

На правах рукописи

МУРАДЯН МУШЕГ ВАГАНОВИЧ

***ТРЕХМЕРНАЯ СЕЛЕКТИВНАЯ РОТАЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ В
ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИИ СОННЫХ АРТЕРИЙ***

14.01.13 - Лучевая диагностика, лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2016

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении "Научный центр сердечно-сосудистой хирургии имени. А.Н. Бакулева" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Кандидат медицинских наук

Николай Автандилович Чигогидзе

Научный консультант:

Академик РАН, профессор, доктор медицинских наук

Лео Антонович Бокерия

Официальные оппоненты:

Заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В.Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», член-корреспондент, профессор, доктор медицинских наук

Коков Леонид Сергеевич

Руководитель Центра лучевой диагностики, Федеральное государственное автономное учреждение «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор, доктор медицинских наук

Синицын Валентин Евгеньевич

Ведущая организация:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф.Владимирского».

Защита состоится «24» января 2016 г. в _____ ч. на заседании Диссертационного совета Д.001.027.02 при ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (119991, Москва, Абрикосовский пер., 2)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (119991, Москва, Абрикосовский пер., 2) и на сайте www.med.ru

Автореферат разослан « _____ » _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук

Годжелло Э.А

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3D PA – трехмерная ротационная ангиография

АГ – ангиография

АКГ – ангиокардиография

АСБ – атеросклеротическая бляшка

БЦА – брахиоцефальные артерии

БЦС – брахиоцефальный ствол

ВСА – внутренняя сонная артерия

ДСА – дигитальная субтракционная ангиография

КАС – каротидная ангиопластика со стентированием

КИН – контраст-индуцированная нефропатия

КТ – компьютерная томография

КТА – компьютерная томографическая ангиография

КЭА – каротидная эндартерэктомия

МРА – магнитно-резонансная ангиография

МРТ – магнитно-резонансная томография

НСА – наружная сонная артерия

ОНМК – острое нарушение мозгового кровоснабжения

ОПН – острая почечная недостаточность

ОПП – острое повреждение почек

ОСА – общая сонная артерия

РБ – радиационная безопасность

РДСА – ротационная дигитальная субтракционная ангиография

СА – сонная артерия

СКФ – скорость клубочковой фильтрации

УЗДГ – ультразвуковая доплерография

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЦВБ – цереброваскулярные болезни

ЦДС – цветное дуплексное сканирование

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Цереброваскулярная патология входит в число трех главных причин смертности и является ведущей причиной инвалидизации населения, что определяет ее как одну из важнейших медицинских и социальных проблем. В Российской Федерации доля острых нарушений мозгового кровообращения в структуре общей смертности составляет 21,4%, а инвалидизация после перенесенного инсульта достигает показателя 3,2 на 10 000 населения, занимая первое место среди всех причин первичной инвалидности. Заболеваемость инсультом в мире составляет 2,5—3,0 на 1000 населения в год. В России инсульт ежегодно развивается более чем у 450 тыс. человек, из которых примерно 35% умирают в остром периоде заболевания. До 70% ишемических инсультов, связаны со стенозирующей и деформирующей патологией сонных артерий. Важное значение в диагностике патологии сонных артерий имеют неинвазивные: ультразвуковые методы и современные высокотехнологичные методы — КТ-ангиография, МР-ангиография. Однако, для уточнения деталей, а главное — оценки состояния коллатерального, компенсаторного кровообращения и определения показаний для выбора тактики хирургического лечения, необходимо проведение инвазивной - прямой церебральной ангиографии.

В настоящее время стало возможным использовать в клинике ротационную ангиографию при исследовании сосудов различных областей. Данные последних лет показали преимущества метода ротационной ангиографии над традиционной ангиографией при исследованиях сонных артерий, сосудов головного мозга, интракраниальных аневризм, артерий таза и нижних конечностей, почечных артерий. К достоинствам метода относятся: большая диагностическая эффективность, снижение дозы лучевой нагрузки на пациента и персонал, а также уменьшение объема используемого контрастного средства. Однако до сих пор метод ротационной ангиографии не

используется в качестве усовершенствованного «золотого стандарта» в диагностике патологии сонных артерий.

Цель исследования

Определить возможности трехмерной селективной ротационной ангиографии в диагностике патологии сонных артерий у больных с нарушением мозгового кровообращения в аспекте выбора хирургического лечения.

Задачи исследования

1. Определить диагностическую ценность применения трехмерной ротационной селективной ангиографии сонных артерий у больных с нарушением мозгового кровообращения в аспекте выбора тактики хирургического лечения.
2. Провести сравнительную оценку диагностической эффективности трехмерной селективной ротационной ангиографии с общепринятым методом дигитальной субтракционной ангиографии у больных с патологией сонных артерий.
3. Сравнить диагностическую эффективность трехмерной селективной ротационной ангиографии и ультразвукового исследования у больных с патологией сонных артерий.

Научная новизна и практическая значимость

В отечественной литературе до сих пор не представлены данные о возможности получения достоверной информации о состоянии сонных артерий с помощью метода трехмерной селективной ротационной ангиографии, что может иметь важное значение при определении дальнейшей тактики хирургического лечения больных с нарушением мозгового кровообращения.

Впервые на клиническом материале показано, что трехмерная селективная ротационная ангиография является более информативной, чем традиционная дигитальная субтракционная ангиография и позволяет

исключить суперпозицию рентгеноконтрастных теней, добиться их достоверной дифференциации, выполнить качественный и количественный анализ объектов, что способствует адекватному выбору тактики лечения больных с поражением сонных артерий.

Определен алгоритм ангиографической диагностики у больных с поражением сонных артерий и впервые выведена формула расчета объема контрастного средства для селективного введения в сосудистое русло.

Внедрение в клиническую практику

Основные положения и выводы диссертации внедрены в повседневную практику отделения рентгенхирургических, электрофизиологических методов исследования и лечения и апробации новейших технологий ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева» МЗ РФ.

Положения выносимые на защиту

1. Трехмерная селективная ротационная ангиография является высокоинформативным методом диагностики поражения сонных артерий, как экстракраниальных так и интракраниальных отделов и позволяет правильно определить тактику хирургического лечения.
2. Использование трехмерной селективной ротационной ангиографии в алгоритме диагностики поражения сонных артерий позволяет точно изучить топографическую анатомию, объем и характер поражения с минимальной погрешностью, провести с высокой точностью морфометрические количественные измерения на диагностическом и хирургическом этапах в условиях операционной.
3. Метод трехмерной селективной ротационной ангиографии позволяет определить идеальную проекцию сонной артерии в пространстве для точной оценки ее поражения.
4. Изучение оценки поражения сонных артерий методом трехмерной селективной ротационной ангиографии показало преимущество данного

метода над стандартной селективной дигитальной субтракционной ангиографией с наибольшим процентом несовпадений при выявлении окклюзий и критических (95-99%) стенозов в 15,4% и 23,5% и при интракраниальных поражениях в 42,9% случаях.

5. Использование трехмерной селективной ротационной ангиографии сонных артерий в сравнении с селективной дигитальной субтракционной ангиографией, позволяет более чем в 1,5 раза снизить лучевую нагрузку на пациента и персонал, сократить более чем в 2 раза рентгеновское время исследования и уменьшить объем вводимого контрастного средства более чем на 25%.

6. Диагностические возможности ультразвукового исследования не всегда достаточны для получения точных данных о поражении сонных артерий в отличие от трехмерной селективной ротационной ангиографии.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клинические материалы

В период с 2013 по 2015 год в исследование поражений сонных артерий выполнено 79 пациентам, обследованным на базе ФГБУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ в отделении рентгенхирургических, электрофизиологических методов исследования, лечения и апробации новейших технологий.

Средний возраст обследуемых больных в исследуемой группе составил 62,2 года (стандартное отклонение 5,9; от 37 до 78 лет). Лица мужского пола составили 57 (72,2 %) и женского пола – 22 (27,8 %).

Основанием для постановки диагноза являлись - клиническая картина, анамнез, данные объективного обследования и клинико-инструментальных исследований. При оценке неврологического статуса мы придерживались классификации А.В. Покровского (1976).

У 78,5% больных в анамнезе перенесенное нарушение мозгового кровообращения.

В рамках полного клинического обследования у всех пациентов выполнялись цветное дуплексное сканирование и ангиография 132 сонных артерий, основываясь на рекомендациях по определению объема обследований для определения показаний к операции.

Методы исследований

1). Ультразвуковое обследование сонных артерий

Ультразвуковое исследование (УЗИ) брахиоцефальных сосудов включало в себя ультразвуковую и транскраниальную доплерографию, триплексное сканирование брахиоцефальных и интракраниальных артерий. Методом транскраниальной доплерографии определялись замкнутость Виллизиева круга, линейные скорости и индексы периферического сопротивления по мозговым артериям. При цветном дуплексном сканировании (ЦДС) обязательно визуализировались крупные артериальные магистрали в нескольких плоскостях (при продольном и поперечном сканировании). Ультразвуковая доплерография (УЗДГ) проводилась на аппарате «Vasoflo – 2», ультразвуковой спектральный анализ и ТКДГ – на аппарате «Биомед 2» фирмы «БИОСС». Цветное дуплексное сканирование производилось на аппарате «SD-800» (Philips, Голландия). Использовались широкополосные линейные датчики 7,5 – 5 кГц и секторный датчик 2,5 – 3,5 кГц.

2). Ангиографическое исследование

Ангиографическое обследование пациентов с поражением сонных артерий выполняли на ангиографических системах Innova 3100 General Electric (GE) (Франция) с обработкой изображения на мультимодальной рабочей станции AW 4.6. В качестве контрастного средства применяли «Омнипак», «Визипак», «Йопамиро» в концентрациях 300, 320, 350 и 370.

Для непрерывного мониторингования ЭКГ, кривой насыщения кислородом артериальной крови в капиллярах и артериального давления использовались мониторы и датчики фирмы «GE».

Ангиографию у пациентов с поражением сонных артерий выполняли стандартным методом – дигитальной субтракционной ангиографии (ДСА), применяемой в НЦССХ им. А.Н. Бакулева, а также методом трехмерной селективной ротационной ангиографии (3D PA).

Программа исследования больных включала в себя ретроградную катетеризацию аорты, ДСА дуги аорты и селективную ангиографию (ДСА и 3D PA) сонных артерий.

Доступ осуществлялся через бедренную артерию по методу S. Seldinger. Для пункции артерии использовали пункционные иглы с внутренним диаметром, позволяющим провести проводник диаметром 0,39'. Далее устанавливался интродьюсер диаметром 4F, 5F или 6F, по которому на проводнике проводили катетер типа «pigtail» для выполнения ДСА дуги аорты. Следующим этапом выполнялась замена катетера типа «pigtail» на катетер типа «JR» для селективной катетеризации общей сонной артерии (ОСА) и выполнения ангиографии (ДСА или 3D PA) исследуемого сосуда.

При выполнении ДСА дуги аорты, в левой косой проекции, и определяли: анатомические особенности дуги аорты и отхождение брахиоцефальных артерий, а также ОСА и проксимальных сегментов (шейный отдел) внутренней сонной артерии (ВСА).

Для оценки поражения сонных артерий, как экстра- так и интракраниальных отделов, а также для гемодинамической оценки кровоснабжения головного мозга выполнялась селективная ДСА (в переднезадней, боковой и в косых проекциях с краниальными и каудальными ангиуляциями).

Определение степени стеноза осуществляли по методике NASCET с помощью программного обеспечения «Analysis Stenosis» мультимодальной рабочей станции.

В исследуемой группе больных применяли метод селективной 3D PA (однократное введение контрастного средства) для оценки поражения сонных артерий, как экстра- так и интракраниальных отделов, а также для гемодинамической оценки кровоснабжения головного мозга.

Определение степени стеноза осуществляли по методике NASCET с помощью программного обеспечения «AVA» мультимодальной рабочей станции.

Сравнение диагностических возможностей ДСА и 3D PA у больных с поражением сонных артерий осуществляли путем сравнения полученных данных о степени стенозов, об извитостях и интракраниальных поражениях, определенных при помощи этих двух методов.

Такому же анализу были подвергнуты результаты исследования поражений сонных артерий, полученные при выполнении УЗИ и 3D PA.

Статистические методы

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы SPSS 12.0. Данные представлены в виде средних величин (среднее (M)) и стандартного отклонения (σ). Сравнение количественных показателей осуществлялась при помощи критерия Стьюдента. Достоверным считался уровень значимости $p < 0,05$.

3. Результаты собственных исследований

Технические основы метода 3D ротационной ангиографии

Для качественной ангиографической оценки состояния сонных артерий необходима визуализация зоны интереса как минимум в двух перпендикулярных проекциях. Метод 3D PA является одним из современных перспективных направлений в рентгенохирургии. Это метод построения объемных моделей сосудистого русла на основе стандартных серий ангиограмм, полученных при вращении рентгеновской трубки вокруг исследуемой области. Полученные при помощи ротации данные обрабатываются на рабочей станции с получением КТ-срезов и 3D

изображения объекта. Этой 3D моделью можно управлять на рабочей станции с получением множества проекций ангиографического изображения.

Для получения 3D изображения, область интереса должна быть размещена в изоцентре под рентгеноскопическим контролем, иными словами исследуемый объект (кровеносные сосуды) должны находиться в центре рентгеновского изображения и достигается это позиционированием изображения в прямой и строго боковой проекциях. Это гарантирует получение качественного изображения.

После размещения области интереса в изоцентре выполняется испытательное вращение С-дуги. Это важно, чтобы гарантировать, свободное пространство для вращения С-дуги, исключая столкновение с другим медицинским оборудованием (анестезиологическое оборудование, магистрали, дренажи и т.п.).

Техника 3D РА использует единственное болюсное введение контрастного средства. От начала ротации и на всем протяжении ротации сосудистое русло должно быть полностью заполнено контрастным средством. Эмпирически, нами было установлено, что для получения полного тугого контрастирования брахиоцефальных артерий необходимо от 2 до 3 секунд (время задержки). Время задержки зависит от размера исследуемого сосуда, уровня установки катетера, а также скорости кровотока. Для точного определения времени задержки, можно использовать шкалу времени на предшествующей ротации ДСА.

Выполняется ротационная ангиография и как только процесс ротации завершен, данные автоматически передаются на рабочую станцию AW 4.6, где данные обрабатываются и преобразуются в формат 3D модели с КТ-срезами. Доступны множество алгоритмов реконструкции (SSD, MIP, VR), а также режим навигации, позволяющий визуализировать просвет сосуда изнутри.

Ротационная ангиография сонных артерий с его последующей 3D реконструкцией выполнялась при вращении С-дуги в аксиальной плоскости со скоростью 40° в секунду с углом вращения 205° (Innova 3100 IQ, GE

Healthcare). Результаты сканирования подвергаются обработке на мультимодальной графической станции (AW 4.6, GE Healthcare) с последующим созданием трехмерной модели брахиоцефальных артерий.

Нами была разработана формула расчета объемов контрастного средства для селективного введения в сосудистое русло:

$$V_{\text{кк}} = v * (t_3 + t_c) - v,$$

где $V_{\text{кк}}$ – общий объем КС, мл; v - скорость введения КС, мл/сек; t_3 - задержка сканирования, сек; t_c - время сканирования, сек

Сравнение данных поражения сонных артерий, полученных методами 3D РА и ДСА

Всем пациентам (n=79) было выполнено 3D ротационная ангиография и селективная ДСА 132 сонных артерий. Все исследованные сонные артерии были распределены на группы по степени стеноза, извитостям и интракраниальному поражению.

Первым этапом диагностики сонных артерий выполнялась ДСА от дуги аорты и селективная ДСА.

В категорию от 0-29% стенозов СА определено было 12 артерий (9,1%), категорию от 30-49% составило 24 артерии (18,2%), в категорию 50-69% вошли 30 артерий (22,7%), к категории 70-94% отнесли 32 артерии (24,2%), в категорию 95-99% вошло 14 артерий (10,6%), окклюзии были обнаружены в 11 случаях (8,3%), извитость выявлена в 5 артериях (3,8%) и интракраниальные поражения выявлено в 4 случаях (3,1%). Далее этим же пациентам выполнялась селективная 3D РА.

По результатам выполненной 3D РА: 9 артерий (6,8%) попали в категорию от 0-29% стенозов СА, 22 артерии (16,7%) были определены в категорию от 30-49%, 30 артерий (22,7%) вошли в категорию 50-69%, к категории 70-94% отнесли 29 артерии (22,0%), в категорию 95-99% вошло 17 артерий (12,9%), окклюзии были обнаружены в 13 случаях (9,8%), извитость

выявлена в 5 артериях (3,8%) и интракраниальные поражения выявлено в 7 случаях (5,3%).

Из 132 исследованных артерий в 9 случаях мы отметили сочетание извитости и стеноза ВСА, при стенозе до 49% эти поражения были отнесены к категории извитости, а при стенозах более 50% - в категорию стенозов. Такое распределение было связано с клинической значимостью поражения.

Используя полученные данные нами проведен сравнительный анализ результатов исследованных артерий методами ДСА и 3D PA (рисунок 1).

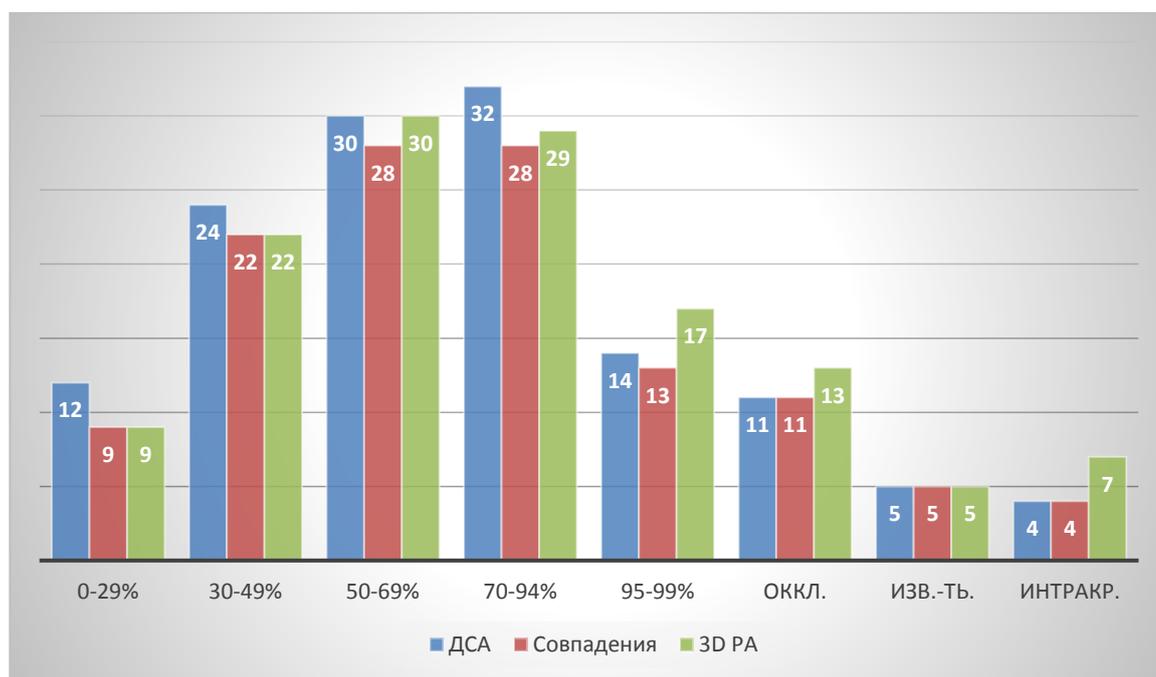


Рис. 1. Распределение результатов поражений сонных артерий по категориям полученных методами ДСА и 3D PA.

В категориях от 0-29% и 30-49% в 9 случаях и соответственно в 22 случаях степень стенозов, выявленная методами ДСА и 3D PA совпадали. В категории 50-69%, по данным 3D PA, совпадение результатов было отмечено в 28 случаях из 30, в двух случаях степень стеноза, выявленная методом ДСА, оказалась ниже на 1 категорию (30-49%). Из 29 исследованных артерий методом 3D PA относящихся к категории 70-94% совпадение результатов составило 28 артерий, в одном случае стеноз оказался ниже на 1 категорию

(50-69%) по данным ДСА. В 17 исследованных артериях, отнесенных методом 3D PA к категории 95-99% в 13 случаях результаты совпали с данными ДСА и в трех случаях степень стеноза оказался ниже на 1 категорию (70-94%) и в одном случае степень стеноза оказался ниже на 2 категории (50-69%) по данным ДСА. Из 13 окклюзий сонных артерий, диагностированных методом 3D PA, совпадение результатов обоих методов составило 11 случаев, а в двух случаях, по данным ДСА, выявлены не окклюзии, а стенозы относящиеся к категориям 70-94% и 95-99%. Все 5 случаев извитостей сонных артерий, выявленных методом 3D PA совпали с данными ДСА. Из 7 интракраниальных поражений, выявленных методом 3D PA только в 4 случаях метод ДСА оказался информативен, а в трех случаях методом ДСА интракраниальных поражений не было выявлено. При анализе данных поражения сонных артерий, определенных методами 3D PA и ДСА статистически значимых различий не выявлено (таблица 1).

Таблица 1.

Определение частоты совпадений поражения сонных артерий,
диагностированных методами 3D PA и ДСА.

Совпадение	Частота (n)	Процент (%)	t _c
Наличие	120	90,9	p>0,05
Отсутствие	12	9,1	

Нами были проанализированы категории поражений сонных артерий, в которых отмечались различия данных методов диагностики.

Различия в диагнозе начинаются при наличии стенозов 50% и выше, и если в категории 50-69% и 70-94% отсутствие совпадений наблюдается в 6,7% и 3,5% случаев, то при выявлении окклюзий и критических стенозов (95-99%) несоответствие составляет 15,4 и 23,5% соответственно. Самое существенное расхождение результатов диагностики мы отметили при выявлении интракраниальных поражений сонных артерий, что составило 42,9%.

Сравнение данных лучевой нагрузки и объема контрастного средства в диагностике поражений сонных артерий

При исследовании 132 сонных артерий методами селективной ДСА и 3D РА мы фиксировали данные лучевой нагрузки (DAP), объема контрастного средства и рентгеновского времени после каждой ангиографической серии. DAP (dose area product) – произведение входной поверхностной поглощенной дозы и площади облучаемого участка кожи пациента.

Данные DAP получали с консоли ангиографа, который имеет встроенную в рентгеновскую трубку проходную ионизационную камеру, соединенную с компьютеризированным вычислительным устройством для автоматического расчета значений DAP в каждом конкретном исследовании.

Автоматически рассчитанные данные рентгеновского времени также считывались с консоли ангиографа.

Для выполнения ангиографии сонных артерий методом ДСА заполнение контрастным средством исследуемой артерии осуществлялось с помощью ручного введения, шприцом со шкалой шагом в 1 мл и объемом 20 мл. При 3D РА введение контрастного средства в сосудистое русло осуществлялось с помощью автоматической инъекционной системы с возможностью точного, многофазного программирования таких параметров как объем и скорость введения контрастного средства.

Ангиографическое исследование сонных артерий методов ДСА предполагает выполнение съемки в основных двух проекциях (прямая и боковая проекции), а также возможно использование дополнительных проекций. Данные DAP, объема контрастного средства и рентгеновского времени суммировались с учетом только двух проекций, а данные полученные при выполнении дополнительных проекций не учитывались. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Данные лучевой нагрузки (DAP), объема контрастного средства и рентгеновского времени полученные при использовании методов селективной ДСА и 3D PA.

Признак	Метод иссл.	Число набл.	M	Me	Sd	Max	Min	t _c
DAP, сGy*cm ²	Сел. ДСА	132	1162,54	1165	28,23	1206	1108	p<0,05
	3D PA	132	748,41	747	15,20	777	723	
Контрастное средство, мл	Сел. ДСА	132	20,07	20	2,58	16	24	p>0,05
	3D PA	132	14,59	15	1,65	12	18	
Рентгеновское время, сек	Сел. ДСА	132	13,95	14	1,40	12	16	p<0,05
	3D PA	132	6,02	6	0,42	5	7	

где M – среднее; Me – медиана; Sd – стандартное отклонение; Max – максимальное значение; Min – минимальное значение; t_c - критерий Стьюдента.

Нами установлено, что значение DAP при использовании селективной ДСА в среднем составляет $1162,54 \pm 28,23$ сGy*cm², а этот же показатель для 3D PA составляет $748,41 \pm 15,20$ сGy*cm² и было выявлено наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$).

Объем контрастного средства в среднем при селективной ДСА составляет $20,07 \pm 2,58$ мл, а при 3D PA – $14,59 \pm 1,65$ мл, при этом статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$).

Рентгеновское время в среднем при селективной ДСА составляет $13,95 \pm 1,40$ секунд, а при 3D PA – $6,02 \pm 0,42$ секунд и было выявлено наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$).

Как для селективной ДСА, так и для 3D PA распределение полученных значений соответствует закону нормального (Гауссовского) распределения, что в дальнейшем позволяет проводить анализ полученных данных, используя средние значения полученных показателей.

В результате проведенных исследований определено, что среднее значение лучевой нагрузки (DAP), полученные при помощи 3D PA достоверно меньше, чем аналогичные показатели при селективной ДСА.

В результате проведенных исследований определено, что среднее значение объема контрастного средства, полученные при помощи 3D PA меньше, чем аналогичные показатели при селективной ДСА. Несмотря на то, что статистически значимых различий не выявлено, клинически любое снижение объема контрастного средства является важным при выполнении ангиографического исследования, особенно у пациентов с почечной недостаточностью.

В результате проведенных исследований определено, что среднее значение рентгеновского времени, полученные при помощи 3D PA достоверно меньше, чем аналогичные показатели при селективной ДСА.

Для демонстрации возможностей ДСА и 3D PA в диагностике поражения сонных артерий приводим в качестве наблюдения клинические примеры.

Сравнение данных поражения сонных артерий, полученных методами 3D PA и УЗИ

Всем пациентам (n=79) было выполнено ультразвуковое исследование сонных артерий и по полученным результатам была выполнена 3D ротационная ангиография 132 сонных артерий. Все исследованные сонные артерии были распределены на группы по степени стеноза, извитостям и интракраниальному поражению.

По результатам выполненной УЗИ: 17 артерий (12,9%) попали в категорию от 0-29% стенозов СА, 19 артерии (14,4%) были определены в категорию от 30-49%, 27 артерий (20,4%) вошли в категорию 50-69%, к категории 70-94% отнесли 41 артерию (31,0%), в категорию 95-99% вошло 8 артерий (12,9%), окклюзии были обнаружены в 12 случаях (9,1%), извитость выявлена в 5 артериях (3,8%) и интракраниальные поражения выявлено в 3 случаях (2,3%).

Полученные результаты сравнения УЗИ с данными 3D PA представлены на рисунке 2.

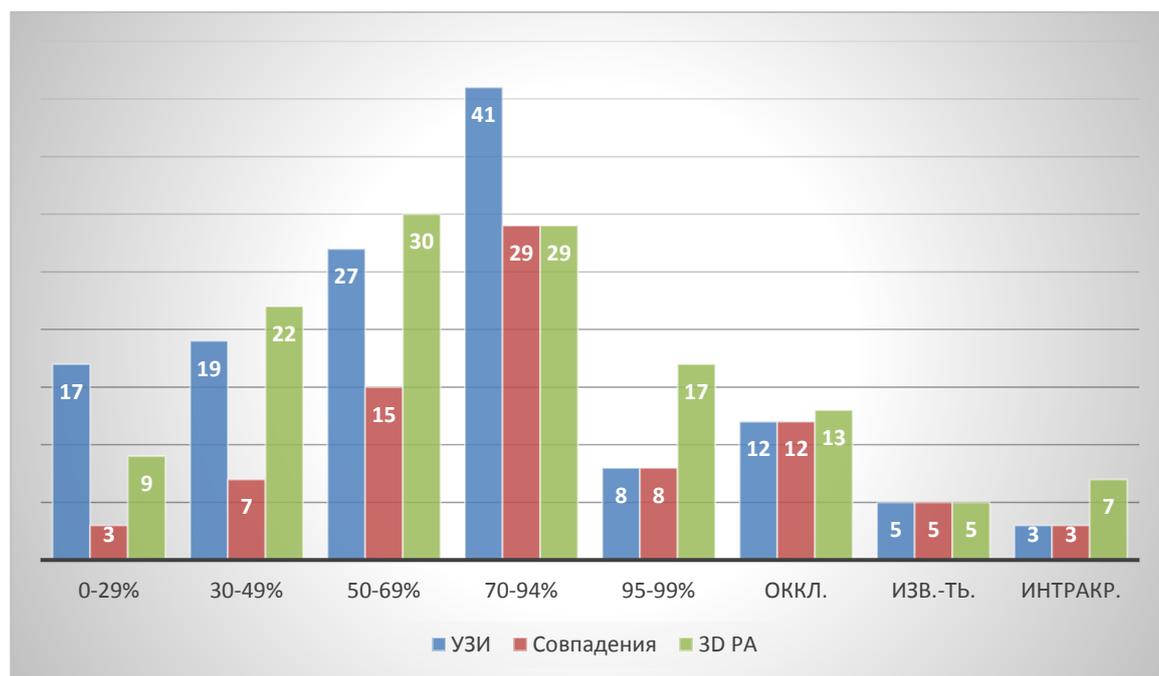


Рис. 2. Распределение результатов поражений сонных артерий по категориям полученных методами 3D PA и УЗИ.

По данным 3D PA из 9 сонных артерий отнесенных к категории 0-29% только в 3 случаях диагностирована аналогичная степень стеноза, а в 6 случаях УЗИ выявила больший процент стеноза (30-49%). В категории 30-49% совпадение диагнозов составило 7 исследованных сонных артерий, в 3 случаях УЗИ выявило меньшую степень стеноза (0-29%) и в 12 случаях большую степень стеноза (50-69%). Из 30 случаев исследованных артерий, относящихся по данным 3D PA к категории 50-69%, совпадение с данными УЗИ выявили в 15 случаях, в 6 случаях ультразвуковое исследование определило степень стеноза меньше на 1 категорию (30-49%), еще в 6 случаях меньше степень стеноза на 2 категории (0-29%) и в 3 случаях больше на 1 категорию (70-94%). В категории 70-94% во всех 29 случаях степеней стенозов сонных артерий, выявленных методом 3D PA совпали с данными УЗИ. В 17 случаях поражения сонных артерий с критическими стенозами 90-95% по данным 3D PA, совпадение с предоставленными данными УЗИ было выявлено только в 8 артериях, в 9 случаях УЗИ диагностировали стенозы меньшей

категории (70-94%). Из 13 окклюзий сонных артерий, полное совпадение составило в 12 случаях, одна окклюзия не была выявлена методом УЗИ. Все 5 случаев извитостей сонных артерий, выявленных методом 3D PA совпали с данными УЗИ. Из 7 исследованных сонных артерий с интракраниальными поражениями по данным 3D PA, совпадение результатов было отмечено в 3 случаях. УЗИ оказалось неинформативным и не диагностировало 2 аневризмы передней соединительной артерии и аневризму восходящего сегмента кавернозного отдела ВСА и в 2 случаях не выявило стенозы интракраниальных отделов ВСА. Таким образом данные предоставленные методом УЗИ по поражениям сонных артерий совпали с данными 3D PA в 62,1% случаев. При анализе данных поражения сонных артерий, определенных методами 3D PA и УЗИ выявлены статистически значимых различия (таблица 3).

Таблица 3.

Определение частоты совпадений поражения сонных артерий, диагностированных методами 3D PA и УЗИ.

Совпадение	Частота (n)	Процент (%)	t_c
Наличие	82	62,1	$p < 0,05$
Отсутствие	50	37,9	

Самые существенные различия в диагнозе с высоким процентом отсутствия совпадений, более 50%, наблюдается в категориях 0-29%, 30-49%, 50-69%, 95-99% и при интракраниальном поражении сонных артерий. В категории 0-29% составляет 66,7% несовпадений диагноза, в категории 30-49% это показатель составляет 68,2%, в категории 50-69% процент несовпадения диагноза составляет 50%, в категории 95-99% составляет 52,9% и в категории интракраниальных поражений процент несоответствия диагнозов составляет 57,1%. В категории окклюзий процент несовпадений составил 7,7%.

4. Обсуждение

В нашей работе проведен анализ сопоставления результатов поражения сонных артерий полученных при использовании УЗ-исследования, ДСА и 3D PA, а также сопоставление результатов лучевой нагрузки (DAP), объема контрастного средства и рентгеновского времени при использовании ДСА и 3D PA.

В результате проведенного сопоставления мы выявили, что совпадение степени стеноза при диагностике сонных артерий методом ДСА и 3D PA составило 90,9%. Несмотря на то, что наибольшие отличия наблюдались при выявлении окклюзий и критических стенозов (95-99%), что составило 15,4 и 23,5% соответственно и почти половина интракраниальных поражений, а именно 42,9% не были диагностированы методом ДСА, эти различия оказались статистически не значимыми. Эти данные совпадают с результатами, приведенными Derek E. Hyde и соавт (2004); Н.Н. Малиновский и соавт. (2011).

Несмотря на статистически не значимые различия в сопоставлении данных по поражению сонных артерий, клинически это является значимым. Учитывая выявленную нами тенденцию в занижении степени стеноза и возможную ошибку в интерпретации, связанную с низкой вероятностью выбора идеальной проекции при выполнении ДСА, в каждом конкретном случае, может влиять на выбор тактики лечения и сроков ее выполнения. Таким образом, по нашим данным два случая из 30 пораженных сонных артерий с диагностированным стенозом в категории 30-49% методом ДСА не были бы подвергнуты хирургическому лечению. Данные пациенты при исследовании этих же артерий методом 3D PA, оказались в категории со степенью стеноза 50-69%, что требует хирургического лечения. Для бессимптомных пациентов, показанием для каротидной эндартерэктомии является стенозы сонных артерий от 70 до 99% если операционный риск составляет менее 3%. В нашей работе из 46 исследуемых сонных артерий (категории 70-94% и 95-99% по данным 3D PA), в двух случаях при

определении степени стеноза методом ДСА, были отнесены к категории 50-69%. В случае бессимптомного клинического течения у данных пациентов, такая ошибка в интерпретации диагноза, могла бы изменить тактику лечения.

Преимуществом метода 3D PA является также оценка интракраниальных отделов и выявление стенотических поражений и интракраниальных аневризм. По нашим данным почти в половине случаев (42,9%) ДСА оказалось неинформативным. Эти результаты совпадают с данными литературы о ценности метода 3D PA в диагностике и лечении интракраниальных аневризм. В отношении извитости сонных артерий в обоих методах данные совпали. Однако, хотим отметить прекрасную пространственную анатомическую визуализацию метода 3D PA в сравнении с ДСА, и топографическую анатомию по отношению к костным структурам.

При сопоставлении результатов сопоставления определения степени стеноза сонных артерий методом УЗИ и 3D PA нами выявлено, что различия составили 37,9% и эти данные оказались статистически значимыми.

Учитывая национальные рекомендации по показаниям к хирургическому лечению стенозов сонных артерий, по нашим данным в 12 случаях из 30 пораженных сонных артерий с диагностированным стенозом в категориях 0-29% и 30-49% методом УЗИ, а при исследовании этих же артерий методом 3D PA, оказались в категории со степенью стеноза 50-69%, что требует хирургического лечения. При оценке интракраниальных отделов сонных артерий, по нашим данным, в более половине случаев (57,1%) УЗИ оказалось неинформативным.

В нашей работе при сравнении данных лучевой нагрузки в диагностике поражений сонных артерий нами установлено, что значение DAP при использовании селективной ДСА в среднем составляет $1162,54 \pm 28,23$ cGy*cm², а этот же показатель для 3D PA составляет $748,41 \pm 15,20$ cGy*cm² и эти различия были статистически значимыми ($p < 0,05$). Эти данные совпадают с результатами J.Biederer и соавт. (1999), Beth A. Schueler и соавт. (2005), Virginia Tsarakis и соавт. (2008), Н.Н. Малиновский и соавт. (2008).

Учитывая важность проблемы применения контрастных средств, нами проведено исследование по сравнению объемов их использования в ангиографической диагностике сонных артерий. Результаты применения контрастных средств по нашим данным составили в среднем при селективной ДСА - $20,07 \pm 2,58$ мл, а при 3D PA – $14,59 \pm 1,65$ мл, при этом статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$). К такому же выводу пришли Малиновский и соавт. (2008). Несмотря на статистически незначимые различия, вопрос уменьшения объема контрастного средства является важным у пациентов с компрометированными функциями почек и в аспекте общего объема рентгеноконтрастного исследования.

Сопоставляя данные нашего исследования, рентгеновское время в среднем при селективной ДСА составило $13,95 \pm 1,40$ секунд, а при 3D PA – $6,02 \pm 0,42$ секунд и было выявлено наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$). Аналогичные результаты описаны в работе Virginia Tsarakі и соавт. (2008).

5. Выводы

1. Трехмерная селективная ротационная ангиография является высокоинформативным методом диагностики патологии сонных артерий, как экстракраниальных, так и интракраниальных отделов и позволяет правильно определить тактику хирургического лечения.
2. Изучение оценки поражения сонных артерий методом трехмерной селективной ангиографии показало преимущество данного метода над стандартным селективной дигитальной субтракционной ангиографией с наибольшим процентом несовпадений при выявлении окклюзий и критических (95-99%) стенозов в 15,4% и 23,5% и при интракраниальных поражениях в 42,9% случаях.
3. Использование трехмерной селективной ротационной ангиографии сонных артерий в сравнении с селективной дигитальной субтракционной ангиографией, позволяет более чем в 1,5 раза снизить лучевую нагрузку на

пациента и персонал, сократить более чем в 2 раза рентгеновское время исследования и уменьшить объем вводимого контрастного средства более чем на 25%.

4. Диагностические возможности ультразвукового исследования не всегда достаточны для получения точных данных о поражении сонных артерий в отличие от трехмерной селективной ротационной ангиографии.

5. Практические рекомендации

1. Для определения точной анатомии, объема и характера поражения с минимальной погрешностью, провести с высокой точностью морфометрические количественные измерения при исследовании поражений сонных артерий рекомендуется использовать метод 3D PA, на основании которого производится выбор тактики хирургического лечения.

2. Рекомендуется использование 3D PA в алгоритме диагностики поражения сонных артерий, которая позволяет определить идеальную проекцию сонной артерии в пространстве.

3. Для снижения количества контрастного средства, уменьшения лучевой нагрузки на пациента и персонал и сокращения рентгеновского времени исследования рекомендуется применение метода 3D PA.

4. Для расчета объема введения контрастного средства мы рекомендуем пользоваться формулой: $V_{\text{кк}} = v * (t_z + t_c) - v$, где $V_{\text{кк}}$ – общий объем КС, мл; v – скорость введения КС, мл/сек; t_z – задержка сканирования, сек; t_c – время сканирования, сек.

5. Пациентам с диагностированной извитостью сонных артерий методом УЗИ, для уточнения анатомо-топографических особенностей в режиме пространственной визуализации рекомендуется выполнение 3D PA.

6. При отсутствии или не совпадении результатов диагностики УЗИ и КТА/МРТ рекомендуется алгоритм исследования поражений сонных артерий УЗИ и 3D PA.

7. Для планирования, выполнения и контроля качества процедуры стентирования сонных артерий рекомендуется выполнение 3D PA.

8. Метод 3D PA доступен для выполнения качественного исследования не только хорошо подготовленными и опытными специалистами, но и специалистами с малым опытом работы.

6. Список опубликованных работ.

1. Мурадян М.В., Чигогидзе Н.А. Трехмерная селективная ротационная ангиография сонных артерий и ее ветвей. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2013. Т. 14. № S6. С. 230.
2. Колесник Д.И., Мурадян М.В., Чигогидзе Н.А., Луспаронян В.М. Прикладная рентгеновская ангиография диагностика с использованием дополнительных программных модулей. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2013. Т. 14. № S6. С. 231.
3. Колесник Д.И., Мурадян М.В., Чигогидзе Н.А., Старосельцев А.А., Луспаронян В.М., Назаренко А.В. Сравнительные методы ангиографической диагностики на примере классической RG-АГ, МСКТ, МРТ. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2014. Т. 15. № S6. С. 253.
4. Схиртладзе И.Д., Тхагапсова М.М., Мурадян М.В., Чигогидзе Н.А. Результаты применения биоинженерной конструкции для лечения окклюзионных поражений сосудов. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2015. Т. 16. № 3. С. 19-24.
5. Шумилина М.В., Дарвиш Н.А., Моллаев Э.Б., Есенева М.Ф., Луспаронян В.М., Мурадян М.В. Определение тактики хирургического лечения критических бикаротидных стенозов у пациентов с сочетанной патологией с помощью функциональных ультразвуковых проб. // Клиническая физиология кровообращения. 2015. № 1. С. 48-53.
6. Мурадян М.В. Трехмерная селективная ротационная ангиография сонных артерий и ее ветвей. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2016. №5.