

В.Е.Гажонова

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ
ДИАГНОСТИКА
В ГИНЕКОЛОГИИ. 3D**



Москва
«МЕДпресс-информ»
2005

УДК 618.1-073

ББК 57.1

Г46

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Вероника Евгеньевна Гажонова — докт. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГУ Учебно-научного медицинского центра Управления делами Президента РФ, член Российской ассоциации врачей ультразвуковой диагностики в медицине и биологии, Европейской ассоциации радиологов, Европейского общества урорадиологии, врач высшей квалификационной категории по ультразвуковой диагностике, автор более 140 научных публикаций, соавтор 3 монографий.

Гажонова В.Е.

Г46

Ультразвуковая диагностика в гинекологии. 3D / В.Е.Гажонова. — М. : МЕДпресс-информ, 2005. — 264 с., илл.
ISBN 5-98322-143-4

Книга «Ультразвуковая диагностика в гинекологии. 3D» обобщает результаты практического применения трехмерных технологий в гинекологии, знакомит с особенностями трехмерного изображения нормальной эхоанатомии органов малого таза. В руководстве наиболее полно освещены современные диагностические возможности трехмерной эхографии и ангиографии при различных патологических состояниях в гинекологии и на ранних сроках беременности. Описаны основные преимущества трехмерных изображений в диагностике внутриматочной патологии, заболеваний яичников, маточных труб. Уделено внимание вопросам распознавания причин бесплодия у женщин. Важной частью книги является верификация результатов трехмерных исследований с гистероскопией, магнитно-резонансной томографией, гистеросальпингографией, операционным материалом и патоморфологическими исследованиями.

Книга предназначена для врачей, занимающихся лучевой диагностикой, специалистов по ультразвуковой диагностике, гинекологов.

УДК 618.1-073

ББК 57.1

ISBN 5-98322-143-4

© Гажонова В.Е., 2005

© Оформление, оригинал-макет.

Издательство «МЕДпресс-информ», 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	5
Предисловие	7
Введение	9
Глава 1. Принципы получения трехмерных изображений и их роль в диагностике	11
Принципы получения трехмерных изображений, их реконструкции и обработки	13
Методы количественного анализа волюметрических данных	20
Преимущества и недостатки трехмерных ультразвуковых изображений	22
Ошибки при построении и обработке трехмерных ультразвуковых изображений	26
Глава 2. Диагностика внутриматочной патологии с помощью трехмерной эхографии	29
Особенности трехмерного изображения неизменной матки	31
Аномалии развития и положения матки	39
Возможности трехмерной эхографии в диагностике гиперпластических и опухолевых процессов эндометрия	51
Трехмерная эхография в оценке состояния полости матки после внутриматочных вмешательств	83
Трехмерная эхография при внутриматочной контрацепции	102
Планирование операций при миомах матки с помощью трехмерной эхографии	114
Возможности трехмерной эхографии в диагностике сочетанной внутриматочной патологии	138
Трехмерная эхография при патологии шейки матки	143
Глава 3. Трехмерная эхография при эндометриозе	159
Трехмерная эхография при внутреннем эндометриозе	162
Трехмерная эхография при наружном эндометриозе	168
Глава 4. Диагностические возможности трехмерной эхографии при патологии яичников и маточных труб	173
Особенности трехмерного изображения неизменных яичников	175
Трехмерная эхография в выявлении изменений яичников при нейроэндокринных синдромах	182

Трехмерная эхография в диагностике объемных образований яичников невоспалительной природы.	191
Тубовариальные образования воспалительного генеза.	202
Глава 5. Значение трехмерной эхографии в выявлении причин бесплодия у женщин	208
Трехмерная эхография в выявлении признаков эндокринного бесплодия.	210
Трехмерная эхография в выявлении трубно-перитонеального фактора бесплодия	217
Трехмерная эхография в диагностике маточного фактора бесплодия	222
Глава 6. Диагностические возможности трехмерной эхографии на ранних сроках беременности	228
Оценка количества и расположения плодного яйца	230
Определение срока гестации	233
Оценка эмбриональной анатомии и экстраэмбриональных структур	237
Диагностика сопутствующей генитальной патологии	249
Нарушения маточной беременности	253
Внематочная беременность	257

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВМК	– внутриматочный контрацептив
ЗГТ	– заместительная гормональная терапия
КТ	– компьютерная томография
МА	– медицинский аборт
МРТ	– магнитно-резонансная томография
МЦ	– менструальный цикл
ПЭТ	– позитронно-эмиссионная томография
СПКЯ	– синдром поликистозных яичников
РДВ	– раздельное диагностическое выскабливание
ТВУЗИ	– трансвагинальное ультразвуковое исследование
УЗ	– ультразвуковой
ХГТ	– хорионический гонадотропин
ЦДК	– цветное доплеровское картирование

ПРЕДИСЛОВИЕ

Актуальность научной книги и интерес к ней во многом определяются тем, насколько она соответствует требованиям жизни. На наш взгляд, именно сейчас в инструментальной диагностике наметилась жесткая тенденция к использованию технологии трехмерных, или объемных, изображений – 3D. Эти технологии стали широко входить в жизнь и использоваться при проведении КТ, МРТ, ПЭТ-исследований для получения объемных изображений и изучения, в свою очередь, виртуальных картин любого органа в любой произвольной плоскости вне зависимости от плоскости сканирования. Возможность получения виртуальных диагностических изображений открылась вместе с развитием новых компьютерных технологий. Появились мощные быстродействующие компьютеры для обработки больших массивов информации и универсальные компьютерные программы для получения, обработки и анализа объемных изображений. Так, для технологии МРТ были разработаны такие программы, как многоплановая реконструкция (Multiplanar Reconstruction, или «MPR»), проекция максимальной интенсивности (Maximum Intensity Projection, или «MIP»), проекция минимальной интенсивности (Minimum Intensity Projection), поверхностная реконструкция объекта (Surface rendering, или «3D Volume Rendering»). Эти программы сразу же перекочевали в технологию КТ, а затем и в ультразвуковую диагностику. За каких-то 5–7 лет изменилось представление о диагностических возможностях различных методов визуализации. Мало сказать, что возник соблазн к объединению или слиянию диагностических изображений в единый об-

раз, но появилась возможность получать совершенно новые по характеру диагностические картины. Разумеется, новые компьютерные возможности не могли не затронуть и классическое УЗИ. Стали появляться первые работы, в которых использовались трехмерные программы при УЗИ в гинекологии и акушерстве, при исследовании предстательной железы, мочевого пузыря, орбиты и т.д. Нельзя сказать, что использование трехмерных ультразвуковых изображений уже завоевало широкую популярность в практической работе врачей ультразвуковой диагностики. Пока во многом развитие этих технологий сдерживается несовершенством ультразвуковой аппаратуры и сложностью пост-процессинговой обработки изображений. Однако уже первый полученный опыт по применению трехмерных ультразвуковых изображений в гинекологии показывает несколько важными для правильной диагностики могут быть виртуальные фронтальные диагностические срезы.

В представленном руководстве доктора мед. наук В.Е.Гажионовой как раз и отражен первый, более чем 7-летний, практический опыт использования трехмерной эхографии в гинекологии. Все исследования выполнялись автором на кафедре лучевой диагностики Учебно-научного медицинского центра Управления делами Президента РФ, располагающейся в различных медицинских учреждениях, где в течение всего этого времени проходили апробацию и практическую отработку современные ультразвуковые приборы экспертного класса, оснащенные трехмерными программами и датчиками.

Большой объем выполненных исследований и полученные практические результаты позволили систематизировать и обобщить собранный клинический материал в виде руководства, охватывающего наиболее значимые вопросы практической гинекологии. В каждом из 6 его разделов приведен собственный материал исследователя по использованию трехмерной эхографии, дана литературная справка по наиболее важным публикациям, размещено большое количество оригинальных иллюстраций. Хочется особо подчеркнуть сопоставительный характер иллюстраций, когда рассматриваются эхотомограммы, полученные при помощи двухмерного и трехмерного сканирования одного и того же пациента, данные эндоскопического и патоморфологического исследований.

Известно, что в настоящее время большинство производителей ультразвуковой диагностической аппаратуры проводят политику перемещения наиболее продвинутых и сложных технологий с аппаратов экспертного класса на более простые и менее дорогостоящие приборы. Так, уже на большинстве аппаратов среднего класса появились датчики и программы трехмерной, а на некоторых — и четырехмерной эхографии. Исходя из этой тенденции, становится совершенно понятным, что основной парк ультразвуковой аппарату-

ры будет в скором времени меняться. Соответственно этому будут меняться и программы обследования пациентов. Ясно, что уже завтра в эти программы полноценно войдут методики трехмерной эхографии в гинекологии, и возникнет настоятельная необходимость в соответствующих методологических и практических руководствах. В связи с этим данная монография является первым и очень важным шагом в становлении новых подходов к ультразвуковому исследованию гинекологических пациентов.

Хочется поздравить автора со своевременным выходом в свет очень содержательного и великолепно иллюстрированного руководства и выразить надежду на получение положительного отклика по поводу книги у широкой аудитории специалистов по ультразвуковой диагностике и гинекологов.

Зав. кафедрой лучевой диагностики Учебно-научного медицинского центра Управления делами Президента РФ, директор Российского филиала Института ультразвука Джефферсоновского университета, вице-президент Российской ассоциации радиологов,

доктор мед. наук, профессор *А.В. Зубарев*

ВВЕДЕНИЕ

Идея создания этой книги возникла уже после первого опыта работы на трехмерных ультразвуковых приборах («Voluson 530» фирмы «Kretz technik»), когда были получены фронтальные трехмерные срезы полости матки и стала понятна перспективность этой технологии для практической гинекологии. Затем мы стали выполнять трехмерные ультразвуковые исследования и на других аппаратах экспертного класса, оснащенных режимами трехмерного сканирования: Siemens (Sonoline Elegra), Siemens (Antares), Voluson 730 DMT, Toshiba (Applio), Philips (HDI 4000, HDI 5000), Hitachi (EUB 6000 и EUB 8500), Medison (Acuvix). В течение нескольких лет на кафедре лучевой диагностики Учебно-научного медицинского центра Управления делами Президента РФ под руководством проф. А.В.Зубарева ведется большая работа по созданию и внедрению методик трехмерного исследования различных органов и систем. Нами разработаны методики трехмерной визуализации эндометрия и полости матки до и после различных внутриматочных вмешательств, при миомах матки перед лапароскопической или гистероскопической миомэктомиями, при аномалиях развития матки, при оценке внутриматочных контрацептивов (ВМК) в полости матки, при бесплодии у женщин. По результатам работы с трехмерными технологиями в гинекологии были опубликованы более 35 научных работ в российских и зарубежных журналах, сделано более 20 научных докладов, в том числе на Европейском конгрессе радиологов (ECR) и на конгрессе радиологического общества Северной Америки (RSNA).

Накопленный опыт работы вызвал необходимость поделится результатами практического применения данной методики в гинекологии, тем более, что трехмерные технологии все шире стали использоваться в клинической практике и интерес к применению трехмерного ультразвука значительно возрос.

Практическое руководство «Ультразвуковая диагностика в гинекологии. 3D» представляет собой обобщенный опыт работы с трехмерными ультразвуковыми технологиями в гинекологии, выполненной на базе двух клиник Медицинского центра Управления делами Президента РФ: отделений гинекологии Центральной клинической больницы и Объединенной больницы с поликлиникой. В руководстве широко освещаются все основные разделы применения УЗИ в гинекологии. Большое внимание уделено диагностике внутриматочной патологии, при которой трехмерная эхография имеет наибольшее клиническое значение. Включение в данную книгу раздела по применению 3D-исследований на ранних сроках беременности обусловлено тем, что диагностика беременности является неотъемлемой частью работы специалистов в области ультразвуковой диагностики, и знание преимуществ трехмерных технологий в данной области поможет им в практической работе. Надеюсь, что книга найдет свое применение не только в практике врача ультразвуковой диагностики, но и врача-гинеколога.

Выражаю отдельную благодарность руководителям Центральной клинической больницы и Объединенной больницы с поликлиникой за предоставленную

возможность выполнить данный труд, за сотрудничество и дружеское отношение.

Без дружеской поддержки, советов и конкретной помощи заведующих отделений гинекологии доктора мед. наук Елены Борисовны Савиновой и Татьяны Сергеевны Курганской и их коллективов создание этой

книги было бы невозможно. Благодарность за поддержку и помощь при внедрении трехмерных технологий выражаю Лидии Владимировне Терской.

Также благодарю всех своих близких за любовь, понимание, поддержку и заботу.

Автор

ГЛАВА 1

Принципы получения трехмерных изображений и их роль в диагностике

Принципы получения трехмерных изображений, их реконструкции и обработки

Технология получения трехмерных изображений сегодня считается одной из самых перспективных в медицинской визуализации [1–11]. Использование этой технологии приобретает все большее значение в самых разных диагностических направлениях. Получение объемных ультразвуковых изображений стало возможным в начале 1990-х годов, когда появились специальные трехмерные компьютерные программы обработки диагностических изображений [4, 7, 10]. Первые попытки получения трехмерных ультразвуковых изображений в гинекологии были предприняты в 1993 г. и относились, скорее, к апробации технологии создания объемного изображения [4]. В настоящее время получение высококачественных ультразвуковых трехмерных изображений основано на применении матричных датчиков, внедрении новых принципов обработки нелинейных сигналов, использовании специальных компьютерных программ [11].

Трехмерные методики значительно расширили возможности обычного УЗИ. По мнению многих исследователей, с помощью трехмерной эхографии можно получить дополнительную диагностическую информацию и во многом приблизится к нозологическому диагнозу, тем самым, определяя верную тактику лечения пациентов. Особенно перспективны, на наш взгляд, трехмерные ультразвуковые технологии в акушерстве и гинекологии.

В технике получения трехмерного ультразвукового изображения выделяют несколько этапов:

1. Сбор объемной информации.
2. Обработка изображения с помощью специальных компьютерных программ.
3. Архивирование полученных данных.

Сбор объемной информации

Процедура сканирования в трехмерном режиме аналогична обычному УЗИ. Так, для оценки структуры органа в трехмерном режиме врач просто выбирает функцию объемного исследования из меню аппарата. При этом можно использовать обычные датчики или специальные трехмерные трансдьюсеры. В случае применения обычного датчика врач должен проводить сканирование в одной из плоскостей (продольной или поперечной) согласно выбранному им из меню прибора режиму сканирования. При этом важно вести датчик строго перпендикулярно к поверхности кожи. При сканировании с помощью специального объемного трансдьюсера сбор информации производится автоматически. Сканирующая головка датчика самостоятельно перемещается внутри трансдьюсера, передавая объемные данные, а сам датчик остается неподвижным. Компьютерные ресурсы ультразвукового аппарата позволяют соотнести получаемые данные во время сканирования с позицией датчика в пространстве, получая, таким образом, достоверные данные о каждой из точек полученного объема (см. рис. 1.1).

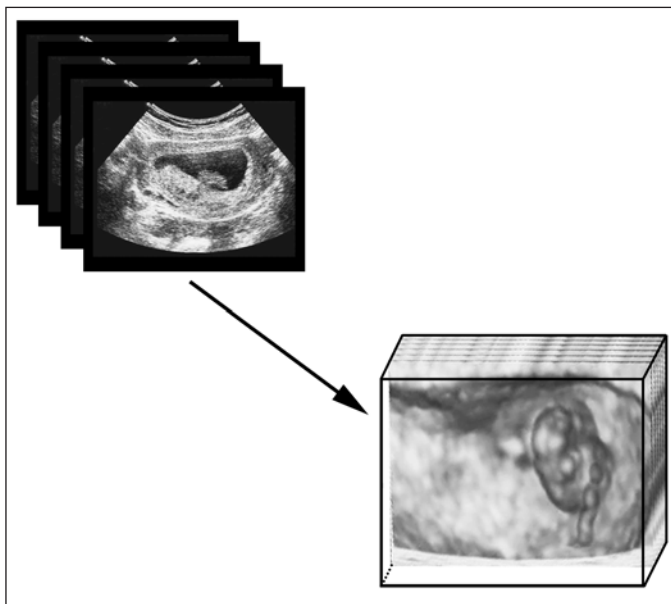


Рис. 1.1. Схематичное представление о создании объемного изображения из серии последовательных параллельных двухмерных срезов. Эмбрион 7 нед.

Таким образом, оба способа сканирования обеспечивают набор объемных сканов в любой из желаемых плоскостей. Получив набор объемных двухмерных сканов, врач уже в отсутствие пациента может производить их компьютерный анализ. Известно, что ультразвуковое сканирование любого органа в объемном режиме сопряжено с некоторыми техническими трудностями и особенностями [8]. Полученный результат во многом будет зависеть от полноты собранной информации, от того, каким образом и как было начато сканирование, какие точки отсчета и ориентиры были использованы и т.д. Поэтому перед началом любого объемного сканирования необходимо провести его моделирование и посмотреть, как и в каком объеме будут отражены все интересующие структуры. С этой целью у каждого пациента получают несколько быстрых объемных сканов интересующего органа. Эти сканы являются контрольными, или ориентировочными, и обеспечивают основ-

ную информацию о пространственном расположении органа, его объеме, взаимоотношении с крупными сосудами и другими структурами. Во время получения контрольных сканов подбираются оптимальные технические условия для сбора трехмерной информации. Перед сбором объемной информации производится выбор параметров сканирования. Задаются угол ротации (при ротационном сканировании), длина поля сканирования (при линейном сканировании или сочетании ротационного и линейного продвижения датчика), скорость сбора волномерических данных (медленная, средняя, быстрая), выбирается интересующий объем. Например, при трехмерной визуализации органов малого таза женщины следует исходить из того, что матка и яичники являются неподвижными объектами, поэтому применима медленная скорость сканирования, дающая возможность получить наилучшее качество изображения. Выбор угла сканирования зависит от поставленных задач. В случае необходимости включения в получаемый объем всей матки в зависимости от ее размеров и формы выбирается угол сканирования от 60 до 170°. Для оценки состояния полости матки оптимальный угол ротации датчика составляет 45°, при удвоении полости — от 60 до 120°. Для получения изображения увеличенного яичника угол ротации составляет 30–45°. Время сбора информации зависит от параметров выбранной программы и составляет от 8 до 30 с.

Принципы обработки трехмерных изображений

Сразу после сканирования информация выводится на экран монитора в многоплоскостном виде. Многоплоскостная реконструкция одновременно дает изображение в трех ортогональных плоскостях, предоставляя возможность одновременно визуализировать поперечные, продольные и фронтальные срезы.

Компьютерные технологии, применяемые для обработки уже полученного объемного блока, различны и зависят от целей и задач, которые стоят перед исследователем, а также от особенностей исследуемого объекта.

При обработке ультразвуковых трехмерных изображений используются такие хорошо апробированные при КТ и МРТ компьютерные технологии, как многоплановая реконструкция (Multiplanar Reconstruction, или «MPR»), проекция максимальной интенсивности (Maximum Intensity Projection, или «MIP»), проекция минимальной интенсивности (Minimum Intensity Projection), поверхностная реконструкция объекта (Surface rendering, или «3D Volume Rendering»).

Многоплановая реконструкция

Режим многоплановой реконструкции основан на получении трех взаимно перпендикулярных плоскостей органа. Эта информация представлена в виде трех плоскостных изображений по осям X, Y и Z. Режим многоплановой реконструкции позволяет также проводить послойный анализ всего массива УЗ-данных независимо от плоскости сканирования (рис. 1.2). Так, из полученного объема информации можно выбрать необходимый поперечный, продольный или фронтальный срез. Каждый срез можно вращать для достижения желаемого изображения. Например, наиболее информативными при исследовании матки являются фронтальные срезы с максимально четким изображением всей ее полости, включая области трубных углов и цервикального канала (рис. 1.3). Эти изображения также доступны для интерпретации клиницистами [4, 12, 13].

После того как было проведено послойное изучение объекта, можно преобразовать полученные трехмерные данные в объемное изображение. Например, части плода или эмбрион лучше представлять в объемном виде. Это объемное изображение можно подвергнуть компьютерной обработке и вычленив интересующую информацию из всего массива данных (см. рис. 1.4).

Режим максимальной и минимальной интенсивности

Режим максимальной интенсивности основан на вычлениении гиперэхогенных сигналов из всего массива

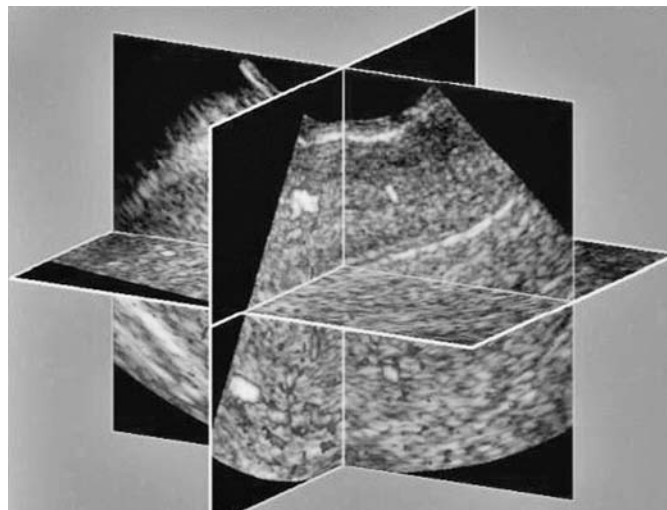


Рис. 1.2. Объемная реконструкция матки. Информация представлена в виде трех плоскостных изображений по осям X, Y и Z и сведена в объем.

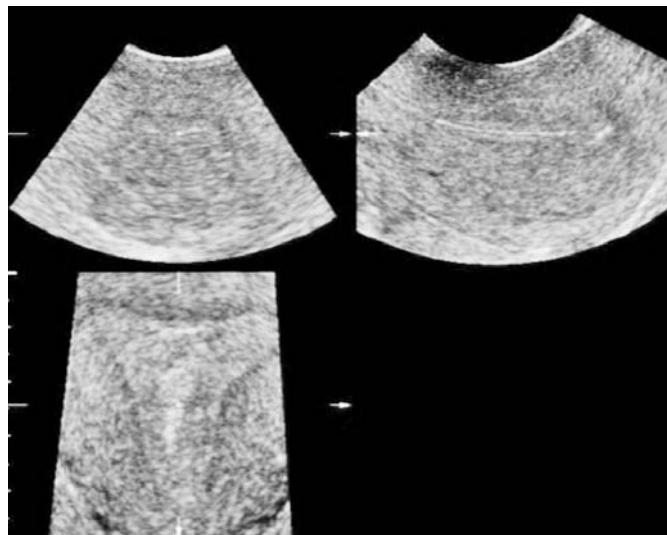


Рис. 1.3. Режим многоплановой реконструкции. Одновременное отображение поперечной, продольной и фронтальной плоскостей неизмененного эндометрия и полости матки.



Рис. 1.4. Объемная реконструкция плода на сроке 28 нед. Скульптурное отображение «спящего» плода. Лицо и ручка.

УЗ-данных и подавлении всех остальных. Применение этого режима имеет преимущества при визуализации внутриматочных контрацептивов, костных структур плода и др. [14, 15]. С помощью этой технологии можно получать внутриутробную эхограмму скелета плода, моделировать полость матки при эхогистерографии (рис. 1.5–1.6).

Режим минимальной интенсивности, наоборот, основан на вычлениении сигналов от гипо- или анэхогенных структур из всего массива трехмерной инфор-



Рис. 1.5. Режим максимальной интенсивности. Ультразвуковое «псевдорентгеновское» изображение скелета плода на сроке 12 нед. беременности.

мации и подавлении всех остальных. Это используется для виртуального моделирования полости матки при гематометре, оценки фолликулярного аппарата яичников, объема тубовариальных образований, точного определения объема свободной жидкости в малом тазу и т.д. [7, 16] (рис. 1.7–1.8).

Для более четкой визуализации органа применяется специальный режим компьютерной обработки полученного объема – так называемый «электронный скальпель». С его помощью удаляется часть полученно-



Рис. 1.6. Режим максимальной интенсивности. Двурогая матка с двумя маточными полостями при контрастной эхогистерографии.

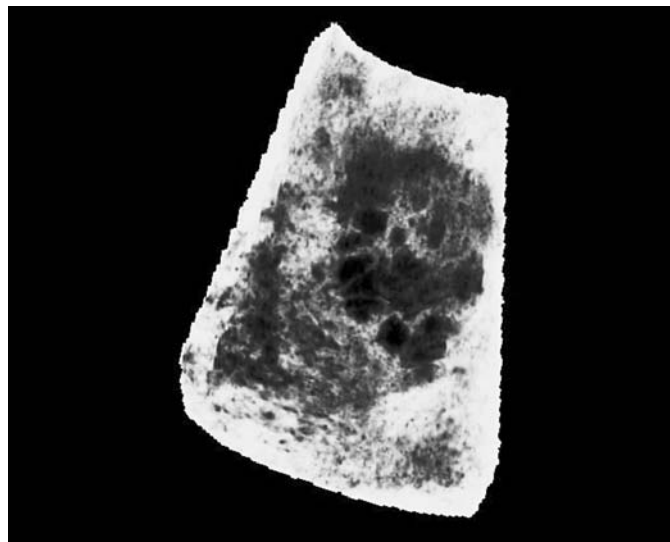


Рис. 1.7. Режим минимальной интенсивности. Отображение всего фолликулярного аппарата яичника при его мультифолликулярной структуре.

го объема, открывая вид на интересующую часть органа, удаляются артефакты и улучшается качество полученного изображения (см. рис. 1.9).

Режим поверхностной реконструкции

Режим поверхностной реконструкции основан на вычленении из всего объема сигналов, находящихся на границе с содержащими жидкость структурами, для создания скульптурного изображения по его контурам. Структуры, находящиеся ближе к датчику, отображаются более светлыми тонами, дальше от датчика — более темными.

Режим поверхностной реконструкции применяется для оценки контуров матки в диагностике аномалий развития, при кистозных опухолях яичника для изучения внутренней структуры, при исследовании эмбриона и экстраэмбриональных структур [10, 16–18]. Для создания наиболее реалистичного впечатления об объемности предмета применяют ротацию.

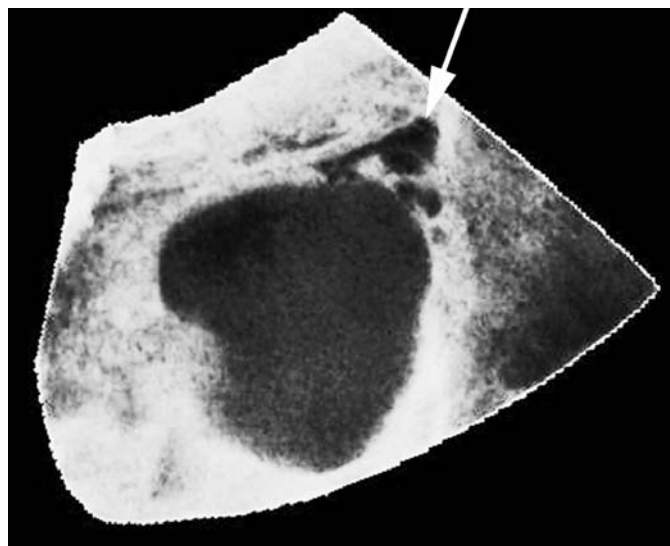


Рис. 1.8. Режим минимальной интенсивности. Киста яичника. В верхнем полюсе яичника видна сохраненная ткань с мелкими фолликулами (стрелка).

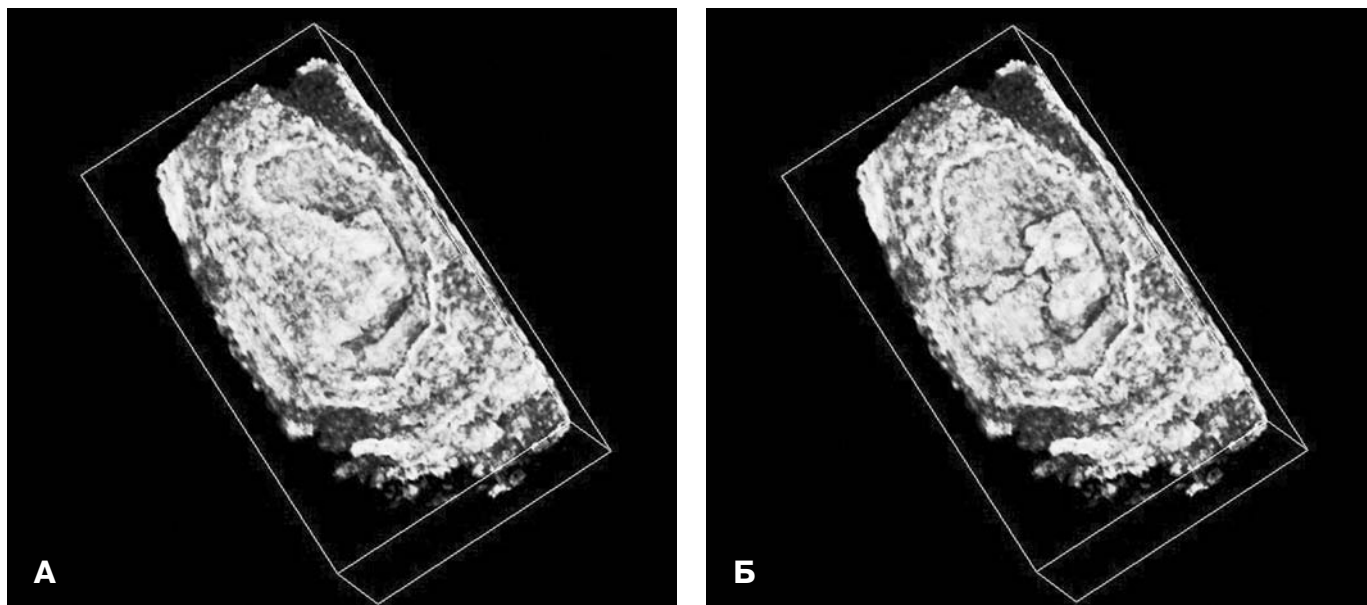


Рис. 1.9. Объемная реконструкция матки. Показана работа функции «электронного скальпеля»: **А** – до применения «скальпеля», визуализация полости матки затруднена; **Б** – после применения «скальпеля», четкое отображение полости матки с эмбрионом.

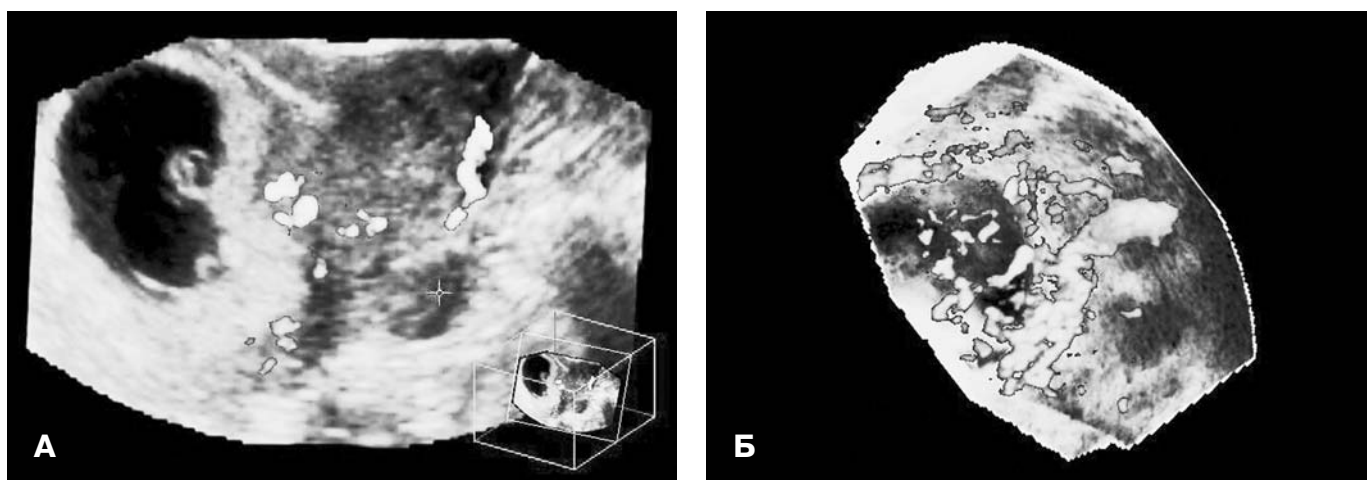


Рис. 1.10. Трехмерная ангиография хориона матки на сроке 7 нед. беременности: **А** – режим многоплановой реконструкции с вычленением продольного среза, видна только часть сосудов хориона; **Б** – комбинация режима минимальной интенсивности и трехмерной ангиографии позволяет вычленить сосудистые сигналы и оценить совокупную васкуляризацию хориона по отношению к плодному яйцу.

Режим трехмерной ангиографии

Объемная реконструкция изображения осуществляется в нескольких вариантах: в режиме серой шкалы и в режиме трехмерной ангиографии. Возможны любые варианты отображения данных. Трехмерная ангиография обеспечивает более четкую визуализацию как крупных, так и мелких сосудистых структур, так и экоструктуры самого органа (рис. 1.10). Трехмерная ангиография позволяет оценить пространственное расположение сосудистой сети, получить гораздо более богатую и насыщенную сосудами картину, чем при обычном двухмерном энергетическом картировании [9, 11, 18–22].

Архивирование данных

Вся собранная и обработанная после исследования информация сохраняется на жестком диске аппарата для последующего анализа. Сохранение на компьютерах всего массива объемной информации обеспечивает уникальную возможность ретроспективного просмотра проведенного исследования. Весь массив УЗ-данных может быть передан на рабочую станцию, где совместно с клиницистами можно проводить виртуальное моделирование операций.

Методы количественного анализа волюметрических данных

Благодаря стремительному развитию в последние годы компьютерных технологий, ультразвуковая диагностика приобрела возможность не только получения, но и количественного анализа объемной информации. К сожалению, пока еще не на всех ультразвуковых приборах, оснащенных режимами трехмерной реконструкции, можно проводить измерение объема. Этими возможностями обладают пока приборы, у которых есть датчики с автоматическим способом сбора данных, или приборы, использующие специальные магнитные навигаторы.

Оценка объема

Точное измерение объема — одно из преимуществ трехмерной эхографии. При вычислении объема структур неправильной формы точность измерений при использовании традиционных ультразвуковых методов может быть только приблизительной. При применении мультипланарной реконструкции можно исследовать любую структуру послойно, учитывая любое изменение или неправильность формы при каждом срезе. Более ранние технологии использовали трассировку для проведения измерений. Усовершенствование технологии 3D привнесло автоматическое распознавание границ эндометрия при ротационной трассировке. Это значительно сокращает время расчета объема и повышает точность измерений.

При автоматическом измерении объема изображение исследуемой структуры в режиме мультипланар-

ной реконструкции выводится на экран в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Производится определение контура заданной структуры в множестве параллельных продольных срезов, отстоящих друг от друга на 1–2 мм. Затем объем рассчитывается автоматически с помощью имеющегося программного обеспечения. Благодаря двум другим перпендикулярным срезам, проводится контроль полноты охвата и точности контуров объекта. С помощью этой методики можно моделировать волюметрическое изображение объекта (рис. 1.11).

Оценка объема находит применение в онкогинекологии (определение объема опухоли, дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных процессов при патологии эндометрия, мониторинг лечения при гиперпластических процессах эндометрия), при мониторинге фолликулогенеза у женщин со стимулированным циклом, в диагностике поликистоза яичников и др. [23–28].

Количественная оценка перфузии и васкуляризации органа является важным функциональным параметром. Количественный анализ васкуляризации и кровотока в объеме позволяет рассчитывать количество цветовых сигналов в заданном объеме — индекс васкуляризации, интенсивность цветовых вокселей в заданном объеме — степень васкуляризации, индекс васкуляризации-перфузии — совокупная информация о количестве сосудов и степени васкуляризации заданного объема (рис. 1.12).



Рис. 1.11. Автоматическое измерение объема эндометрия с моделированием изображения эндометрия и полости матки.

Индекс васкуляризации

Применяемая единица расчета индекса васкуляризации при получении объемных данных — воксель. Воксель — это общее количество пикселей в единице объема. Индекс васкуляризации — это отношение количества цветных вокселей в интересующем объеме к общему количеству цветных вокселей внутри заданного объема.

Степень васкуляризации

Степень васкуляризации — это отношение суммы интенсивности цветных сигналов к количеству цветных вокселей внутри интересующего объема.

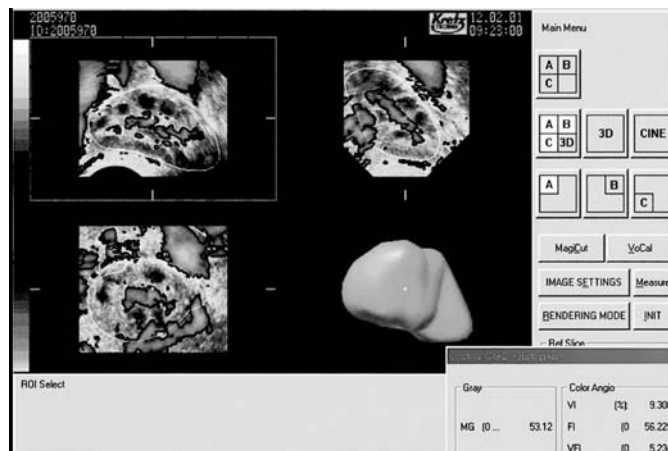


Рис. 1.12. Количественная оценка перфузии и васкуляризации яичника с расчетом показателей: индекса васкуляризации, степени васкуляризации, индекса васкуляризации-перфузии.

Индекс перфузии-васкуляризации

Индекс перфузии-васкуляризации потока — это отношение количества цветных вокселей в интересующем объеме к общему количеству цветных вокселей за пределами заданного объема.

На расчете данных показателей базируется оценка неоваскуляризации при опухолях яичника и матки, функции желтого тела, стромального кровотока при поликистозе, кровотока в эндометрии в период овуляции, эмбриональная перфузия, кровотока в экстраэмбриональных структурах [21–27]. К сожалению, расчет данных показателей находится еще в стадии изучения и разработки.

Преимущества и недостатки трехмерных ультразвуковых изображений

Обычно врач, использующий двухмерное УЗИ, может просматривать лишь отдельные «застывшие» изображения. Установление диагноза по «застывшим» ультразвуковым снимкам, их консультация или проведение мониторинга другим исследователем по представленным изображениям практически невозможны в ультразвуковой диагностике. К тому же полученные изображения отражают субъективный опыт определенного врача. Трехмерная реконструкция имеет ряд преимуществ перед обычным режимом сканирования. Во-первых, она позволяет получить точные топографо-анатомические взаимоотношения между интересующими структурами; во-вторых, по-

лучить фронтальные виртуальные плоскости органа, что невозможно с помощью обычных двухмерных ультразвуковых систем; в-третьих, обеспечить количественный анализ объемных данных и их объективную интерпретацию, так как вся информация об объеме собирается автоматически вне зависимости от опыта исследователя.

Трехмерная эхография позволяет сопоставлять ультразвуковые изображения со снимками, которые получены с помощью других лучевых методик, таких как КТ, МРТ, рентгеновская ангиография, гистерография (рис. 1.13–1.14).

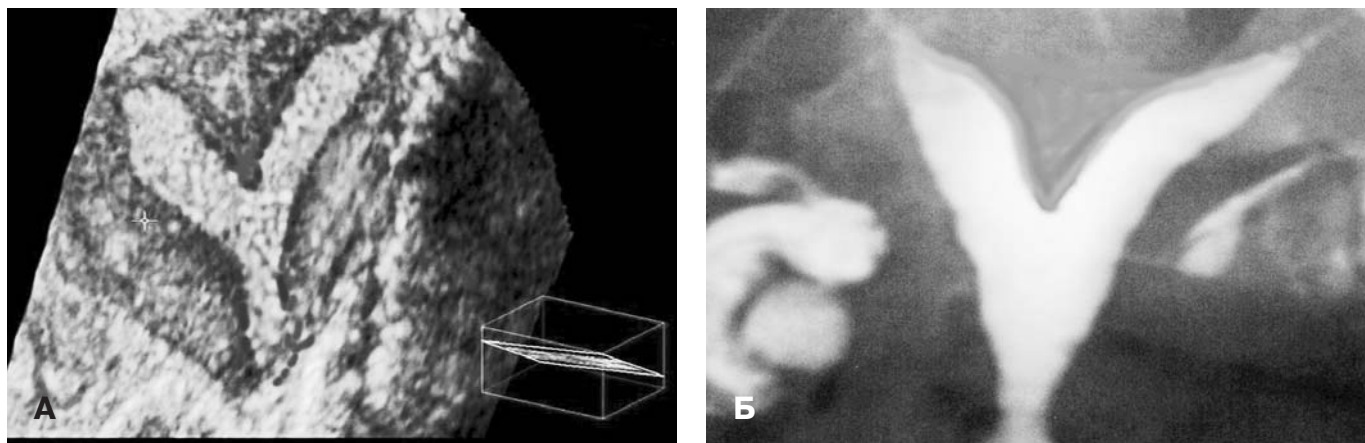


Рис. 1.13. Сопоставление изображений полости матки: ультразвукового (А) и гистерографического (Б) при аномалии развития матки. Матка с полной маточной перегородкой. Расщепленный контур эндометрия представлен в виде двух обособленных маточных рогов, изображение которых полностью совпадает с изображением полости матки при рентгеновской гистерографии.

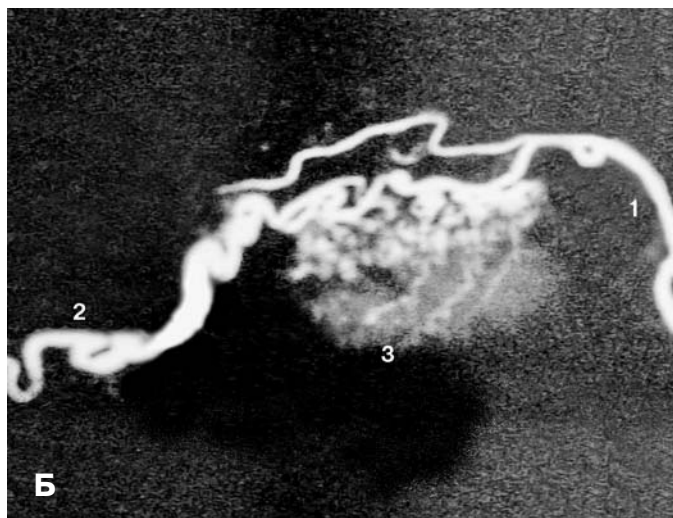
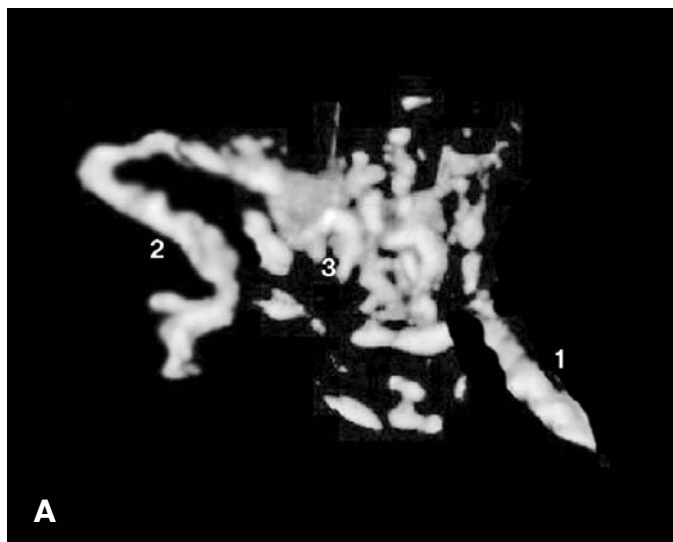


Рис. 1.14. Сопоставление изображений сосудов яичника при трехмерной ультразвуковой (А) и рентгеновской (Б) ангиографии. Ультразвуковое трехмерное изображение сосудов яичника аналогично рентгеновскому и полностью отражает анатомию сосудов яичника. В области полюсов яичника видны подходящие яичниковая артерия (1), яичниковая ветвь маточной артерии (2) и сосуды стромы яичника (3).

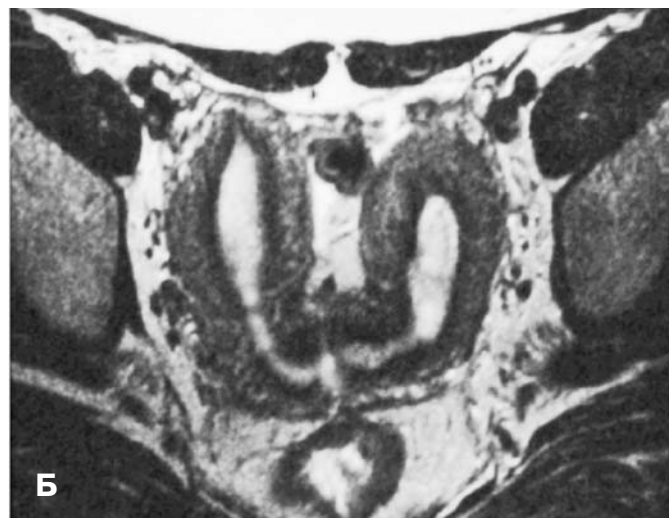
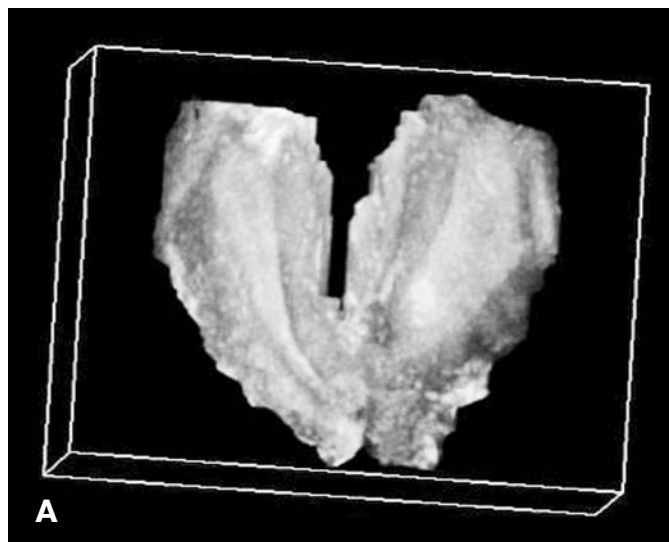


Рис. 1.15. Сопоставление изображений при удвоении матки: А – трехмерная ультразвуковая волюметрическая реконструкция; Б – магнитно-резонансная томография. Ультразвуковое изображение полностью совпадает по информативности с отображением матки при МРТ.

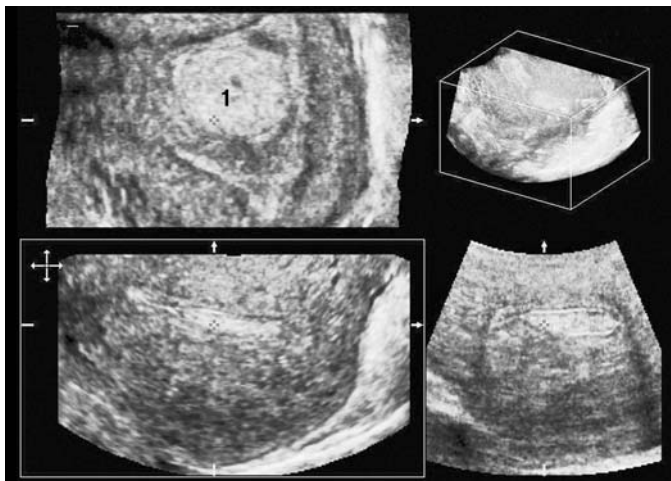


Рис. 1.16. Режим многоплановой реконструкции. Одновременное отображение поперечной, продольной и фронтальной плоскостей полости матки с изображением крупного полипа, четко отображающегося на фронтальном срезе (1).



Рис. 1.17. Фронтальный срез полости матки с изображением субмукозного миоматозного узла (1).

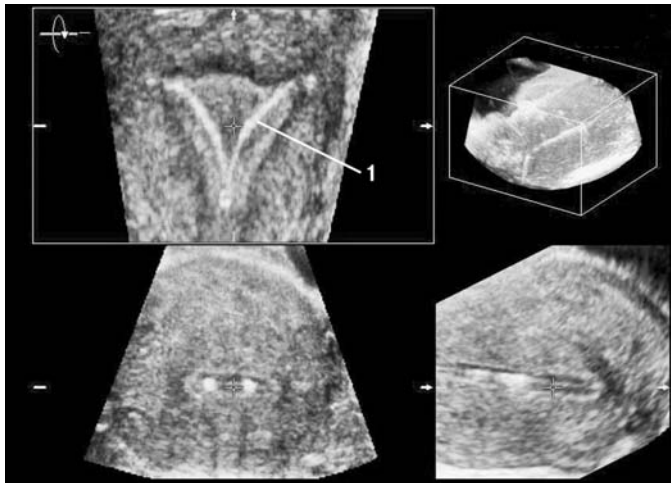


Рис. 1.18. Режим многоплановой реконструкции. Одновременное отображение поперечной, продольной и фронтальной плоскостей полости матки с внутриматочным контрацептивом. ВМК на фронтальном срезе (1) сопоставим с реальным изображением контрацептива, тогда как продольные и поперечные срезы не информативны.

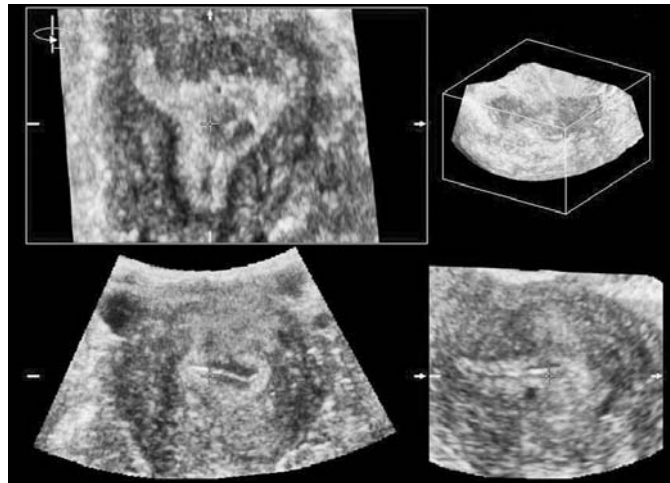


Рис. 1.19. Режим многоплановой реконструкции. Одновременное отображение поперечной, продольной и фронтальной плоскостей полости матки при аденомиозе. Степень деформации полости матки и наружных контуров эндометрия наиболее полно отражает фронтальный срез.

Так, трехмерное УЗИ при аномалиях развития матки может быть альтернативой целому комплексу применяемых при этом диагностических методик – гистероскопии, гистерографии, МРТ, лапароскопии (см. рис. 1.15).

Трехмерная эхография имеет существенные преимущества в определении локализации образований в полости матки (миоматозных узлов, полипов эндометрия, остатков плодного яйца и др.), повышая точность исследования. Этот метод обеспечивает точную топографическую диагностику при миоме матки, позволяя планировать внутриматочные и лапароскопические операции. Трехмерное изображение внутриматочных контрацептивов позволяет оценивать не только тип контрацептива, его расположение в полости матки и целостность, но и выявлять сопутствующую патологию эндометрия и миометрия, зачастую не визуализи-

рующуюся при обычном двухмерном режиме исследования (рис. 1.16–1.19). Еще до конца не изучены возможности трехмерной эхографии при патологии яичников и маточных труб. Широко изучаются преимущества трехмерной эхографии в акушерстве. С помощью данного метода уже на самых ранних сроках беременности возможна диагностика пороков развития плода.

Неоспоримые преимущества данный метод имеет при мониторинге различных процессов. Сохраненные результаты предыдущих исследований можно легко сопоставить с настоящим и сравнить данные, получив аналогичные проекции и срезы. Трехмерная информация об объеме может быть сохранена на жестком диске для независимого анализа другими исследователями. Все вышесказанное, несомненно, повышает ценность трехмерной эхографии.

Ошибки при построении и обработке ультразвуковых трехмерных изображений

Поскольку трехмерное изображение строится на основании двумерной информации, то для него характерны те же проблемы, что и для обычного двумерного режима.

Для трехмерного изображения, безусловно, важно качество его получения. Основным условием при сборе объемного изображения во время автоматического сканирования является неподвижное положение датчика, так как его пространственное положение закладывается в память компьютера и его изменение может привести к артефактам. При механическом сборе данных это влияние особенно выражено. Искажения могут возникать при ускоренной или замедленной ротации, изменении плоскости сканирования, несоблюдении плавности режима ротации. Для отработки на-

выков сканирования и получения качественных изображений в трехмерном режиме необходима практическая подготовка.

Также при сборе трехмерной информации важно, чтобы было качественное изображение в двумерном режиме. Для его оптимизации используют тканевую гармонику, панорамное сканирование. При построении объемной информации стараются исключить артефакты от движения. К сожалению, это не всегда возможно, например, при движениях плода или пульсации артерий, но необходимо стремиться к их ограничению, применяя режим быстрого сканирования при сборе волюметрической информации. При этом всегда нужно стремиться к достижению компромисса между качеством информации и его разрешением.

Литература

1. Nelson T.R., Downey D., Pretorius D.H. et al. Three dimensional ultrasound. Philadelphia: Lippincott. – 1999.
2. Platt L.D. Three-dimensional ultrasound // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2000. – №16. – P. 295–298.
3. Pretorius D.H., Nelson T.R. Fetal three-dimensional ultrasonography: today or tomorrow? // J. Ultrasound Med. – 2001. – №20. – P. 283–286.
4. Balen F.G., Allen C.M., Gardener J.E. et al. 3-dimensional reconstruction of ultrasound images of the uterine cavity // Br. J. Radiol. – 1993. – №66 (787). – P. 588–591.
5. Riccabona M., Pretorius D.H., Nelson T.R. et al. Three-dimensional ultrasound: display modalities in obstetrics // J. Clin. Ultrasound. – 1997. – №25(4). – P. 157–167.
6. Merz E. Current technical possibilities of 3D ultrasound in gynecology and obstetrics // Ultraschall. Med. – 1997. – №18(5). – P. 190–195.
7. Rankin R.N., Fenster A., Downey D.B. et al. Three-dimensional Sonographic Reconstruction: Techniques and Diagnostic Applications // AJR. – 1993. – №161. – P. 695–702.
8. Steiner H., Staudach A., Spitzer D. et al. Three-dimensional ultrasound in obstetrics and gynecology: technique, possibilities and limitations // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 1995. – №5(4). – P. 222–227.
9. Зубарев А.В. Новые ультразвуковые методики и эхоконтрастные препараты // Эхография. – 2000. – №1(1). – С. 41–44.
10. Nelson T.R., Pretorius D.H. Three-dimensional ultrasound of fetal surface features // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 1992. – №13. – P. 871–876.
11. Зубарев А.В. Трехмерная и эхоконтрастная ангиография // Мед. визуализация. – 1997. – №4. – С. 3–8.
12. Гажонова В.Е., Сокольская Е.В., Зубарев А.В. Трехмерная эхография в оценке полости матки после различных внутриматочных вмешательств // Эхография. – 2000. – №1(3). – P. 248–251.
13. Гажонова В.Е., Сокольская Е.В., Зубарев А.В. Трехмерная эхография в диагностике патологии эндометрия и полости матки // Ультразвуковая диагностика. – 2002. – №2. – С. 152.
14. Гажонова В.Е., Зубарев А.В., Сокольская Е.В. Трехмерная эхография в диагностике внутриматочной патологии // Ультразвуковая, лучевая и функциональная диагностика (кровообращение, дыхание, пищеварение). – М., 2002. – С. 32–136.
15. Краснопольский В.И., Белоусов М.А., Титченко Л.И. и др. Трехмерная эхография – новый метод ультразвуковой диагностики // Ультразвуковая диагностика в акуш., гинек., перинатол. – 1999. – №1. – С. 27–34.
16. Jurkovic D., Geipel A., Gruboeck K. et al. Three-dimensional ultrasound for the assessment of uterine anatomy and detection of congenital anomalies: a comparison with hysterosalpingography and two-dimensional sonography // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 1995. – №5(4). – P. 233–237.
17. Wu M.H., Hsu C.C., Huang K.E. Detection of congenital Mullerian duct anomalies using three-dimensional ultrasound // J. Clin. Ultrasound. – 1997. – №25. – P. 487–492.
18. Гажонова В.Е., Сокольская Е.В., Зубарев А.В. Трехмерная эхография в диагностике аномалий развития матки // Визуализация в клинике. – 2004. – №4. – С. 40–47.
19. Гажонова В.Е., Курганская Т.С., Сокольская Е.В. и др. Трехмерная эхография в диагностике внутриматочной патологии у женщин с маточным кровотечением // Ультразвуковая диагностика. – 2003. – №4. – С. 40–48.
20. Гажонова В.Е., Курганская Т.С., Сокольская Е.В. и др. Трехмерная эхография в плане обследования и планирования объема операции у женщин с миомой матки // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2003. – №3. – С. 56–64.
21. Meyerowitz C.B., Fleischer A.C., Pickens D.R. et al. Quantification of tumor vascularity and flow with amplitude colour Doppler sonography in an experimental model // J. Ultrasound Med. – 1996. – №15. – P. 827–833.
22. Pairleitner H., Steiner H., Hasenoehrl G. et al. Three-dimensional power Doppler sonography: imaging and quantifying blood flow and vascularization // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 1999. – №14. – P. 139–143.
23. Pan H., Wu M., Cheng Y.C. et al. Quantification of Doppler signal in polycystic ovary syndrome using three-dimensional power Doppler ultrasonography: a possible new marker for diagnosis // Human Reprod. – 2002. – №17(1). – P. 201–206.
24. Kyei-Mensah A., Zaidi J., Pittrof R. et al. Transvaginal three dimensional ultrasound: accuracy of follicular volume measurements // Fertil. Steril. – 1996. – №65. – P. 371–376.

25. Wu M.H., Tang H.H., Hsu C.C. *et al.* The role of three-dimensional ultrasonographic images in ovarian measurement // *Fertil. Steril.* – 1998. – №69. – P. 1152–1155.
26. Syrop C.H., Willhoite A., Voorhis B.J. Ovarian volume: a novel outcome predictor for assisted reproduction // *Fertil. Steril.* – 1995. – №64. – P. 1167–1171.
27. Kurijak A., Kupesic-Urek S., Shulman H. *et al.* Transvaginal color flow Doppler in the assessment of ovarian and uterine blood flow in infertile women // *Fertil. Steril.* – 1991. – №56. – P. 870–874.
28. Гажонова В.Е., Терская Л.В., Савинова Е.Б., Курганская Т.С. Трехмерная эхография в выявлении причин женского бесплодия // *Клин. вестн.* – 2004. – №1. – С. 39–43.

ГЛАВА 2

Диагностика внутриматочной патологии с помощью трехмерной эхографии

Особенности трехмерного изображения неизменной матки

Режим многоплановой реконструкции, основанный на получении трех взаимно перпендикулярных плоскостей, позволяет получать точное представление о матке как об объемном органе. Оптимальными являются фронтальные срезы с максимально четким изображением всей полости матки, включая области трубных углов и цервикального канала. Такие срезы полости матки более привычны для интерпретации гинекологами.

Трехмерная эхография в отображении полости матки

Типичная форма полости матки по результатам трехмерной эхографии представляет собой остроугольный треугольник, одной из вершин которого служит сужение полости матки в области внутреннего зева. Две другие вершины треугольника являются отражениями от эндометрия трубных углов матки. В области основания треугольника располагается дно матки. Стороны треугольника могут быть минимально дугообразно изогнуты вовнутрь (см. рис. 2.1–2.2).

Трехмерная эхография в отображении циклических изменений эндометрия в репродуктивном периоде

Эндометрий в репродуктивном периоде претерпевает циклические изменения, переходя из фазы десквамации в пролиферативную и секреторную.

Эндометрий в фазе десквамации (с 1-го по 4-й дни МЦ)

Для фазы десквамации характерно разнообразие эхографической картины. С 1-го по 3-й дни менструального цикла (МЦ) эндометрий неоднородный с чередующимися гипер- и анэхогенными зонами. Проведение исследования в режиме трехмерной эхографии у женщин в этом периоде нежелательно, так как могут быть ошибочно диагностированы гиперпластические процессы эндометрия (см. рис. 2.3). Расширение полости матки за счет выделения остаточного сукровичного содержимого на 4-й день менструального цикла у большинства женщин позволяет при помощи трехмерной эхографии оценить эндометрий и полость матки аналогично соногистерографии. В эти дни эндометрий имеет наименьшую толщину и представлен гиперэхогенной линией, в центральных отделах полости — анэхогенное содержимое (см. рис. 2.4).

Эндометрий в пролиферативной фазе (с 5-го по 14-й дни МЦ) *Ранняя пролиферативная фаза* (с 5-го по 7-й дни МЦ)

Визуализация гиперэхогенной линии на границе с миометрием и тонких извитых гиперэхогенных линий на фоне низкой эхогенности эндометрия в центральных отделах свидетельствует о получении оптимального фронтального среза матки, поскольку эти линии являются отражением от соприкасающихся поверхностей эндометрия передней и задней стенок

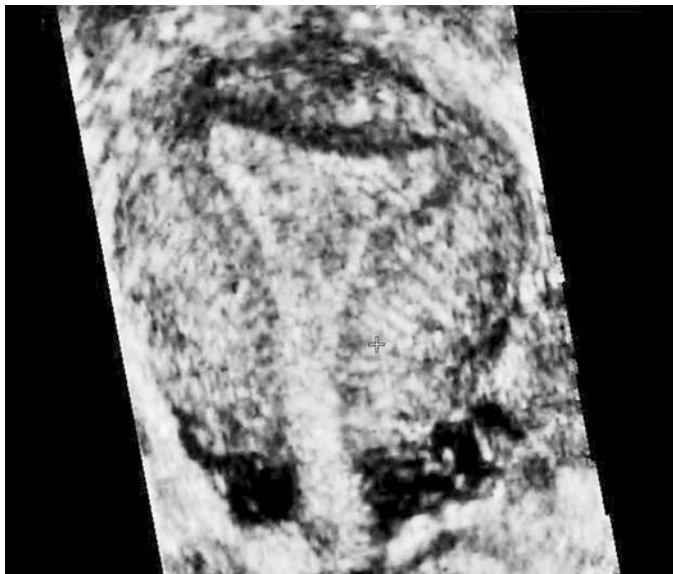


Рис. 2.1. Фронтальный срез полости матки. Типичная форма полости матки в первой фазе менструального цикла.

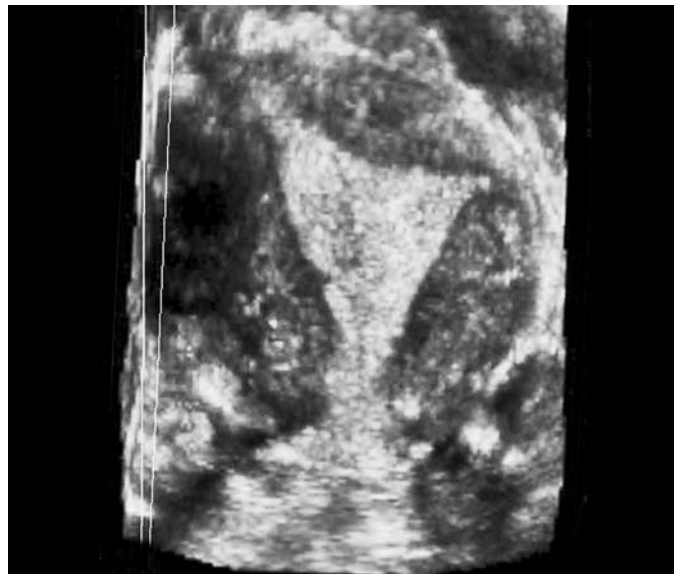


Рис. 2.2. Фронтальный срез полости матки. Типичная форма полости матки во второй фазе менструального цикла.

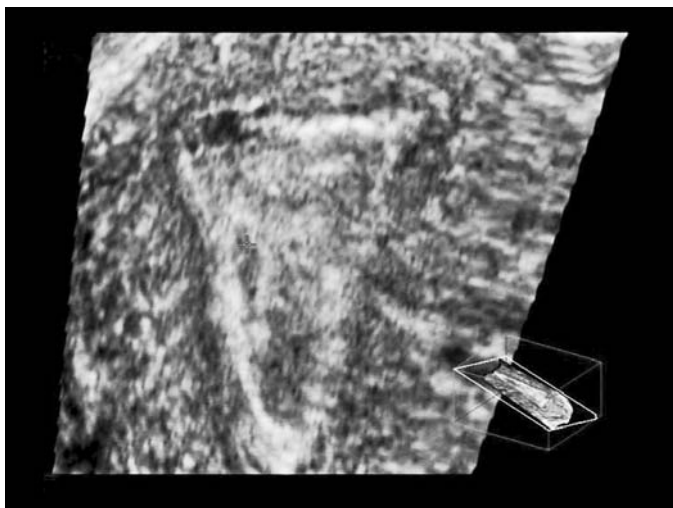


Рис. 2.3. Фронтальный срез полости матки. Эндометрий в фазе десквамации на 2-й день менструального цикла с чередующимися гипер- и анэхогенными зонами.

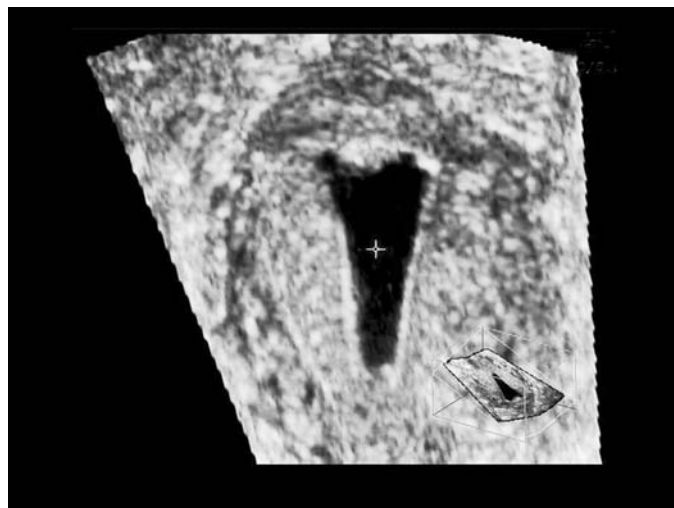


Рис. 2.4. Фронтальный срез полости матки. Эндометрий в фазе десквамации на 4-й день менструального цикла. Расширение полости матки за счет выделения остаточного сукровичного содержимого.

Вероника Евгеньевна Гажонова

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА В ГИНЕКОЛОГИИ. 3Д

Ответственный редактор: *Е.Г.Чернышова*

Редактор: *М.Н.Ланцман*

Корректор: *О.А.Степанцева*

Компьютерный набор и верстка: *Д.В.Давыдов*

ISSN 6-783483-2214-7



6-783483-2214-7

Лицензия ИД №04317 от 20.04.01 г.
Подписано в печать 10.10.05. Формат 70×100/12.
Бумага мелованная. Печать офсетная. Объем 22 п.л.
Гарнитура Таймс. Тираж 2000 экз. Заказ №2802

Издательство «МЕДпресс-информ».
107140, Москва, ул. Краснопрудная, д.1, стр. 1
Для корреспонденции: 105062, Москва, а/я 63
E-mail: office@med-press.ru
www.med-press.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Типография «Новости»
105005, Москва, ул. Фр. Энгельса, 46