

Военно-медицинская академия
Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова МЗ РФ
ЗАО "Спектромед"

Кузнецов А.Н., Вознюк И.А.

Справочник по церебральной доплерографии

под редакцией М.М. Одинака



Москва, 2004

ББК 56.127
УДК 616.831-005-072

В справочнике в удобной форме для повседневной практической работы специалиста по церебральной доплерографии представлена серия нормальных и патологических доплерографических паттернов, соответствующих различным состояниям церебрального артериального русла. Для каждого паттерна дана описательная часть, отражающая суть зарегистрированного визуального образа и вытекающие из этого диагностические шаги. Приведены минимально необходимые сведения по анатомии и методам локализации церебральных сосудов, а также ограниченное число нормальных значений доплерографических параметров. Основное внимание уделено диагностике стенозирующе-окклюзирующих поражений магистральных артерий мозга.

Справочник рассчитан на специалистов по ультразвуковой диагностике, неврологов, нейрохирургов, ангиологов, ангиохирургов.

Авторы: **Кузнецов А.Н.** - доктор медицинских наук, главный невролог, зав. кафедрой неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ НМХЦ им. Н.И. Пирогова г. Москва

Вознюк И.А. - доктор медицинских наук, начальник отд. интенсивной терапии и ранней реабилитации клиники нервных болезней ВМА г. Санкт-Петербург

Редактор: **Одинак М.М.** - профессор, доктор медицинских наук, главный невролог МО РФ, начальник клиники и кафедры нервных болезней ВМА г. Санкт-Петербург

© Кузнецов А.Н., Вознюк И.А., 2004

© Спектрмед, 2004

ЗАО "Спектрмед"
справки по тел.: (095)158-7534
(095)943-9200



ВВЕДЕНИЕ

Сегодня церебральная доплерография стала неотъемлемой частью диагностического алгоритма при сосудистых заболеваниях головного мозга. Экспансия церебральной доплерографии в ангионеврологическую практику сопровождалась появлением большого количества специальной литературы, главным образом, учебно-методической направленности. Однако, использование ее в повседневной практической деятельности крайне неудобно. Это связано с тем, что основу этих пособий составляет текстовая часть, насыщенная определениями, абстрактными описаниями, формулами и цифровым материалом, в то время как иллюстративный материал играет второстепенную и вспомогательную роль. Для церебральной доплерографии, интерпретация результатов которой, в первую очередь, базируется на восприятии и оценке визуально-акустических паттернов, а не значений частот, скоростей и многочисленных коэффициентов, это не приемлемо. В основу предлагаемого Справочника положена серия нормальных и патологических доплерографических паттернов, соответствующих различным состояниям церебрального артериального русла.

Для каждого доплерографического паттерна в Справочнике приводится его иллюстрация, далее следует описательная часть, отражающая суть зарегистрированного визуального образа и вытекающие из этого диагностические и лечебные шаги. Материал излагается в соответствии со следующим планом:

- словесная характеристика доплерографического паттерна;
- последующие диагностические шаги при выполнении церебральной доплерографии;
- дальнейшие диагностические мероприятия после выполнения церебральной доплерографии;
- лечебные мероприятия;
- примечания.

Для удобства пользования Справочником нормальные и патологические паттерны сгруппированы по лоцируемым церебральным артериям (сначала норма, затем патология). Последовательность артерий определяется предлагаемым ниже протоколом проведения церебральной доплерографии.

Приведены минимально необходимые сведения по анатомии и методам локализации сосудов. Ниже представлен список используемых сокращений, а в конце Справочника - ограниченное число нормальных значений доплерографических параметров. С целью упрощения восприятия текстовой части максимальная систолическая частота (скорость) обозначается как систолическая скорость, средняя частота (скорость) за сердечный цикл - как средняя скорость, конечная диастолическая частота (скорость) - как диастолическая скорость, индекс Стюарта (частное от деления максимальной систолической частоты на конечную диастолическую частоту) - как систоло-диастолическое отношение.

Основное внимание в Справочнике уделяется диагностике стенозирующе-окклюзирующих поражений магистральных артерий головного мозга, существенно меньшее - шунтирующим поражениям.

Надеемся, что предлагаемый Справочник окажется полезным в повседневной практике церебральной доплерографии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

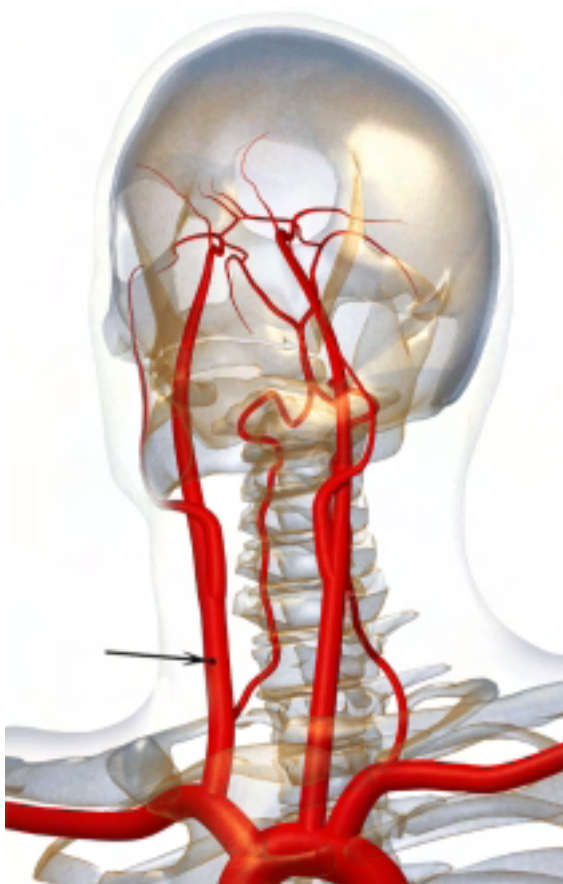
ВСА - внутренняя сонная артерия
ЗМА - задняя мозговая артерия
ЗСА - задняя соединительная артерия
НБА - надблоковая артерия
НСА - наружная сонная артерия
ОА - основная артерия
ОСА - общая сонная артерия
ПА - позвоночная артерия
ПМА - передняя мозговая артерия
ПСА - передняя соединительная артерия
СА - сонная артерия
СМА - средняя мозговая артерия



ПРОТОКОЛ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ

1. Исследование ОСА, ВСА, НСА датчиком 4 МГц с обеих сторон (при необходимости - исследование ВСА датчиком 2 МГц у угла нижней челюсти).
2. Исследование ПА датчиком 2 МГц в области сосцевидного отростка с обеих сторон (при необходимости - с углублением в полость черепа по ходу ПА).
3. Исследование НБА датчиком 8 МГц с обеих сторон.
4. Исследование сифона ВСА датчиком 2 МГц трансорбитальным доступом с обеих сторон.
5. Исследование правой СМА датчиком 2 МГц транстемпоральным доступом в покое.
6. Исследование кровотока по правой СМА при пережатии ипси- и контралатеральной сонной артерии.
7. Исследование реактивности правой СМА на задержку дыхания (гиперкапнию) и гипервентиляцию.
8. Исследование правой ПМА датчиком 2 МГц транстемпоральным доступом в покое.
9. Исследование кровотока по правой ПМА при пережатии ипсилатеральной сонной артерии.
10. Исследование правой ЗМА датчиком 2 МГц транстемпоральным доступом в покое.
11. Исследование кровотока по правой ЗМА при пережатии ипсилатеральной сонной артерии.
12. Исследование левых СМА, ПМА и ЗМА аналогично исследованию правых СМА, ПМА и ЗМА согласно пунктам 5-11.
13. Исследование ОА датчиком 2 МГц субокципитальным доступом.

АНАТОМИЯ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



ОСА с правой стороны начинается на уровне грудино-ключичного сочленения от плечеголовного ствола, а слева, отходя от дуги аорты, направляется вверх и латерально до уровня грудино-ключичного сочленения. Далее обе ОСА идут кверху параллельно друг другу. В большинстве случаев ОСА делится на уровне верхнего края щитовидного хряща (3-ий шейный позвонок) или подъязычной кости на ВСА и НСА. Кнаружи от ОСА лежит внутренняя яремная вена. У людей, имеющих короткую шею, разделение ОСА происходит более высоко. Средний диаметр ОСА колеблется в пределах 6-9 мм (в среднем - 7 мм). Длина ОСА справа в среднем - 95 (70-120) мм, слева - 125 (100-150) мм.

Варианты ОСА:

- короткая ОСА длиной 10-20 мм;
- отсутствие ее - ВСА и НСА начинаются самостоятельно от дуги аорты.

ЛОКАЦИЯ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

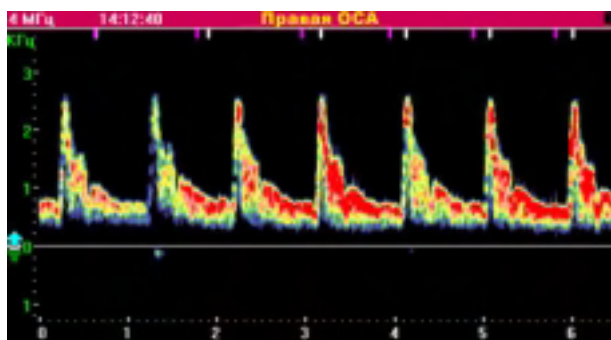


Исследование проводится в положении больного лежа на спине датчиком 4 МГц по внутреннему краю кивательной мышцы, направив датчик под углом 45-60 градусов в краниальном направлении, последовательно лоцируя артерию на всем протяжении, акцентируя внимание на двух основных зонах:

- проксимальном отделе ОСА;
- бифуркации ОСА.

Кровоток в ОСА направлен от датчика.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Допплерограмма типична для экстрацеребрального сосуда. Высокий крутой систолический пик с быстрым подъемом и быстрым ступенчатым спуском, острой вершиной, а также длительная низкоамплитудная «диастола», высокое систоло-диастолическое отношение. Максимум спектральной мощности - у огибающей, имеется отчетливое спектральное «окно». Отрывистый насыщенный среднечастотный звук, сменяющийся длительным низкочастотным звуком.

Примечание:

Допплерограмма ОСА имеет сходство с доплерограммами НСА и НБА.

Отличия от доплерограммы НСА:

- максимум спектральной мощности сосредоточен вдоль огибающей, а не только внутри систолического пика;
- отрывистый насыщенный среднечастотный звук в «систоле» сменяется длительным низкочастотным звуком в «диастоле».

Отличия от нормальной доплерограммы ВСА, регистрируемой датчиком 4 МГц:

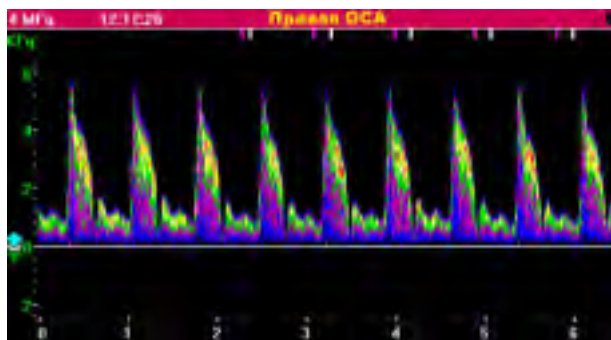
- наличие строго очерченного систолического пика вследствие быстрого спуска доплерограммы и пролонгированной низкоамплитудной «диастолы»;
- значительно более высокое систоло-диастолическое отношение;
- более отрывистый, более насыщенный и более грубый низкочастотный звук.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОППЛЕРОГРАММА СТЕНОЗА ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока (в большей степени систолической скорости: максимальная систолическая частота в кГц, умноженная на 10, приблизительно равна проценту стеноза артерии) с увеличением систоло-диастолического отношения - ускорение кровотока в месте стеноза. Расширение систолического пика, «разлохмачивание» вершины (однако, она остается достаточно острой), углубление инцизуры перед дикротическим зубцом, смещение максимума спектральной мощности в область низких частот, редукция спектрального «окна» -

проявления постстенотической турбулентности. Свистящий звук.

Примечание:

Стенозы менее 50% просвета не вызывают ощутимых изменений доплерограммы.

Следует отметить, что атеросклеротическая бляшки, локализующиеся в области бифуркации ОСА, даже достаточно крупные, могут не вызывать отчетливых изменений доплерограммы, если они не распространяются в просвет ОСА, НСА и/или ВСА; в то же время, в случае морфологической нестабильности они могут вызывать интенсивную эмболизацию и, следовательно, существенные повреждения головного мозга.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- при регистрации в области устья правой ОСА - исследование кровотока в ипсилатеральной ПА (для исключения гипоперфузии («демпфированная» доплерограмма) и «обкрадывания» («реверберирующий» кровоток) при распространении стенозирующе-окклюзирующего процесса на устья подключичной артерии и ПА);
- при регистрации в области бифуркации ОСА - исследование кровотока в ипсилатеральных ВСА и НСА (для исключения распространения стенозирующе-окклюзирующего процесса на устья ВСА и НСА);
- во всех случаях: измерение линейных скоростей кровотока в ипсилатеральных ВСА, СМА и ПМА, а также цереброваскулярной реактивности ипсилатерально (для оценки гемодинамической значимости стеноза);
- детекция высокоинтенсивных эмболических сигналов в ипсилатеральной СМА при пальпации области стеноза, а также 60-ти минутный мониторинг ипсилатеральной СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для выявления признаков морфологической нестабильности бляшки);
- регистрация линейной скорости кровотока по ипсилатеральной СМА при пережатии пораженной СА (для выявления синдрома гиперчувствительности каротидного синуса и оценки эффективности коллатерального кровоснабжения).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

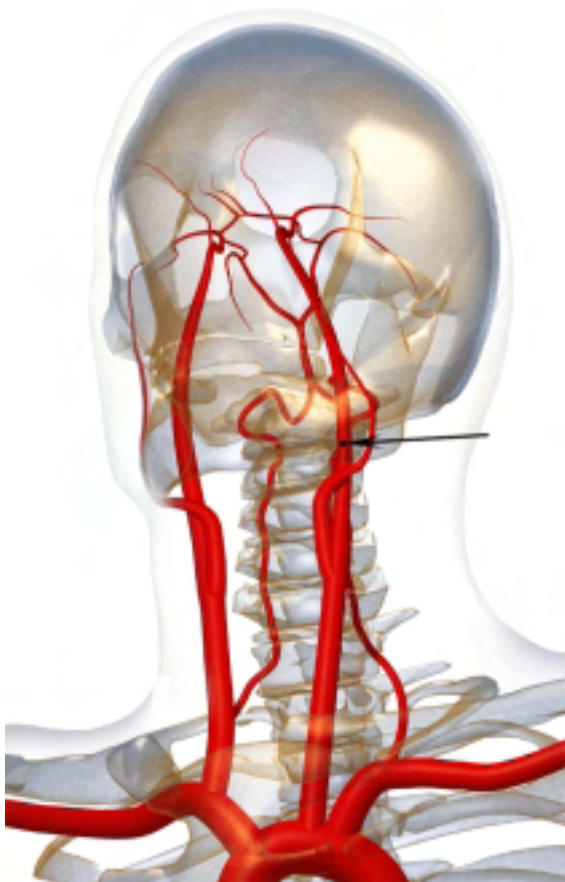
Диагностические мероприятия:

Дуплексное сканирование пораженной артерии, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для определения степени стеноза и выявления морфологически нестабильной бляшки).

Лечебные мероприятия:

Каротидная эндартерэктомия показана: при выявлении морфологически нестабильной бляшки в ОСА; при симптомном стенозе ОСА(>70% просвета); при асимптомном стенозе ОСА (>60% просвета). В остальных случаях показано консервативное лечение с обязательным использованием антитромбоцитарных средств. При неэффективном коллатеральном кровоснабжении ипсилатеральной СМА каротидная эндартерэктомия выполняется с наложением временного шунта.

АНАТОМИЯ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



ВСА является наиболее крупной ветвью ОСА. Она начинается в каротидном треугольнике на уровне 3-го шейного позвонка у верхнего края щитовидного хряща или подъязычной кости. В области деления ОСА ВСА чаще всего лежит сзади и латерально от НСА, а по мере удаления от бифуркации отклоняется медиально и располагается кнутри от нее, но иногда в своем верхнем отделе полностью лежит позади НСА. В 60% случаев отмечается извитость ВСА. Она может быть одно- и двусторонней, как правило, на расстоянии 30-40 мм от бифуркации ОСА. Средний диаметр ВСА равен 9 мм. В 90% случаев он больше, чем у НСА. В 40% случаев выявляется различие диаметров ВСА. ВСА, поднимаясь вертикально, достигает наружного отверстия сонного канала и проходит через него.

Варианты ВСА:

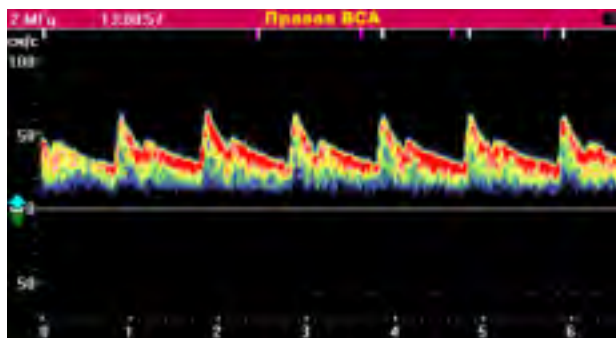
- одно- или двусторонняя аплазия или гипоплазия;
- самостоятельное отхождение от дуги аорты или от плечеголового ствола;
- необычно низкое начало от ОСА.

ЛОКАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Исследование экстракраниального отдела ВСА проводится в положении больного лежа на спине датчиком 4 МГц по внутреннему краю кивательной мышцы на участке от верхнего края щитовидного хряща до угла нижней челюсти, направляя датчик под углом 45-60 градусов в краниальном направлении. При необходимости проводится исследование ВСА датчиком 2 МГц у угла нижней челюсти, направив датчик под углом 45 градусов в краниальном направлении и установив глубину локализации в зависимости от залегания артерии. Направление кровотока по ВСА от датчика.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ (датчик 2 МГц)

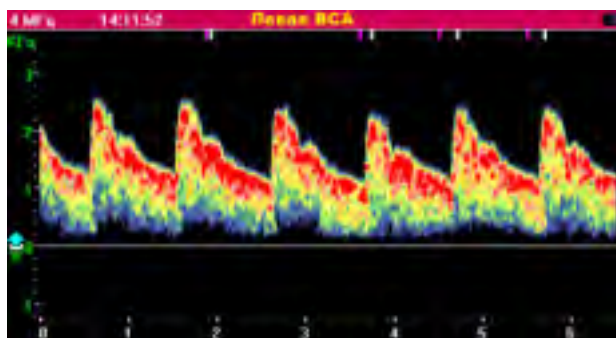


Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный плавный спуск. Систола-диастолическое отношение несколько выше 2,0. Спектральная мощность равномерно распределена между высокими и низкими частотами с некоторым доминированием у огибающей, спектральное «окно» выражено слабо. Дующий звук.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ (датчик 4 МГц)



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный плавный спуск. Систола-диастолическое отношение около 2,5. Максимум спектральной мощности - у огибающей, имеется спектральное «окно». Дующий звук.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОППЛЕРОГРАММА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ МЕРЦАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ

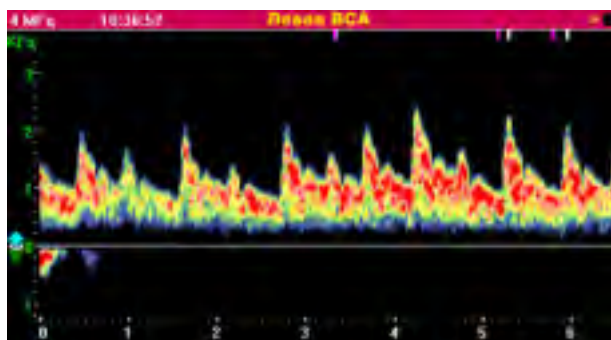
Нерегулярная «хаотичная» доплерограмма: непостоянство межпиковых интервалов, линейных скоростей кровотока, распределения спектра.

Примечание:

Определение линейных скоростей кровотока и доплерографических коэффициентов возможно только при автоматическом усреднении параметров нескольких комплексов доплерограммы.

При локации датчиком 2 МГц возможна регистрация высокоинтенсивных эмболических сигналов. Аналогичная по характеру доплерограмма регистрируется при локации всех церебральных артерий.

Внутренняя сонная артерия (ВСА)



Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показан 30-ти или 60-ти минутный мониторинг СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов, а также: электрокардиография (для подтверждения мерцательной аритмии), эхокардиография, предпочтительно - трансэзофагеальная (для выявления лежащей в основе кардиальной патологии, а также потенци-

альных кардиальных источников эмболии - чаще тромб в левом предсердии или его ушке).

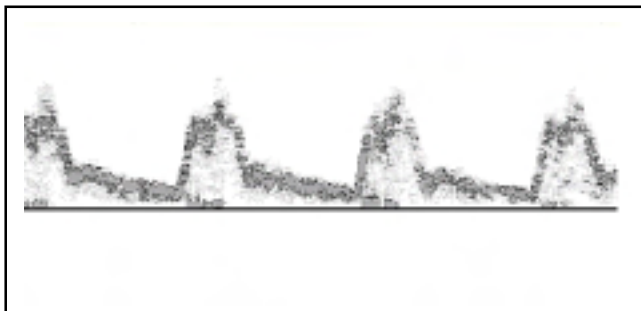
Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Лечебные мероприятия:

При мерцательной аритмии показано:

- в случае ее клапанного генеза - закрытая митральная комиссуротомия или протезирование клапанов сердца;
- в случае тиреотоксикоза - соответствующее лечение;
- кардиоверсия;
- прием непрямых антикоагулянтов.

ДОПЛЕРОГРАММА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ АОРТАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ



Быстрый крутой подъем и спуск доплерограммы, низкая диастолическая скорость, увеличение систоло-диастолического отношения. Максимум спектральной мощности сосредоточен вдоль огибающей, расширенное спектральное «окно».

Примечание:

При локации датчиком 2 МГц возможна регистрация высокоинтенсивных эмболических сигналов.

Аналогичная по характеру доплерограмма регистрируется при локации всех церебральных артерий (специфичность доплерограммы снижается по мере продвижения от проксимальных отделов артериальной системы головного мозга к дистальным).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показан 30-ти или 60-ти минутный мониторинг СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

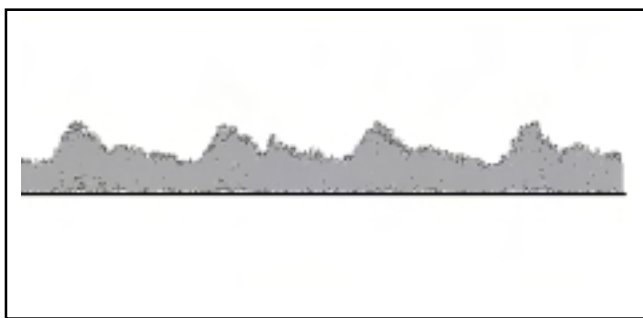
Диагностические мероприятия:

Показана эхокардиография (для подтверждения наличия аортальной недостаточности, выявления характера поражения аортального клапана и потенциальных кардиальных источников эмболии - чаще вегетации на аортальном клапане при инфекционном эндокардите).

Лечебные мероприятия:

При аортальной недостаточности показано:

- протезирование аортального клапана (при наличии показаний к хирургической коррекции);
- антибиотикотерапия (при инфекционном эндокардите);
- непрямые антикоагулянты или антитромбоцитарные средства (при наличии потенциальных кардиальных источников эмболии или регистрации высокоинтенсивных эмболических сигналов, и если отсутствует инфекционный эндокардит).

ДОППЛЕРОГРАММА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ АОРТАЛЬНОМ СТЕНОЗЕ

Медленный плавный подъем (угол наклона около 45 градусов) и спуск доплерограммы без отчетливого закругления вершины, низкая систолическая скорость, уменьшение систоло-диастолического отношения. Равномерное распределение спектральной мощности, слабо выраженное спектральное «окно».

Примечание:

При локации датчиком 2 МГц возможна регистрация высокоинтенсивных эмболических сигналов.

Аналогичная по характеру доплерограмма регистрируется при локации всех церебральных артерий (специфичность доплерограммы снижается по мере продвижения от проксимальных отделов артериальной системы головного мозга к дистальным).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показан 30-ти или 60-ти минутный мониторинг СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

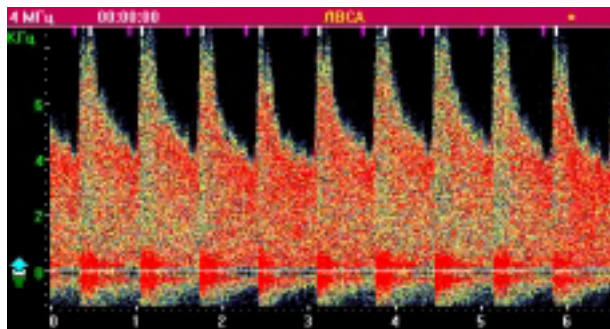
Эхокардиография (для подтверждения наличия аортального стеноза, выявления характера поражения аортального клапана и потенциальных кардиальных источников эмболии).

Лечебные мероприятия:

При аортальном стенозе показано:

- протезирование аортального клапана (при наличии показаний к хирургической коррекции);
- непрямые антикоагулянты или антитромбоцитарные средства (при наличии потенциальных кардиальных источников эмболии или регистрации высокоинтенсивных эмболических сигналов, и если отсутствует инфекционный эндокардит).

ДОППЛЕРОГРАММА СТЕНОЗА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без существенного изменения систоло-диастолического отношения - ускорение кровотока в месте стеноза. Смещение максимума спектральной мощности в область низких частот, «лохматая» вершина, редукция спектрального «окна» - проявления постстенотической турбулентности. Свистящий звук.

Примечание:

Стенозы менее 50% просвета не вызывают отчетливых изменений доплерограммы. Допплерография не позволяет точно определить степень стеноза.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- измерение линейных скоростей кровотока в ипсилатеральных СМА и ПМА, а также цереброваскулярной реактивности ипсилатерально (для оценки гемодинамической значимости стеноза);
- детекция высокоинтенсивных эмболических сигналов в ипсилатеральной СМА при пальпации области стеноза, а также 30-ти или 60-ти минутный мониторинг ипсилатеральной СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для выявления признаков морфологической нестабильности бляшки);
- регистрация линейной скорости кровотока по ипсилатеральной СМА при пережатии пораженной СА (для выявления синдрома гиперчувствительности каротидного синуса и оценки эффективности коллатерального кровоснабжения).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Дуплексное сканирование пораженной артерии, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для определения степени стеноза и выявления морфологической нестабильности бляшки).

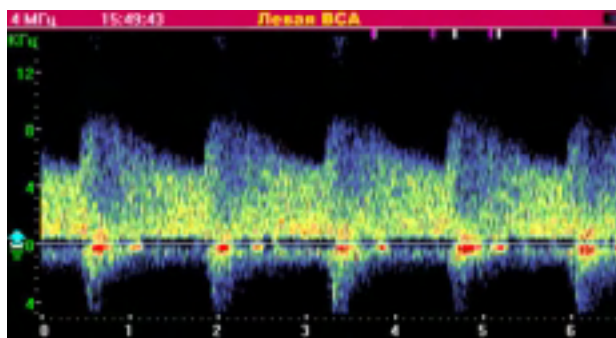
Лечебные мероприятия:

Каротидная эндартерэктомия показана: при выявлении морфологически нестабильной бляшки в устье ВСА; при симптомном стенозе в области устья ВСА (>70% просвета); при асимптомном стенозе в области устья ВСА (>60% просвета); в остальных случаях необходимо консервативное лечение с обязательным

использованием антитромбоцитарных средств.

При неэффективном коллатеральном кровоснабжении ипсилатеральной СМА каротидная эндартерэктомия выполняется с наложением временного шунта.

ДОПЛЕРОГРАММА СУБОККЛЮЗИИ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока, особенно диастолической скорости, со значительным снижением систоло-диастолического отношения - ускорение кровотока в месте субокклюзии. Смещение максимума спектральной мощности к изолинии, «лохматая» доплерограмма, полное исчезновение спектрального «окна» - проявления постстенотической турбулентности. Свистящий звук с появлением грубых низкочастотных компо-

нентов.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- измерение линейных скоростей кровотока в ипсилатеральных СМА и ПМА, а также цереброваскулярной реактивности ипсилатерально (для оценки гемодинамической значимости субокклюзии);
- детекция высокоинтенсивных эмболических сигналов в ипсилатеральной СМА при пальпации области субокклюзии, а также 60-ти минутный мониторинг ипсилатеральной СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для выявления признаков морфологической нестабильности бляшки);
- регистрация линейной скорости кровотока по ипсилатеральной СМА при компрессии пораженной СА (для выявления синдрома гиперчувствительности каротидного синуса и оценки эффективности коллатерального кровоснабжения);
- регистрация направления кровотока по ипсилатеральным ПМА и НБА (для выявления включенности путей коллатерального кровоснабжения).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Дуплексное сканирование пораженной артерии, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для подтверждения субокклюзии и выявления морфологической нестабильности бляшки).

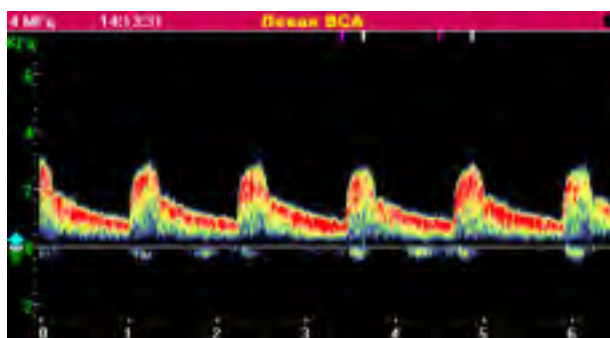
Примечание:

Субокклюзия ВСА, как правило, сопровождается снижением линейных скоростей кровотока в соответствующих артериях основания мозга, снижением цереброваскулярной реактивности, включением коллатерального кровотока через соединительные артерии виллизиева круга и надблоковую артерию, что проявляется инверсией кровотока в ипсилатеральных ПМА и НБА.

Лечебные мероприятия:

При субокклюзии устья ВСА показана каротидная эндартерэктомия (при неэффективном коллатеральном кровоснабжении - с наложением временного шунта).

В послеоперационном периоде следует опасаться развития гиперперфузионного синдрома.

ДОПЛЕРОГРАММА "РИГИДНОЙ" ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Снижение линейных скоростей кровотока, в большей степени - диастолической скорости, с увеличением систоло-диастолического отношения. Вершина доплерограммы закруглена, однако, сохраняются достаточно быстрый подъем, распределение максимума спектральной мощности вдоль огибающей и спектральное «окно». Гудящий звук.

Примечание:

Такая доплерограмма регистрируется при выраженном и распространенном атеросклеротическом поражении церебральных артерий с множественными протяженными «эшелонированными» стенозами.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- измерение линейных скоростей кровотока в ипсилатеральных СМА и ПМА, а также цереброваскулярной реактивности ипсилатерально (для оценки гемодинамической значимости атеросклеротического поражения);
- детекция высокоинтенсивных эмболических сигналов в ипсилатеральной СМА при пальпации СА на шее, а также 30-ти или 60-ти минутный мониторинг ипсилатеральной СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для выявления признаков морфологически нестабильных бляшек).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

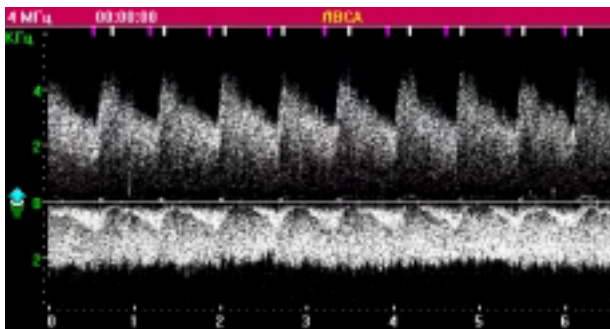
Диагностические мероприятия:

Дуплексное сканирование пораженной артерии, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для уточнения локализации, распространенности и степени атеросклеротического поражения, а также выявления морфологически нестабильных бляшек).

Лечебные мероприятия:

Лечение, как правило, консервативное с обязательным использованием антитромбоцитарных средств. Вопрос о хирургическом лечении стоит рассматривать только при обнаружении морфологически нестабильных бляшек.

ДОППЛЕРОГРАММА ГИПЕРПЕРФУЗИИ ПО ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Единственным отличием от нормальной доплерограммы ВСА является увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без изменения систоло-диастолического отношения (или с его уменьшением) и других характеристик доплерограммы.

Примечание:

Регистрируется при выраженном стенозирующе-окклюзирующем поражении других магистральных артерий головного мозга, после церебральной ишемии при сохранной центральной гемодинамике, а также при артериальной гипертензии, сочетающейся с нарушением цереброваскулярной реактивности.

Последующие шаги:

Показано тщательное доплерографическое исследование всех магистральных артерий головного мозга (для выявления стенозирующе-окклюзирующего поражения), исследование цереброваскулярной реактивности и измерение артериального давления.

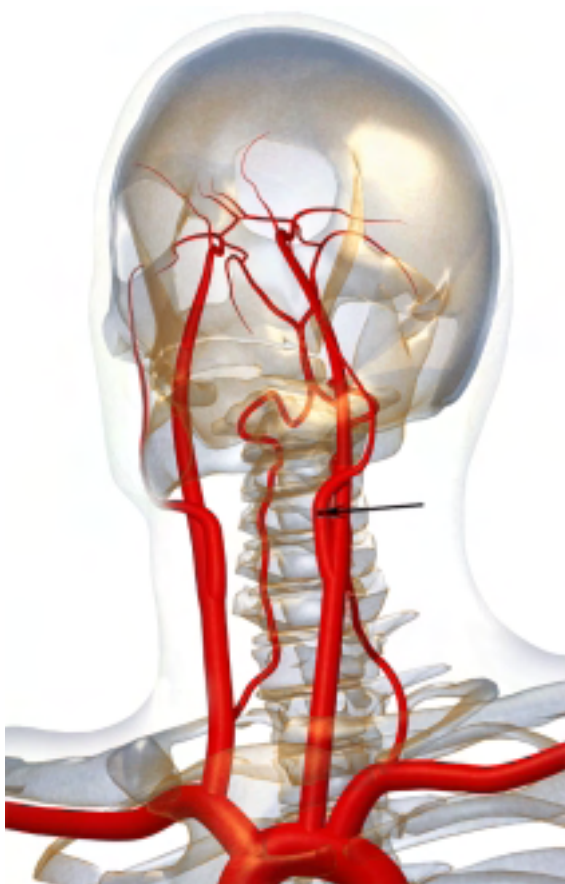
Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Лечебные мероприятия:

При выявлении гиперперфузии на фоне нарушения цереброваскулярной реактивности и артериальной гипертензии показано снижение артериального давления для предотвращения возможных осложнений церебральной гиперперфузии (церебральная геморрагия, отек головного мозга, судороги). Снижение артериального давления следует проводить под контролем доплерографии во избежание перехода в гипоперфузию.

(Гиперперфузия по ВСА может также регистрироваться при каротидно-кавернозном соустье и артерио-венозной мальформации, локализующихся ипсилатерально.)

АНАТОМИЯ НАРУЖНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



НСА начинается в каротидном треугольнике у переднего края грудиноключично-сосцевидной мышцы на уровне 3-го шейного позвонка позвонка у верхнего края щитовидного хряща или подъязычной кости. Ее длина составляет 70-80 мм, диаметр - непостоянен и чрезвычайно вариабелен (от 2,6 до 5,7 мм). Первоначально она располагается медиальнее ВСА, идет до височно-нижнечелюстного сустава, где залегает спереди и латерально от ВСА. Основными ветвями НСА являются лицевая, поверхностная височная и верхняя щитовидная артерии. От места начала лицевая артерия идет кверху и медиально до угла нижней челюсти и далее косо направляется к внутреннему углу глаза, где ее конечная ветвь - угловая артерия, анастомозирует с глазничной. Поверхностная височная артерия начинается позади скуловой дуги, идет прямо вверх и образует анастомозы с глазничной артерией через скуло-глазничную и лобную. Верхняя щитовидная артерия отходит от передней стороны НСА на расстоянии 5-20 мм выше места деления ОСА.

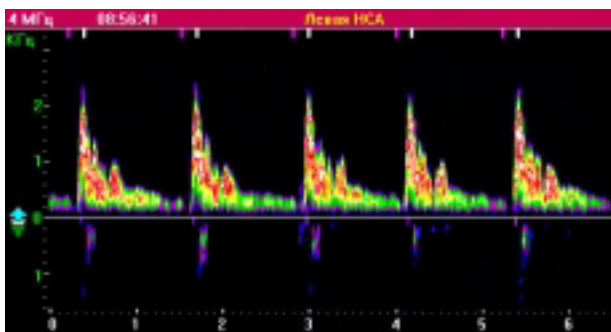
ЛОКАЦИЯ НАРУЖНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Исследование проводится в положении больного лежа на спине датчиком 4 МГц на участке от верхнего края щитовидного хряща у внутреннего края кивательной мышцы до края нижней челюсти, направив датчик под углом 45-60 градусов в краниальном направлении.

Кровоток в НСА направлен от датчика.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА НАРУЖНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Допплерограмма типична для экстрацеребрального сосуда. Высокий крутой систолический пик с быстрым подъемом и быстрым ступенчатым спуском, острой вершиной, а также длительная низкоамплитудная «диастола», высокое систоло-диастолическое отношение. Максимум спектральной мощности сосредоточен внутри систолического пика вдоль огибающей, имеется спектральное «окно». Отрывистый насыщенный среднечастотный звук.

Примечание:

Допплерограмма НСА имеет сходство с доплерограммами ОСА и НБА.

Отличия от нормальной доплерограммы ВСА, регистрируемой датчиком 4 МГц:

- наличие строго очерченного систолического пика вследствие быстрого спуска доплерограммы и пролонгированной низкоамплитудной «диастолы»;
- значительно более высокое систоло-диастолическое отношение;
- сосредоточение максимума спектральной мощности внутри систолического пика;
- более отрывистый, более «хлесткий», более насыщенный и более грубый низкочастотный звук.

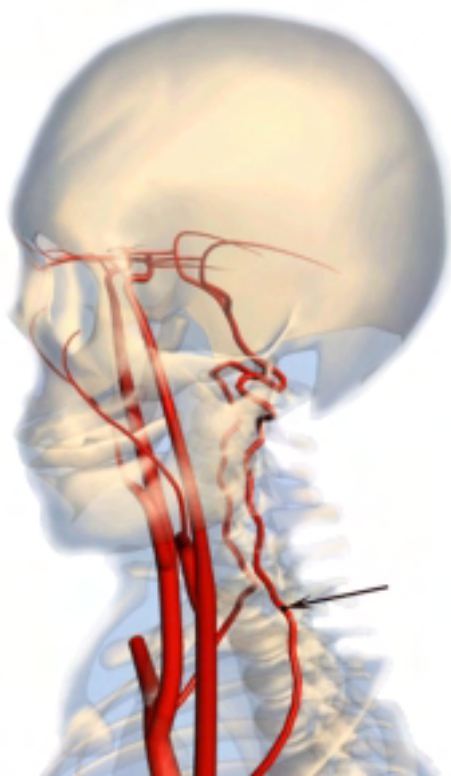
При окклюзии ипсилатеральной ВСА доплерограмма НСА приобретает черты доплерограммы ВСА в связи с компенсаторным расширением артерии для обеспечения коллатерального кровоснабжения через надблоковый анастомоз (при этом наблюдается инверсия кровотока по НБА).

Допплерографическое исследование НСА не имеет существенного значения для диагностики и лечения нарушений церебральной гемодинамики, поскольку артерия не принимает непосредственного участия в кровоснабжении головного мозга. Только при субокклюзии/окклюзии ипсилатеральных ВСА, ПА и/или устья подключичной артерии стенозирующе-окклюзирующий процесс в НСА может оказывать негативное влияние на кровоснабжение головного мозга вследствие снижения эффективности коллатерального кровоснабжения.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

АНАТОМИЯ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ



ПА - ветвь подключичной артерии. Справа она начинается на расстоянии 25 мм, слева - 35 мм от начала подключичной артерии. ПА подразделяется на 4 части. Начальная (сегмент V1), - располагаясь позади передней лестничной мышцы, направляется вверх, входит в отверстие поперечного отростка 6-го (реже 4-5 или 7) шейного позвонка. Шейная часть артерии (сегмент V2) проходит в канале, образованном поперечными отростками шейных позвонков, и поднимается вверх. Выйдя через отверстие в поперечном отростке 2-го шейного позвонка (подзатылочная часть, сегмент V3), идет кзади и латерально (1-й изгиб), направляясь в отверстие поперечного отростка атланта (2-й изгиб), затем поворачивает на дорзальную сторону боковой массы атланта (3-й изгиб); повернув медиально и достигнув большого затылочного отверстия (4-й изгиб), она проходит через атланто-затылочную мембрану и твердую мозговую оболочку в полость черепа. Далее, внутричерепная

часть (сегмент V4) идет на основание мозга латерально от продолговатого мозга, а затем кпереди от него. Обе ПА на границе продолговатого мозга и моста сливаются в одну непарную ОА. Примерно в половине случаев одна или обе ПА до момента слияния имеют S-образный изгиб. Диаметр ПА в среднем составляет 4 мм.

ЛОКАЦИЯ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ



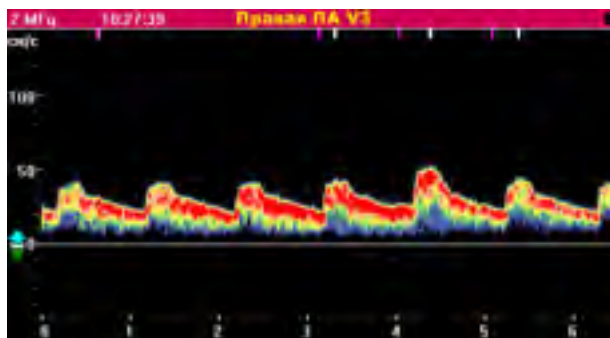
Исследование ПА выполняется в положении больного лежа на спине датчиком 2 МГц в сегменте V3. Датчик располагают по заднему краю кивательной мышцы на 20-30 мм ниже сосцевидного отростка, направляя его ось к противоположной орбите. Направление кровотока в сегменте V3 из-за наличия изгибов и индивидуальных особенностей хода артерии может быть прямым, обратным и двунаправленным. Для идентификации сигнала ПА выполняют пробу с пережатием ипсилатеральной СА.

СА прижимается к сонному бугорку 6-го шейного позвонка или в ином месте. При подозрении на синдром подключичного обкрадывания выполняется тест реактивной гиперемии. При помощи манжеты сфигмоманометра производится компрессия плеча

в течение 1,5-2 минут (подъем давления в манжете - до цифр, превышающих на 20-30 мм рт. ст. систолическое артериальное давление в плечевой артерии) с последующей быстрой декомпрессией. В норме кровоток при этом не меняется (отрицательный тест). Если после декомпрессии плеча возникает ускоренный кровоток по ПА - это положительный тест реактивной гиперемии, а усиленный кровоток имеет ретроградное направление. Различают три вида синдрома подключичного обкрадывания:

- постоянный (при окклюзии устья подключичной артерии или/и устья ПА) - кровоток по ПА постоянно имеет ретроградное направление, усиливаясь при выполнении теста реактивной гиперемии;
- преходящий (при выраженном стенозе устья подключичной артерии или/и устья ПА) - ретроградный кровоток по ПА в систолу, антероградный - в диастолу, и положительный результат теста;
- латентный (при умеренном стенозе устья подключичной артерии или/и устья ПА) - антероградный кровоток по ПА в покое и положительный результат теста.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, затем небольшое «плато» и медленный плавный спуск. Систолю-диастолическое отношение около 2,0. Максимум спектральной мощности сосредоточен в верхней части доплерограммы, вблизи огибающей, имеется неотчетливое спектральное «окно». Гудящий низкочастотный звук.

Примечание:

Отличия от нормальной доплерограммы ВСА, регистрируемой датчиком 2 МГц:

- линейные скорости кровотока (систолическая, средняя, диастолическая) приблизительно вдвое ниже;
- менее острая вершина;
- наличие «плато» после вершины комплекса;
- несколько меньшее систоло-диастолическое отношение;
- максимум спектральной мощности отчетливее доминирует у огибающей;
- звук более низкий грубый с гудящим оттенком.

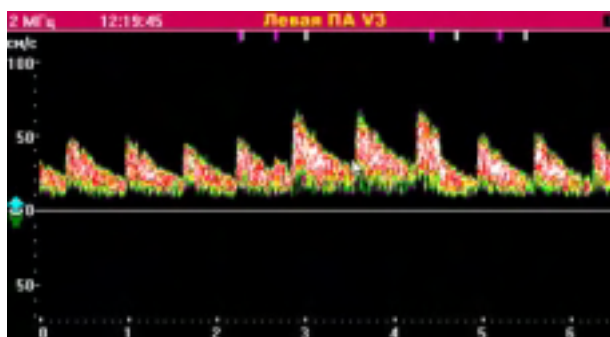
Часто в проекции ПА лоцируется кровоток по затылочной артерии. Допплерограмма затылочной артерии имеет сходство с доплерограммой ВСА.

Последующие шаги:

Для окончательной дифференцировки ПА следует выполнить пробу с пережатием ипсилатеральной СА.

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

НОРМАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ НА ПЕРЕЖАТИЕ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

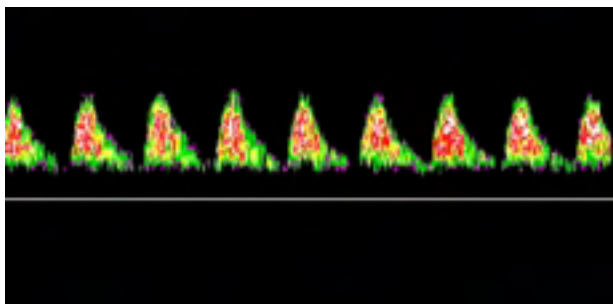


При пережатии ипсилатеральной СА наблюдается увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической).

Примечание:

В случае ошибочной локации ВСА или затылочной артерии происходит резкое снижение линейных скоростей кровотока.

ДОППЛЕРОГРАММА СТЕНОЗА ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока, в большей степени - систолической, с некоторым увеличением систоло-диастолического отношения - ускорение кровотока в месте стеноза. Уменьшение крутизны подъема доплерограммы, закругление и «разлохмачивание» вершины, исчезновение «плато», смещение максимума спектральной мощности в область низких

частот, редукция спектрального «окна» - проявления постстенотической турбулентности. Свистящий звук.

Примечание:

Стенозы менее 50% просвета не вызывают ощутимых изменений доплерограммы. Допплерография не позволяет точно определить степень стеноза. Такая доплерограмма лоцируется при сужении просвета ПА за счет атеросклеротической бляшки, локализующейся в сегменте V3, а также вследствие экстравазальной компрессии, обусловленной дегенеративно-дистрофическими изменениями в шейном отделе позвоночника. В последнем случае доплерограмма стеноза может регистрироваться при совершении движений в шейном отделе позвоночника. В отсутствие выраженного стенозирования контралатеральной ПА стеноз одной ПА не вызывает существенных гемодинамических сдвигов в артериях вертебрально-базиллярного бассейна. Обычно регистрируется та или иная степень гиперперфузии в контралатеральной ПА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока в контралатеральной ПА (для исключения признаков стенозирующе-окклюзирующего процесса), в том числе - при движениях в шейном отделе позвоночника;
- исследование кровотока в ОА: средние линейные скорости кровотока (для исключения гипоперфузии) и направление (для исключения инверсии кровотока);
- проведение теста реактивной гиперемии (для исключения постоянного синдрома подключичного обкрадывания).

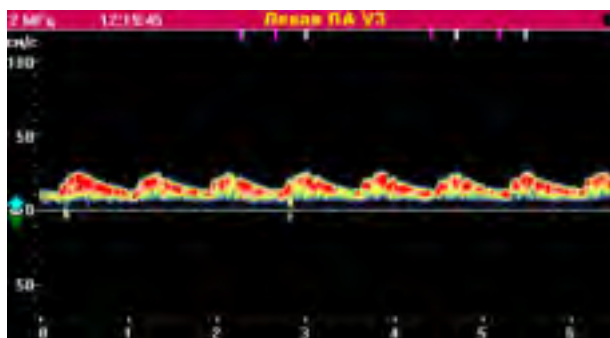
Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография (для определения степени стеноза, а также оценки гемодинамики в вертебрально-базиллярном бассейне в целом).

Лечебные мероприятия:

При стенозе ПА, как правило, проводится консервативная терапия. В случае экстравазальной компрессии - лечение направлено на редуцирование дегенеративно-дистрофических изменений в шейном отделе позвоночника. Во всех случаях назначают сосудистую терапию. В настоящее время разрабатываются шунтирующие операции на сегменте V3 ПА.

**ДОПЛЕРОГРАММА ОСТАТОЧНОГО ПОТОКА ПО ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ
(ПОСТСТЕНОТИЧЕСКАЯ ГИПОПЕРФУЗИЯ)**

«Демпфированная» доплерограмма: снижение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без выраженного изменения систоло-диастолического отношения. Выраженная редукция систолического пика (систолический «зубчик»), вслед за которым следует часто большая по амплитуде плавная диастолическая волна. Отчетливых изменений спектра и звука не наблюдается.

Примечание:

«Демпфированная» доплерограмма чаще регистрируется при выраженном стенозирующем процессе в устьях подключичной артерии и/или ПА, реже - при локализации атеросклеротической бляшки в сегменте V3 или при экстравазальной компрессии, обусловленной дегенеративно-дистрофическими изменениями в шейном отделе позвоночника. В последнем случае «демпфированная» доплерограмма может регистрироваться при совершении движений в шейном отделе позвоночника. В отсутствие выраженного стенозирования контралатеральной ПА стеноз одной ПА не вызывает существенных гемодинамических сдвигов в артериях вертебрально-базиллярного бассейна. Обычно регистрируется та или иная степень гиперперфузии в контралатеральной ПА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока в контралатеральной ПА (для исключения признаков стенозирующе-окклюзирующего процесса), в том числе - при движениях в шейном отделе позвоночника;
- исследование кровотока в ОА: средние линейные скорости кровотока (для исключения гипоперфузии) и направление (для исключения инверсии кровотока);
- проведение теста реактивной гиперемии (для исключения латентного синдрома подключичного обкрадывания);
- а также церебральная ангиография (для определения локализации и степени стеноза и оценки гемодинамики в вертебрально-базиллярном бассейне в целом).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Лечебные мероприятия:

При стенозе устьев подключичной артерии и/или ПА выполняются эндартерэктомия и/или шунтирующие операции (сонно-подключичное и сонно-позвоночное шунтирование). В настоящее время разрабатываются шунтирующие операции на сегменте V3 ПА. В случае экстравазальной компрессии проводится лечение дегенеративно-дистрофических изменений в шейном отделе позвоночника. Во всех случаях назначают сосудистую терапию.

ДОППЛЕРОГРАММА "РЕВЕРБЕРИРУЮЩЕГО" КРОВОТОКА ПО ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ



Разнонаправленный поток в систолу и диастолу: после редуцированного систолического пика (систолического «зубчика») огибающая пересекает изолинию, вслед за этим регистрируется противоположно направленная плавная диастолическая волна. Звуковой сигнал имеет отчетливый двухфазный характер: короткий тихий сигнал в систолу и длительный гудящий сигнал в диастолу.

Примечание:

«Реверберирующий» поток в ПА регистрируется при субокклюзии/окклюзии устьев подключичной артерии и/или ПА вследствие разнонаправленного заполнения ПА в течение сердечного цикла (соответствует переходящему синдрому подключичного обкрадывания): ретроградного (в систолу) - из дистального сегмента ПА с обкрадыванием вертебрально-базилярного бассейна и антероградного (в диастолу) - из проксимального сегмента ПА (при субокклюзии подключичной артерии и/или ПА) или из шейных коллатералей (при окклюзии подключичной артерии и/или ПА). В отсутствие стенозирующе-окклюзирующего процесса в контралатеральной ПА при ее локации регистрируется гиперперфузия. При исследовании ОА, как правило, регистрируется гипоперфузия или инверсия кровотока (особенно в случае выраженного стенозирующего процесса в контралатеральной ПА).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока в контралатеральной ПА (для исключения признаков стенозирующе-окклюзирующего процесса), в том числе - при движениях в шейном отделе позвоночника;
- исследование кровотока в ОА: средние линейные скорости кровотока (для исключения гипоперфузии) и направление (для исключения инверсии кровотока);
- проведение теста реактивной гиперемии (для подтверждения переходящего синдрома подключичного обкрадывания);
- а также церебральная ангиография (для определения локализации субокклюзии/окклюзии и оценки гемодинамики в вертебрально-базилярном бассейне в целом).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Лечебные мероприятия:

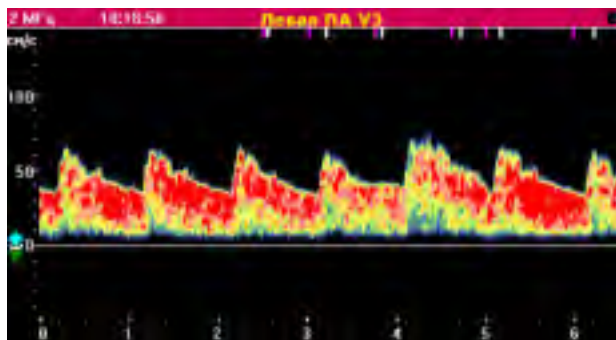
При субокклюзии/окклюзии устьев подключичной артерии и/или ПА выполняются шунтирующие операции (сонно-подключичное и сонно-позвоночное шунтирование).

ДОППЛЕРОГРАММА ГИПЕРПЕРФУЗИИ ПО ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ

Единственным отличием от нормальной доплерограммы ПА является увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без изменения или с уменьшением систоло-диастолического отношения. При легких

Позвоночная артерия (ПА)

атеросклеротических изменениях ПА, которые часто являются сопутствующими, отмечается снижение крутизны подъема доплерограммы и закругление ее вершины.

**Примечание:**

Гиперперфузия по ПА регистрируется при выраженном стенозирующе-окклюзирующем поражении устьев контралатеральных подключичной артерии и/или ПА, а также субокклюзии/окклюзии СА (чаще при двустороннем поражении). В последнем случае гиперперфузия регистрируется также в ОА и ЗМА, а гипоперфузия - в ПМА и СМА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование контралатеральной ПА (для исключения признаков стенозирующе-окклюзирующего процесса в устье подключичной артерии и/или ПА);
- всеобъемлющее исследование СА (для исключения прямых и косвенных признаков субокклюзии/окклюзии).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

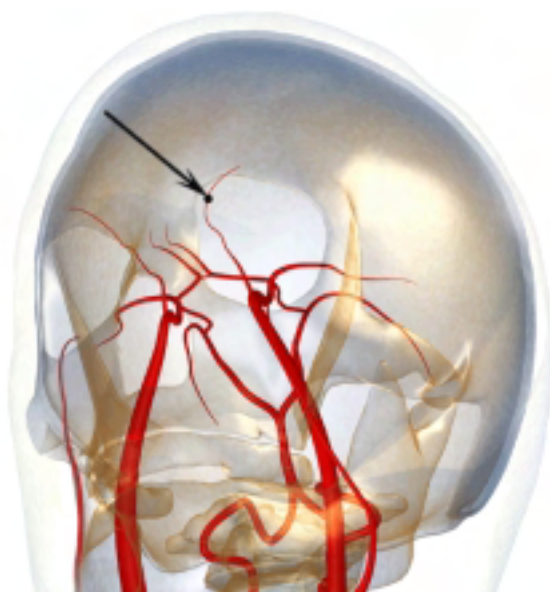
Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография (для определения локализации и степени стенозирующе-окклюзирующего поражения, вызвавшего компенсаторную гиперперфузию).

Лечебные мероприятия:

Проводится лечение стенозирующе-окклюзирующего поражения, вызвавшего компенсаторную гиперперфузию.

АНАТОМИЯ НАДБЛОКОВОЙ АРТЕРИИ



НБА является одной из конечных ветвей глазничной артерии. Глазничная артерия отходит от медиальной стороны передней выпуклости сифона ВСА. Она входит в глазницу через канал зрительного нерва и на медиальной стороне глазницы делится на свои конечные ветви. Наибольшее значение имеют НБА, надглазничная артерия и тыльная артерия носа. НБА выходит из полости орбиты через лобную вырезку и анастомозирует с надглазничной артерией и с поверхностной височной артерией. Надглазничная артерия выходит из полости глазницы через надглазничную

вырезку, разветвляется в области лба, анастомозируя с лобной ветвью поверхностной височной артерии. Тыльная артерия носа выходит у угла глаза и анастомозирует с конечными ветвями лицевой артерии. Таким образом, через конечные ветви глазничной артерии осуществляется анастомоз между системами ВСА и НСА.

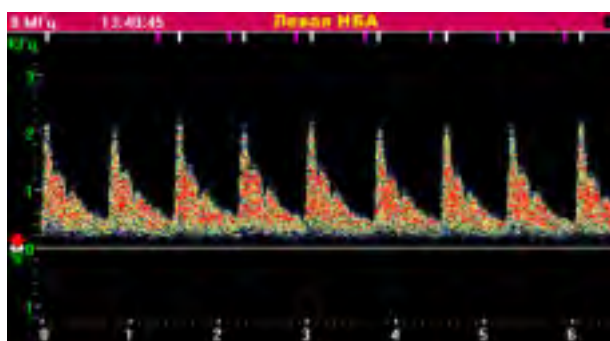
ЛОКАЦИЯ НАДБЛОКОВОЙ АРТЕРИИ



Исследование НБА производят в положении больного лежа на спине при закрытых глазах датчиком 8 МГц, который располагают у внутреннего угла глаза в направлении к верхней стенке глазницы и медиально.

Направление кровотока по НБА в норме из глазницы к датчику.

НОРМАЛЬНАЯ ДОПЛЕРОГРАММА НАДБЛОКОВОЙ АРТЕРИИ



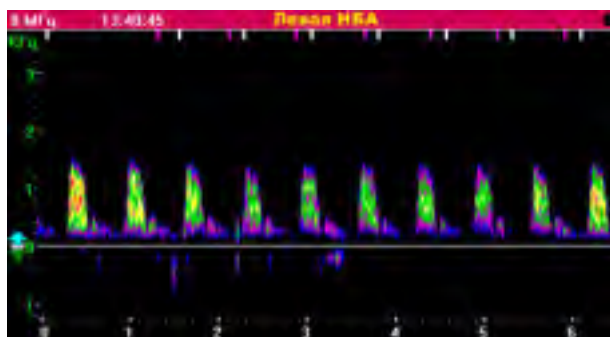
Допплерограмма типична для экстрацеребрального сосуда (имеет сходство с доплерограммами НСА и ОСА). Высокий крутой систолический пик с быстрым подъемом, острой вершиной и быстрым ступенчатым спуском, сменяющийся плавным спуском в диастолу, высокое систоло-диастолическое отношение. Максимум спектральной мощности сосредоточен в верхней части доплерограммы, вблизи огибающей, спектральное «окно» не выражено. Среди лоцируемых экстрацеребральных артерий звук в наибольшей степени приближается к дующему.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОПЛЕРОГРАММА ИНВЕРТИРОВАННОГО КРОВОТОКА ПО НАДБЛОКОВОЙ АРТЕРИИ



Регистрируется кровоток, направленный от датчика; другие характеристики доплерограммы не имеют принципиального значения.

Примечание:

Регистрация такой доплерограммы заставляет предполагать субокклюзию/окклюзию ипсилатеральной ВСА (в этом случае надблоковый анастомоз обеспечивает функционирование одного из

путей коллатерального кровоснабжения в обход пораженной артерии, направляя кровоток из лицевой артерии (система НСА) в глазничную артерию (система ВСА)).

Степень стенозирования ВСА может быть таковой (при соответствующих прочих характеристиках церебральной гемодинамики), что кровоток по НБА не регистрируется. Эту гемодинамическую ситуацию следует расценивать как аналог инверсии кровотока по НБА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока по ипсилатеральной ВСА (для выявления признаков субокклюзии);
- исследование кровотока по ипсилатеральной СМА («демпфированная» доплерограмма со сниженной или отсутствующей реакцией на задержку дыхания и, особенно, гипервентиляцию свидетельствует в пользу субокклюзии/окклюзии ВСА);

- исследование кровотока по ипсилатеральной ПМА (инверсия кровотока свидетельствует в пользу субокклюзии/окклюзии ВСА);
- исследование кровотока по ипсилатеральной СМА при пережатии ипси- и контралатеральной СА (отсутствие реакции или очень незначительная реакция на пережатие ипсилатеральной и резкое снижение кровотока при пережатии контралатеральной СА является абсолютным признаком субокклюзии/окклюзии ВСА).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография и КТ (МРТ) (или ангиоКТ(МРТ)) головного мозга (для подтверждения наличия и локализации субокклюзии/окклюзии ВСА, а также для оценки церебральной гемодинамики в целом и выявления признаков ишемического повреждения головного мозга и определения его объема и характера).

Лечебные мероприятия:

При субокклюзии устья ВСА показана каротидная эндартерэктомия (при неэффективном коллатеральном кровотоке через виллизиев круг операция выполняется с наложением временного шунта); при субокклюзии интракраниального отдела ВСА или ее окклюзии имеются показания к наложению экстра-интракраниального анастомоза (в отсутствие выраженных постишемических изменений в ткани головного мозга); во всех случаях показано назначение антитромбоцитарных средств.

АНАТОМИЯ СИФОНА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



В полость черепа ВСА проходит через сонный канал. Здесь она имеет характерный изгиб с выпуклостью кверху. Выйдя из канала, артерия образует S-образный изгиб и проходит в пещеристый синус (каротидный сифон). Далее ВСА выходит на основание мозга, где делится на свои конечные ветви. Постоянными ветвями ВСА является глазничная артерия (отходит от медиальной стороны передней выпуклости сифона), ЗСА, ПМА и СМА. Деление ВСА может быть магистральным или рассыпным (в 9% случаев). При рассыпной форме ветвление артерии происходит в одной точке на 4 ствола. При магистральной форме деления ВСА продолжается в СМА, а ЗСА и ПМА являются ее ветвями. ПМА отходит от ВСА после ЗСА на расстоянии 1-8 мм.

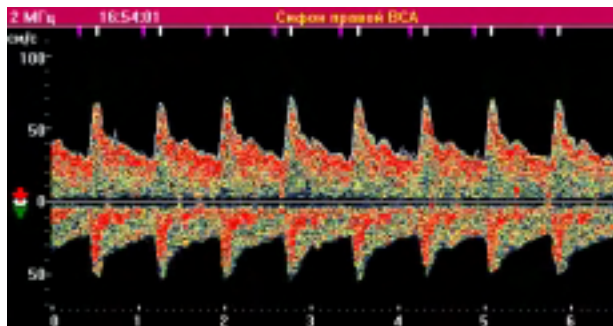
ЛОКАЦИЯ СИФОНА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Исследование проводится трансорбитальным доступом. Датчик 2 МГц накладывают на сомкнутые веки, ориентируя его в направлении канала зрительного нерва (мощность излучения не выше 10 мВт/см²). Сифон ВСА определяется на глубине от 50 до 70 мм.

Направление кровотока к датчику получают от сегмента ниже колена, и обратный - от сегмента выше колена.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА СИФОНА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ



Двунаправленный («зеркальный») кровоток (приносящее колено - на датчик, уносящее - от датчика). Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный и плавный спуск. Систолическо-диастолическое отношение около 2,5. Спектральная мощность распределена равномерно между высокими и низкими частотами, спектральное «окно» отсутствует. Звук несколько грубее (ниже) дующего.

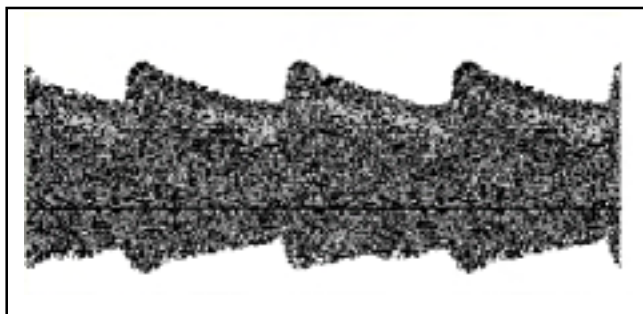
Примечание:

Линейные скорости кровотока несколько ниже регистрируемых в экстракраниальном отделе ВСА датчиком 2 МГц.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОППЛЕРОГРАММА СИФОНА ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ КАРОТИДНО-КАВЕРНОЗНОМ СОУСТЬЕ



Регистрируются признаки гиперперфузии в приносящем колене сифона - увеличение линейных скоростей кровотока со снижением систолическо-диастолического отношения, а также проявления турбулентности в интракавернозной части сифона - некоторое смещение спектра в область низких частот. Звук ближе к свистящему.

Примечание:

В экстракраниальном отделе ВСА регистрируется гиперперфузия. При небольшом размере соустья наблюдается снижение линейных скоростей кровотока в уносящем колене сифона и ипсилатеральных СМА и ПМА, при более крупном размере соустья - инверсия кровотока по ипсилатеральной ПМА и, наконец, в уносящем колене сифона.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока в экстракраниальном отделе ВСА (наличие гиперперфузии свидетельствует в пользу наличия каротидно-кавернозного соустья);
- исследование кровотока в уносящем колене сифона и ипсилатеральных СМА и ПМА (снижение линейных скоростей кровотока свидетельствует в пользу наличия



Сифон внутренней сонной артерии (Сифон ВСА)

каротидно-кавернозного соустья, а регистрация инверсии кровотока по ипсилатеральной ПМА и, особенно, в уносящем колене сифона свидетельствует о большом размере соустья).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография (для подтверждения наличия каротидно-кавернозного соустья и оценки церебральной гемодинамики в целом).

Лечебные мероприятия:

При каротидно-кавернозном соустье показано хирургическое лечение.

АНАТОМИЯ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



СМА является наиболее крупной ветвью и непосредственным продолжением ВСА. СМА подразделяется на 4 части, первые две из которых доступны ультразвуковой локализации. Сфеноидальная часть от начала артерии до островка (сегмент М1) длиной 18-25 мм и диаметром 1,2-3,8 мм располагается горизонтально почти под прямым углом к участку височной кости, на который устанавливается датчик. Островковая (сегмент М2) - в 90% случаев разделяющаяся на 2 ветви, которые вначале располагаются горизонтально, а затем поднимаются вверх. СМА приносит к полушарию мозга до 80% необходимого объема крови. Корковые ветви СМА широко анастомозируют с корковыми ветвями ПМА и ЗМА.

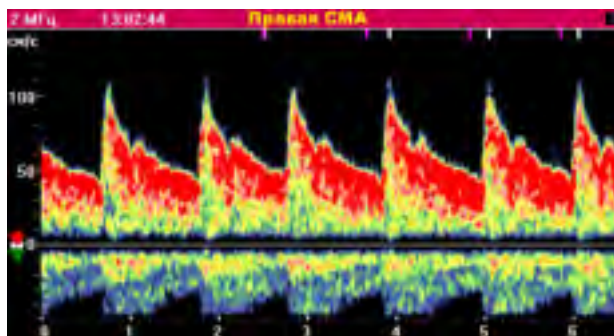
ЛОКАЦИЯ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



СМА исследуют в положении больного лежа на спине транстемпоральным доступом (через височные «окна») лучше из среднего окна датчиком 2 МГц на глубинах от 40 до 65 мм (исходя из того, что бифуркация ВСА лоцируется на глубине 55-65 мм в зависимости от диаметра черепа). Височные окна (переднее, среднее и заднее) располагаются выше дуги верхней челюсти между ушной раковиной и наружным краем орбиты. Кровоток в СМА у здоровых лиц направлен к датчику

почти под нулевым углом. Помимо исследования кровотока по СМА в покое, выполняются пробы с пережатием ипси- и контралатеральной СА (СА прижимаются к сонному бугорку 6-го шейного позвонка или в ином месте) для изучения эффективности коллатерального кровотока через виллизиев круг и выявления признаков субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА, а также 30-ти секундная проба с задержкой дыхания и 30-ти секундная проба с гипервентиляцией для оценки цереброваскулярной реактивности.

НОРМАЛЬНАЯ ДОПЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный плавный спуск. Систолическо-диастолическое отношение около 2,0. Спектральная мощность относительно равномерно распределена между высокими и низкими частотами, спектральное «окно» выражено очень слабо. Дующий звук.

Примечание:

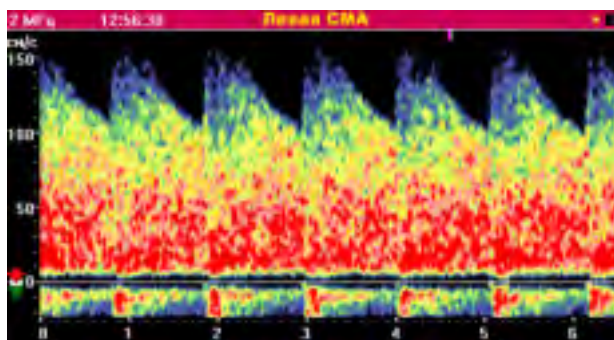
Линейные скорости кровотока обычно выше, чем в ипсилатеральной ВСА, а также в других артериях основания мозга.

Последующие шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы выполняются пробы с пережатием ипси- и контралатеральной СА и пробы с задержкой дыхания и гипервентиляцией.

После этого можно перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОПЛЕРОГРАММА СТЕНОЗА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока (при выраженном стенозе - в наибольшей степени диастолической скорости со снижением систолическо-диастолического отношения) - ускорение кровотока в месте стеноза. Смещение максимума спектральной мощности в область низких частот, «лохматая» доплерограмма, полное исчезновение спектрального «окна» - проявления постстенотической турбулентности. Свистящий звук.

Примечание:

Стенозы менее 50% просвета не вызывают отчетливых изменений доплерограммы. Допплерография не позволяет точно определить степень стеноза.

Часто регистрируются признаки одновременного стенозирования устья ипсилатеральной ПМА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано исследование цереброваскулярной реактивности в пораженной СМА (для оценки гемодинамической значимости стеноза и выявления вазомоторного резерва).

Перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

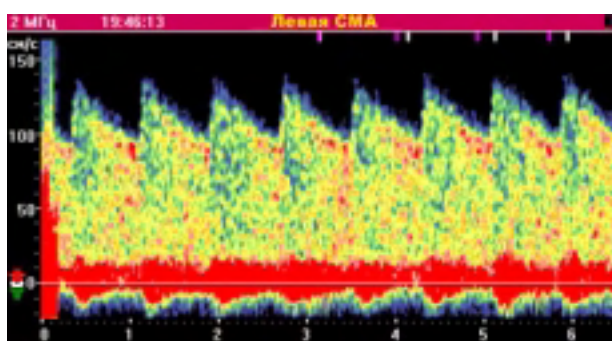
Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография и КТ (МРТ) (или ангиоКТ(МРТ)) головного мозга (для определения локализации и степени стеноза, оценки церебральной гемодинамики в целом и выявления признаков ишемического повреждения головного мозга).

Лечебные мероприятия:

При стенозе СМА, сопровождающемся снижением цереброваскулярной реактивности, имеются показания к наложению экстра-интракраниального анастомоза (в отсутствие выраженных постишемических изменений в ткани головного мозга). В других случаях предпринимается консервативная терапия с обязательным использованием антиагреггантов.

ДОПплЕРОГРАММА СПАЗМА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока (при выраженном спазме - в наибольшей степени диастолической скорости со снижением систоло-диастолического отношения). Смещение максимума спектральной мощности в область средних и низких частот, исчезновение спектрального «окна». Звук с тенденцией к свистящему.

Примечание:

Спазм СМА развивается при субарахноидальном кровоизлиянии (в этом случае признаки спазма обнаруживаются во всех артериях основания мозга) и во время приступа мигрени (спазм охватывает одну или несколько артерий - «мозаичный» спазм).

Отличие от доплерограммы стеноза СМА: отсутствие выраженного смещения максимума спектральной мощности в область низких частот и «разломачивания» доплерограммы. В отличие от гиперперфузии по СМА при артерио-венозной мальформации отсутствуют признаки гиперперфузии по ипсилатеральной ВСА (соотношение линейных скоростей кровотока больше 3,0).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

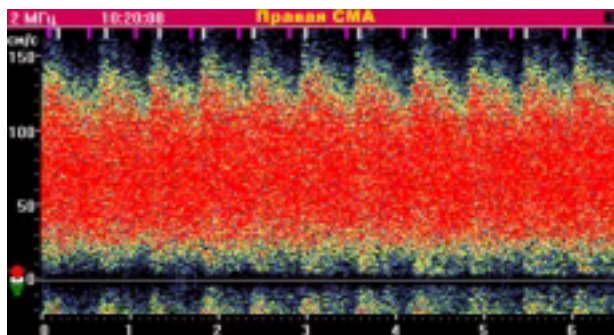
- исследование ипсилатеральной ВСА (для исключения гиперперфузии);
- исследование других артерий основания мозга (для выявления признаков их спазма).

Перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Лечебные мероприятия:

При спазме СМА показано применение нимодипина.

ДОППЛЕРОГРАММА ГИПЕРПЕРФУЗИИ ПО СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ АРТЕРИО-ВЕНОЗНОЙ МАЛЬФОРМАЦИИ



Увеличение линейных скоростей кровотока, в большей степени - диастолической, со снижением систоло-диастолического отношения. Смещение максимума спектральной мощности в область средних и низких частот, исчезновение спектрального «окна». Звук с тенденцией к свистящему.

Примечание:

Отличия от доплерограммы стеноза СМА: отсутствие выраженного смещения максимума спектральной мощности в область низких частот и «разлохмачивания» доплерограммы.

Регистрируется также резкое снижение цереброваскулярной реактивности (особенно на гипервентиляцию, в то время как при стенозе СМА в большей степени снижается реактивность на задержку дыхания, а реакция на гипервентиляцию может быть даже усиленной).

В отличие от доплерограммы спазма СМА гиперперфузия регистрируется и в ипсилатеральной ВСА (соотношение линейных скоростей кровотока меньше 3,0).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано исследование ипсилатеральной ВСА (для выявления гиперперфузии).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография или ангио КТ(МРТ) (для подтверждения наличия артерио-венозной мальформации и определения ее локализации и размера).

Лечебные мероприятия:

При артерио-венозной мальформации показано ее нейрохирургическое лечение.

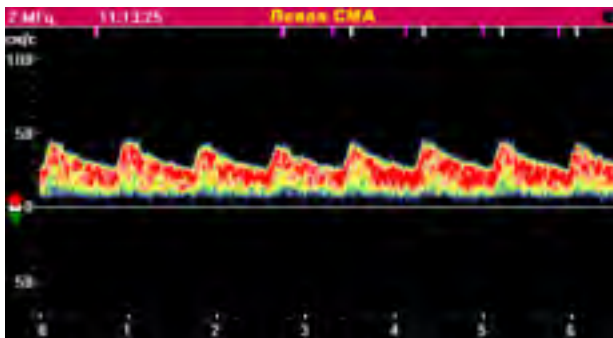
Примечание:

Гиперперфузия по СМА может регистрироваться после церебральной ишемии при сохранной центральной гемодинамике, а также при артериальной гипертензии, сочетающейся с нарушением цереброваскулярной реактивности. В отличие от гиперперфузии при артерио-венозной мальформации она регистрируется в нескольких или во всех магистральных артериях головного мозга. Показано исследование цереброваскулярной реактивности и артериального давления. При повышении артериального давления на фоне нарушения цереброваскулярной реактивности показано его снижение под контролем доплерографии.

ДОППЛЕРОГРАММА ОСТАТОЧНОГО ПОТОКА ПО СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ (ПОСТСТЕНОТИЧЕСКАЯ ГИПОПЕРФУЗИЯ)

«Демпфированная» доплерограмма - огибающая принимает синусоидный характер со снижением линейных скоростей кровотока (в несколько большей

степени - систолической скорости с некоторым снижением систоло-диастолического отношения): медленный плавный подъем, закругленная вершина и медленный плавный спуск. Изменений спектра и звука не наблюдается.



Примечание:

«Демпфированная» доплерограмма сопровождается выраженным снижением цереброваскулярной реактивности (снижение реакции как на задержку дыхания, так и на гипервентиляцию, отсутствие реакции или ее инверсия). «Демпфированная» доплерограмма регистрируется при субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА, а также при выраженном ее стенозе в случае незамкнутости виллизиева круга.

Гиперперфузия по СМА наряду с нарушением цереброваскулярной реактивности, особенно на гипервентиляцию, являются двумя основными критериями гемодинамической значимости стеноза ипсилатеральной СА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование цереброваскулярной реактивности в СМА;
- проведение проб с пережатием ипси- и контралатеральной СА (отсутствие отчетливой реакции на пережатие ипсилатеральной СА и резкое снижение линейной скорости кровотока по СМА при пережатии контралатеральной СА свидетельствует о субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА, а резкое снижение линейной скорости кровотока при пережатии ипсилатеральной СА и отсутствие реакции на пережатие контралатеральной СА свидетельствует в пользу выраженного стеноза ипсилатеральной СА на фоне незамкнутости виллизиева круга);
- исследование кровотока в ипси- и контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА (гиперперфузия в контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА, а также инверсия кровотока в ипсилатеральной ПМА свидетельствует о субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА, а гиперперфузия в ипсилатеральной ПМА и отсутствие изменений кровотока в контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА свидетельствует в пользу выраженного стеноза ипсилатеральной СА на фоне незамкнутости виллизиева круга (проверить пробами на замкнутость виллизиева круга));
- исследование кровотока по ипсилатеральной НБА (инверсия кровотока свидетельствует о субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной ВСА);
- исследование кровотока по ипсилатеральным ОСА и экстракраниальной части ВСА (выявление признаков субокклюзии или выраженного стеноза).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография и КТ (МРТ) (или ангиоКТ(МРТ)) головного мозга (для определения локализации и степени стенозирующе-окклюзирующего поражения, оценки церебральной гемодинамики в целом и выявления признаков ишемического повреждения головного мозга).

Лечебные мероприятия:

При окклюзии ВСА, а также субокклюзии или выраженном стенозе (в силу его гемодинамической значимости) ее интракраниальной части имеются показания к наложению экстра-интракраниального анастомоза (в отсутствие выраженных постишемических изменений в ткани головного мозга); при субокклюзии или выраженном стенозе (в силу его гемодинамической значимости) ОСА или устья ВСА показана каротидная эндартерэктомия (при неэффективном коллатеральном кровотоке через виллизиев круг операция выполняется с наложением временного шунта); во всех случаях показано назначение антитромбоцитарных средств.

Примечание:

После каротидной эндартерэктомии высока вероятность развития гиперперфузионного синдрома.

«Демпфированная» доплерограмма может регистрироваться при каротидно-кавернозном соустье, локализуемом ипсилатерально.

ДОПЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ КРИТИЧЕСКОМ ОТЕКЕ И НАБУХАНИИ МОЗГА

«Реверберирующий» кровоток: короткий высокий крутой острый систолический пик (антероградный поток в систолу), вслед за которым следует противоположно направленный короткий ранний диастолический пик меньшей амплитуды, а затем, через небольшой временной промежуток, низкоамплитудная плавная диастолическая волна, направленная в сторону раннего диастолического пика (ретроградный поток в диастолу).

Примечание:

Антероградный поток в систолу обусловлен положительным церебральным перфузионным давлением - систолическое артериальное давление превышает внутричерепное давление; ретроградный поток в диастолу обусловлен отрицательным значением церебрального перфузионного давления - внутричерепное давление превышает диастолическое артериальное давление.

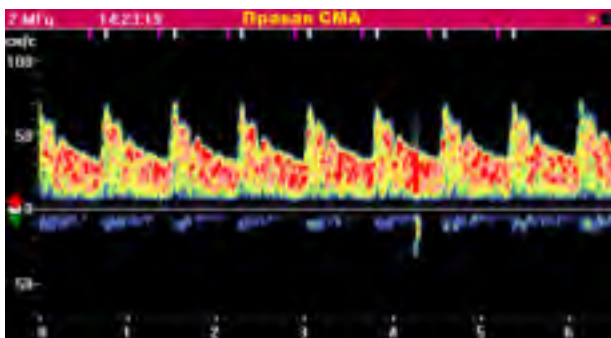
Диагностические мероприятия:

«Реверберирующий» кровоток регистрируется во всех церебральных артериях. При регистрации такой доплерограммы показана электроэнцефалография (для диагностики смерти мозга).

Примечание:

Прогноз абсолютно неблагоприятный.

ДОППЛЕРОГРАММА "СПОНТАННОЙ" МИКРОЭМБОЛИИ В СРЕДНЮЮ МОЗГОВУЮ АРТЕРИЮ



Регистрируются единичные или множественные высокоинтенсивные эмболические сигналы: участки спектральной полосы, значительно превосходящие по своей мощности спектр доплерограммы, «ядро» которых не выходит за пределы огибающей и не принадлежит к изолинии; они распространяются на несколько рядом лежащих спектральных полос, и их появление сопровождается звуковым феноменом, напоминающим «свист пули».

Примечание:

Появление высокоинтенсивного эмболического сигнала связано с прохождением микроэмбола по сосуду через лоцируемый объем. Источниками микроэмболов могут являться сердце (чаще при искусственных клапанах сердца и мерцательной аритмии), аорта и магистральные артерии головного мозга (при фрагментации морфологически нестабильных бляшек).

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- проба с пальпацией ипсилатеральной СА (при локализации морфологически нестабильной бляшки в экстракраниальной части ипсилатеральной СА после пальпации в СМА регистрируются высокоинтенсивные эмболические сигналы);
- 30-ти или 60-ти минутный мониторинг СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для оценки массивности микроэмболии);
- тщательное исследование ипсилатеральной СА (для выявления прямых или косвенных признаков стенозирующе-окклюзирующего поражения).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

Дуплексное сканирование ипсилатеральной СА, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для выявления морфологически нестабильной бляшки в ипсилатеральной СА); трансэзофагеальная эхокардиография (для выявления потенциальных кардиальных источников эмболии и морфологически нестабильных бляшек в аорте).

Лечебные мероприятия:

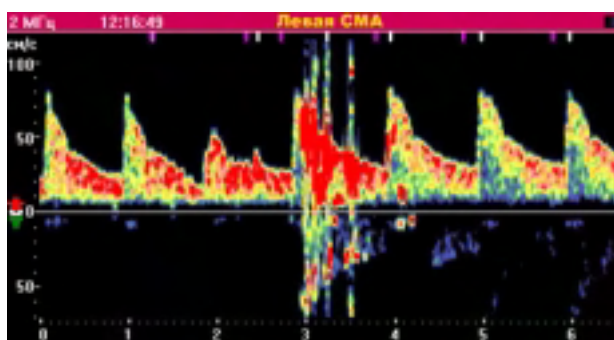
При микроэмболии в СМА показано:

- при локализации морфологически нестабильной бляшки в ОСА и экстракраниальном отделе ВСА - каротидная эндартерэктомия;
- при локализации морфологически нестабильной бляшки в интракраниальном отделе ВСА возможно наложение экстра-интракраниального анастомоза;
- при локализации морфологически нестабильной бляшки в аорте - консервативное лечение с обязательным использованием антитромбоцитарных средств;
- при искусственных клапанах сердца - применение непрямых антикоагулянтов;

Средняя мозговая артерия (СМА)

при клапанных источниках эмболии - протезирование клапанов сердца;

- при неклапанной мерцательной аритмии - кардиоверсия или применение непрямых антикоагулянтов;
- при остром инфаркте миокарда - применение гепарина; при других кардиальных источниках эмболии - их хирургическая коррекция или применение непрямых антикоагулянтов (или антитромбоцитарных средств).

ДОПЛЕРОГРАММА МИКРОЭМБОЛИИ В СРЕДНЮЮ МОЗГОВУЮ АРТЕРИЮ ПРИ ПАЛЬПАЦИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Высокоинтенсивные эмболические сигналы регистрируются после пальпации ипсилатеральной СА.

Примечание:

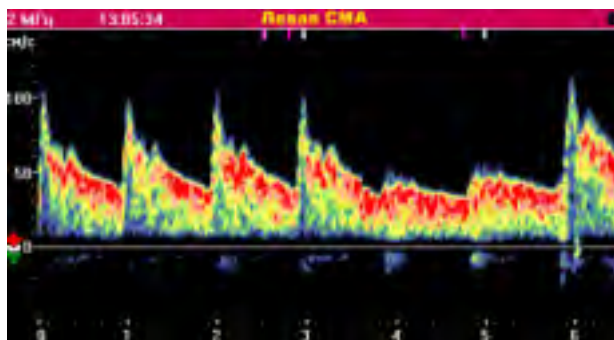
Регистрация такой доплерограммы свидетельствует о локализации морфологически нестабильной бляшки в ипсилатеральной ОСА или/и экстракраниальном отделе ипсилатеральной ВСА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- 60-ти минутный мониторинг СМА с детекцией высокоинтенсивных эмболических сигналов (для оценки массивности микроэмболии);
- исследования ипсилатеральных ОСА и экстракраниального отдела ВСА (для выявления признаков стенозирующе-окклюзирующего поражения);
- дуплексное сканирование ипсилатеральной СА, предпочтительно - с цветной визуализацией потока, и церебральная ангиография (для выявления морфологически нестабильной бляшки).
- каротидная эндартерэктомия при наличии морфологически нестабильной бляшки в ОСА или/и экстракраниальном отделе ВСА.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОПЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ЭФФЕКТИВНОМ КОЛЛАТЕРАЛЬНОМ КРОВОТОКЕ

При пережатии ипсилатеральной СА не происходит резкого и значительного снижения линейных скоростей кровотока по СМА.

Примечание:

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует об эффективном коллатеральном кровоснабжении через

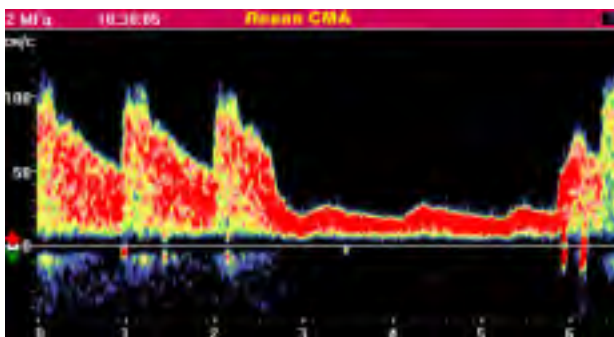
соединительные артерии виллизиева круга.

Последующие шаги:

Для проверки замкнутости виллизиева круга спереди (наличие функционально полноценной ПСА) и сзади (наличие функционально полноценной ипсилатеральной ЗСА) выполняются соответствующие пробы.

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

**ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ
ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И НЕЭФФЕКТИВНОМ
КОЛЛАТЕРАЛЬНОМ КРОВОТОКЕ**



При пережатии ипсилатеральной СА происходит резкое и значительное снижение линейных скоростей кровотока по СМА, вплоть до полного прекращения кровотока.

Примечание:

Критической величиной средней линейной скорости кровотока по СМА является 20 см/сек, при которой начинается развитие ишемического повреждения головного мозга.

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует о неэффективном коллатеральном кровоснабжении через соединительные артерии виллизиева круга вследствие их отсутствия или функциональной неполноценности.

Последующие шаги:

Для проверки замкнутости виллизиева круга спереди (наличие функционально полноценной ПСА) и сзади (наличие функционально полноценной ипсилатеральной ЗСА) выполняются соответствующие пробы.

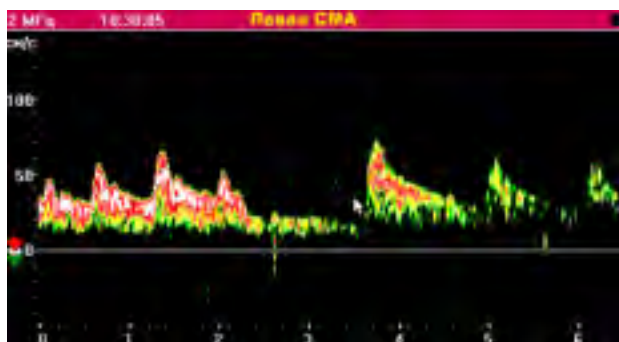
Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Примечание:

При неэффективном коллатеральном кровотоке через соединительные артерии виллизиева круга каротидную эндартерэктомию выполняют с наложением временного шунта.

**ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ
КОНТРАЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И СУБОККЛЮЗИИ/ОККЛЮЗИИ
ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ**

При пережатии контралатеральной СА происходит резкое и значительное снижение линейных скоростей кровотока по СМА, вплоть до полного прекращения кровотока.

**Примечание:**

Такой результат пробы с пережатием является абсолютным признаком суб-окклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА. При этом отсутствует отчетливая реакция на пережатие ипсилатеральной СА.

В норме при пережатии контралатеральной СА не наблюдается отчетливого изменения линейных скоростей кровотока по СМА.

Последующие шаги:

При таком результате пробы с пережатием показано:

- исследование кровотока по ипсилатеральным ОСА и экстракраниальной части ВСА (выявление признаков субокклюзии);
- исследование кровотока в ипси- и контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА (гиперперфузия в контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА, а также инверсия кровотока в ипсилатеральной ПМА подтверждают наличие субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА);
- исследование кровотока по ипсилатеральной НБА (инверсия кровотока свидетельствует о субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной ВСА).

Перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

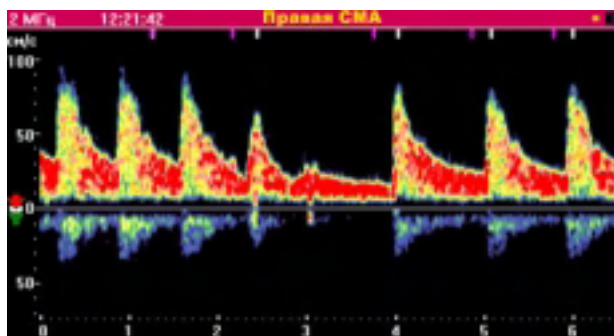
Диагностические мероприятия:

Церебральная ангиография и КТ (МРТ) (или ангиоКТ(МРТ)) головного мозга (для определения локализации и степени стенозирующе-окклюзирующего поражения, оценки церебральной гемодинамики в целом и выявления признаков ишемического повреждения головного мозга).

Лечебные мероприятия:

При окклюзии ВСА, а также ее субокклюзии в интракраниальном отделе имеются показания к наложению экстра-интракраниального анастомоза (в отсутствие выраженных постишемических изменений в ткани головного мозга); при субокклюзии ОСА или устья ВСА показана каротидная эндартерэктомия; во всех случаях показано назначение антитромбоцитарных средств.

ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И СИНДРОМЕ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАРОТИДНОГО СИНУСА



При пережатии ипсилатеральной СА наблюдается исчезновение характерных доплерографических комплексов, их появление вновь отмечается спустя определенный латентный период после прекращения компрессии.

Примечание:

Такая доплерографическая картина

обусловлена кратковременной асистолией, развивающейся при раздражении гиперчувствительного каротидного синуса, обусловленном компрессией СА. Гиперчувствительность каротидного синуса развивается при атеросклеротическом поражении СА, степень которого может быть недостаточной для возникновения характерных локальных доплерографических изменений. Другими проявлениями синдрома гиперчувствительности каротидного синуса, помимо асистолии, являются брадикардия, атрио-вентрикулярная блокада, артериальная гипотензия.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано исследование ипсилатеральной СА (для выявления признаков стенозирующе-окклюзирующего поражения).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

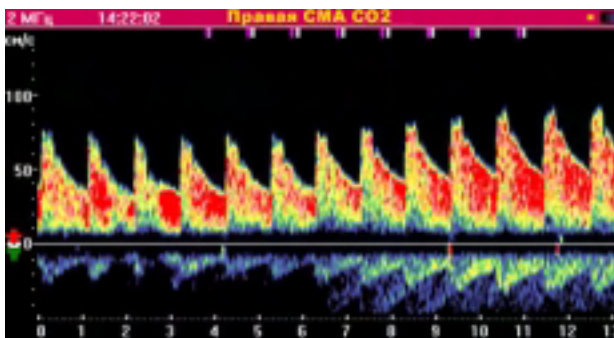
Дуплексное сканирование ипсилатеральной СА, предпочтительно - с цветной визуализацией потока (для выявления стенозирующе-окклюзирующего поражения), коронарография (для выявления стенозирующе-окклюзирующего поражения), ишемический стресс-тест (для оценки миокардиального резерва).

Примечание:

При наличии синдрома гиперчувствительности каротидного синуса, сочетающегося с грубым атеросклеротическим поражением коронарных артерий и низким миокардиальным резервом, операция каротидной эндартерэктомии имеет высокий риск развития острого инфаркта миокарда в послеоперационном периоде.

При наличии выраженного сочетанного атеросклеротического стенозирующе-окклюзирующего поражения каротидных и коронарных артерий, сочетающегося с синдромом гиперчувствительности каротидного синуса и значительным снижением миокардиального резерва показано одномоментное выполнение каротидной эндартерэктомии и аорто-коронарного шунтирования.

ДОПЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ЗАДЕРЖКУ ДЫХАНИЯ

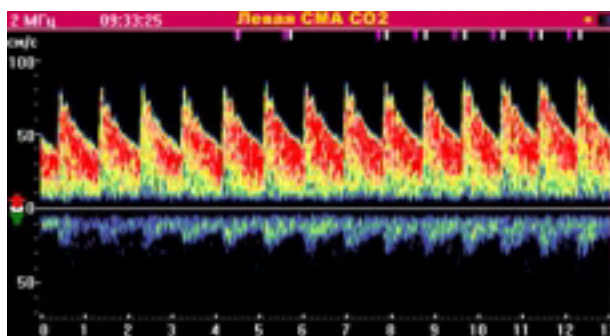


Наблюдается постепенное увеличение линейных скоростей кровотока с постепенным снижением систоло-диастолического отношения (часто после кратковременного снижения линейных скоростей кровотока).

Примечание:

При регистрации доплерографической реакции на задержку дыхания удобнее воспользоваться минимальной скоростью развертки: один «экран» - 12 с.

ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ НАРУШЕНИИ РЕАКЦИИ НА ЗАДЕРЖКУ ДЫХАНИЯ



Наблюдается уменьшение степени увеличения линейных скоростей кровотока и снижения систоло-диастолического отношения, отсутствие изменений линейных скоростей кровотока и систоло-диастолического отношения, а также инвертированная реакция - снижение линейных скоростей кровотока в ответ на задержку дыхания.

Примечание:

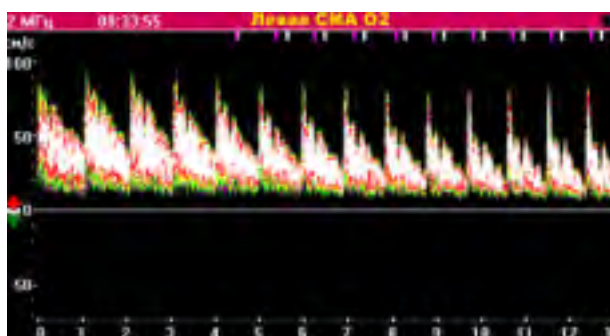
При регистрации доплерографической реакции на задержку дыхания удобнее воспользоваться минимальной скоростью развертки: один «экран» - 12 с.

Последующие шаги:

Нарушение цереброваскулярной реактивности на задержку дыхания является одним из наиболее ранних признаков церебральной дисциркуляции (атеросклеротического, гипертонического или иного генеза), когда в магистральных артериях головного мозга даже еще могут не регистрироваться признаки стенозирующе-окклюзирующего поражения. Тем не менее при регистрации нарушения реактивности на задержку дыхания показано тщательное исследование церебральных артерий с целью поиска признаков стенозирующе-окклюзирующего поражения, а также попытка детекции высокоинтенсивных эмболических сигналов.

Перейти к локалии следующего сосуда в соответствии с протоколом.

ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЮ

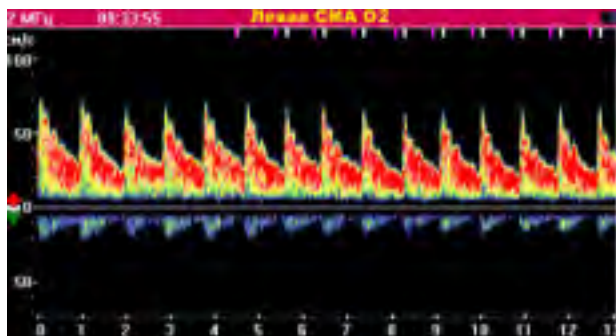


Наблюдается постепенное снижение линейных скоростей кровотока с постепенным увеличением систоло-диастолического отношения (часто после кратковременного увеличения линейных скоростей кровотока).

Примечание:

При регистрации доплерографической реакции на гипервентиляцию удобнее воспользоваться минимальной скоростью развертки: один «экран» - 12 с.

ДОППЛЕРОГРАММА СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ НАРУШЕНИИ РЕАКЦИИ НА ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЮ



Наблюдается уменьшение степени снижения линейных скоростей кровотока и увеличения систоло-диастолического отношения, а также отсутствие изменений линейных скоростей кровотока и систоло-диастолического отношения.

Примечание:

При регистрации доплерографической реакции на гипервентиляцию

удобнее воспользоваться минимальной скоростью развертки: один «экран» - 12 с.

Отсутствие реакции на гипервентиляцию или ее выраженное снижение наблюдается только при значительной степени стенозирующе-окклюзирующего поражения ипсилатеральной СА, достигающего, как правило, степени субокклюзии или окклюзии, и сочетается с «демпфированной» доплерограммой СМА. При незначительной степени стенозирующе-окклюзирующего поражения церебральных артерий, напротив, наблюдается усиление реактивности на гипервентиляцию на фоне снижения реактивности на задержку дыхания.

Снижение цереброваскулярной реактивности, особенно на гипервентиляцию, наряду с гипоперфузией по СМА являются двумя основными критериями гемодинамической значимости стеноза ипсилатеральной СА.

При регистрации выраженных нарушений реакции на гипервентиляцию (как правило, в сочетании с «демпфированной» доплерограммой СМА) предпринимаются диагностические и лечебные шаги, аналогичные таковым при регистрации остаточного потока по СМА.

(Отсутствие реакции на гипервентиляцию или ее выраженное снижение может регистрироваться при каротидно-кавернозном соустье, локализуемом ипсилатерально.)

АНАТОМИЯ ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



ПМА является ветвью ВСА. ПМА подразделяется на 2 отдела. Начальный (сегмент А1 диаметром 1,5-2,75 мм - 1/2 диаметра ВСА) - входит в состав артериального круга большого мозга, идет медиально и вперед к продольной мозговой щели и доступен ультразвуковой локации. Периферический (А2) - начинается дистальнее передней соединительной артерии и локации не доступен. Кортиковые ветви ПМА анастомозируют на поверхности мозга с корковыми ветвями СМА и ЗМА. Правую и левую ПМА связывает ПСА. Диаметр ПСА составляет 1,5-2,5 мм (1/2-1/3 диаметра ПМА), длина колеблется от 2 до 10 мм. В норме переток крови по ПСА отсутствует, и доплерографически она может быть выявлена только при проведении компрессионной пробы. В

редких случаях ПСА отсутствует. Две ПМА и ПСА формируют передний каротидный отдел артериального (виллизиева) круга большого мозга.

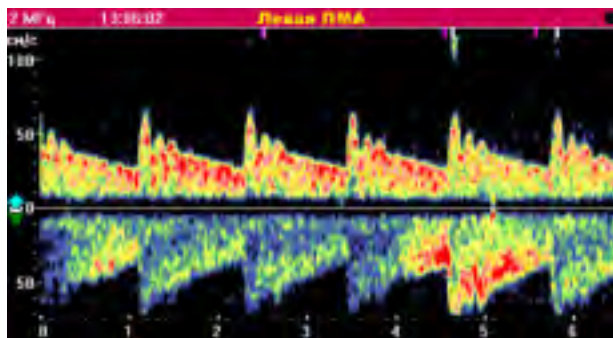
ЛОКАЦИЯ ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



ПМА исследуют в положении больного лежа на спине транстемпоральным доступом (через височные «окна») лучше всего из заднего окна датчиком 2 МГц на глубине 65-75 мм (исходя из того, что бифуркация ВСА лоцируется на глубине 55-65 мм в зависимости от диаметра черепа) при направлении луча несколько кпереди. Височные окна (переднее, среднее и заднее) располагаются выше дуги верхней челюсти между ушной раковиной и наружным краем орбиты.

Кровоток в ПМА у здоровых лиц направлен от датчика. Помимо исследования кровотока по ПМА в покое выполняется проба с пережатием ипсилатеральной СА (СА прижимается к сонному бугорку 6-го шейного позвонка или в ином месте) для изучения замкнутости виллизиева круга спереди.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный и плавный спуск. Систолическо-диастолическое отношение около 2,0. Спектральная мощность равномерно распределена между высокими и низкими частотами, спектральное «окно» выражено очень слабо. Дующий звук.

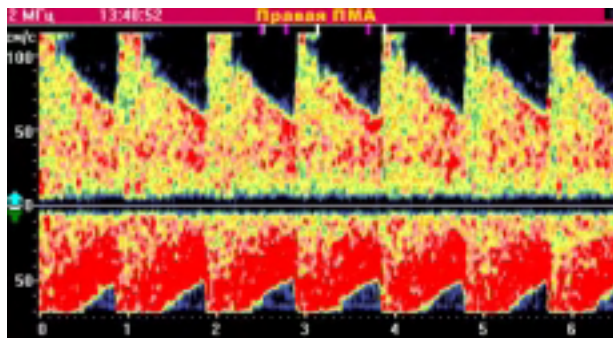
Примечание:

Линейные скорости кровотока обычно ниже, чем в ипсилатеральной СМА.

Диагностические шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы выполняется проба с пережатием ипсилатеральной СА (проба на замкнутость виллизиева круга спереди).

ДОППЛЕРОГРАММА ГИПЕРПЕРФУЗИИ ПО ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Единственным отличием от нормальной доплерограммы ПМА является увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без изменения систолическо-диастолического отношения (или с его уменьшением) и других характеристик доплерограммы. Линейные скорости кровотока становятся равными таковым в ипсилатеральной СМА или превышают их.

Примечание:

Такая доплерограмма регистрируется при выраженном стенозирующе-окклюзирующем поражении контралатеральной СА и часто сочетается с инвертированным кровотоком в проксимальном (A1) отделе контралатеральной ПМА, свидетельствуя в этом случае о субокклюзии/окклюзии контралатеральной СА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока в контралатеральной ПМА (для выявления инверсии кровотока);
- тщательное исследование контралатеральной СА (для выявления прямых или косвенных признаков ее стенозирующе-окклюзирующего поражения).

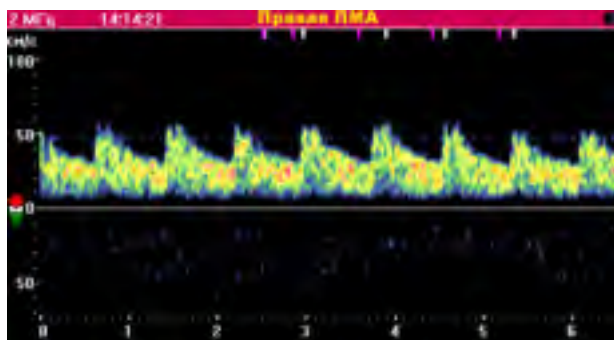
Перейти к локализации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Примечание:

Гиперперфузия по ПМА может регистрироваться после церебральной ишемии

Передняя мозговая артерия (ПМА)

при сохранной центральной гемодинамике, а также при артериальной гипертензии, сочетающейся с нарушением цереброваскулярной реактивности. Показано исследование цереброваскулярной реактивности и артериального давления. При повышении артериального давления на фоне нарушения цереброваскулярной реактивности показано его снижение под контролем доплерографии. (Гиперперфузия по ПМА может регистрироваться при большом каротидно-кавернозном соустье, располагающемся контралатерально, а также при артерио-венозной мальформации.)

ДОПЛЕРОГРАММА ИНВЕРТИРОВАННОГО КРОВОТОКА ПО ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

Регистрируется инвертированный поток по ПМА. Допплерограмма при этом в той или иной степени изменена. Подтверждением инверсии кровотока является резкое и значительное снижение линейных скоростей кровотока по ПМА при пережатии контралатеральной СА, вплоть до полного прекращения кровотока.

Примечание:

Регистрация такой доплерограммы является признаком субокклюзии/окклюзии ипсилатеральной СА.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано:

- исследование кровотока по ипсилатеральной СМА (для выявления «демпфированной» доплерограммы) и ее реактивности (для выявления нарушений реактивности, особенно на гипервентиляцию);
- исследование кровотока по ипсилатеральной СМА при пережатии ипси- и контралатеральной СА (для выявления отсутствия отчетливой реакции на пережатие ипсилатеральной СА и резкого снижения линейной скорости кровотока при пережатии контралатеральной СА);
- исследование кровотока по контралатеральной ПМА и ипсилатеральной ЗМА (для выявления в них гиперперфузии);
- исследование кровотока по ипсилатеральной НБА (для выявления инверсии кровотока);
- исследование кровотока по ипсилатеральным ОСА и экстракраниальной части ВСА (для выявления признаков субокклюзии).

Перейти к локации следующего сосуда в соответствии с протоколом.

Диагностические мероприятия:

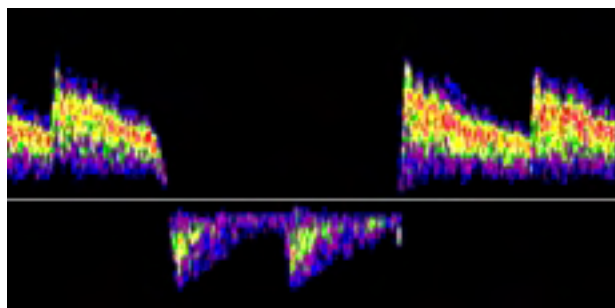
Церебральная ангиография и КТ (МРТ) (или ангиоКТ(МРТ)) головного мозга (для определения локализации и степени стенозирующе-окклюзирующего поражения, оценки церебральной гемодинамики в целом и выявления признаков ишемического повреждения головного мозга).

Лечебные мероприятия:

При окклюзии ВСА, а также субокклюзии ее интракраниальной части имеются показания к наложению экстра-интракраниального анастомоза (в отсутствие выраженных постишемических изменений в ткани головного мозга); при субокклюзии ОСА и устья ВСА показана каротидная эндартерэктомия (при неэффективном коллатеральном кровотоке через виллизиев круг операция выполняется с наложением временного шунта); во всех случаях показано назначение антитромбоцитарных средств.

Примечание:

Инверсия кровотока по ПМА может также наблюдаться при большом размере каротидно-кавернозного соустья, локализующегося ипсилатерально.

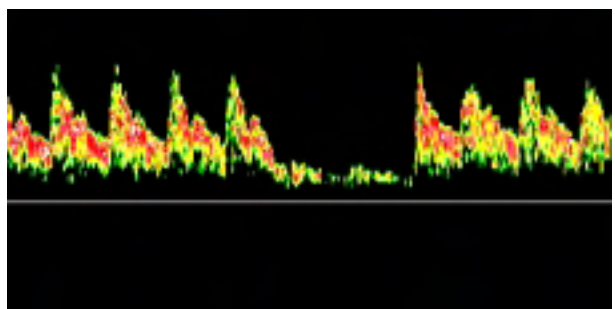
ДОППЛЕРОГРАММА ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ЗАМКНУТОСТИ ВИЛЛИЗИЕВА КРУГА СПЕРЕДИ


При пережатии ипсилатеральной СА происходит инверсия кровотока по ПМА.

Примечание:

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует о замкнутости виллизиева круга спереди (ПСА функционирует). Происходит переток крови из контралатерального каротидного

бассейна через контралатеральную ПМА и ПСА с ретроградным заполнением проксимального (A1) отдела ПМА на стороне исследования с целью коллатерального кровоснабжения главной артерии основания мозга - СМА.

ДОППЛЕРОГРАММА ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И НЕЗАМКНУТОМ СПЕРЕДИ ВИЛЛИЗИЕВОМ КРУГЕ


При пережатии ипсилатеральной СА происходит резкое и значительное снижение линейных скоростей кровотока по ПМА, вплоть до полного прекращения кровотока.

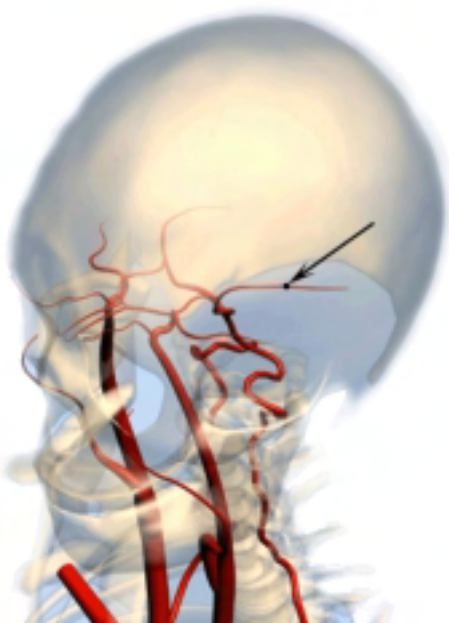
Примечание:

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует о незамкнутости виллизиева круга спереди (ПСА не

функционирует).

Такой результат пробы с пережатием встречается приблизительно у четверти обследуемых лиц.

АНАТОМИЯ ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



ЗМА образуется у переднего края моста вследствие деления ОА. Угол расхождения артерий может быть тупым, прямым или острым. От места развилки они направляются вверх кзади и кнаружи, огибая ножку большого мозга. Диаметр ЗМА колеблется от 1,6 до 2,5 мм.

Варианты отхождения ЗМА:

- обычный - конечная ветвь ОА;
- начинается от ЗСА вблизи ВСА;
- начинается от ЗМА противоположной стороны;
- одна отходит от ВСА (задняя трифуркация), а другая от ОА;
- обе начинаются от одной из ВСА;
- обе артерии с одной стороны.

Корковые ветви ЗМА анастомозируют на поверхности мозга с корковыми ветвями СМА и ПМА. ЗСА соединяют ЗМА с ВСА.

Их диаметр равен 0,6-1,5 мм (в 2 раза меньше диаметра ЗМА).

Варианты ЗСА:

- нормальный - в 50% случаев;
- односторонняя гипоплазия;
- односторонняя аплазия;
- односторонняя гипоплазия при задней трифуркации - кровоток осуществляется из ВСА;
- двусторонняя аплазия ЗСА.

В норме при равнозначности кровотока по ВСА и ОА кровоток по ЗСА отсутствует. Две ЗСА и начальные отделы ЗМА (P1) образуют задний вертебральный отдел артериального (виллизиева) круга большого мозга.

ЛОКАЦИЯ ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

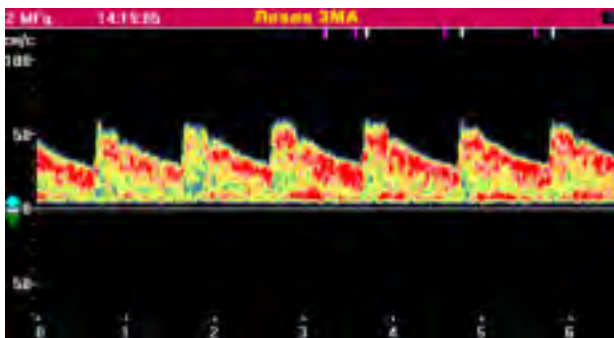


ЗМА исследуют в положении больного лежа на спине транстемпоральным доступом (через височные «окна») из заднего окна датчиком 2 МГц на глубинах 65-75 мм, направляя луч кзади (сигнал от ЗМА лоцируется всегда глубже, чем от ВСА и СМА и не может быть ближе 55 мм). Височные окна (переднее, среднее и заднее) располагаются выше дуги верхней челюсти между ушной раковиной и наружным краем орбиты.

У здоровых лиц кровоток в проксимальном отделе ЗМА (P1) направлен к датчику, а в дистальном отделе (P2) - от датчика. Помимо исследования кровотока по ЗМА в покое выполняется проба с

пережатием ипсилатеральной СА (СА прижимается к сонному бугорку 6-го шейного позвонка или в ином месте) для изучения замкнутости виллизиева круга сзади.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный плавный спуск. Систолическо-диастолическое отношение около 2,0. Спектральная мощность равномерно распределена между высокими и низкими частотами, спектральное «окно» выражено слабо. Дующий звук. Характерной особенностью является наложение низкочастотной (у изолинии) полосы венозного шума.

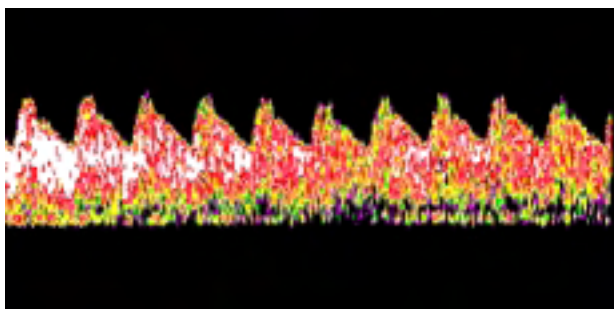
Примечание:

Линейные скорости кровотока обычно ниже, чем в ипсилатеральной СМА.

Диагностические шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы выполняется проба с пережатием ипсилатеральной СА (проба на замкнутость виллизиева круга сзади).

ДОППЛЕРОГРАММА ГИПЕРПЕРФУЗИИ ПО ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ



Единственным отличием от нормальной доплерограммы ЗМА является увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) без изменения систолическо-диастолического отношения (или с его уменьшением) и других характеристик доплерограммы. Линейные скорости кровотока становятся равными таковым в ипсилатеральной СМА или превышают их.

Примечание:

Такая доплерограмма регистрируется при выраженном стенозирующе-окклюзирующем поражении ипсилатеральной СА.

Диагностические шаги:

При регистрации такой доплерограммы показано всеобъемлющее исследование ипсилатеральной СА (для выявления прямых или косвенных признаков ее стенозирующе-окклюзирующего поражения).

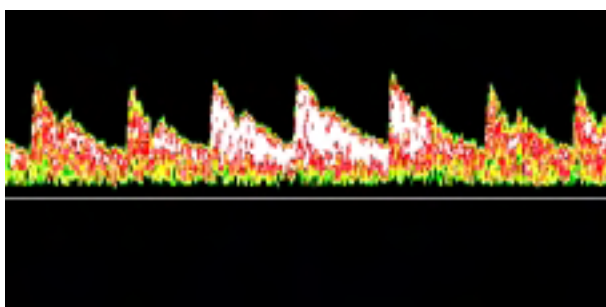
Примечание:

Гиперперфузия по ЗМА может регистрироваться после церебральной ишемии при

Задняя мозговая артерия (ЗМА)

сохранной центральной гемодинамике, а также при артериальной гипертензии, сочетающейся с нарушением цереброваскулярной реактивности. Показано исследование цереброваскулярной реактивности и артериального давления. При повышении артериального давления на фоне нарушения цереброваскулярной реактивности показано его снижение под контролем доплерографии.

(Гиперперфузия по ЗМА может регистрироваться при большом каротидно-кавернозном соустье, располагающемся ипсилатерально, а также при артерио-венозной мальформации.)

ДОПЛЕРОГРАММА ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ЗАМКНУТОСТИ ВИЛЛИЗИЕВА КРУГА СЗАДИ

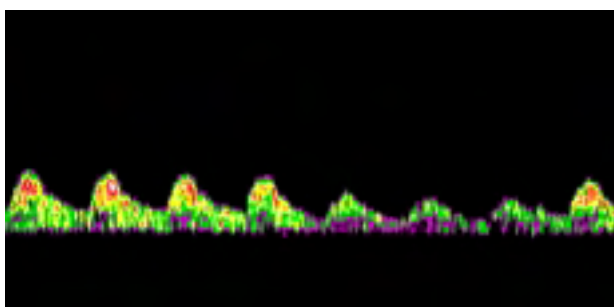
При пережатии ипсилатеральной СА происходит увеличение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) в проксимальном (P1) сегменте ЗМА.

Примечание:

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует о замкнутости виллизиева круга сзади на стороне исследования

(ипсилатеральная ЗСА функционирует). Происходит ускорение кровотока по ЗМА вследствие сброса крови по ипсилатеральной ЗСА в ипсилатеральный каротидный бассейн с целью его коллатерального кровоснабжения.

При незамкнутости виллизиева круга сзади на стороне исследования (ипсилатеральная ЗСА не функционирует) реакция на пережатие ипсилатеральной СА отсутствует.

ДОПЛЕРОГРАММА ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕЖАТИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ЗАДНЕЙ ТРИФУРКАЦИИ ИПСИЛАТЕРАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

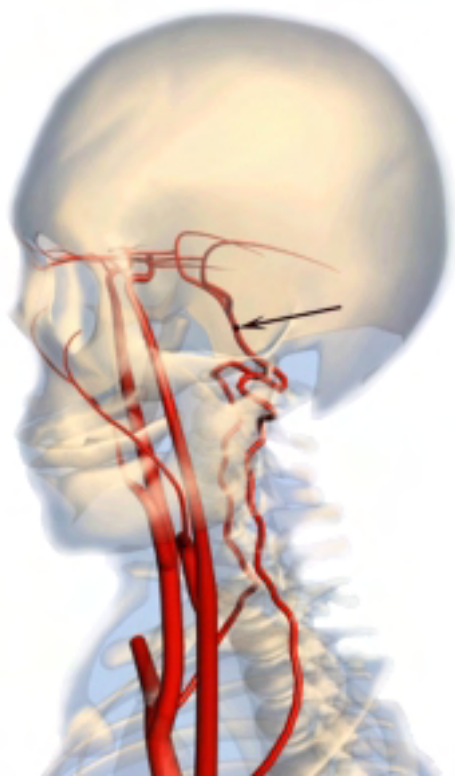
При пережатии ипсилатеральной СА происходит значительное снижение линейных скоростей кровотока (систолической, средней, диастолической) в дистальном (P2) сегменте ЗМА.

Примечание:

Такой результат пробы с пережатием свидетельствует о наличии задней трифуркации ипсилатеральной ВСА (ЗМА

отходит от ВСА и соединяется с ОА посредством ЗСА). При пережатии ипсилатеральной СА источником кровоснабжения становится ЗСА, которая имеет значительно меньший диаметр.

АНАТОМИЯ ОСНОВНОЙ АРТЕРИИ



ОА образуется от слияния ПА на уровне заднего отдела моста. Она обычно несколько изогнута, ее длина колеблется в пределах 46-51 мм, диаметр - около 2,8 мм. Крупные ветви: передняя нижняя и верхняя мозжечковые артерии и ЗМА, которые являются конечными. Варианты строения ОА:

- высокое формирование короткой ОА, частичное слияние ПА с образованием «островков»;
- слияние ПА отсутствует и;
- (в редких случаях) вдоль моста тянутся два параллельных ствола, которые непосредственно переходят в ЗМА или ЗСА.

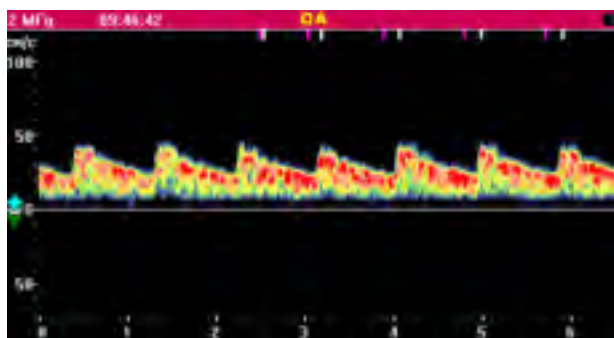
ЛОКАЦИЯ ОСНОВНОЙ АРТЕРИИ



ОА лоцируют субокципитальным доступом датчиком 2 МГц (положение больного сидя спиной к врачу или лежа на животе, или лежа на боку, голова максимально наклонена вперед, датчик устанавливают по средней линии шеи сразу под большим затылочным бугром и направляют вперед, иногда - в слегка косом направлении), начиная с глубины 75-85 мм, затем глубину меняют, исследуя кровоток в различных отделах ОА.

Направление кровотока в норме - от датчика.

НОРМАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАММА ОСНОВНОЙ АРТЕРИИ



Пилообразная доплерограмма: быстрый крутой подъем, заостренная вершина, медленный плавный спуск. Систола-диастолическое отношение около 2,0. Спектральная мощность равномерно распределена между высокими и низкими частотами, спектральное «окно» выражено слабо. Дующий звук.

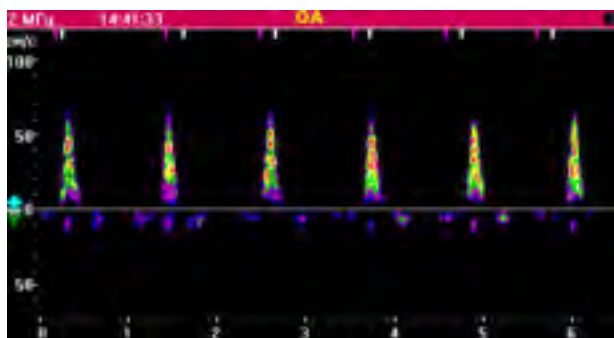
Примечание:

Допплерограмма по своим характеристикам близка к нормальной доплерограмме СМА; линейные скорости кровотока, обычно, значительно выше таковых в ПА и выше таковых в ЗМА.

Диагностические шаги:

При регистрации нормальной доплерограммы можно завершить исследование.

ДОППЛЕРОГРАММА ОСНОВНОЙ АРТЕРИИ ПРИ КРИТИЧЕСКОМ ОТЕКЕ И НАБУХАНИИ МОЗГА



«Реверберирующий» кровоток: короткий высокий крутой острый систолический пик (антероградный поток в систолу), вслед за которым следует противоположно направленный короткий ранний диастолический пик меньшей амплитуды, а затем, через небольшой временной промежуток, низкоамплитудная плавная диастолическая волна, направленная в сторону раннего диастолического пика (ретроградный поток в диастолу).

Примечание:

Антероградный поток в систолу обусловлен положительным церебральным перфузионным давлением - систолическое артериальное давление превышает внутричерепное давление; ретроградный поток в диастолу обусловлен отрицательным значением церебрального перфузионного давления - внутричерепное давление превышает диастолическое артериальное давление.

«Реверберирующий» кровоток регистрируется во всех церебральных артериях.

Последующие шаги:

При регистрации такой доплерограммы показана электроэнцефалография (для диагностики смерти мозга).

Примечание:

Прогноз абсолютно неблагоприятный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в Справочнике набор патологических доплерографических паттернов, безусловно, остается далеко не полным, ряд иллюстраций имеет не самое высокое качество, кроме того, потеря цвета негативно отражается на восприятии иллюстративного материала. Все эти недостатки будут постепенно устранены в последующих изданиях Справочника.