

На правах рукописи

Кошурникова Марина Викторовна

**ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТРЕХМЕРНОЙ
ВИЗУАЛИЗАЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В ОЦЕНКЕ
ИЗМЕНЕНИЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ СТЕНКИ**

14.01.05 - кардиология

14.01.13 - лучевая диагностика, лучевая терапия

Автореферат

диссертации на соискание

ученой степени кандидата медицинских наук

Москва – 2015

Работа выполнена в отделе ангиологии и Лаборатории ультразвуковых методов исследования сосудов Отдела новых методов диагностики НИИ клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ.

Научные руководители:

доктор медицинских наук профессор
доктор медицинских наук профессор

Карпов Юрий Александрович
Балахонова Татьяна Валентиновна

Официальные оппоненты:

Хадзегова Алла Блаловна, д.м.н., профессор, профессор кафедры клинической и функциональной диагностики ГБОУ ВПО «Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова» МЗ РФ

Шумилина Маргарита Владимировна, д.м.н., заведующая группой УЗ-исследований сердечно-сосудистой и органной патологии ФГБУ "Научный центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева" РАМН

Ведущая организация: ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» МЗ РФ

Защита состоится «2» июля 2015 г. в 13.30 часов на заседании диссертационного совета Д 208.073.04 по присуждению ученой степени кандидата медицинских наук в ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» МЗ РФ (Москва, 121552, ул. 3-я Черепковская, д.15а)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУ «РКНПК» МЗ РФ.

Автореферат разослан « » 2015года

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук

Полевая Т.Ю.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В течение последних десятилетий технологическая революция, связанная с развитием цифровых систем для ультразвукового исследования (УЗИ) и разработкой компьютерного обеспечения, предназначенного для оценки структуры тканей, значительно повысила возможности этого вида диагностики, переведя его из вспомогательных методов в основные [Кунцевич Г.И., 2006; Araki T. et al., 2012; Lang R.M. et al., 2012].

Одним из наиболее быстро развивающихся методов УЗ-диагностики является трехмерная визуализация. Показаны возможности применения трехмерного ультразвукового исследования (3D-УЗИ) в оценке структуры сосудистой стенки, степени стеноза сосуда, объема атеросклеротических бляшек (АСБ) [Кунцевич Г.И. и др., 2001; Keberle et al., 2001; Rim Y. et al., 2013]. По мнению большинства исследователей, 3D-УЗИ дает возможность получить информацию, расширяющую возможности традиционного двумерного ультразвукового исследования (2D-УЗИ), позволяя получить изображение стенки сосуда в пространстве, изучить его корональные проекции и получить наклонные (под произвольным углом) сечения [Chiu B. et al., 2012; Krasinski A. et al., 2009]. Эти данные, в свою очередь, позволяют более детально оценить состояние патологического процесса [Koyama S.I. et al., 2012]. В литературе практически не описаны возможности 3D-УЗИ в оценке эффективности инвазивных вмешательств, в частности, эндоваскулярного лечения атеросклеротических изменений. Недостаточно данных по воспроизводимости измерений количественных показателей с помощью метода 3D-УЗИ. Появилась необходимость в регламентации методик получения, обработки и интерпретации трехмерных эхограмм применительно к диагностике состояния сосудистой стенки [Цвибель В., Пеллерито Д., 2008; Шумилина М.В., 2007; Dobrosavljevic A. et al., 2013; Heliopoulos J. et al., 2011]. Отсутствуют общепринятые протоколы проведения 3D-УЗИ у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, что не позволяет стандартизировать изменения, выявляемые с помощью этого метода; проведено относительно небольшое количество исследований по сравнительной характеристике метода 3D-УЗИ и других методов визуализации (дуплексного сканирования, магнитно-резонансной томографии, мультиспиральной компьютерной томографии, ангиографии) в оценке состояния сосудистой стенки.

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности исследования различных аспектов применения 3D-УЗИ для диагностики поражений сосудов.

Цель исследования – оценить роль ультразвуковой трехмерной визуализации артерий в оценке изменений артериальной стенки (атеросклероз, неспецифический аортоартериит, состояние после реконструктивных вмешательств).

Задачи исследования:

1. Изучить возможности 3D-УЗИ в определении объема атеросклеротической бляшки, оценке ее структуры и поверхности. Оценить воспроизводимость метода 3D-УЗИ и МРТ при измерении объема АСБ.

2. Определить чувствительность, специфичность и точность 3D-УЗИ в оценке степени стеноза сонных артерий.

3. Определить возможности 3D-УЗИ в оценке степени выраженности и структурных изменений сосудистой стенки сонных артерий при неспецифическом аортоартериите в сопоставлении с ультразвуковым дуплексным сканированием.

4. Оценить возможности 3D-УЗИ сонных и бедренных артерий в оценке состояния артериальной стенки после хирургических вмешательств по сравнению с ультразвуковым дуплексным сканированием.

5. Провести оценку эффективности 3D-УЗИ при изучении стентированных сонных и бедренных артерий в сравнении с рентгеноконтрастной ангиографией и МСКТ с контрастированием.

Научная новизна. Впервые продемонстрировано, что применение метода 3D-УЗИ позволяет более точно по сравнению с магнитно-резонансной томографией (МРТ) оценить объем АСБ. Получены новые данные о возможностях использования 3D-УЗИ для качественной характеристики АСБ с уточнением ее конфигурации и выявлением ряда патологических признаков (изъязвлений, неровности поверхности АСБ, наличия кратера и его глубины).

Установлено, что возможности метода 3D-УЗИ совпадают с соответствующими характеристиками МРТ в оценке степени стеноза сонных артерий и превышают возможности ультразвукового дуплексного сканирования, позволяя чаще выявлять более высокую степень стеноза.

Получены новые данные о возможностях применения метода 3D-УЗИ - способности выявлять коллатеральные сосуды при гемодинамически значимых изменениях артерий у больных неспецифическим аортоартериитом.

Впервые продемонстрирована роль 3D-УЗИ в оценке состояния артериальной стенки после эндоваскулярного лечения. Получены новые данные об использовании 3D-УЗИ в диагностике состояния сосудов у больных, перенесших оперативное вмешательство

(каротидную эндартерэктомию и протезирование) на сонных или бедренных артериях; установлено, что использование метода позволяет чаще, чем 2D-УЗИ обнаруживать рестеноз, наличие пролонгированной и локальной неоинтимы.

Впервые приведены данные по сравнительной характеристике использования метода 3D-УЗИ при оценке состояния стентов в сосудах, показаны преимущества применения метода по сравнению с 2D-УЗИ за счет более частого выявления и точной характеристики рестеноза и неполного отжатия АСБ.

Практическая значимость работы.

В ходе исследования показано, что определение объема АСБ с помощью 3D-УЗИ с применением методов «контуров» и «эллипса» повышает точность количественной оценки характеристик АСБ по сравнению с МРТ.

Показаны преимущества 3D-УЗИ по сравнению с 2D-УЗИ у больных НАА в определении степени выраженности изъязвления измененной сосудистой стенки.

Выполнение 3D-УЗИ для осуществления динамического контроля за состоянием сосудистых стентов периферических артерий повышает возможности выявления патологии в сравнении с 2D-УЗИ.

Внедрение в практику. Результаты работы внедрены в практическую и научную деятельность Лаборатории ультразвуковых методов исследования сосудов Отдела новых методов диагностики Института Клинической Кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» МЗ РФ.

Апробация диссертации. Апробация диссертации состоялась 24 декабря 2013г. на межотделенческой конференции по апробации кандидатских диссертаций Института Клинической Кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» МЗ РФ. Диссертация рекомендована к защите.

Основные положения работы доложены на VI съезде "Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине" (Москва, 2011), Международном VI "Невском радиологическом форуме - 2013" (Санкт-Петербург, 2013), Всероссийской конференции «Функциональная диагностика – 2013» (Москва, 2013), на конференции Euroson-2013 (Штутгарт, 2013), Европейском конгрессе радиологов ECR - 2014 (Вена, 2014).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 3 из них в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 148 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, главы результатов собственных исследований, заключения, выводов,

практических рекомендаций, списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 26 таблицами, 55 рисунками, 10 клиническими примерами. Указатель использованной литературы содержит 172 библиографических источников, в том числе 29 отечественную и 143 иностранные публикации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Организация исследования, характеристика обследованных больных. Работа выполнена в отделе ангиологии (руководитель - д.м.н., профессор Ю.А.Карпов) и отделе новых методов диагностики (руководитель - д.м.н., профессор А.Н.Рогоза) НИИ клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ.

В основу данного исследования положен анализ результатов обследования 248 пациентов с различной сосудистой патологией, находившихся в течение 2011-2013 гг. на обследовании и лечении в "РКНПК" им. А.Л.Мясникова (87% пациентов с ишемической болезнью сердца, 57% - с артериальной гипертензией, 32% - с сахарным диабетом, 11% - с перемежающейся хромотой). Все пациенты были в стабильном состоянии, без острой кардиологической и неврологической патологии, получали терапию в соответствии с нозологией согласно Национальным клиническим рекомендациям по диагностике и лечению артериальной гипертонии, 2010 [Диагностика и лечение артериальной гипертензии, 2010], по диагностике и лечению стабильной стенокардии, 2008 [Национальные рекомендации ВНОК, 2008], по диагностике и коррекции нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза, 2012 [Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена, 2012]. Больные сахарным диабетом получали сахароснижающую терапию в соответствии с рекомендациями эндокринолога и находились в состоянии компенсации. У части больных в прошлом были выполнены хирургические вмешательства: реконструктивные сосудистые операции, стентирования, аортокоронарное шунтирование.

Исходя из поставленных задач, исследование состояло из шести фрагментов (таблица 1).

Методы и объекты исследования

Содержание этапа исследования	Методы	Количество объектов исследования
Объем АСБ сонных артерий	3D-УЗИ 2D-УЗИ МРТ	38 больных, 38 АСБ
Структура и поверхность АСБ	3D-УЗИ 2D-УЗИ	75 больных, 252 АСБ
Степень стеноза сонных артерий	3D-УЗИ 2D-УЗИ МРТ	75 больных, 252 АСБ
Неспецифический аортоартериит	3D-УЗИ 2D-УЗИ	24 больных, артериальная стенка
Оперативное вмешательство в каротидном и феморальном бассейнах	3D-УЗИ 2D-УЗИ	67 больных после КЭАЭ, оперированный сосуд 27 протезированных сосудов: 10 каротидных протезов 17 бедренных протезов
Стенты в каротидном и феморальном бассейнах	3D-УЗИ 2D-УЗИ Мультиспиральная компьютерная томография Рентгеноконтрастная ангиография	40 больных, стентированный сегмент артерии

При оценке возможностей метода 3D-УЗИ в измерении объема и структуры атеросклеротической бляшки в сонных артериях было изучено 38 гетерогенных АСБ у 38 пациентов (21 мужчина и 17 женщин) в возрасте от 48 до 68 лет (средний возраст 54,2±8,3 года). Для оценки атеросклеротических бляшек использовали методы 3D-УЗИ, МРТ и ДС. При этом объектом исследования была область сосуда с АСБ с определением ее локализации

и расчетом объема. Оценивали результаты исследования 38 АСБ, которые по структуре были гетерогенными, с ровной поверхностью, без изъязвлений и кровоизлияний.

Оценка структуры и поверхности 252 АСБ проведены путем сопоставления данных, полученных с помощью методов 2D- и 3D-УЗИ у 75 пациентов в возрасте от 38 до 82 лет (средний возраст $55,2 \pm 18,3$).

Сравнительная оценка степени стеноза сосуда, вызванного АСБ, были проведены путем сопоставления данных, полученных с помощью методов 2D-УЗИ, 3D-УЗИ и МРТ 252 АСБ у 75 пациентов в возрасте от 38 до 82 лет (средний возраст $55,2 \pm 18,3$).

При ультразвуковом исследовании каротидного бассейна у больных неспецифическим аортоартериитом (НАА) было обследовано 24 женщины (48 артерий) в возрасте от 22 до 40 лет (средний возраст $33,2 \pm 7,5$ лет). В соответствии с классификацией E. Lupi-Netter et. al. (1977) большинство пациенток (62,5%) страдали аортоартериитом III типа, у 25% - выявлен аортоартериит I типа и 12,5% - IV типа. Пациенток со II типом выявлено не было. Оценивали структуру артериальной стенки.

Оценка состояния сосудов у больных, перенесших оперативное вмешательство на сонных или бедренных артериях, проводилась методами 2D- и 3D-УЗИ. Проведен анализ результатов данных УЗИ 67 человек (28 мужчин и 39 женщин) в возрасте от 51 до 81 года (средний возраст $62,5 \pm 8,7$ лет), перенесших каротидную эндартерэктомия (КЭАЭ), у 61 пациента была выполнена односторонняя операция, у 3 - двусторонняя КЭАЭ. Исследование выполнено в сроки от 2 до 13 лет после проведения КЭАЭ. Также исследовано 27 пациентов в возрасте от 56 до 80 лет (средний возраст $65,4 \pm 9,2$ года), перенесших протезирование сонных и бедренных артерий. Исследование проведено 10 пациентам с имплантированным протезом в каротидном бассейне (8 мужчин и 2 женщины) и 17 пациентам - в бедренно-подколенном сегменте (14 мужчин и 3 женщины).

Визуализация внутрисосудистых стентов периферических артерий методами 2D- и 3D-УЗИ, а также рентгеноконтрастными методами (МСКТ и ангиография) была оценена у 40 пациентов (28 мужчин и 12 женщин), перенесших эндоваскулярное вмешательство (стентирование) на сонных (29 случаев), позвоночной (1 случай) и бедренных (10 случаев). Срок после стентирования у пациентов составил от 2 до 17 лет (в среднем $11,2 \pm 4,3$ года). Возраст пациентов составил от 37 до 84 лет (средний возраст $56,2 \pm 18,3$ года).

Методы исследования. Ультразвуковое дуплексное сканирование сонных и бедренных артерий проводили на ультразвуковом приборе IU-22 (Philips, Голландия) с использованием линейного датчика L9-3 по общепринятой методике.

С помощью 2D-УЗИ сонные артерии были исследованы на всем протяжении, в области бифуркации общей сонной артерии и устья внутренней сонной артерии (ВСА) с обеих сторон. Исследования были проведены одним оператором. При проведении ультразвукового исследования в базе уз-системы были сохранены статические изображения продольных и поперечных сечений АСБ в области максимального сужения просвета сосуда. Атеросклеротическую бляшку определяли как фокальное утолщение стенки сосуда более чем на 50% по сравнению с окружающими участками стенки сосуда или как фокальное утолщение толщины интима-медиа более чем на 1,5 мм, выступающее в просвет сосуда [Touboul P.J. et al., 2007].

Процент стеноза рассчитывали в поперечном сечении в области максимального сужения просвета атеросклеротической бляшкой по уменьшению диаметра сосуда как долю редуцированного диаметра просвета сосуда от истинного диаметра сосуда (% стеноза, D).

Качественную оценку состояния АСБ осуществляли на основании ряда ее характеристик: структуры (гомогенная, гетерогенная - с преобладанием гипо/гиперэхогенного компонента), эхогенности (низкая, средняя, высокая, кальцинированные), состояния поверхности (гладкая, шероховатая, изъязвленная), формы (локальная - занимающая одну стенку, эксцентрическая, циркулярная), наличия осложнений (кровоизлияние, изъязвление, пристеночный тромбоз). Синхронизацию с электрокардиограммой (ЭКГ) в случае 2D проводили в обязательном порядке.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) и мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием (МСКТ) выполнялись в отделе томографии (руководитель - д.м.н., профессор, академик Российской академии наук С.К.Терновой) НИИ клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ.

Магнитно-резонансную томографию выполняли для оценки стеноза каротидных артерий на аппарате Achieva (Philips, Голландия) с величиной магнитной поля 3Т, с использованием 16-канальной нейроваскулярной и специальной поверхностной 8-канальной катушки. Протокол МРТ исследования включал: T1, T2 и протон-взвешенные (PD) последовательности с черной кровью (black blood) в аксиальной плоскости с толщиной среза 2 мм, трехмерную время-пролетную ангиографию с толщиной среза 1 мм (3D TOF- 3D Time-of-Flight). Для оценки объема АСБ МРТ выполняли в режиме реального времени, время проведения записи исследования составило в среднем до 30 минут вместе с подготовкой пациента. Визуализацию и расчет объема АСБ при МРТ осуществляли с помощью

программы AlgoM. Объем АСБ оценивали только по поперечному сечению с шагом 1.0 мм, число срезов определялось длиной АСБ.

Мультиспиральную компьютерную томографию с контрастированием выполняли на 64-спиральном компьютерном томографе Aquilion (Toshiba, Япония) с использованием контрастного вещества Оптирей. Компьютерный томограф представляет собой мультисрезовый КТ-сканер с возможностью одновременного сбора данных 64 срезов толщиной 0,5 мм и отличающийся высокими эксплуатационными характеристиками с временем полного оборота до 0,4с. Конструкция рентгеновской трубки обеспечивает мультисрезовое сканирование с высоким разрешением и высокой пропускной способностью. Aquilion 64 создает объем из 64 x 0.5 мм срезов за каждое вращение с эффективным разрешением вокселя 0.35 мм для визуализации сложных анатомических структур.

Рентгеноконтрастную ангиографию выполняли на аппарате Axiom Artis DFC (Siemens, Германия) с контрастными веществами Омнипак или Оптирей в отделе рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения (руководитель д.м.н., профессор А.Н.Самко) НИИ клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ.

Особенности проведения 3D-УЗИ. Трехмерное ультразвуковое исследование сонных и бедренных артерий проводили линейным датчиком высокого разрешения VL13-5 (Philips iU22, Голландия) со скоростью реконструкции в режиме 3D и 4D до 64 мегавокселей в секунду.

Получение трехмерного изображения состояло из следующих этапов:

1. Настройка аппарата (выбор скорости и глубины сканирования), оптимизация двумерного изображения.
2. Автоматический сбор объемных данных.
3. Обработка информации на рабочей станции с соответствующим программным обеспечением.
4. Подбор плоскости вращения для получения изображения, оптимального для анализа и интерпретации изображения исследуемых структур.

ЭКГ-синхронизация в процессе выполнения 3D-УЗИ не предусмотрена, процесс получения данных для построения изображения занимает большее время, чем один сердечный цикл - за период получения («захвата») изображения может пройти 2 и более сердечных цикла. Значение погрешности измерения при получении («захвате») изображения является одинаковым при каждом измерении, что не оказывает существенного влияния на построение итогового изображения.

Объем АСБ при 3D-УЗИ оценивали в продольном или в поперечном сечениях. Путем «нарезки» АСБ на контуры (максимально 15 контуров с шагом 1мм) в продольном сечении получали изображения поперечных сечений сосуда с АСБ, где на каждом срезе (на котором визуализируется атеросклеротическая бляшка) последовательно осуществляли ручное оконтуривание поверхности АСБ для расчета ее площади с дальнейшим автоматическим определением объема.

При оценке внутриоператорской воспроизводимости выявление, описание и расчет характеристик АСБ выполнялись одним оператором у одного и того же пациента в различные сроки с небольшим временным промежутком – 3 суток. При оценке межоператорской воспроизводимости запись и дальнейшая оценка АСБ выполнялась последовательно сначала одним, затем другим оператором. Специалисты выполняли измерения и расчеты независимо друг от друга.

Для оценки объема АСБ в нашей работе использовали метод «контуров» и «эллипса».

Метод «эллипса» удобен и быстр в работе, однако применяется только к эллипсоидным бляшкам. Метод «контуров» дает возможность определять объем АСБ любой конфигурации и размеров, но по времени исследование может занимать продолжительное время, которое зависит от числа контуров, выставяемых оператором для адекватного подсчета, при этом максимальное число контуров составляет – 15, что соответствует 15 подсчетам площади АСБ.

Метод 3D-УЗИ позволяет также выполнить измерение объема АСБ, которые не видны в В-режиме, так называемых гомогенных гипоэхогенных АСБ. Эхогенность таких АСБ соответствует эхогенности крови в просвете артерии, поэтому визуализация их возможна при сканировании в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) или энергетического доплеровского картирования.

Статистическая обработка полученных данных выполнена при помощи пакета программ для статистической обработки данных STATISTICA 7,0. Использовали методы параметрической и непараметрической статистики. Методы описательной статистики включали в себя оценку среднего арифметического (M), среднеквадратического отклонения (σ) - для признаков, имеющих непрерывное распределение, а также для частоты встречаемости признаков с дискретными значениями. Определение достоверности различий между качественными показателями сравниваемых групп проводили с помощью критерия χ^2 (хи-квадрат) с учетом поправки Йетса для сравнения частот бинарного признака в двух несвязанных группах парных сравнений. Для оценки различий значений количественных показателей применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок (после проверки

распределения признаков на соответствие закону нормального распределения по критерию Колмогорова-Смирнова) или непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Тест внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости для измеряемых и расчетных величин проводили по методу Блэнда-Алтмана. Результаты представлены как среднее арифметическое значение внутриоператорской разности (M, %), стандартное отклонение разности (STD, %), коэффициент вариации (CV, %). Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы принимали равным 0,05.

Количественную оценку эффективности метода 3D-УЗИ в оценке стеноза сонных артерий проводили путем расчета показателей чувствительности, специфичности и точности метода. В качестве истинно-положительных результатов рассматривали все случаи выявления стеноза сонных артерий.

Для сравнения эффективности различных методов диагностики вышеприведенные показатели рассчитывали для методов 2D-УЗИ и 3D-УЗИ, сравнивали полученные значения с таковыми, полученными для метода МРТ. Последний был использован нами в качестве референтного для оценки степени стеноза. Выбор МРТ обусловлен соображениями безопасности выполнения исследования, поскольку применение более точного метода оценки степени стеноза - МСКТ с контрастированием - сопряжено с определенным риском развития осложнений. Кроме того, у большинства пациентов, включенных в исследование, отсутствовали показания к проведению контрастного исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Количественная оценка объема АСБ в сонных артериях с помощью метода 3D-УЗИ. При изучении объема АСБ при плановом ДС сонных артерий у 38 пациентов были выявлены 38 атеросклеротических бляшек. Процент стеноза исследованных артерий составил от 25 до 70%. Методом «контуров» с помощью 3D-УЗИ измеряли все АСБ, метод «эллипса» применен к 13 бляшкам из 38. Сравнение результатов измерения объема АСБ с помощью МРТ и 3D-УЗИ показало, что результаты в ряде случаев существенно различались. Расхождения значений объема АСБ более чем на 15% отмечены в 27 случаях, что составило 71% выполненных измерений. Значения, полученные с помощью 3D-УЗИ, в абсолютном большинстве случаев меньше, чем данные МРТ, что подтверждалось и сравнением средних значений объема АСБ. Исследование показало, что по данным 3D-УЗИ (метод «контуров») это значение для 38 АСБ составило $0,133 \pm 0,014$ мл, что было достоверно ($p < 0,05$) меньше, чем при измерении с помощью МРТ - $0,170 \pm 0,018$ мл. Полученные результаты, возможно, объясняются тем, что 3D-УЗИ позволяет при измерении объема АСБ в большей мере, чем МРТ, учитывать геометрические размеры бляшки.

Оценка воспроизводимости метода 3D-УЗИ и МРТ при измерении объема АСБ.

Характеристики воспроизводимости методов оценки размеров АСБ представлены в таблице 2. Выявлена высокая воспроизводимость при выполнении оценки размеров АСБ с помощью 3D-УЗИ при использовании алгоритмов «контура» и «эллипса». Значение коэффициента вариации для внутриоператорской воспроизводимости при измерении методом «контура» составило 7,7%, при использовании метода «эллипса» - 3,8%. Значения этого коэффициента для межоператорской воспроизводимости составили 8,2% и 6,2%, соответственно. Таким образом, полученные значения не превышали допустимых для медицинских исследований 10%. В то же время, внутриоператорская и межоператорская воспроизводимость методов оценки объема АСБ по данным МРТ была существенно ниже – соответственно 43,4 и 68,5%.

Таблица 2

Результаты оценки внутри- и межоператорской воспроизводимости методов определения объема АСБ (3D-УЗИ и МРТ)

Метод исследования	Вид воспроизводимости	Количество наблюдений	М %	STD %	CV %
3D-УЗИ, метод «контура»	Внутриоператорская	38	4,50	7,04	7,7
	Межоператорская	38	4,15	6,22	8,2
3D-УЗИ, метод «эллипса»	Внутриоператорская	13	2,12	5,84	3,8
	Межоператорская	13	1,69	3,47	6,2
МРТ	внутриоператорская	38	4,82	44,60	43,4
	Межоператорская	38	11,95	69,84	68,5

Изучение возможностей метода 3D-УЗИ в оценке структуры и поверхности АСБ.

Применение метода 3D-УЗИ эффективно в тех случаях, когда кальцинированная АСБ на передней стенке сосуда имеет ультразвуковую тень, и в связи с этим определение стеноза сосуда при ДС не представляется возможным [Кунцевич Г.И., 2001]. При этом гемодинамическая значимость АСБ может быть квалифицирована только на основании оценки кровотока. Благодаря возможностям визуализации в косых проекциях, сканированию под разными углами и более четкой (по сравнению с 2D-УЗИ) визуализации, метод 3D-УЗИ дает возможность определения контуров кальцинированной АСБ и измерения степени выраженности стеноза. Исследование показало, что более трети всех бляшек были

гетерогенные с преобладанием компонентов средней и высокой эхогенности, и с кальцинозом, некоторые - с неровной поверхностью, а изъязвленные бляшки наблюдались реже. Сопоставление качественных характеристик АСБ при изучении разными методами показало, что признаки были определены с одинаковой частотой, значимых различий ($p > 0,05$) показателей, определенных с помощью методов 2D-УЗИ и 3D-УЗИ, выявлено не было (таблица 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика структуры АСБ сонных артерий при оценке разными методами

Структура АСБ		2D-УЗИ (n=252)		3D-УЗИ (n=252)	
		Абс.	%	Абс.	%
Гомогенные АСБ низкой эхогенности (гипоэхогенные - видны только в цвете)		10	4,0	10	4,0
Гомогенные АСБ средней эхогенности		53	21,0	51	20,2
Гомогенные АСБ высокой эхогенности		-	-	-	-
Гетерогенные АСБ		73	29,0	73	29,0
Гетерогенные АСБ с ПКН эхогенности		17	6,8	17	6,8
Гетерогенные АСБ с ПКС эхогенности		34	13,5	39	15,5
Гетерогенные АСБ с ПКВ эхогенности		16	6,4	13	5,2
Кальцинированные АСБ с уз-тенью по передней стенке		45	17,9	45	17,9
Кальцинированные АСБ с массивной уз-тенью по задней стенке		4	1,6	4	1,6
Осложнения	Есть изъязвление	29	11,5	34	13,5
	Нет изъязвления	223	88,5	218	86,5
	Наличие двух каналов в теле АСБ	2	0,8	2	0,8
Поверхность АСБ	Шероховатая	91	36,1	98	38,9
	Гладкая	161	63,9	154	61,1

Примечания: Сравнение показателей 2D- и 3D-УЗИ выполнено с помощью критерия χ^2 ; достоверных отличий не выявлено ($p > 0,05$); ПКН - преобладание компонентов низкой эхогенности, ПКС - преобладание компонентов средней эхогенности, ПКВ - преобладание компонентов высокой эхогенности.

3D-УЗИ несколько чаще, чем 2D-УЗИ, выявляло гетерогенные АСБ с преобладанием компонентов средней эхогенности (15,5% против 13,5% при 2D-УЗИ) и изъязвление в АСБ (13,5% против 11,5% при 2D-УЗИ), хотя эти различия не были статистически значимыми ($p>0,05$). Шероховатость поверхности АСБ была выявлена в 38,9% случаев с помощью 3D-УЗИ, при 2D-УЗИ – в 36,1% случаях.

Оценка чувствительности, специфичности и точности метода 3D-УЗИ в определении стеноза сонных артерий. Для оценки эффективности метода 3D-УЗИ в диагностике стеноза сонных артерий рассчитывали чувствительность, специфичность и точность метода. При расчетах использовали данные, полученные при обследовании 75 пациентов, каждому из которых исследование было проведено с помощью всех трех методов исследования – 3D-УЗИ, 2D-УЗИ и МРТ; при анализе было исследовано всего 252 АСБ. МРТ в данном случае рассматривался как "золотой стандарт". Результаты представлены в таблице 4. Чувствительность 3D-УЗИ в отношении наличия стеноза сонных артерий составила 92,1%, для метода 2D-УЗИ значение показателя было ниже - 83,4%.

Таблица 4

Чувствительность, специфичность и точность методов 2D-, 3D-УЗИ и МРТ в оценке стеноза сонных артерий (n=252)

Методы исследования	Чувствительность, %	Специфичность, %	Точность, %
2D-УЗИ	83,4	94,7	86,5
3D-УЗИ	92,1	100,0	98,3
МРТ	100,0	100,0	100,0

Оценка точности показала значения 86,5 и 98,3% для 2D- и 3D-УЗИ, соответственно. Сравнение показателя специфичности продемонстрировало несколько меньшую специфичность 2D-УЗИ (94,7%) относительно значений этого параметра для 3D-УЗИ и МРТ (100% в обоих случаях). Таким образом, внедрение метода 3D-УЗИ в алгоритм комплексной диагностики состояния сонных артерий позволяет существенно снизить частоту ложноположительных и ложноотрицательных заключений.

Сравнение методов 2D- и 3D-УЗИ в оценке степени стеноза сосудов. Сравнительная оценка частоты выявления стеноза сонных артерий с помощью различных методов визуализации показала, что результаты 3D-УЗИ и МРТ совпадали полностью (таблица 5). 2D-УЗИ несколько реже показывало высокие степени стеноза: при установлении степени стеноза 50-75% было 4 случая (2,8%) ложноположительных

результатов, в отношении выявления степени стеноза 75% и более с помощью данного метода было получено 4 случая (5,6%) ложноотрицательных результатов. Однако, сравнение частоты выявления стенозов по критерию χ^2 не выявило значимых различий этих показателей ($p>0,05$), полученных с помощью 2D- и 3D-УЗИ.

Таблица 5

Количество АСБ сонных артерий при исследовании разными методами в зависимости от степени стеноза (n=252)

% стеноза	2D-УЗИ, n=252	3D-УЗИ, n=252	MPT, n=252
20-50 (n=164)	164	164	164
50-75 (n= 71)	75	71	71
75 и более (n= 17)	13	17	17

Трехмерное ультразвуковое исследование изменений артериальной стенки каротидного бассейна у больных НАА. В ходе исследования возможностей 3D-УЗИ изменений каротидного бассейна у больных НАА оценивали структуру и степень выраженности изменений артериальной стенки. Качественному анализу в режиме увеличения изображения подвергались: проксимальная треть общей сонной артерии (ОСА), средняя треть ОСА и дистальная треть ОСА с обеих сторон. Ни у одной пациентки не было выявлено окклюзионного поражения общих сонных артерий. В большинстве случаев стенка артерий была неоднородна, в 3 наблюдениях - с включениями кальция по передней и задней стенкам, с преобладанием компонентов повышенной эхогенности - в 2 случаях. При этом в трех наблюдениях мы уточнили наличие гемодинамически значимого стеноза с помощью 3D-УЗИ. В шести наблюдениях более четко визуализировалось диффузное пролонгированное утолщение стенки артерии с преобладанием компонентов средней эхогенности на всем протяжении ОСА. Сравнение частоты выявления различных патологических изменений стенки сосуда с помощью 3D-УЗИ показало большую частоту выявления по сравнению с 2D-УЗИ шероховатости стенки артерии (10,4% против 8,3% при 2D-УЗИ), наличие изъязвления поверхности стенки артерии (12,5% против 8,3% при 2D-УЗИ) и выявление коллатералей (6,3% против 2,1% при 2D-УЗИ). Однако, отсутствие достоверных различий ($p>0,05$) по вышеуказанным показателям, возможно, связано с малым числом наблюдений.

У трех пациенток, которые имели гемодинамически значимые изменения общих сонных артерий, мы наблюдали коллатеральные сосуды (анастомозы) на экстракраниальном уровне. Можно предположить, что наружная сонная артерия в данном случае является источником коллатерального кровообращения по ВСА.

Коллатерали визуализировали чаще в продольном сечении ниже сонной артерии. По данным ДС в режиме ЦДК у 24 больных лишь в одном случае (2,1%) было четко выявлено наличие коллатералей ($p>0,05$). В то же время 3D-УЗИ исследуемой зоны позволила более четко визуализировать и оценить наличие коллатералей у 3 пациентов (6,3%).

При оценке структуры стенки сонных артерий у больных НАА частота выявления наличия гетерогенной структуры составила 25,0% с помощью 3D-УЗИ, в то же время при использовании 2D-УЗИ – 37,5% ($p>0,05$). Выявленные расхождения, по нашему мнению, могут быть обусловлены тем, что свойства трехмерного датчика и обработка информации ультразвуковой системой таковы, что стенка визуализируется лучше.

Сопоставление результатов измерения толщины стенки у 12 больных с НАА (при стенозе артерий не более 50%) различными методами показало отсутствие различий этого показателя ($p>0,05$), измеренного с помощью 2D- и 3D-УЗИ передним и латеральным доступами

В то же время, сравнение средних значений глубины кратеров, измеренных с помощью 3D-УЗИ, составило $1,18\pm 0,04$ ($n=6$) мм, что было значимо ($p<0,05$) выше соответствующего показателя 2D-УЗИ ($1,03\pm 0,02$ мм) ($n=4$).

При оценке состояния проксимальной трети ОСА степень стеноза 20-50% была выявлена с одинаковой частотой 27,1% при использовании двух методов. В то же время стеноз 50-75% был выявлен в 70,8% случаев при 2D-УЗИ и в 66,7% случаев при 3D-УЗИ. Метод 2D-УЗИ показал наличие стеноза 75% и более только в 1 случае (2,1%), тогда как с помощью 3D-УЗИ - у 3 пациентов (6,3%). Статистически значимых различий не выявлено ($p>0,05$).

Сравнение результатов исследования в средней трети ОСА показало, что с помощью метода 3D-УЗИ стеноз 20-50% был выявлен несколько реже – в 35,4% случаев, тогда как при 2D-УЗИ – в 41,0% случаев. В то же время чаще выявлялся стеноз 50-75% при использовании метода 3D-УЗИ – в 62,5% случаев, тогда как при 2D-УЗИ – в 58,3% случаев. Следует отметить, что в 1 случае (2,1%) с помощью метода 3D-УЗИ был выявлен стеноз более 75%, в то время как применение 2D-УЗИ не выявило этой степени стеноза. Достоверных различий также не выявлено ($p>0,05$).

Сравнение результатов изучения дистальной трети ОСА показало, что в этом случае

расхождение данных, полученных при использовании 2 методов УЗИ, было наиболее выраженным. Так, частота выявления степени стеноза 20-50% с помощью метода 2D-УЗИ составила 52,1%, тогда как при помощи метода 3D-УЗИ - в 39,6% случаев.

В то же время 3D-УЗИ позволило установить процент стеноза 50-75% в 60,4% случаев, в то время как с помощью 3D-УЗИ эти изменения были отмечены только в 47,9% случаев. Значимых различий не выявлено ($p>0,05$).

Тем не менее, несмотря на отсутствие значимых различий частоты выявления стенозов ОСА у больных НАА, полученные данные свидетельствуют о том, что метод 3D-УЗИ позволяет чаще выявлять более выраженную степень стеноза сосуда.

Трехмерное ультразвуковое исследование в диагностике сосудистой патологии у пациентов, перенесших каротидную эндартерэктомию и протезирование сонных артерий или артерий нижних конечностей. Исследование выполнено 67 пациентам, перенесшим КЭАЭ, у которых срок после операции составил от 2 до 13 лет, и 27 пациентам после протезирования сонных и бедренных артерий, у которых срок после операции составил от 3 до 11 лет. Оценивались следующие патологические признаки: гиперплазия неоинтимы, рестеноз более 50%, рестеноз менее 50% и остаточный стеноз. Ультразвуковым критерием рестеноза считали наличие сужения просвета артерии, локализующегося непосредственно в зоне операции, стенозирующего просвет сосуда на 25% и более [Лелюк В.В., Лелюк С.Э., 2003].

При исследовании осложнений у всей группы пациентов (67 человек) рестеноз в зоне оперативного вмешательства по данным 2D-УЗИ выявлен в 32 наблюдениях (47,8%), а при 3D-УЗИ выявлен в 41 случае (61,2%) ($p>0,05$).

Оценка состояния сосудов без заплаты показала практически сходное распределение частоты выявления большинства признаков, за исключением случаев рестеноза менее 50%.

Отсутствовали изменения сосудов по данным 2D-УЗИ у 2 человек (20%), в то время как при 3D-УЗИ – у 1 человека. Было выявлено по 1 случаю гиперплазии неоинтимы и остаточного стеноза с помощью двух методов исследования.

Отмечено 2 случая рестеноза менее 50% диаметра сосуда по данным 2D-УЗИ, в то время как с помощью метода 3D-УЗИ выявлено 3 таких случая. Выявлено 4 случая рестеноза более 50% диаметра сосуда с помощью двух методов исследования.

Сравнение результатов, полученных с помощью разных методов, не выявило значимых межгрупповых отличий показателей ($p>0,05$).

Более выраженными были отличия значений показателей при сравнении оценки состояния сосудов после выполнения КЭАЭ с заплатой. При исследовании с помощью 3D-

УЗИ патологические признаки отсутствовали в 3 (16,7%) случаях, в то время как при 2D-УЗИ – в 2 раза чаще – в 6 (33,3%) случаях ($p>0,05$).

3D-УЗИ позволило чаще ($p>0,05$) установить наличие рестеноза менее 50% в 8 (44,4%) случаях, в то время как при 2D-УЗИ значение этого показателя составило 5 (27,8%) случаев. Частота выявления остальных патологических признаков состояния сосудов после КЭАЭ с заплатой также не различалась при использовании двух методов УЗИ.

Сравнение показателей состояния сосудов после эверсионной КЭАЭ показало, что отсутствовали признаки изменений в 30,8% случаев с помощью метода 2D-УЗИ, реже - при использовании метода 3D-УЗИ. Чаще был выявлен рестеноз менее 50% - в 53,8% случаев с помощью 3D-УЗИ (против 41,0% случаев при 2D-УЗИ). Значимых различий выявлено не было.

Сравнение частоты выявления патологических признаков у пациентов с эверсионной КЭАЭ показало, что при 2D-УЗИ было выявлено 27 случаев патологических признаков у 39 пациентов, тогда как при использовании объемной визуализации – в 32 случаях у 39 пациентов, то есть в 1,2 раза чаще ($p>0,05$), чем при 2D-УЗИ.

Оценка состояния протезов сосудов показала, что в абсолютном большинстве случаев (96,3%) оба метода выявили проходимость исследованных оперированных сосудов и протезов, лишь в одном случае (3,7%) протез был окклюзирован. Диаметры протезов составляли от 8,4 до 12,0 мм, их значения совпадали при ДС и 3D-УЗИ.

Оценивались следующие патологические изменения: пролонгированное утолщение неоинтимы, локальное утолщение неоинтимы и рестеноз в зоне дистального анастомоза. Сравнительная оценка состояния каротидного бассейна после протезирования показала, что при 3D-УЗИ не было выявлено случаев отсутствия патологических изменений сосудов, тогда как при 2D-УЗИ отмечено 20% таких случаев. Значимых различий выявлено не было ($p>0,05$).

В то же время рестеноз в зоне дистального анастомоза был выявлен в 40% случаев при 3D-УЗИ, тогда как при выполнении 2D-УЗИ значение показателя составило 20%, однако, различий между измерениями выявлено не было ($p>0,05$). В большинстве случаев границы патологических изменений были четкими и ровными.

Сравнение УЗ-характеристик состояния протезов бедренно-подколенного бассейна также показало ряд отличий. Отсутствие изменений при 3D-УЗИ было отмечено только в 5,9% случаев, выявление гиперплазии неоинтимы - в 70,5% случаев, что было чаще ($p>0,05$), чем при 2D-УЗИ.

Несмотря на то, что оценка рестеноза бедренно-подколенных протезов двумя уз-

методами была идентичной, следует отметить преимущество 3D-УЗИ, которое заключается в лучшей визуализации изображения в В-режиме.

Трехмерное ультразвуковое исследование внутрисосудистых стентов периферических артерий. Всем 40 пациентам были выполнены исследования сосудов с помощью 2D-УЗИ и 3D-УЗИ, а для верификации состояния стента 34 больным была проведена МСКТ сосудов с контрастированием, 6 пациентам – рентгеноконтрастная ангиография. Всего проанализировано 40 стентированных артерий (у каждого пациента по одной стентированной артерии): 29 стентов сонных артерий, 1 стент позвоночной артерии, 10 стентов бедренных артерий).

Было выполнено сопоставление результатов исследования, полученных с помощью перечисленных методов, по следующим критериям: оценка проходимости стента, наличие рестеноза, обнаружение неполного отжатия АСБ. Рестенозом в стенте для всех локализаций считали повторное сужение просвета артерии от 25-30% за счет структур различной эхогенности в области эндоваскулярного вмешательства.

Оценивали частоту совпадений результатов двухмерной и трехмерной эхографии, а также частоту совпадений с результатами МСКТ (n=34) и ангиографии (n=6), которые объединили в одну группу (n=40) в качестве верифицирующего метода по вышеприведенным критериям.

По результатам всех используемых методов диагностики у большинства – 38 пациентов (95%) стенты были проходимы, а у двоих пациентов (5%) была выявлена окклюзия стентов. Сравнение результатов двухмерной и трехмерной эхографии показало полное совпадение (100,0%) по критерию проходимости стентов.

При оценке возможностей 3D-УЗИ сопоставимость результатов, полученных с помощью этой методики, с такими методами визуализации, как селективная ангиография и МСКТ, позиционируемыми в клинической практике как «золотой стандарт», была выше, чем при сравнении с двухмерной эхографией. Так, выявлено 100%-ное совпадение результатов 3D-УЗИ и рентгеноконтрастных методов при окклюзии стента, чаще совпадали результаты этих методов при отсутствии изменений.

Как видно из таблицы 6, из всей группы пациентов (40 человек) у 8 человек (20,0%) с помощью рентгеноконтрастных методов исследования визуализировано неполное отжатие бляшки в зоне стентирования, у 26 (65%) – рестеноз. По данным трехмерной эхографии неполное отжатие АСБ определено у 7 человек (17,5%), рестеноз – у 27 человек (67,5%).

Таблица 6

Распределение результатов по данным различных методов исследования (n = 40)

Характеристики	2D-УЗИ		3D-УЗИ		Рентгеноконтрастные методы	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Рестеноз	24	60,0	27	67,5	26	65,0
Неполное отжатие АСБ	5	12,5	7	17,5	8	20,0
Окклюзия	2	5,0	2	5,0	2	5,0
Отсутствие изменений	9	22,5	4	10,0	4	10,0

Примечание: Сравнение результатов 2D-УЗИ, 3D-УЗИ и рентгеноконтрастных методов выполнено с помощью критерия χ^2 ; достоверных отличий не выявлено ($p > 0,05$).

Применение 3D-УЗИ позволило выявить наличие стенозов у большего количества больных, чем при использовании 2D-УЗИ. При этом была уточнена степень стенозирования, которая была больше при использовании 3D-УЗИ за счет лучшей визуализации.

Для оценки рестенозов стентированных артерий мы использовали классификацию B.Lal (Lal B.K., Kareronis E.A. Cuadra S, Kapadia I, Hobson R.W, 2007). Распределение пациентов по степени выявленных рестенозов в сосудах представлено в таблице 7.

Таблица 7

Распределение степеней рестеноза по данным различных методов исследования

Наличие и степень рестеноза	2D-УЗИ		3D-УЗИ		Рентгеноконтрастные методы	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Рестеноз+окклюзия	26	100,0	29	100,0	28	100,0
I степень	9	34,6	11	37,9	10	35,7
II степень	8	30,8	8	27,6	7	25,0
III степень	4	15,4	4	13,8	4	14,3
IV степень	3	11,5	4	13,8	5	17,9
V степень (окклюзия)	2	7,7	2	6,9	2	7,1

Примечание: Сравнение результатов 2D-УЗИ, 3D-УЗИ и рентгеноконтрастных методов выполнено с помощью критерия χ^2 ; достоверных отличий не выявлено ($p > 0,05$).

Чаще совпадала частота выявления степени рестеноза методом 3D-УЗИ с данными

рентгеноконтрастных методов, чем при сравнении с результатами 2D-УЗИ.

Сравнение результатов 2D- и 3D-УЗИ показало полное совпадение (100,0%) по критерию проходимости стентов. В то же время, реже совпадали результаты двух методов УЗИ при выявлении неполного раскрытия стентов – только в 52,5% случаев. При оценке рестеноза с помощью 2D- и 3D-УЗИ частота совпадения составила 67,5%. Полученные данные свидетельствуют о недооценке неполного отжатия АСБ при обследовании данной категории больных с использованием метода 2D-УЗИ. Использование метода 3D-УЗИ позволяет за счет более четкой визуализации и вращения плоскостей изображения в исследуемой зоне более точно оценить, имеет ли место неполное отжатие АСБ, например, из-за наличия кальцинированной АСБ, что характерно, в первую очередь, для результатов обследования пациентов, которым стентирование было выполнено достаточно давно - более чем за 11 лет до настоящего обследования.

При сопоставлении результатов 3D-УЗИ с такими методами визуализации, как рентгеноконтрастная ангиография и МСКТ, обнаружение проходимости стента совпадало во всех случаях. Определение рестеноза в стенте дало сходные результаты в 93,3% случаев, в то время как при оценке неполного отжатия бляшки с помощью 3D-УЗИ и рентгеноконтрастных методов совпадение результатов наблюдалось несколько реже – в 86,7% случаев.

Для оценки эффективности метода 3D-УЗИ в диагностике состояния сосудистых стентов рассчитывали чувствительность, специфичность и точность метода при выявлении рестеноза. Использовали данные 3D-УЗИ, 2D-УЗИ и рентгеноконтрастных методов исследования 40 пациентов. Рентгеноконтрастная визуализация использовалась в качестве «золотого стандарта». Точность 2D- и 3D-УЗИ составила, соответственно, 94,0 и 98,0%. Специфичность 2D-УЗИ (92,0%) оказалась ниже по сравнению с 3D-УЗИ и рентгеноконтрастными исследованиями сосудов (100% в обоих случаях). Вышеизложенное свидетельствует в пользу того, что включение метода 3D-УЗИ в алгоритм комплексной диагностики состояния сосудистых стентов позволяет повысить точность диагностики патологических изменений при динамическом наблюдении за пациентами.

ВЫВОДЫ

1. Трехмерное ультразвуковое исследование при оценке объема АСБ сонных артерий характеризуется хорошей внутри- (3,8 и 7,7%) и межоператорской (6,2 и 8,2%) воспроизводимостью, соответственно для методов «эллипса» и «контура», в отличие от метода МРТ, характеризующегося низкой воспроизводимостью. Использование 3D-УЗИ для качественных характеристик АСБ позволяет уточнить конфигурацию бляшки и оценить

такие патологические признаки, как неровность покрышки бляшки, изъязвление с оценкой его глубины, наличие кратера.

2. При диагностике степени стеноза сонных артерий чувствительность 3D-УЗИ составляет 92,1%, специфичность – 100%, диагностическая точность 98,3%, что превышает значения для показателей метода 2D-УЗИ (83,4%, 94,7%, 86,5%, соответственно).

3. Применение 3D-УЗИ по сравнению с 2D-УЗИ позволяет получить важную информацию о состоянии сосудистой стенки у больных НАА, а именно выявлять у данной категории больных более высокие степени стеноза сосудов, шероховатость стенки артерии (на 25%), наличие коллатералей, выявления большей ($p < 0,05$) глубины изъязвлений (на 15%). Отсутствие достоверных различий большинства вышеперечисленных показателей не выявляет преимущества 3D-УЗИ по сравнению с 2D-УЗИ.

4. Трехмерное ультразвуковое исследование позволяет получить дополнительную информацию о состоянии сосудов у больных, перенесших каротидную эндартерэктомию по сравнению с 2D-УЗИ: чаще выявляется такой патологический признак, как рестеноз менее 50%, общая частота выявления патологических признаков у данной группы больных с помощью 3D-УЗИ выше на 20%, чем при 2D-УЗИ. Отсутствие достоверных различий в изучении вышеперечисленных показателей не показывает преимущества применения 3D-УЗИ по сравнению с 2D-УЗИ в послеоперационном периоде.

5. Возможности метода трехмерной ультразвуковой визуализации совпадают с соответствующими характеристиками рентгеноконтрастных методов исследования при оценке состояния стентов, превышая возможности 2D-УЗИ, за счет большего числа выявления рестеноза (на 13%), неполного отжатия АСБ (на 48%). При диагностике рестеноза стентированных артерий чувствительность 3D-УЗИ составляет 94,0%, специфичность – 100%, диагностическая точность 98,0%, что превышает значения для показателей метода 2D-УЗИ (86,0%, 92,0%, 94,0%, соответственно).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Метод 3D-УЗИ может быть рекомендован для использования в клинической практике, в ряде случаев, уточняя и дополняя данные 2D-УЗИ. Хорошая воспроизводимость метода позволяет рекомендовать его для динамического наблюдения за объемом АСБ. Метод 3D-УЗИ может быть полезен для выявления осложненных АСБ в сонных артериях.

2. Включение метода 3D-УЗИ в алгоритм комплексной оценки состояния сосудистых стентов позволяет улучшить диагностику патологических изменений. 3D-УЗИ рекомендуется использовать для динамического контроля у пациентов в отдаленном периоде с целью выявления рестеноза и неполного отжатия АСБ. Метод может быть рекомендован в

случаях гемодинамически значимых изменений в зоне стентирования, что позволяет избежать применения более дорогих контрастных методов лучевой диагностики.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кошурникова М.В., Балахонова Т.В., Веселова Т.Н., Карпов Ю.А. Визуализация внутрисосудистых стентов периферических артерий с помощью 3D-ультразвукового исследования. "Ультразвуковая и функциональная диагностика", 2013г, №1, С.54-60
2. Кошурникова М.В., Стразденъ Е.Ю., Устюжанин Д.В., Трипотень М.И., Шария М.А., Балахонова Т.В., Карпов Ю.А. Сравнительная характеристика возможностей методов визуализации (МРТ и 3D-ультразвукового исследования) в количественной оценке объема атеросклеротической бляшки в сонных артериях. «Вестник рентгенологии и радиологии», 2013. - №3. - С.4-8
3. Кошурникова М.В., Балахонова Т.В., Карпов Ю.А. Возможности ультразвуковой трехмерной визуализации при изучении размеров и структуры атеросклеротической бляшки. «Атеросклероз и дислипидемии», 2013г., №4, С.31-39
4. Кошурникова М.В., Карпов Ю.А., Балахонова Т.В. Возможности трехмерного сканирования в определении объема атеросклеротической бляшки. Тезисы VI Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине в журнале «Ультразвуковая и функциональная диагностика». 2011.-№4: С.108.
5. Кошурникова М.В., Балахонова Т.В., Трипотень М.И., Рогоза А.Н., Карпов Ю.А. Оценка методов измерения объема атеросклеротической бляшки по данным 3D-ультразвукового исследования. Тезисы «Невского радиологического форума», 5-7апреля 2013г, стр.112
6. Кошурникова М.В., Балахонова Т.В., Веселова Т.Н., Карпов Ю.А. Визуализация внутрисосудистых стентов периферических артерий с помощью 3D-ультразвукового исследования. Тезисы «Невского радиологического форума», 5-7 апреля 2013, стр.112
7. Кошурникова М.В., Стразденъ Е.Ю., Устюжанин Д.В., Трипотень М.И., Шария М.А., Балахонова Т.В., Карпов Ю.А. Сравнительная характеристика возможностей методов визуализации (МРТ и 3D-ультразвукового исследования) в количественной оценке объема атеросклеротической бляшки в сонных артериях. Тезисы на Всероссийскую Конференцию «Функциональная диагностика – 2013», стр.260-261
8. Koshurnikova MV, Balakhonova TV, Tripoten MI, Rogoza AN, Karpov YA. Estimation of methods for measuring the volume of atherosclerotic plaque according by 3D-ultrasound. Euroson 2013, 9-12 oktober, Stuttgart, S59
9. Koshurnikova M., Strazden E., Ustyuzhanin D., Tripoten M., Shariya M., Balakhonova T., Karpov Y. Variability analysis of 3D-ultrasound and MRI in quantitative assessment of the

carotid atherosclerotic plaque volume. In the EPOS database of abstracts of European Congress of Radiology – 2014, Вена. DOI: 10.1594/ecr2014/C-1779

Список сокращений

АСБ	Атеросклеротическая бляшка
ВНОК	Всероссийское научное общество кардиологов
ВСА	Внутренняя сонная артерия
ДС	Дуплексное сканирование
КЭАЭ	Каротидная эндартерэктомия
КТ	Компьютерная томография
ЛСК	Линейная скорость кровотока
МРТ	Магнитно-резонансная томография
МСКТ	Мультиспиральная компьютерная томография
НАА	Неспецифический аортоартериит
ОСА	Общая сонная артерия
УЗИ	Ультразвуковое исследование
ЦДК	Цветовое доплеровское картирование
ЭКГ	Электрокардиограмма
2D-УЗИ	Двумерное ультразвуковое исследование
3D-УЗИ	Трехмерное ультразвуковое исследование
CV	Коэффициент вариации

Подписано в печать: 28.04.15

Тираж: 100 экз. Заказ № 1247

Отпечатано в типографии «Реглет»

г. Москва, Ленинградский проспект, д.74

+7(495)790-47-77, www.reglet.ru