

Оглавление

Список сокращений	5
Предисловие	6
Благодарности	8
Посвящение	9
Форма протокола дуплексного сканирования артерий и вен головного мозга или транскраниального дуплексного сканирования	10
1. Анатомия внутричерепных отделов брахиоцефальных артерий	15
2. Транскраниальная доплерография и транскраниальное дуплексное сканирование сосудов головного мозга	21
3. Методика дуплексного сканирования внутричерепных сосудов – транскраниальное дуплексное сканирование сосудов головного мозга	27
4. Ультразвуковая характеристика нормы. Интракраниальные артерии и вены	37
5. Методика локации шейного сегмента внутренней сонной артерии	47
6. Сочетанное исследование экстра- и интракраниальных брахиоцефальных сосудов	49
6.1. G.43.0. Мигрень без ауры. G.43.1. Мигрень с аурой.	49
6.2. G45.0. Вертебрально-базилярная недостаточность.	66
6.3. G90.8, F45.3. Вегетососудистая дистония или вегетативная дисфункция	77
6.4. G44.2. Головные боли напряжения.	81
7. Методика локации артерий и вен глаза	87
8. Функциональные пробы при транскраниальном сканировании	93
8.1. Поворотная проба.	93
8.2. Особенности венозного церебрального кровотока	115
8.3. Функциональные пробы на венозную церебральную реактивность	116

9. Транскраниальное дуплексное сканирование артерий и вен головного мозга в норме и при различной патологии	121
9.1. Норма и патология вен головного мозга	131
9.2. Коллатеральное кровоснабжение головного мозга	145
9.3. Анастомозы	146
9.4. Характеристика средней мозговой артерии.	151
9.5. Характеристика передней мозговой артерии	151
9.6. Характеристика задней мозговой артерии.	153
10. Транскраниальное дуплексное сканирование артерий и вен головного мозга в различных возрастных группах взрослых	155
11. Транскраниальное дуплексное сканирование артерий и вен головного мозга у детей (5–18 лет)	169
11.1. Цереброваскулярный кровоток у детей. Дуплексное сканирование.	169
11.2. Особенности оценки церебрального кровотока у детей	170
12. Ультразвуковые критерии патологии артерий и вен	211
12.1. I67. Цереброваскулярная болезнь	211
12.2. Деформации и стенозы внечерепных отделов брахиоцефальных артерий.	225
12.3. Транскраниальное исследование при вазоспазме	228
12.4. Транскраниальное исследование при ишемическом и геморрагическом инсультах	236
12.5. Артериовенозная мальформация.	254
12.6. Аневризма интракраниальных артерий.	257
12.7. Нарушения венозного церебрального кровообращения	265
13. Синдром позвоночно-подключичного обкрадывания (стил-синдром).	269
14. Церебральная ангиодистония	273
Список литературы.	281
Тестовые задания для самоконтроля	284
Ответы к тестовым заданиям	292

3

Методика дуплексного сканирования внутричерепных сосудов – транскраниальное дуплексное сканирование сосудов головного мозга

Перед исследованием на датчик наносится звукопроводящий гель, который обеспечивает плотное соприкосновение поверхности датчика с кожей. Сканирование недоминантной рукой, умение сканировать обеими руками особенно полезно при работе у постели больного в отделении реанимации, где медицинское оборудование расположено вокруг кровати (Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018). При проведении локации через височную кость (транстемпоральный доступ) наиболее удобным является положение больного лежа на спине на невысокой подушке (рис. 8). М.В. Шумилина (2019) указывает, что мы принципиально придерживаемся традиции

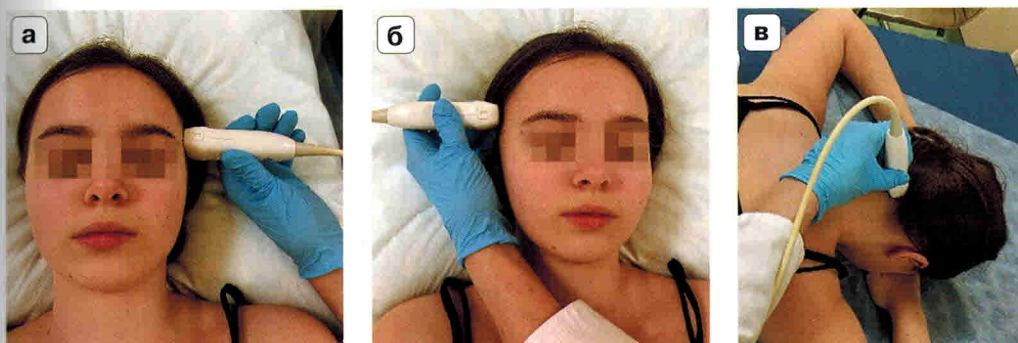


Рис. 8. Методика локации через височную кость сосудов бассейна внутренней сонной артерии (средних и передних мозговых артерий, передней соединительной артерии, средней мозговой вены) (а, б) и вертебрально-базилярного бассейна (задних мозговых и задних соединительных артерий, вен Розенталя, вены Галена) (в). Исследование проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц. Датчик устанавливается с направлением контрольного объема на переносицу пациента. Методика трансфोरаминальной локации сосудов вертебрально-базилярного бассейна (позвоночных и основной артерий, артерий, кровоснабжающих мозжечок) (в). Исследование проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц. Датчик устанавливается с направлением контрольного объема на метку аппарата (в левый угол экрана монитора).

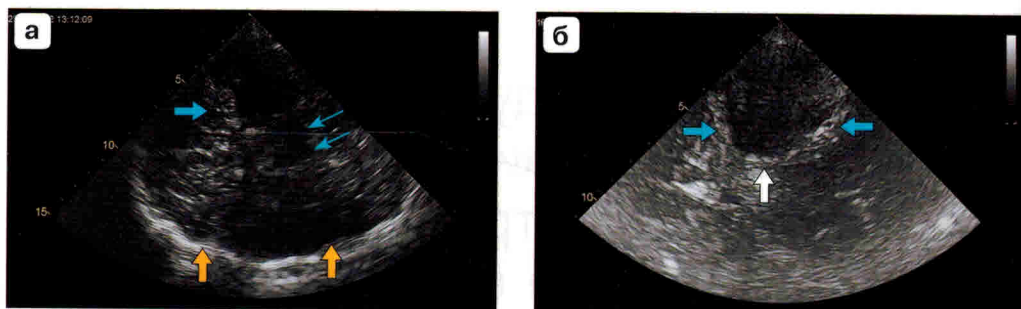


Рис. 9. Исследование артерий основания мозга в В-режиме через височную кость при аксиальном сечении (направленном через средний мозг) с отчетливой локацией гипозоногенных ножек мозга (тонкие голубые стрелки). Гиперэхогенное малое крыло клиновидной кости формирует границу средней черепной ямки и является ее главным ориентиром (крупная голубая стрелка). Костные структуры черепа контралатерального к положению датчика полушария (крупные желтые стрелки). Исследование ТКДС в В-режиме проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц (**а**). Исследование артерий (ТКДС в В-режиме для локации сосудов вертебрально-базилярного бассейна, артерий мозжечка) через гипозоногенное большое затылочное отверстие (трансфораминальный доступ) (голубые стрелки) с локацией костных структур вокруг большого затылочного отверстия (белая стрелка). ТКДС проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц, который устанавливается с направлением контрольного объема на метку аппарата (в левый угол экрана монитора) (**б**).

русской терапевтической школы: во время обследования видеть лицо и глаза пациента. Оптимальное расположение пациента для проведения исследования и комфортное положение обследуемого обязательно должны сочетаться (Хатчинсон С.Дж., Холмс К.К., 2018).

В начале исследования производится поиск структур интракраниальных отделов головного мозга в виде четкого ультразвукового сигнала в доплеровском В-режиме. Основным для исследования артерий виллизиева круга является аксиальное сечение через средний мозг – поперечный срез мозга по его длинной оси. Оно отражает: спереди – лобные структуры; сзади – затылочные; левое и правое полушария – ближе и дальше от датчика. Правильность сечения оценивают по отчетливой локации ножек мозга в виде симметрично расположенных гипозоногенных структур в форме «бабочки» или «восьмерки». Основание черепа имеет высокую эхоплотность. Гиперэхогенные малые крылья каменистой и клиновидной костей формируют границу средней черепной ямки и являются ее главными ориентирами (рис. 9).

ТКДС с ЦДК или энергетическим картированием кровотока сосудов основания мозга проводится секторным, фазированным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц через три основных доступа (окна), где ультразвуковой луч проходит с минимально возможными потерями энергии: транстемпоральный – через височную кость (для локации СМА, ПМА, ЗМА, ЗСА, средней мозговой вены (СМВ), базальных вен Розенталя и вены Галена); трансфораминальный – через большое затылочное отверстие (для получения изображения ПА, ОА, мозжечковых артерий); субокципитальный или затылоч-

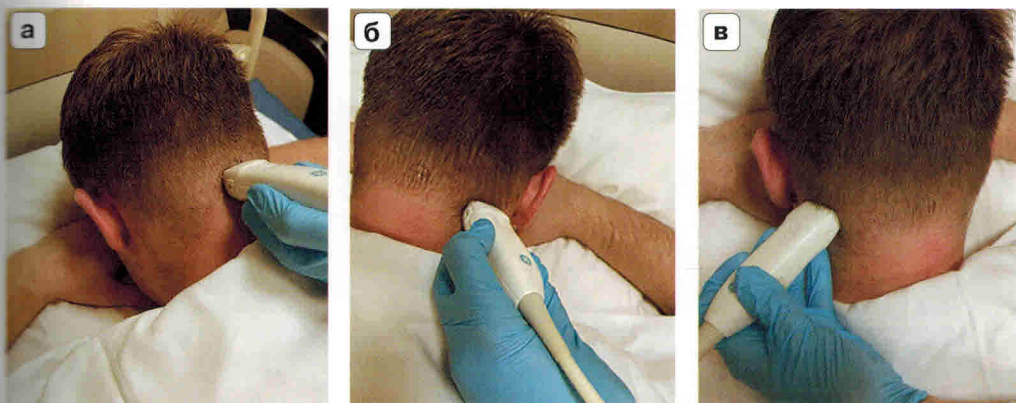


Рис. 10. Методика локации через большое затылочное отверстие (трансфораминальный доступ) сосудов вертебрально-базилярного бассейна (позвоночных и основной артерий, артерий, кровоснабжающих мозжечок) (а). Методика субокципитальной локации сосудов вертебрально-базилярного бассейна (б, в). Исследования проводятся секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц. Датчик устанавливается с направлением контрольного объема на метку аппарата (в левый угол экрана монитора).

ный доступ (через затылочные кости черепа) на середине расстояния между сосцевидным отростком (*processus mastoideus*) и большим затылочным отверстием (для локации дистальных отделов ПА, ОА, мозжечковых артерий; прямого синуса) (Кунцевич Г.И., 2006) (рис. 8, 10).

Транстемпоральное (височное) окно располагается над скуловой дугой и представляет собой участок истончения чешуи височной кости (рис. 11). Различают переднее (дистальнее примерно 1,0 см от наружного угла глаза), заднее (выше и кпереди от козелка) и среднее (между ними) транстемпоральные окна. В режиме ТКДС с цветовым картированием кровотока получают оптимальную визуализацию артерий виллизиева круга. При затруднении локации используют аксиальное сечение из супрааурикулярного доступа, для чего датчик располагают над ушной раковиной. Из транстемпорального аксиального сечения удастся визуализировать спектрограммы кровотока М1- и М2-сегментов СМА, А1-сегмента ПМА, Р1- и Р2-сегментов ЗМА. При хорошей доступности или патологической активации коллатерального кровообращения определяются и коммуникантные артерии. На глубине 56–65 мм регистрируется область деления ВСА – бифуркация, или каротидный сифон, деление на СМА и ПМА, где всегда определяется двунаправленный сигнал (см. рис. 6 в главе 2).

Параллельно СМА располагается СМВ с ретроградным направлением спектрограммы ПСС кровотока и синей цветовой картограммой. Прямой синус представляет собой окрашенную в синий цвет точечную структуру, расположенную в дорсальной части срединной линии. Кпереди от прямого синуса в среднедорсальной части промежуточного мозга определяется окрашенная синим цветом тубулярная структура – большая вена мозга, или вена Галена, которая сливается из двух вен Розенталя (рис. 12).

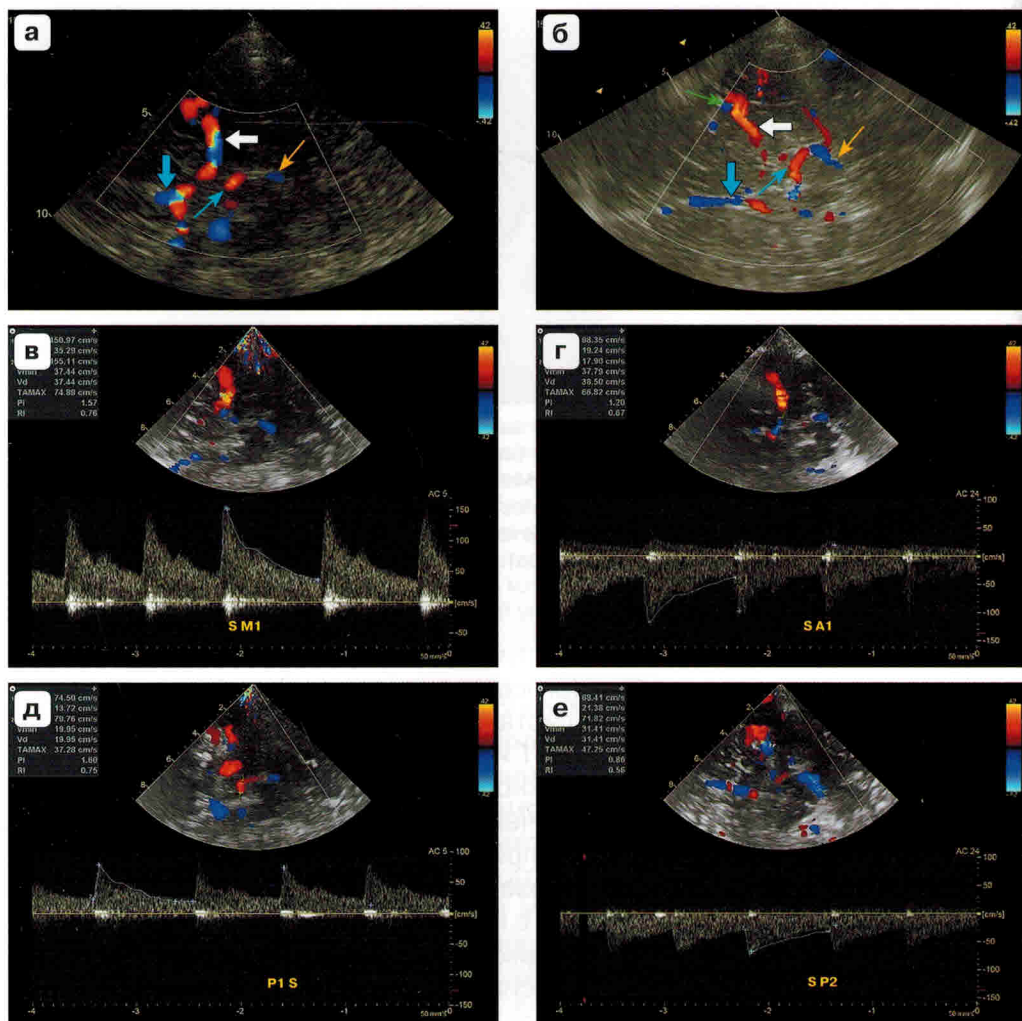


Рис. 11. ТКДС артерий и вен основания мозга с цветовой доплеровской картограммой кровотока и САДС. Локация через чешую височной кости (транстемпоральный доступ) сосудов каротидного бассейна виллизиева круга в режиме ЦДК (а, б) и САДС (в–е). Исследование проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц. Датчик устанавливается с направлением контрольного объема на переносицу пациента. В В-режиме определяется гиперэхогенное малое крыло клиновидной кости, вдоль которого лоцируются М1- и М2-сегменты средних мозговых артерий (а, б) (белая стрелка).

В режиме САДС в М1-сегменте ПСС кровотока 155 см/с, PI – 1,57, RI – 0,76 (в) и в А1-сегменте передней мозговой артерии ПСС 118 см/с, PI – 1,2, RI – 0,67 (г). Передняя соединительная артерия (крупная голубая стрелка на а, б) и задние мозговые артерии (ЗМА) огибают ножки мозга, Р1-сегмент ЗМА с ПСС 80 см/с, PI – 1,6, RI – 0,75 (д) (тонкая голубая стрелка на а, б), Р2-сегмент ЗМА с ПСС 72 см/с, PI – 0,86, RI – 0,56 (е) (тонкая желтая стрелка на а, б). Средняя мозговая вена (зеленая стрелка на б).

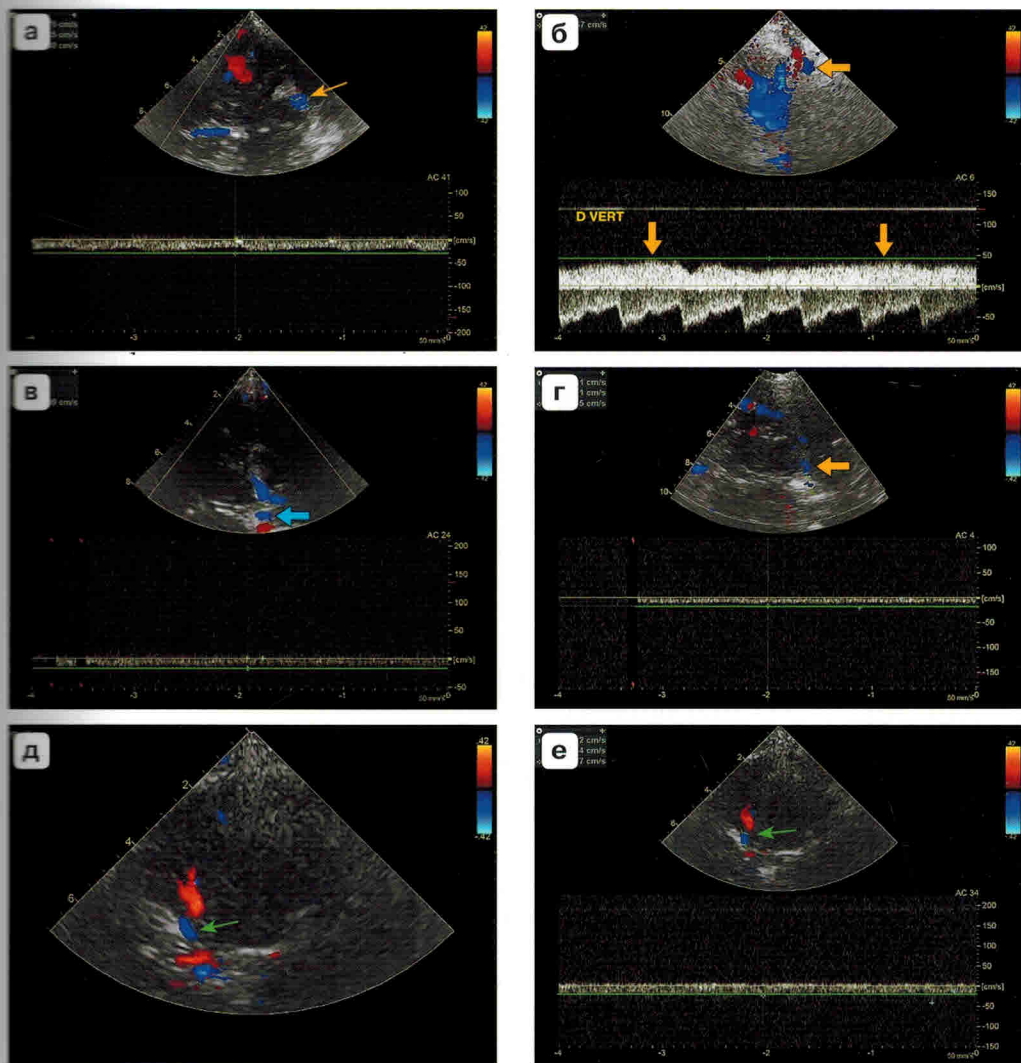


Рис. 12. ТКДС артерий и вен основания мозга с цветовой доплеровской картограммой кровотока и САДС. Локация вен головного мозга. Исследование проводится секторным датчиком с частотой 2,0–2,5 МГц. Датчик устанавливается с направлением контрольного объема на переносицу пациента. Внутренние вены мозга – вены Розенталя, обгибают ножки мозга на глубине 55–60 мм слева и справа (определяются в проекции Р2-сегментов задних мозговых артерий) с увеличенной по сравнению с нормой ПСС – 30 см/с (тонкая желтая стрелка) (а). Большая вена мозга (вена Галена) лоцируется на глубине 70–75 мм при слиянии двух вен Розенталя (левой и правой) с нормальной ПСС – 17 см/с (крупная желтая стрелка) (г). Краевой синус (паравerteбральная вена) расположен вокруг большого затылочного отверстия с ПСС 45 см/с (крупные желтые стрелки) (б). Прямой синус – точечная венозная структура, которая лоцируется на глубине 80–90 мм (крупная голубая стрелка) с ПСС 17 см/с (в). Средняя мозговая вена, цветовая доплеровская картограмма синего цвета (тонкая зеленая стрелка на д, е), располагается параллельно средней мозговой артерии (д), при САДС с ПСС 24 см/с (е).

10

Транскраниальное дуплексное сканирование артерий и вен головного мозга в различных возрастных группах взрослых

ТКДС – диагностический авторитетный неинвазивный метод визуализации интракраниальных артерий, позволяющий быстро идентифицировать сосуд и получить параметры, характеризующие его функциональное состояние. Данная ультразвуковая технология была значительно усовершенствована в последние несколько лет и теперь с ее помощью возможно визуализировать не только сосудистые структуры, но и паренхиму мозга (Цвибель В.Дж., Пеллерито Д.С., 2008). При исследовании методикой ТКДС выявляются также возрастные особенности артериального мозгового кровотока. Такие заболевания, как дисциркуляторная энцефалопатия и церебральная ангиодистония, проявляются асимметрией ПСС в симметричных участках одноименных артерий и индексов, характеризующих уровень периферического сосудистого сопротивления. Нарушение венозного оттока любого генеза сопровождается застоем венозной крови и развитием внутричерепной гипертензии. На интракраниальном уровне это проявляется увеличением ПСС в венах и синусах мозга (рис. 60, 61-1, 61-2, 62-1, 62-2).

Показания к применению ТКДС (Куликов В.П., 2023):

- Стеноз и окклюзия сонных и позвоночных артерий. Для оценки эффективности и путей коллатеральной компенсации мозгового кровотока, прогнозирования риска инсульта.
- Стеноокклюзирующие поражения интракраниальных артерий с оценкой локализации и гемодинамической значимости.
- Аномалии интракраниальных артерий. Для исключения внутричерепных аневризм и артериовенозных мальформаций.
- Ишемический инсульт. Для мониторингирования реканализации интракраниальных артерий в острейшем периоде атеротромботического инсульта.
- Геморрагический инсульт. Для динамического контроля церебрального вазоспазма.
- Внутричерепная гипертензия, тромбоз венозных синусов, головные боли. Для характеристики нарушений венозного оттока.

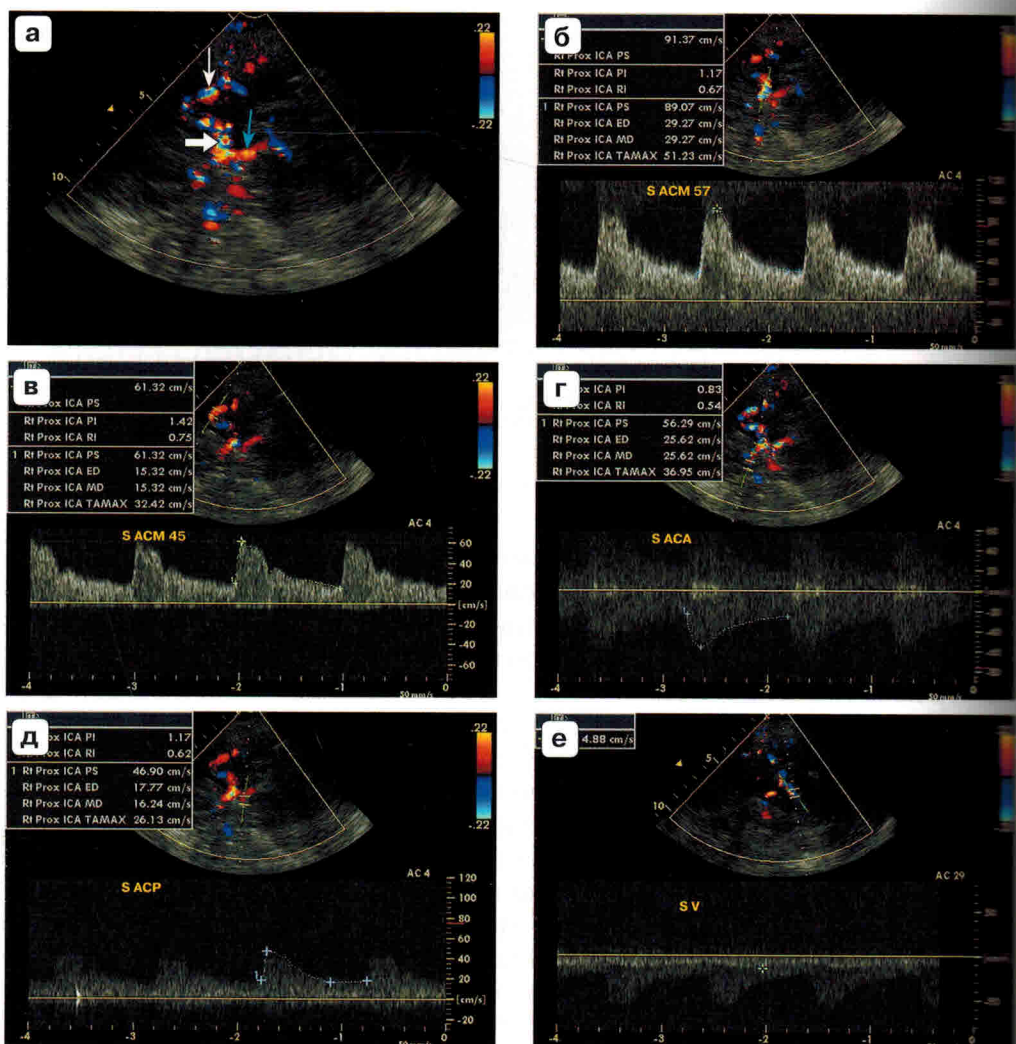


Рис. 60. Пациент Р., 60 лет. Диагноз: I11. Гипертензивная болезнь сердца. Жалобы на частые головные боли. ТКДС артерий и вен основания мозга с цветовой доплеровской картиной кровотока и САДС (а-е). а – ТКДС артерий основания мозга слева: М1-сегмент средней мозговой артерии (СМА) (крупная белая стрелка), М2-сегмент СМА (тонкая белая стрелка), передняя мозговая артерия (ПМА), задняя мозговая артерия (ЗМА), задняя соединительная артерия (ЗКоА) (тонкая голубая стрелка).

Образец заключения № 43 к рис. 60 а–е**ТРАНСКРАНИАЛЬНОЕ ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ
АРТЕРИЙ И ВЕН ОСНОВАНИЯ МОЗГА
С ЦВЕТОВЫМ КАРТИРОВАНИЕМ КРОВОТОКА**

Показатели гемодинамики артерий и вен основания мозга: пиковая систолическая скорость (ПСС) кровотока, индекс Гослинга (PI).

1. **б** – М1-сегмент левой СМА (на глубине 57 мм)

(норма: ПСС – 34–48,0 см/с, по Цвибелю В.Дж., Пеллерито Д.С.)

(норма: PI – 0,69–0,97; RI – 0,5–0,58, по Куликову В.П.):

ПСС – **91 см/с**; PI – **1,17**; RI – **0,67**.

в – М2-сегмент левой СМА (на глубине 45 мм):

ПСС – **61 см/с**; PI – **1,42**; RI – **0,75**.

2. **г** – А1-сегмент левой ПМА (на глубине 70 мм)

(норма: ПСС – 32,4–43,7 см/с; PI – 0,71–0,97; RI – 0,5–0,6):

ПСС – **56 см/с**; PI – 0,83; RI – 0,54.

3. **д** – Р1-сегмент левой ЗМА (на глубине 60 мм)

(норма: ПСС – 28,1–43,9 см/с; PI – 0,71–0,93; RI – 0,51–0,55):

ПСС – **47 см/с**; PI – **1,17**, RI – **0,62**.

4. **е** – левая глубокая (основная) вена Розенталя (норма: ПСС – 18–21 см/с, по Кунцевич Г.И.) – на глубине 70 мм ПСС 15 см/с и умеренная фазность спектрограммы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Увеличение скоростных показателей кровотока по сравнению с возрастной нормой в левых М1- и М2-сегментах средней мозговой артерии, в А1-сегменте передней мозговой артерии и Р1-сегменте задней мозговой артерии, что, очевидно, обусловлено наличием дисциркуляторной энцефалопатии.

2. Увеличение индексов, характеризующих уровень мозгового (периферического) сосудистого сопротивления, по сравнению с возрастной нормой в левых М1- и М2-сегментах средних и Р1-сегменте задней мозговых артерий; соответствуют возрастной норме индексы в А1-сегменте левой передней мозговой артерии, что, очевидно, обусловлено наличием дисциркуляторной энцефалопатии.

3. Скоростные показатели кровотока в левой базальной (основной) вене Розенталя – умеренно снижены по сравнению с возрастной нормой. Признаков венозной внутричерепной гипертензии не выявлено.

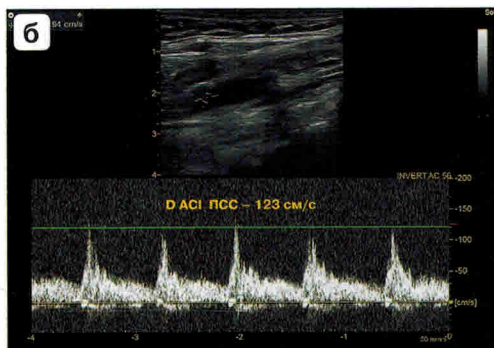
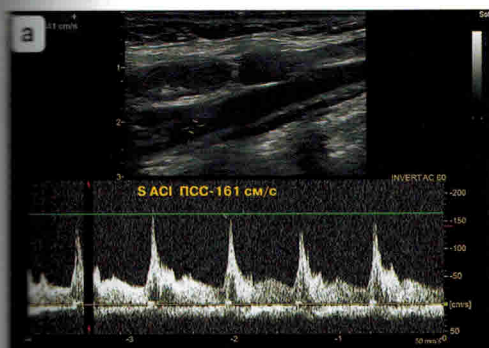


Рис. 61-1. Пациентка К., 29 лет. Диагноз: I10. Эссенциальная (первичная) гипертензия. Жалобы на частые головные боли. ДС внечерепных отделов брахиоцефальных артерий в В-режиме с САДС (а–к).

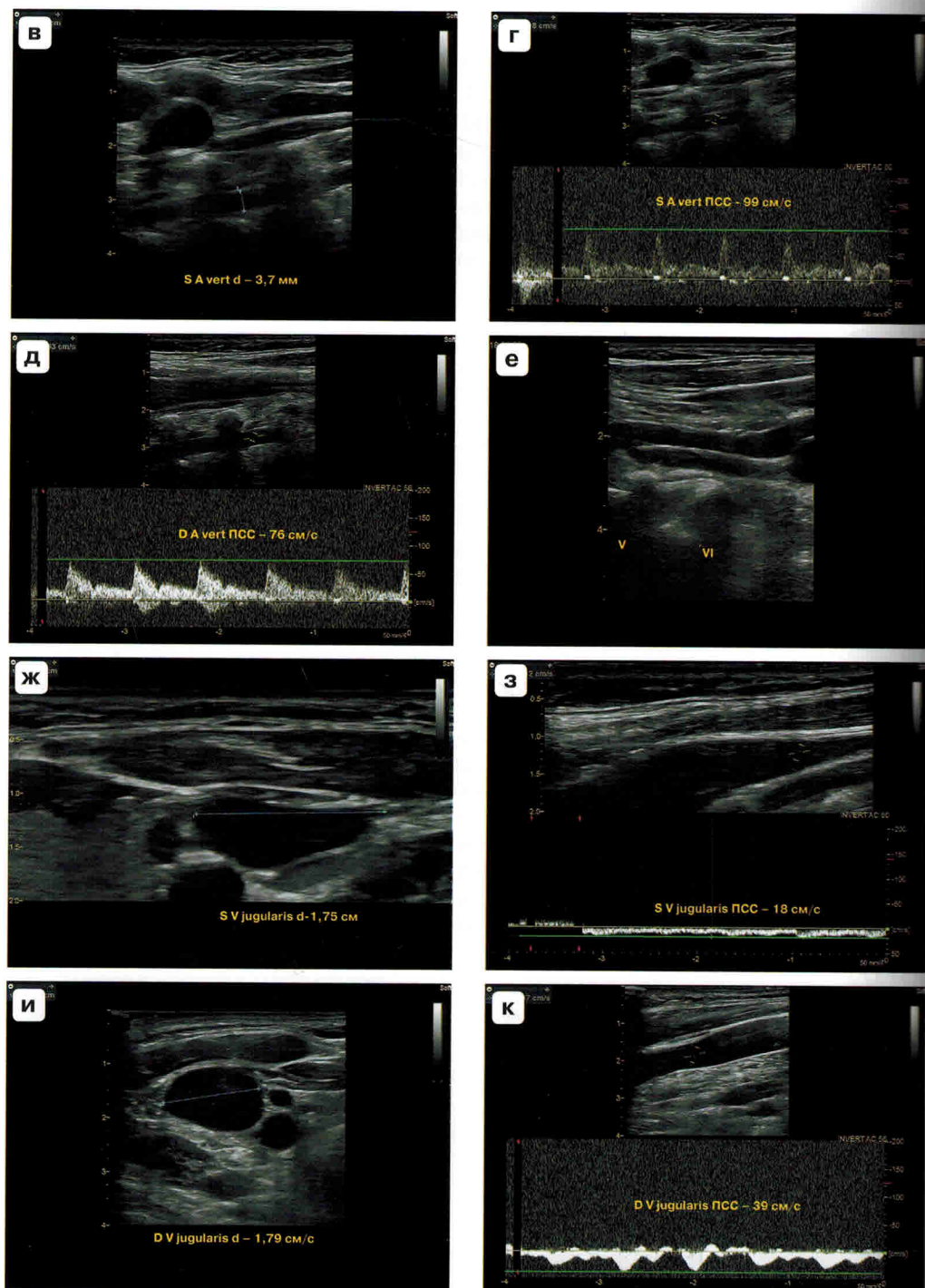


Рис. 61-1 (окончание). в – измерение диаметра левой позвоночной артерии (крестики); ж, и – измерение диаметров внутренних яремных вен в продольной проекции (крестики).

Образец заключения № 44 к рис. 61-1 а–к**ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ВНЕЧЕРЕПНЫХ ОТДЕЛОВ
БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ**

1. Комплекс интима-медиа (КИМ) общих сонных артерий 0,7 мм, интима ровная, дифференциация на слои не нарушена (возрастная норма КИМ 0,7 мм).

а, б – ПСС кровотока по внутренним сонным артериям:

слева – **161 см/с**; справа – **123 см/с**.

2. **в, г, д, е** – ход позвоночных артерий между поперечными отростками шейных позвонков ровный. Вариант входа позвоночных артерий в костный канал на уровне поперечных отростков V шейного позвонка (норма – на уровне VI).

в, г, д – ПСС по позвоночным артериям в интравертебральном отделе:

слева – **99 см/с**; справа – **76 см/с**.

в – диаметр позвоночных артерий между поперечными отростками шейных позвонков не сужен: слева – **3,7 мм**; справа – **4,3 мм**.

3. **ж, з, и, к** – внутренние яремные вены не расширены: слева – **1,8 см** с ПСС **18 см/с**; справа – **1,8 см** с ПСС **39 см/с**, вены проходимы, кровоток: слева – **фазный**; справа – **двухфазный**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Ход позвоночных артерий между поперечными отростками шейных позвонков ровный. Вариант входа позвоночных артерий в костный канал на уровне поперечных отростков V шейного позвонка (норма – на уровне VI).

2. Внутренние яремные вены не расширены, проходимы. Признаки дисциркуляции по правой внутренней яремной вене.

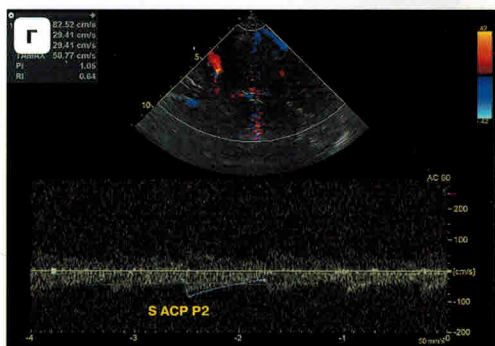
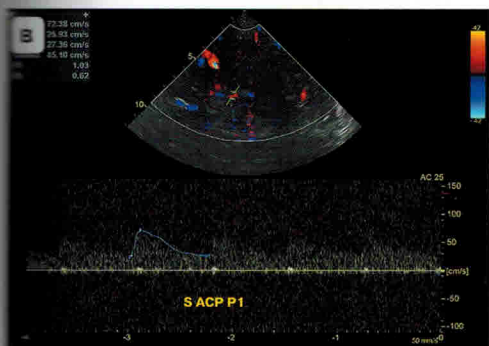
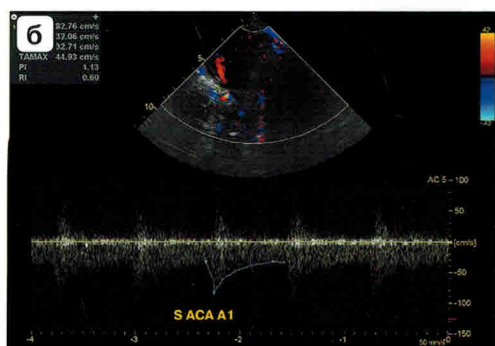
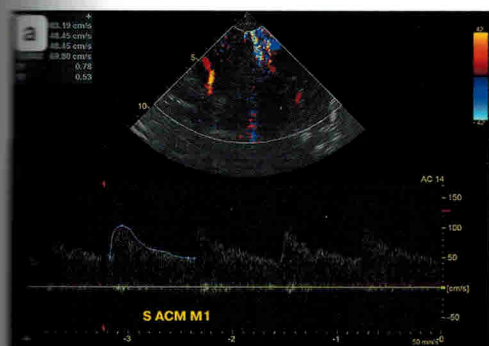


Рис. 61-2. ТКДС артерий и вен основания мозга в В-режиме с цветовой доплеровской картограммой кровотока и САДС (**а–м**).

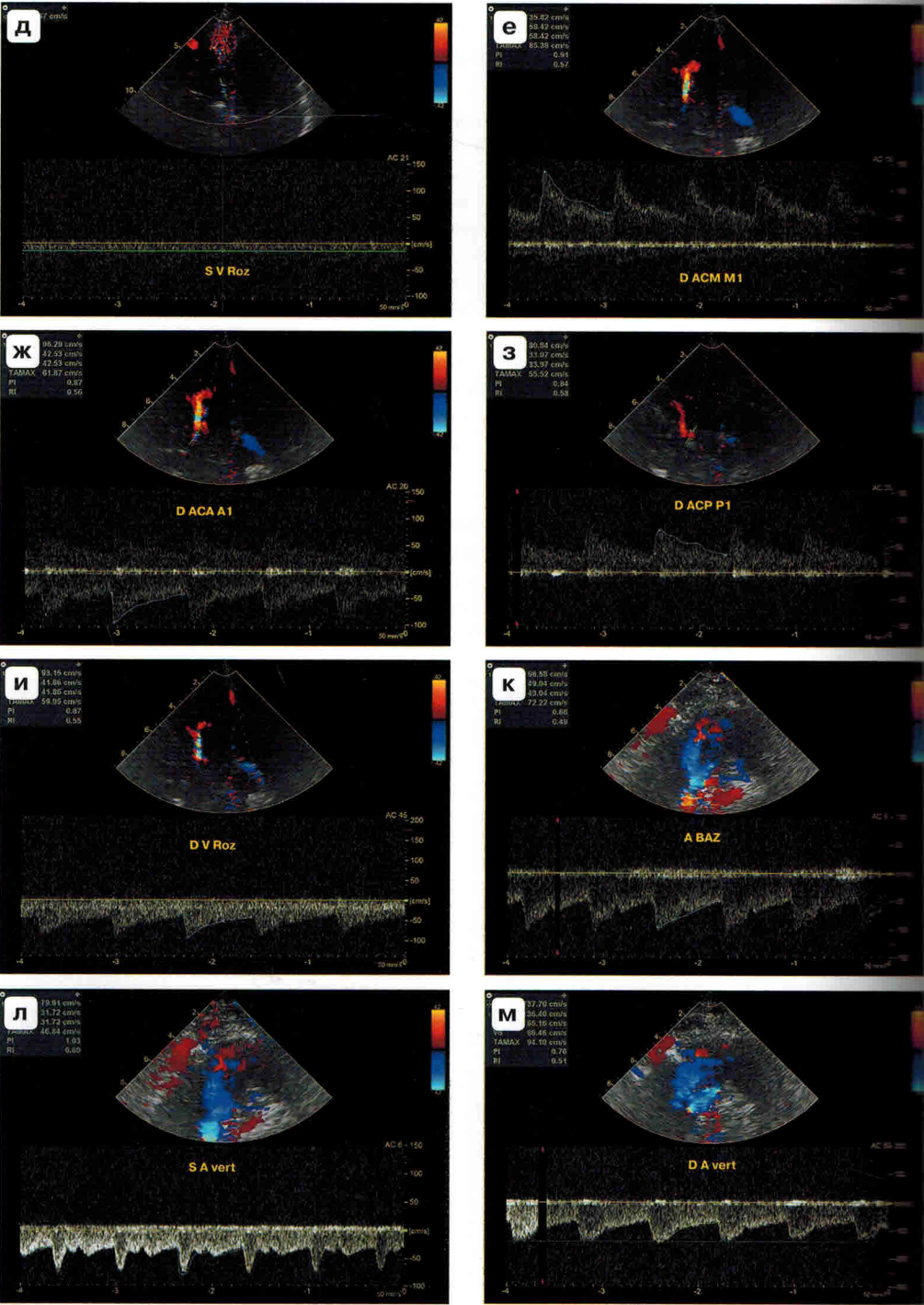


Рис. 61-2 (окончание).

Образец заключения № 45 к рис. 61-2 а–м**ТРАНСКРАНИАЛЬНОЕ ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ
АРТЕРИЙ И ВЕН ОСНОВАНИЯ МОЗГА**

Показатели гемодинамики артерий и вен основания мозга:

пиковая систолическая скорость (ПСС) кровотока, индекс Гослинга (PI).

Средние мозговые артерии, М1-сегменты (на глубине: слева – 5,7 см; справа – 5,5 см)

(норма: ПСС – 90–109 см/с; PI – 0,7–0,94, по Кунцевич Г.И.):

ПСС слева – 103 см/с; ПСС справа – **136 см/с**;

PI слева – 0,78; PI справа – 0,91.

Передние мозговые артерии, А1-сегменты (на глубине: слева – 6,7 см; справа – 6,4 см)

(норма: ПСС – 63,9–78 см/с; PI – 0,63–1,27):

ПСС слева – **83 см/с**; ПСС справа – **90 см/с**;

PI слева – 1,13; PI справа – 0,87.

Задние мозговые артерии, Р1-сегменты (на глубине: слева – 6,2 см; справа – 6,1 см)

(норма: ПСС – 57,4–75 см/с; PI – 0,78–0,96):

ПСС слева – 72 см/с; ПСС справа – **81 см/с**;

PI слева – **1,03**; PI справа – 0,84;

Задние мозговые артерии, Р2-сегменты (на глубине: слева – 6,2 см; справа – 6,7 см):

ПСС слева – **83 см/с**; ПСС справа – **93 см/с**;

PI слева – **1,05**; PI справа – 0,87.

Позвоночные артерии (на глубине: слева – 5,9 см; справа 6,0 см)

(норма: ПСС – 36,8–66 см/с; PI – 0,73–0,97):

ПСС слева – **80 см/с**; ПСС справа – **137 см/с**;

PI слева – **1,03**; PI справа – 0,76.

Основная артерия (на глубине 8,3 см)

(норма: ПСС – 39,2–98 см/с; PI – 0,71–0,97):

ПСС – 97 см/с; PI – 0,66.

Глубокие вены мозга (вены Розенталя, на глубине 6,7 см):

ПСС слева – 14 см/с; ПСС справа – **28 см/с** (норма: ПСС – 18–21 см/с).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Увеличение скоростных показателей кровотока по сравнению с возрастной нормой в М1-сегменте правой средней мозговой артерии, в А1-сегментах передних мозговых артерий, Р1-сегменте правой задней мозговой артерии; Р2-сегментах задних мозговых артерий, по позвоночным артериям; возрастная норма в М1-сегменте левой средней мозговой артерии, Р1-сегменте левой задней мозговой артерии; по основной артерии, что, очевидно, обусловлено наличием церебральной ангиодистонии по гипертоническому типу.

2. Умеренное увеличение индексов, характеризующих уровень мозгового сосудистого сопротивления в исследованных бассейнах, по сравнению с возрастной нормой: в Р1-и Р2-сегментах левых задних мозговых артерий и левой позвоночной артерии; соответствуют возрастной норме индексы в М1-сегментах обеих средних мозговых артериях и А1-сегментах обеих передних мозговых артерий, правых Р1- и Р2-сегментах задних мозговых и позвоночной артерий; умеренное снижение индексов по основной артерии, что, очевидно, обусловлено наличием церебральной ангиодистонии с нарушением регуляции тонуса артерий по гипертоническому типу.

3. Скоростные показатели кровотока в венах Розенталя: слева – умеренно снижены; справа – увеличены по сравнению с возрастной нормой. Признаки венозной внутричерепной гипертензии по правой вене Розенталя.