

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения города
Москвы по нейрохирургии

 _____ А.А. Гринь

« ____ » _____ 2022 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертный совет по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 14

 _____ 2022 г.



**ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ
КОНТАКТНАЯ ДОПЛЕРОГРАФИЯ В ХИРУРГИИ
АНЕВРИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Методические рекомендации № 14

Москва
2022

УДК: 615.837:616.831.94-007.64-089

ББК 53.433+56.134

И-73

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н. В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы».

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Авторы: В. В. Крылов, Л. Т. Хамидова, А. В. Природов, Н. В. Рыбалко, Н. А. Полунина, В. А. Лукьянчиков.

Рецензенты: Китаев В. М. д. м. н, профессор кафедры лучевой диагностики с курсом клинической радиологии ИУВ НМХЦ им. Н. И. Пирогова;

Сытник А. В. к. м. н. заведующий отделением нейрохирургии ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13» ДЗМ.

Интраоперационная ультразвуковая контактная доплерография в хирургии аневризм головного мозга. методические рекомендации / составители: В. В. Крылов, Л. Т. Хамидова, А. В. Природов [и др.]. – М.: ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ», 2022 – 23 с.

Методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Улучшение алгоритма обследования и совершенствование хирургической тактики у пациентов с острой и хронической ишемией головного мозга различной этиологии с учетом отдаленных результатов лечения».

Методические материалы предназначены для освоения теоретических знаний и профессиональных практических навыков, необходимых для врачей-нейрохирургов, врачей ультразвуковой и функциональной диагностики.

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.

ISBN

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2022

© ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ», 2022

© Коллектив авторов, 2022

Содержание

I.	Введение	4
II.	Методика выполнения контактной интраоперационной доплерографии	5
III.	Применение контактной доплерографии у пациентов со сложными аневризмами головного мозга	11
IV.	Алгоритм интраоперационной ультразвуковой диагностики во время операций на сложных аневризмах головного мозга	16
V.	Список литературы	22

ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КОНТАКТНАЯ ДОППЛЕРОГРАФИЯ В ХИРУРГИИ АНЕВРИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Введение

Интраоперационная контактная доплерография впервые была применена в начале 80-х годов в нейрохирургической клинике Университета Фрайбурга (Германия). Необходимость контроля эффективности клипирования при проведении оперативного вмешательства на аневризмах обусловлена возможным возникновением интраоперационных осложнений. К осложнениям клипирования аневризмы (ОКА) относят неполное клипирование аневризмы, повреждение и окклюзию магистральных и перфорирующих артерий.

По данным разных авторов, от 1 % до 28 % операций при клипировании аневризмы осложняется окклюзией крупных артерий или неполным клипированием шейки аневризмы. После неполного клипирования в ней сохраняется кровоток и пульсовое артериальное давление. Неполное клипирование аневризмы сохраняет риск повторного ее разрыва как в раннем послеоперационном периоде, так и в течение всей жизни пациента.

Среди факторов, определяющих риск ОКА, выделяют размер, локализацию аневризмы, атеросклеротическое поражение стенок артерий и шейки аневризмы и перенесенное САК.

Компрессия или стеноз магистральных и перфорирующих артерий проявляются неврологическим дефицитом, соответствующим бассейну кровоснабжения артерии.

Визуальный осмотр аневризмы и окружающих ее сосудов после клипирования через микроскоп может не давать надежной информации об ОКА. Для интраоперационной диагностики ОКА применяют методы ангиографии, интраоперационной доплерографии сосудов головного мозга, флоуметрии, регистрации вызванных потенциалов мозга. Видеоэндоскопическая ассистенция (ВЭСА) также является методом дополнительной визуализации аневризмы и окружающих ее структур, однако, являясь дорогостоящим исследованием, она недоступна для большинства нейрохирургических клиник.

Проведение доплерографии во время операции является инвазивным и доступным методом, позволяющим оценивать гемодинамические параметры сосудов головного мозга, проводя контроль качества клипирования. Интраоперационная доплерография позволяет с высокой чувствительностью выявлять стеноз несущей аневризму артерии, ее перфорирующих ветвей и остаточный кровоток в аневризме, свидетельствующий о неполном ее клипировании. Преимуществами метода являются быстрота выполнения (3–5 минут) и отсутствие осложнений, связанных с ее применением.

Е. Z. Kapsalaki и соавт. (2008), проанализировав результаты интраоперационного доплерографического исследования у 121 пациента с 130 оперированными аневризмами, отметили снижение кровотока в несущей аневризму артерии в 23 (15,6 %) исследованиях, а в 19 (12,9 %) – сохраненный кровоток в аневризме после клипирования, свидетельствующий о неполном выключении аневризмы [21]. Авторы показали, что частота встречаемости доплеровских изменений после клипирования зависела от анатомического расположения и размера аневризмы, а также была связана с техническими трудностями наложения клипса.

По данным О. Д. Шехтмана (2006), из 76 больных с 90 мешотчатыми аневризмами у 21 (27,6 %) пациента по результатам интраоперационной доплерографии имелись основания для ревизии области наложения клипса [9]. У 18 (23,7 %) пациентов были обнаружены стеноз или окклюзия одного из сосудов, прилежащих к аневризме, которые у 13 (17,1 %) пациентов привели к репозиции клипса. В 3 (3,9 %) наблюдениях выявлено неполное выключение аневризмы, при этом в двух случаях на аневризму был наложен дополнительный клипс.

По данным S. Amin-Nanjani и соавт. (2008), при наблюдении 103 пациентов с 106 аневризмами, существенное (>25 %) усиление кровотока после клипирования аневризмы сосудов головного мозга было отмечено у 33 (31 %) больных, это потребовало переустановки клипса у 25 (23,5 %) пациентов, что привело к восстановлению исходного кровотока [22]. У 8 пациентов повышение ЛСК было расценено как рефлекторный АС, который был устранен после аппликации 2 % раствора папаверина.

Хирургическое лечение пациентов с гигантскими и сложными аневризмами сопряжено с высоким риском ишемических осложнений. Помимо традиционных методов выключения гигантских АА из кровотока, выполняют операции по созданию новых альтернативных путей кровотока между вне- и внутричерепными артериями (обходное экстра-интракраниальное шунтирование) и внутричерепными артериями (интра-интракраниальные анастомозы). Данные методы реваскуляризации позволяют выключать из кровотока большие и сложные АА вместе с несущей артерией без ишемических осложнений.

Учитывая простоту, доступность, надежность и безопасность проведения интраоперационной доплерографии, а также высокую положительную корреляцию результатов интраоперационного доплеровского исследования и контрольной АГ, рекомендовано рассматривать применение данного метода для интраоперационной оценки мозгового кровотока и эффективности клипирования.

Методика выполнения контактной интраоперационной доплерографии

Для проведения интраоперационной доплерографии используются те же приборы, что и для транскраниальной доплерографии. Так же как и при проведении ТКДГ, при выполнении

интраоперационной доплерографии проводят качественный и количественный анализ кровотока. Качественный анализ включает в себя оценку спектральных характеристик и акустического сигнала. При количественном анализе проводят оценку систолической и диастолической линейной скорости кровотока.

Интраоперационную доплерографию проводят с использованием доплеровского аппарата, укомплектованного датчиками со сканирующей поверхностью диаметром 1–3 мм с рабочей частотой 16 МГц (рис. 1). Измерение кровотока в сосудах головного мозга начинают с установки глубины сканирования 1,2–1,4 мм и мощности датчика 90–100 %, затем, изменяя глубину и угол, достигают максимально возможной амплитуды и интенсивности доплеровского сигнала. Для достижения максимальной чувствительности исследования по возможности необходимо соблюдать угол сканирования между сосудом и датчиком менее 60 градусов и регистрировать спектрограммы до получения максимального, четкого и устойчивого артериального сигнала. Необходимо повторить исследование при сомнительных, нечетких результатах. До наложения клипсы доплеровское исследование проводят в несущем аневризму сосуде и ее ветвях, а также оценивают наличие и характер кровотока в аневризме. После клипирования проводят исследование параметров кровотока в несущем аневризму сосуде и прилежащих ветвях, а также оценивают радикальность выключения аневризмы (на предмет наличия остаточного кровотока).

Необходимо учитывать, что прямое сравнение V_s кровотока до и после клипирования является более полезным для практической работы, а взятые изолированно показатели V_s по этим артериям в дооперационном периоде не имеют значения. В исследованиях продемонстрировано снижение V_s в различных сосудах и сегментах, вызванное анестезией, что доказывало тот факт, что V_s необходимо измерять непосредственно до и после клипирования АА.

Доплеровский датчик следует помещать в канюлю, чтобы обеспечить жесткость и точное позиционирование сканирующей поверхности (рис. 1). Средняя продолжительность процедуры при всех операциях составляет 4–5 минут. Интраоперационных осложнений, связанных с использованием КД, не зарегистрировано.



Рисунок 1 – Датчик для проведения контактной интраоперационной доплерографии (16 мГц)

В зависимости от локализации аневризм определяют зоны измерения V_s при помощи интраоперационной контактной доплерографии (табл. 1).

Таблица 1 – Зоны измерения V_s в зависимости от локализации аневризм до и после клипирования

Исследуемая артерия	Зоны измерения V_s
ВСА	1) V_s в ВСА по несущей артерии 2) М1 сегмент 3) А1 сегмент 4) Аневризма: шейка, купол, тело.
СМА	1) Несущая артерия 2) М1 сегмент 3) М2 (лобная) 4) Аневризма: шейка, купол, тело.
ПСА	1) V_s по ВСА по несущей артерии (доминантный А1 сегмент) 2) Оба А1 сегмента 3) V_s в контралатеральной (недоминантной артерии) 4) Аневризма: шейка, купол, тело.

Во время проведения операции определяют следующие ультразвуковые паттерны:

1. Отсутствие кровотока в одной из ветвей, прилежащих к аневризме после клипирования, – признак стенозирования/окклюзии;

2. Увеличение/снижение ЛСК в несущем аневризму сосуде по сравнению с исходными данными (до наложения клипсы) – признак стенозирования (рис. 2);

3. Регистрация сохраненного кровотока в аневризме (после клипирования) – признак неполного выключения аневризмы (рис. 3).

В перечисленных ситуациях переключивание клипсы позволяет добиться восстановления кровотока в несущей аневризму артерии, после чего необходимо проведение контрольной контактной доплерографии, по результатам которой отклонение ЛСК от исходных значений должно составлять не более 20 %. Окончательное решение о необходимости дополнительной репозиции клипсы до восстановления исходных значений ЛСК остается за оперирующим нейрохирургом.

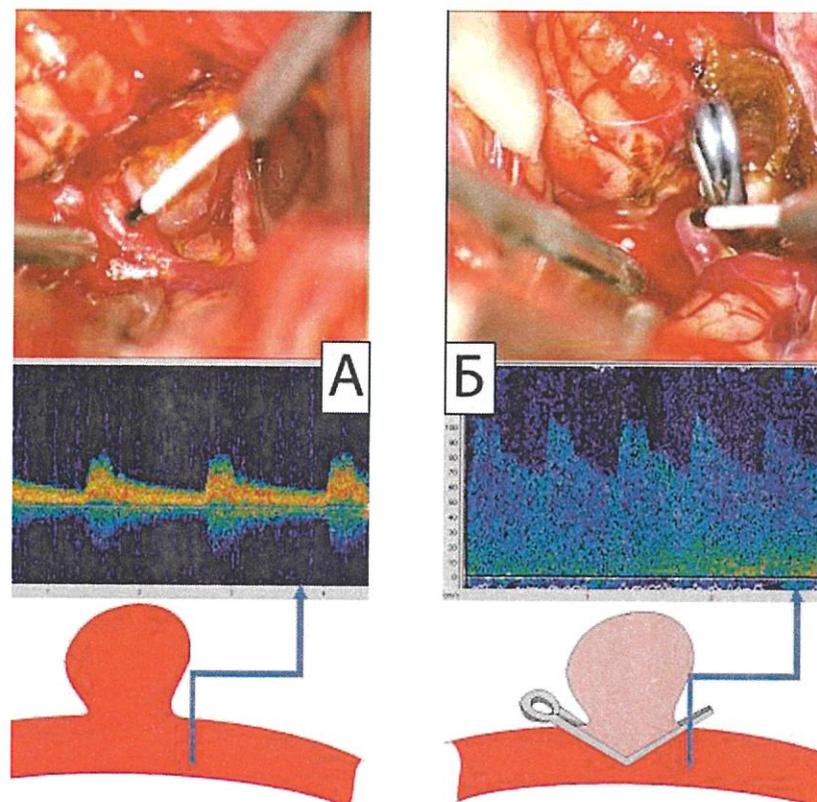


Рисунок 2 – Интраоперационная доплерография при клипировании аневризмы задней нижней мозжечковой артерии: а – доплерограмма кровотока в несущем сосуде до клипирования; б – увеличение кровотока на 100 % от исходных значений после клипирования

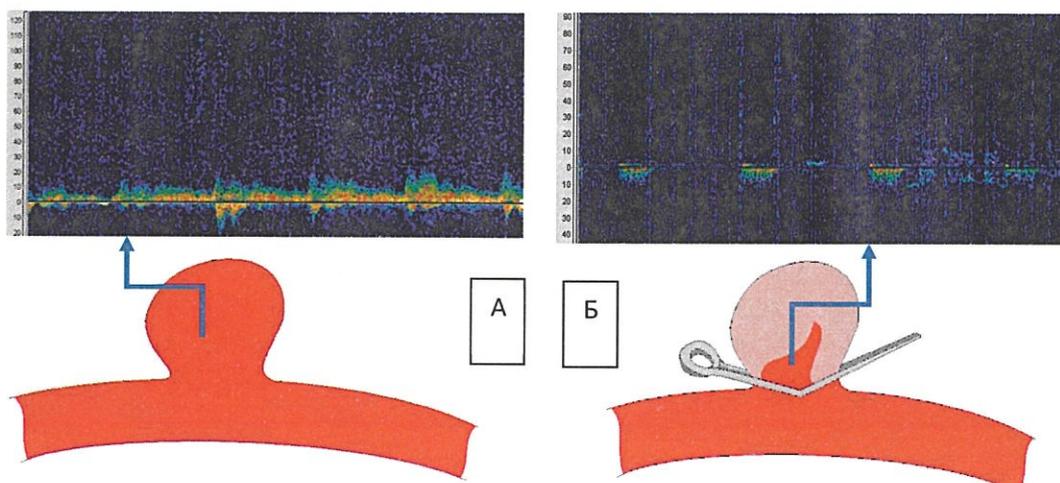


Рисунок 3 – Результаты интраоперационной доплерографии при клипировании аневризмы перикаллезной артерии: А. Турбулентный кровоток в аневризме до клипирования; Б. Сохраненный кровоток в аневризме после клипирования

Возрастание ЛСК более чем на 70 % сопровождается следующими изменениями спектра: увеличением систолического пика, разбросом спектра высоких частот, неполным закрытием спектрального окна, концентрацией яркостей спектра в зоне средних скоростей систолической фазы, появлением «шипящего сигнала».

Снижение ЛСК по несущему аневризму сосуду на 70–90 % по сравнению с исходными значениями сопровождается следующими изменениями спектра:

- выраженное снижение систолического пика
- выраженный разброс спектра частот
- отсутствие спектрального окна,
- концентрация яркостей спектра в зоне низких частот,
- увеличение пульсационного индекса (ПИ),
- появление «свистящего сигнала».

При интраоперационной оценке характера кровотока в аневризме до клипирования возможны следующие варианты доплерографической картины:

- турбулентный характер кровотока с низкими скоростями и наличием разнонаправленного потока;
- ламинарный характер кровотока.

При контрольном исследовании после клипирования при полном выключении аневризмы из кровотока ожидают исчезновения паттерна потока в аневризме, что подтверждается отсутствием кровотока при вскрытии хирургом аневризмы;

Манипуляции на сосудах, проводимые в течение операции, могут привести к развитию интраоперационного спазма, который характеризуется увеличением ЛСК на 15–20 % от исходных значений, незначительным увеличением и небольшим разбросом значений систолического пика, частичным закрытием спектрального окна. Для уменьшения спазма проводят аппликацию артерии ватником, пропитанным 2% раствором папаверина, что, по данным контрольной доплерографии, как правило, сопровождается снижением ЛСК на 20–25 % (рис. 4).

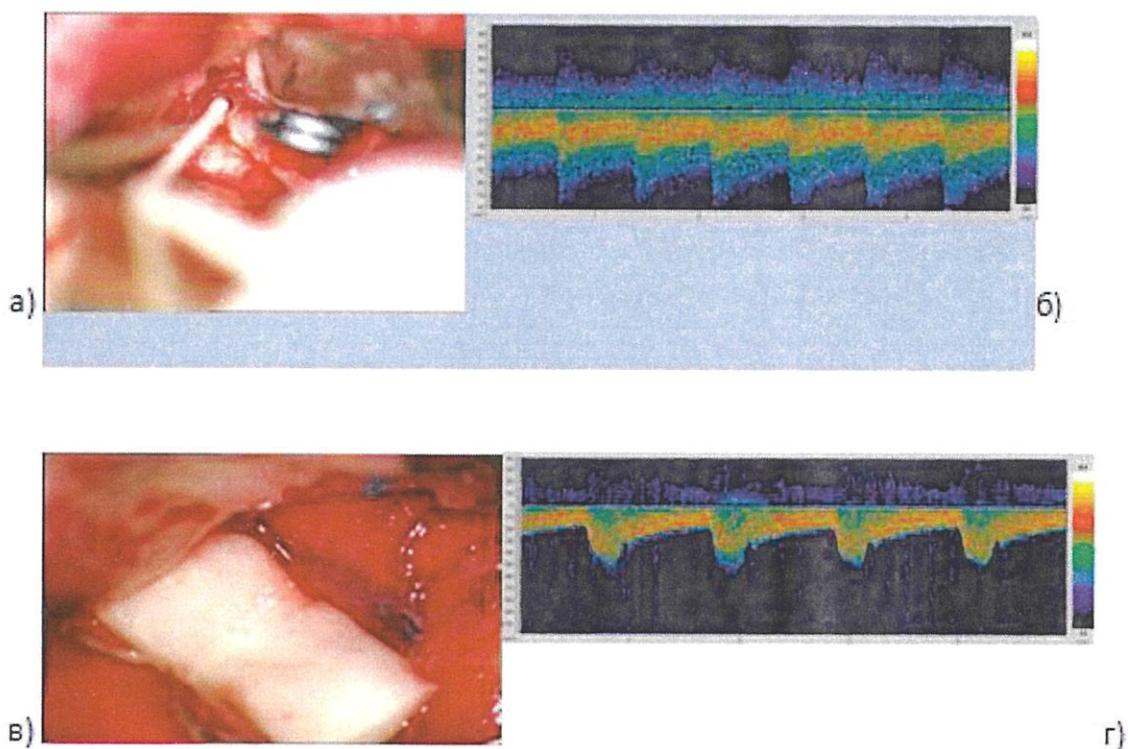


Рисунок 4 – Интраоперационная доплерография: а) измерение кровотока в сосуде после клипирования аневризмы; б) увеличение ЛСК в несущем сосуде после клипирования на 20 % от исходных значений; в) аппликация артерии ватником, пропитанным 2% раствором папаверина; г) снижение ЛСК после аппликации до исходных значений

Таким образом, проведение интраоперационной УЗДГ пациентам с определенными особенностями строения и локализации аневризм головного мозга позволяет повысить частоту выявления сосудистых нарушений после клипирования АА. Контроль эффективности клипирования при проведении оперативного вмешательства необходимо проводить при гигантских, тромбированных аневризмах и аневризмах, имеющих широкую шейку.

Применение контактной доплерографии у пациентов со сложными аневризмами головного мозга

В настоящее время выделяют ряд морфологических критериев, по которым аневризму можно считать сложной. К этим критериям относят широкую шейку (диаметр шейки аневризмы 4 мм и более), отсутствие шейки, атеросклеротические изменения в области шейки, тромбоз полости аневризмы, наличие функционально значимых артерий, берущих начало от купола или шейки аневризмы, расслаивающие аневризмы, гигантские аневризмы (более 25 мм), локализацию аневризмы в вертебробазилярном бассейне, кавернозном отделе и офтальмическом сегменте внутренней сонной артерии. Также сложными, по данным N. Andaluz, M. Zuccarello (2011), считают аневризмы, ранее оперированные микрохирургически или эндоваскулярно, при которых потребовалось выполнение повторного вмешательства; при недостаточности коллатерального кровообращения в зоне эфферентных ветвей заинтересованного бассейна, а также в случае, если планируется выключение из кровотока одной из магистральных артерий головы [11]. Также, согласно данным L. N. Sekhar и соавт. (2008), R. A. Hanel и соавт. (2008), аневризма может быть охарактеризована как сложная на основании сложной конфигурации тела аневризмы (наличия дивертикулов, дополнительных куполов), а также если речь идет о блистерных аневризмах и «перианевризматическом» окружении – контакте аневризмы с окружающими костными, нервными и сосудистыми структурами [12, 17].

В группе пациентов, у которых при ангиографическом исследовании были диагностированы гигантская аневризма, многокамерные аневризмы и аневризмы, имеющие широкую и/или склерозированную шейку, чаще зафиксированы изменения доплерографических параметров во время клипирования, чем в группе с обычными аневризмами.

При различных видах реконструкции необходимо определять зоны измерения, доплеровские показатели, а также критерии эффективности по данным контактной доплерографии (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели, задачи и критерии эффективности по данным УЗД при различных видах реконструкции в хирургии сложных артерий

Вид реконструкции	Зоны измерения при различных видах реконструкции	Показатели УЗД	Задачи УЗД	Критерии эффективности
Ремоделирование шейки АА	Аневризма Несущий сосуд	Vs до и после клипирования, характер потока в несущем сосуде и в аневризме	Оценка проходимости, исключение спазма (стеноза), выключение аневризмы	Аневризма после клипирования – отсутствие кровотока, Vs в несущих сосудах не меняется или меняется на менее 20 % от исходных значений
Высокопоточный обходной экстра-интракраниальный шунт при СА	ЛА – до забора, после шунт, анастомоз (дистальный и проксимальный)	До выделения – исходные значения Vs После выделения – максимальные значения Vs (направление кровотока) ЛА – диаметр, стенки, Vs	ЛА- стенки, ход артерии, ОК, длина, Диаметр ЛА Оценка проходимости, исключение стенозирования и тромбоза	Шунт проходим, стенозов в сосудах не выявлено, кровотоков ламинарный
ЭИКМА	ПВА (теменная или лобная ветвь) Шунт М4 или М3	Vs по М4 и М3 (направление кровотока) и объемный кровотоков Vs по шунту	Оценка проходимости анастомоза, исключение стенозирования и тромбоза	Повышение скорости кровотока в донорской артерии, ламинарный кровотоков в зоне анастомоза, повышение скорости кровотока в реципиентной артерии выше исходных значений
Двойной ЭИКМА	ПВА (теменная и лобная ветвь) 2 пунта 2 сегмента М4	Vs по 2 анастомозу	Оценка проходимости анастомоза, исключение стенозирования и тромбоза	См. ЭИКМА
Интра – интракраниальный анастомоз	Артерия-донор Артерия-реципиент анастомоз	Vs по 2 анастомозу	См ЭИКМА	См. ЭИКМА

Таким образом, проведение контактной доплерографии с оценкой показателей, следование критериям эффективности и наличие осведомленности о возможных технических ошибках помогает снизить риск несостоятельности анастомоза.

В ходе операции необходимо исследовать все сосуды, прилегающие к аневризме, а также характер кровотока в аневризме до и после клипирования, сохраняя угол сканирования от 30 до 60 градусов. При проведении исследования на сложных аневризмах необходимо четко оценивать тип кровотока, а также акустический сигнал, направление кровотока (рис. 5). При обнаружении сохраненного кровотока в аневризме на пришеечную часть устанавливают дополнительный клипс, позволяющий полностью перекрыть шейку аневризмы.

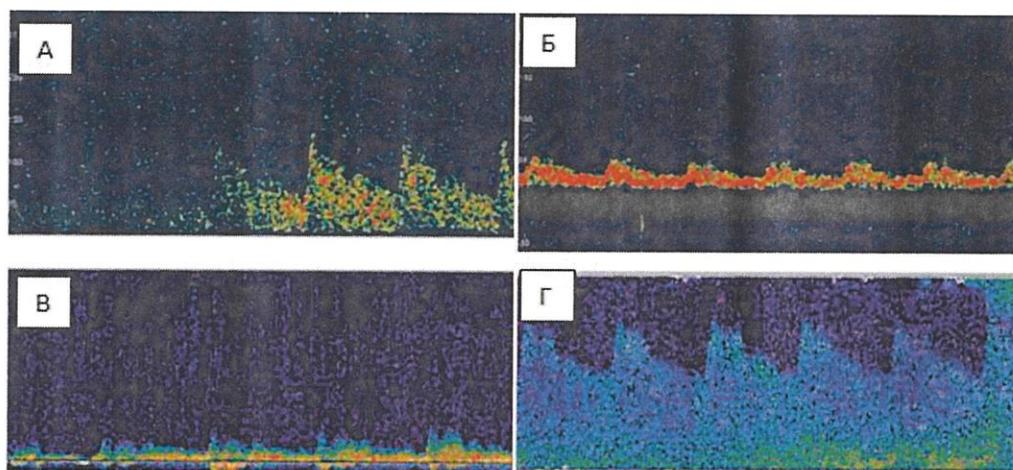


Рисунок 5 – Доплерограммы при различных ситуациях во время клипирования сложных аневризм: А – Доплерограмма при снятии клипсы, которая стенозировала сосуд, восстановление кровотока; Б – низкоскоростной кровотока дистальнее стеноза; В – турбулентный кровотока в аневризме; Г – зона стеноза сосуда (сопровождается «шипящим» акустическим звуком).

Ламинарный кровотока чаще наблюдают при широкой шейке аневризмы; низкоскоростной – у пациентов с частично тромбированной аневризмой. Во всех случаях треппинга проводят исследование V_s в аневризме. При использовании только проксимального треппинга в аневризме может сохраняться кровотока. Всем пациентам проводят контрольную КАГ через месяц после операции.

В норме спектральные характеристики и скорости кровотока должны быть одинаковыми до и после клипирования. Увеличение или уменьшение скорости потока, а также любое изменение спектра рассматривается как патологическое. Исключением составляет турбулентный кровотока непосредственно в аневризме и ее пришеечной части до клипирования. Неполная окклюзия аневризмы может привести к послеоперационному кровотечению и

повторной операции, поэтому необходимо проверять правильное положение клипсы и гемодинамическую ситуацию после клипирования с помощью доплерографии.

В ходе операции при клипировании сложных аневризм нейрохирургом может быть принято решение о выполнении экстренной реваскуляризирующей операции в связи с различными интраоперационными осложнениями и находками: интраоперационный разрыв несущей артерии, тромбоз несущей артерии, деформация функционально значимых артерий с резким падением кровотока по ним. Вид реваскуляризирующего вмешательства определяется расположением аневризмы и тем, сосуды какого калибра выключают из кровотока. К реваскуляризирующим операциям относятся высокопоточный обходной экстра-интракраниальный шунт, ЭИКМА, интра-интракраниальные анастомозы, а также двойной ЭИКМА. Функционирование анастомозов и шунтов необходимо подтверждать при помощи интраоперационной контактной доплерографии. Применение микрососудистой доплерографии позволяет исследовать все критические зоны анастомоза в ходе операции. В донорском сосуде с помощью контактной доплерографии необходимо оценить: до выделения – исходные значения ЛСК; после выделения – максимальные значения ЛСК (направление кровотока) и объемный кровоток; после создания анастомоза – оценка проходимости и ЛСК. В реципиентном сосуде также оценивается ЛСК и гемодинамические параметры. Допплерографические исследования после создания анастомоза включают в себя: оценку ЛСК, исключение стенозирования, исключение тромбоза. Таким образом, критериями эффективности микроанастомоза являются:

- повышение скорости кровотока в донорской артерии на фоне значительного снижения периферического сопротивления;
- ламинарный кровоток в зоне анастомоза или незначительное ускорение в области острого угла (не более чем на 30 %);
- изменение направления кровотока в центральном сегменте корковой артерии к Сильвиевой щели;
- повышение скорости кровотока в реципиентной и отводящем сегменте корковой артерии в 5–7 раз выше исходных значений.

При необходимости выполнения экстренного реваскуляризирующего вмешательства при сложных аневризмах ВСА или СМА предпочтение отдают высокопоточному обходному экстра-интракраниальному шунтированию в связи с тем, что достоверно неизвестно состояние коллатерального кровообращения. Самой частой модификацией такого шунтирования является проведение шунта от М2-сегмента СМА (место дистального анастомоза) до НСА (место формирования проксимального анастомоза) с применением в качестве графта фрагмента

лучевой артерии (ЛА), поэтому отдельной задачей является разметка лучевой артерии в экстренных условиях под контролем УЗИ:

- поверхностным датчиком измеряют протяженность ЛА от места отхождения в локтевом сгибе;
- диаметр артерии;
- ход артерии;
- состояние сосудистой стенки;
- ЛСК.

В выборе стороны забора артерии предпочтение отдают недоминантной руке. По данным НИИ СП им. Н. В.Склифосовского, средний диаметр ЛА составил 3,5 мм, а объемный кровоток по ЛА, функционирующей в естественных условиях, в среднем до выделения – 60–70 мл/мин.

При выборе экстракраниальной артерии-реципиента для формирования проксимального анастомоза в структуре обходного экстра-интракраниального шунта учитывают ее диаметр, наличие патологических изменений. Несмотря на то, что ВСА имеет большой диаметр, выбирают НСА, так как в ней меньше атеросклеротических изменений и ее пережатие менее опасно в плане риска возникновения ишемии головного мозга. После окончания формирования дистального анастомоза его проходимость проверяют, снимая проксимальную клипсу с реципиентной артерии. Кровоток по артерии-реципиенту исследуют с помощью контактной доплерографии микрососудистым датчиком 16 МГц диаметром 1 или 2 мм. Критерием проходимости шунта также считают его четкую видимую глазом и пальпируемую пульсацию. Контактная доплерография является наиболее простым инструментальным методом исследования кровотока по шунту. Выполнять нужно доплерографию как экстракраниального, так и интракраниального участков шунта.

При получении ультразвуковых признаков магистрального кровотока по экстра-интракраниальному шунту его считают состоятельным. При наличии соответствующей аппаратуры для оценки заполнения бассейна СМА через шунт можно выполнить интраоперационную ангиографию.

Таким образом, каждый случай операции у пациентов со сложными аневризмами индивидуален и характеризуется своими особенностями строения аневризмы, коллатерального кровотока и сопутствующей патологии.

Проанализировав клинические наблюдения из нашей практики, мы вывели средние значения Vs по анастомозам и шунтам, определили порядок проведения ультразвуковых методов во время операции и сделали акцент на алгоритме интраоперационной ультразвуковой диагностики во время операций на сложных аневризмах головного мозга (рис. 6, 7).

Алгоритм ИУЗИ при хирургии сложных аневризм

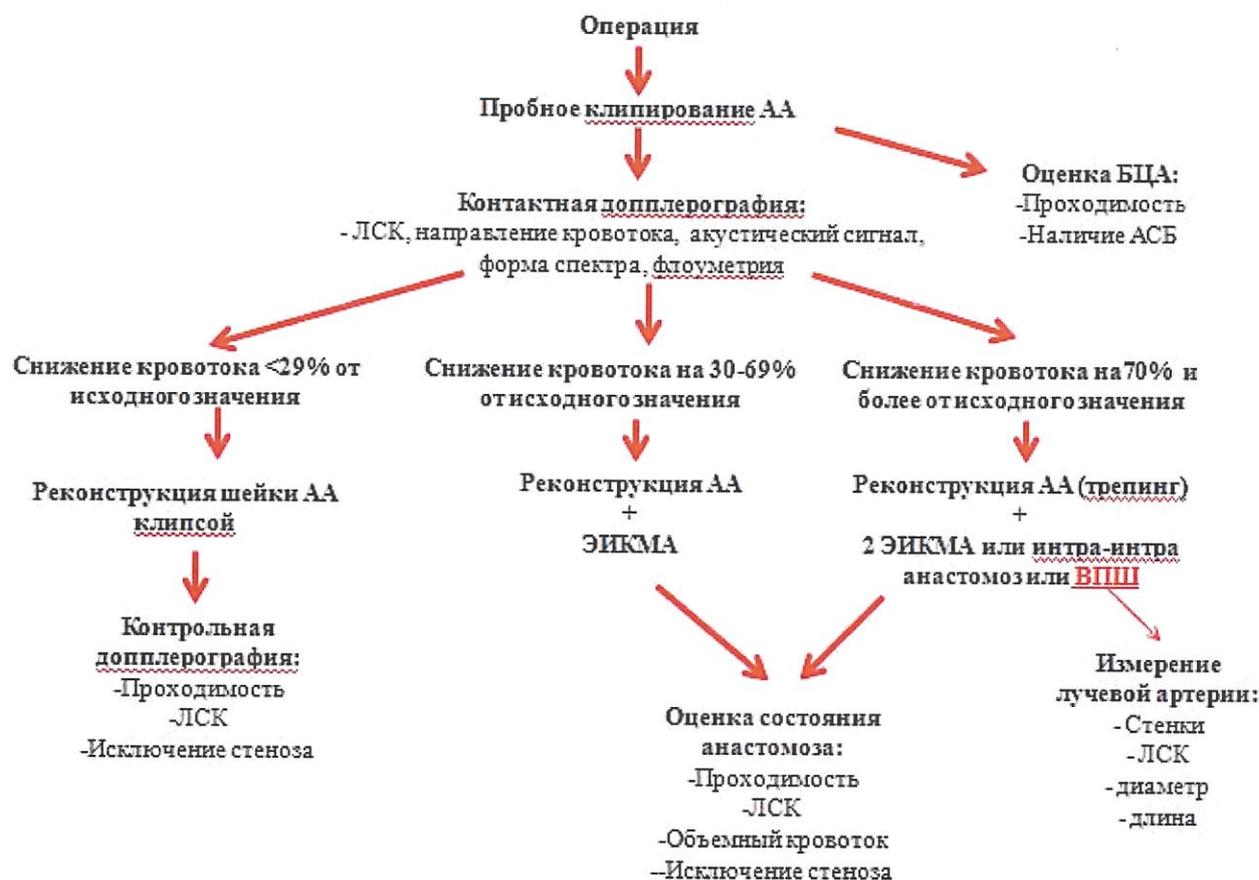


Рисунок 6 – Алгоритм ультразвуковой диагностики во время операций на сложных аневризмах головного мозга

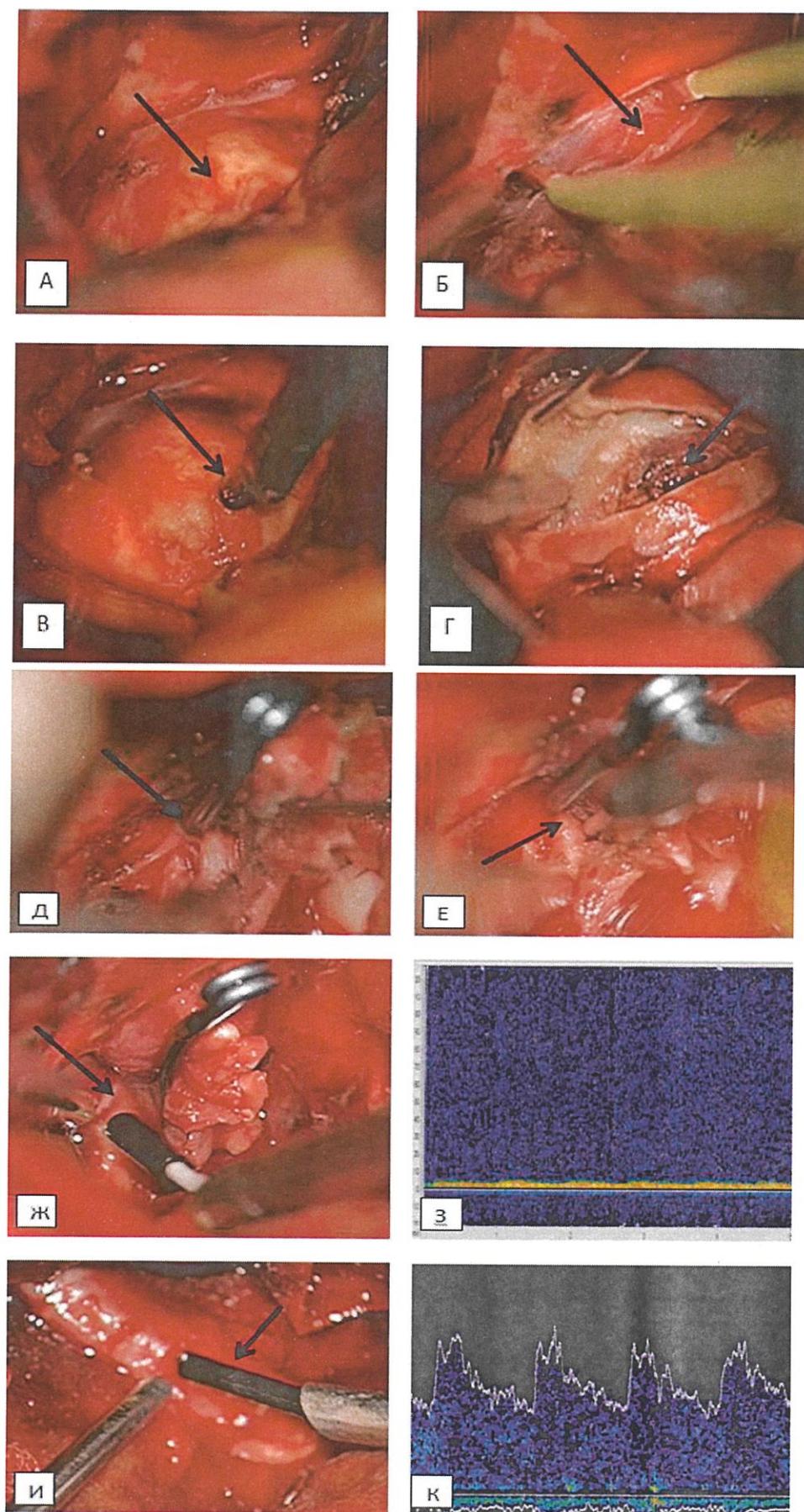


Рисунок 7 – Интраоперационные фотографии:

А - Тело аневризмы указано стрелкой;

Б - Широкая шейка аневризмы диаметром 5 мм указана стрелкой;

В - Контактная доплерография аневризматического мешка;

Г - Тело аневризмы вскрыто, тромбы внутри аневризмы указаны стрелкой;

Д – Постоянный клипс на шейке аневризмы захватывает стенку несущей артерии на $\frac{1}{2}$ ее диаметра (стрелка);

Е - Ремоделирование шейки аневризмы с заменой положения клипса;

Ж - Допплерографический датчик на стенке несущей артерии (супраклиноидный отдел ВСА) указан стрелкой;

З - Отсутствие кровотока по несущей артерии по данным интраоперационной доплерографии – интраоперационный тромбоз несущей артерии;

И - Допплерографический датчик на стенке высокопоточного обходного шунта после его формирования (указан стрелкой);

К - Кровоток по обходному шунту, V_s 60 см/с.

В послеоперационном периоде функционирование обходного высокопоточного шунта подтверждают как при УЗИ, так и по данным КТ-ангиографии (рис. 8).

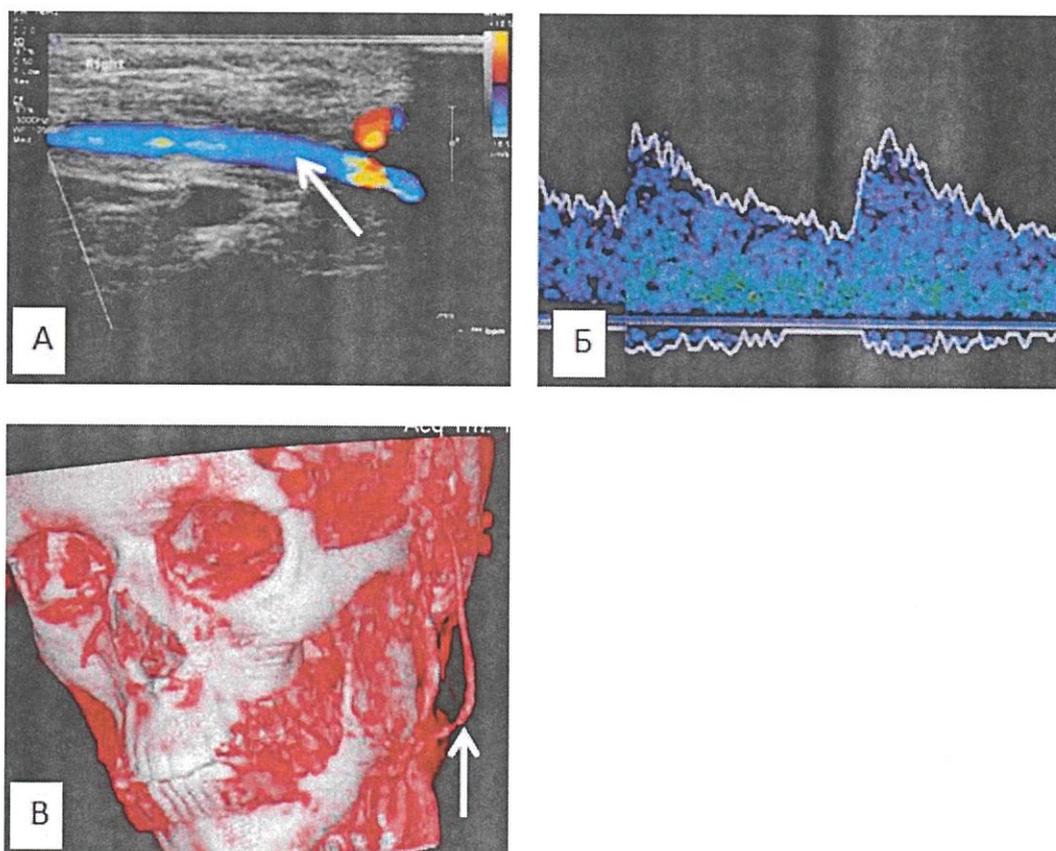


Рисунок 8 – Данные послеоперационного обследования:

А – УЗ-исследование, функционирующий шунт в преаурикулярной области указан стрелкой; Б – Допплерограмма: Vs по шунту - 70 см/с; В – КТ-АГ БЦА и головного мозга, шунт указан стрелкой

Комбинированную операцию с формированием высокопоточного экстраинтракраниального шунта и выключением из кровотока несущей аневризму ВСА условно разделяют на несколько этапов:

1. Забор ЛА (графт);
2. Доступ к артерии-реципиенту;
3. Доступ к артерии-донору;
4. Формирование дистального анастомоза между интракраниальной артерией-донором (M2-сегмент СМА) и дистальным концом графта; проведение графта в подкожном преаурикулярном канале в область колотомной раны; формирование проксимального анастомоза между экстракраниальной артерией-донором (9НСА) и проксимальным концом графта;
5. Проверка проходимости шунта;
6. Выключение из кровотока несущей аневризму артерии.

На всех этапах применяют контактную доплерографию. Флоуметрия – незаменимый метод при наложении анастомозов и треппинге, однако оценка кровотока возможна только в крупных артериях и большой размер датчика иногда препятствует адекватному измерению. Интраоперационная видеоангиография (ИВА) – дорогостоящий, трудоемкий и технически сложный метод, но считается «золотым стандартом». Однако АСБ, кальцинированные стенки аневризмы – факторы, которые резко ограничивают флуоресцентный эффект и, следовательно, информативность ИВА. Что касается контактной доплерографии, то этот метод тоже имеет недостатки – ограничение по площади измерения (т. к. исследование проводится в пределах операционного поля), тогда как ангиография и видеоангиография дают полную картину о церебральном кровотоке. Также доплерографические исследования угол-зависимы, и не всегда в операционном поле удастся корректно выбрать угол и точку инсонации. Таким образом, данные контактной доплерографии и ИВА следует дополнять данными флоуметрии. Для оценки кровотока после клипирования наиболее эффективно применение комбинаций методов (УЗ-доплерографии, флоуметрии и флуоресцентной ангиографии), т. к. ни один из методов нельзя считать универсальным и достаточно надежным.

Проведенные нами исследования показали, что интраоперационная УЗДГ сосудов головного мозга выявила изменения Vs после клипирования аневризмы. Снижение Vs по несущему аневризму сосуду после клипирования было выявлено в 15 (53,6 %) наблюдениях из 28. У 5 (17,9 %) пациентов по результатам доплерографии после клипирования аневризмы

было выявлено увеличение V_s по сравнению с исходными данными, что могло свидетельствовать о стенозе сосуда. В нашем исследовании в 7 наблюдениях (25,0 %) из 28 по результатам интраоперационной доплерографии при визуальной проходимости сосуда, по данным УЗДГ в одной из ветвей, прилежащих к аневризме, кровотока не регистрировался.

Интраоперационная доплерография у пациентов со сложными аневризмами головного мозга является одним из необходимых этапов оперативного вмешательства, направленных на получение высоких функциональных результатов и снижение риска ишемических осложнений в послеоперационном периоде.

Правильная оценка спектральных и скоростных характеристик кровотока по данным интраоперационной доплерографии позволяет достаточно точно сделать вывод об изменении гемодинамической ситуации.

Интраоперационная доплерография соответствует основным критериям мониторинга: неинвазивна, не имеет противопоказаний к проведению, мониторинг не мешает процессу выполнения вмешательства и не удлиняет времени операции, обеспечивает необходимой информацией, которая не может быть получена с помощью других современных методов исследования.

При интраоперационной доплерографии во время операций клипирования аневризм головного мозга необходимо соблюдать методические правила:

- использовать датчик только в стерильной зоне;
- для удобства использования и создания неподвижности во время регистрации параметров кровотока датчик необходимо поместить в аспирационную канюлю;
- не допускать прижатия артерии датчиком во время исследования;
- поддерживать контакт между датчиком и сосудом с помощью физиологического раствора;
- по возможности соблюдать угол сканирования между сосудом и датчиком менее 60 %;
- измерения в аневризме проводить в нескольких проекциях (шейка, тело и купол);
- регистрировать спектрограммы при получении максимального, четкого и устойчивого артериального сигнала;
- повторить исследование при сомнительных, нечетких результатах.

Как и любой другой метод исследования, интраоперационная доплерография имеет свои недостатки:

- ограничение площади измерения (т. к. исследование проводится в пределах операционного поля), тогда как АГ и видеоангиография дают полную картину о церебральном кровотоке;

- данные исследования зависят от угла сканирования, и не всегда в операционном поле удается корректно выбрать угол и точку инсонации;
- отсутствие возможности диагностировать неклипированную пришеечную часть аневризмы;
- вероятность получения ложноотрицательного результата.

Однако, несмотря на эти недостатки, интраоперационная контактная доплерография сосудов головного мозга является информативным, неинвазивным и легкоповторяемым методом исследования.

Список литературы:

1. Крылов В. В., Дашьян В. Г., Шатохин Т. А. [и др.] Выбор сроков открытого хирургического лечения больных с разрывом церебральных аневризм, осложненных массивным базальным субарахноидальным кровоизлиянием (Fisher 3) // *Нейрохирургия*. – 2015. – № 3. – С. 11–19.
2. Элиава Ш. Ш., Шехтман О. Д., Золотухин С. П. [и др.] Интраоперационная контактная доплерография в хирургии аневризм сосудов головного мозга // *Вопросы нейрохирургии*. – 2006. – № 2. – С. 42–48.
3. Крылов В. В. Диагностика и лечение больных с гигантскими аневризмами сосудов головного мозга / В. В. Крылов, А. Б. Климов, Н. А. Полунин // *Нейрохирургия*. – 2010. – № 3. – С. 14–24.
4. Крылов В. В. Факторы риска хирургического лечения аневризм средней мозговой артерии в остром периоде кровоизлияния / В. В. Крылов, А. В. Природов // *Нейрохирургия*. – 2011. – № 1. – С. 31–41.
5. Крылов В. В. Эпидемиология и этиопатогенез аневризм и субарахноидальных кровоизлияний / В. В. Крылов, И. М. Годков // *Хирургия аневризм головного мозга: руководство в 3-х т.* / под ред. В. В. Крылова. – Москва: Изд-во Т. А. Алексеева, 2011. – Т. I. – С. 23–25.
6. Коновалов А. Н., Крылов В. В., Филатов Ю. М. Рекомендательный протокол ведения больных с субарахноидальным кровоизлиянием вследствие разрыва аневризм сосудов головного мозга // *Вопросы нейрохирургии*. – 2006. – № 3. – С. 3–10.
7. Хамидова Л. Т. Транскраниальная доплерография в хирургии аневризм головного мозга / Л. Т. Хамидова, Е. Ю. Трофимова, В. В. Крылов // *Хирургия аневризм головного мозга: руководство в 3-х т.* / под ред. В. В. Крылова. – Москва: Изд-во Т. А. Алексеева, 2011. – Т. I. – Гл. 5. – С. 126–165.
8. Шехтман О. Д. Ультразвуковая контактная доплерография в хирургии аневризм сосудов головного мозга: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Шехтман Олег Дмитриевич. – Москва, 2006. – ?? с.
9. Aaslid R. Evaluation of cerebrovascular spasm with transcranial Doppler ultrasound / R. Aaslid, P. Huber, H. Nornes // *J. Neurosurg.* – 1984. – Vol. 60, №. 1. – 37–41.
10. Andaluz N. Treatment strategies for complex intracranial aneurysms: review of a 12-year experience / N. Andaluz, M. Zuccarello // *Skull Base*. – 2011. – Vol. 21, N. 4. – P. 233–242.
11. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors / L. N. Sekhar, S. K. Natarajan, R. G. Ellenbogen, B. Ghodke // *Neurosurgery*. – 2008. – Vol. 62, N. 6, Suppl. 3. – P. 1373–1410.

12. M. T. Lawton M. T. Quinones-Hinojosa A., N. Sanai N. [et al.] Combined microsurgical and endovascular management of complex intracranial aneurysms // *Neurosurgery*. – 2003. – Vol. 52, № 2. – P. 263–274.
13. Chou C. H., Reed S. D., Allsbrook J. S. [et al.] Costs of vasospasm in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage // *Neurosurgery*. – 2010. – Vol. 67, № 2. – P. 345–351; discussion 351–352.
14. Findlay J. M. Cerebral Vasospasm: A Review / J. M. Findlay, J. Nisar, T. Darsaut // *Can. J. Neurol. Sci.* – 2016. – Vol. 43, № 1. – P. 15–32.
15. Fischer G. Near-infrared indocyanine green videoangiography versus microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery/ G. Fischer, A. Stadie, J. M. Oertel // *Acta Neurochir (Wien)*. – 2010. – Vol. 152, № 9. – P. 1519–1525.
16. Hanel R. A. Surgical treatment of complex intracranial aneurysms / R. A. Hanel, R. F. Spetzler // *Neurosurgery*. – 2008. – Vol. 62, № 6, Suppl. 3. – P. 1289–1299.
17. Intraoperative microvascular Doppler in intracranial aneurysm surgery/ E. Marchese, A. Albanese, L. Denaro [et al.] // *Surg. Neurol.* – 2005. – Vol. 63, N. 4. – P. 336-342.
18. Intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery / H. Akdemir, I. S. Oktem, B. Tucer [et al.] // *Minim. Invasive. Neurosurg.* - 2006. – Vol. 49, N. 5. – P. 312-316.
19. Marshall S. A. The role of transcranial Doppler ultrasonography in the diagnosis and management of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage / S. A. Marshall, P. Nyquist, W. C. Ziai // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2010. – Vol. 21, № 2. – P. 291–303.
20. Kapsalaki E. Z., Lee G. P., Robinson J. S [et al.] The role of intraoperative micro-Doppler ultrasound in verifying proper clip placement in intracranial aneurysm surgery // *J. Clin. Neurosci.* – 2008. – Vol. 15, № 2. – P. 153–157.
21. The utility of intraoperative blood flow measurement during aneurysm surgery using an ultrasonic perivascular flow probe / S. Amin-Hanjani, G. Meglio, R. Gatto [et al.] // *Neurosurgery*. – 2008. – Vol. 62, № 6, Suppl. 3. – P. 1346–1353.
22. Use of microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery on the anterior choroidal artery / Y. Shibata, S. Fujita, T. Kawaguchi [et al.] // *Neurol. Med. Chir.* – 2000. – Vol. 40, № 1. – P. 30–35.