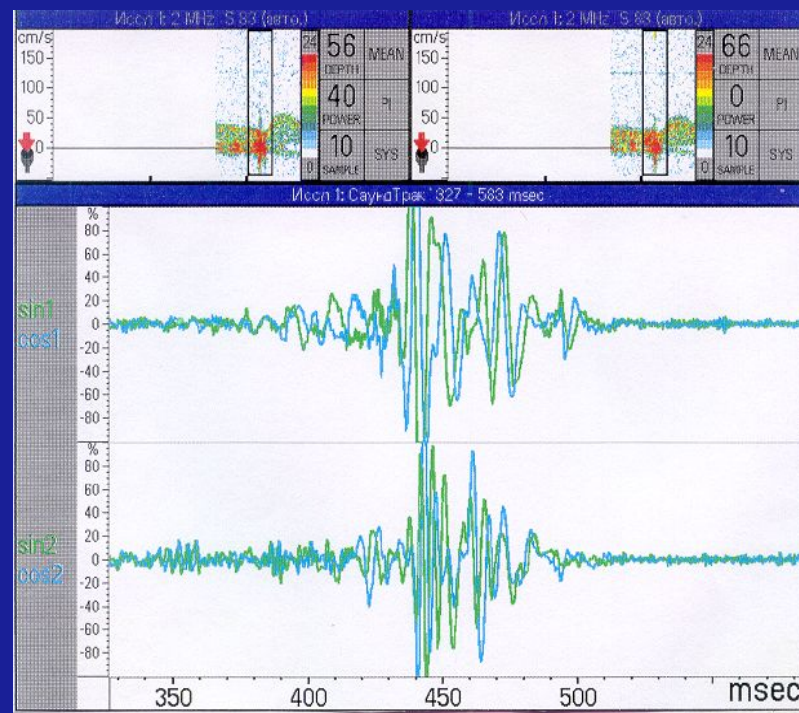
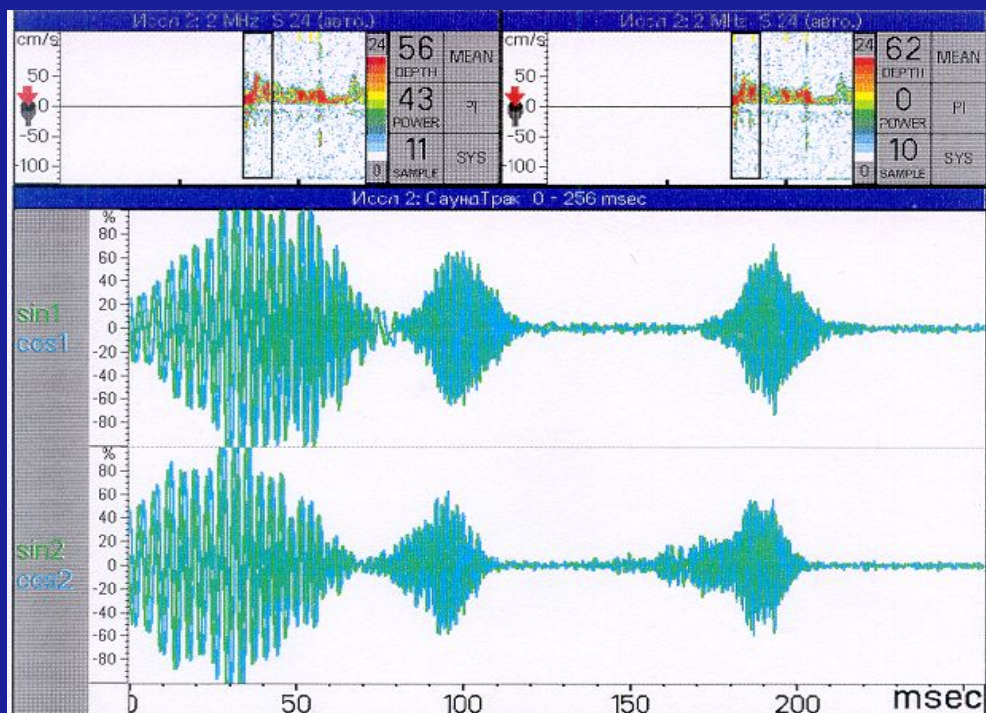
**Положительная (справа и слева) однонаправленная проба**



# 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.

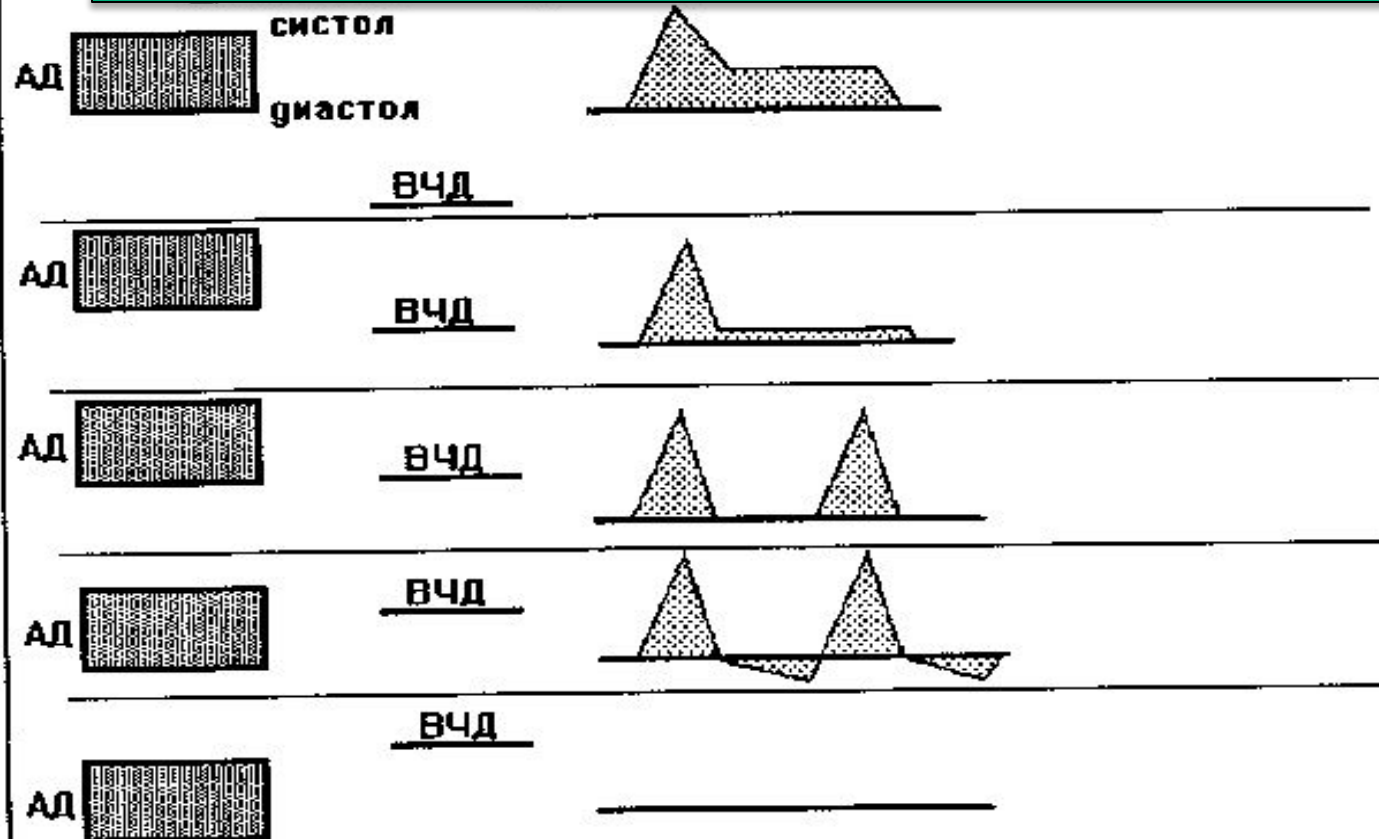
**Артефакты**



# 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

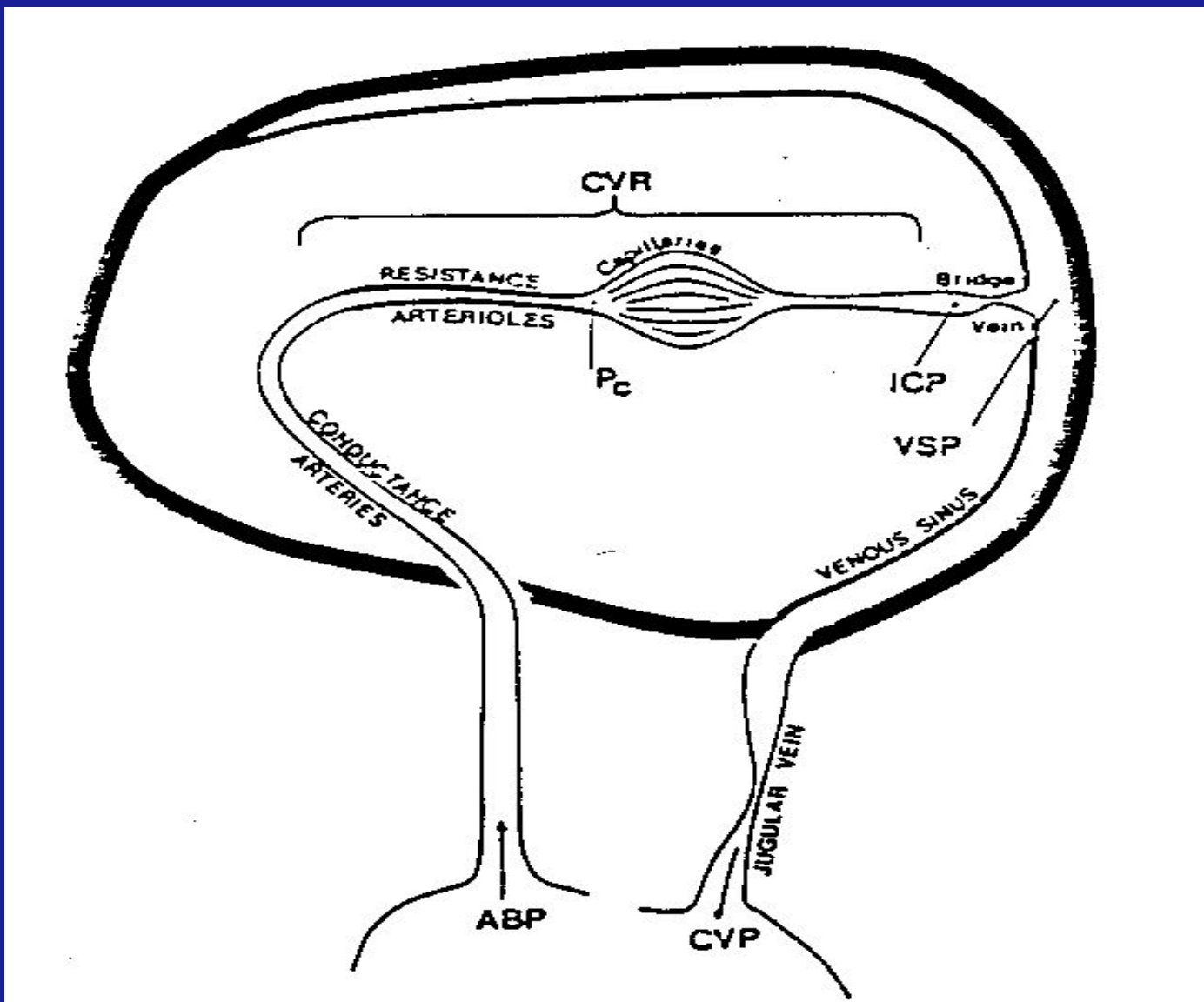




# ИЗМЕНЕНИЯ КРОВотоКА ПРИ ГРАДУАЛЬНОМ ПОВЫШЕНИИ ВЧД

- 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

# Изменение резистентности в сосудах мозга





*Благодарим за внимание!*