

Ultrasound in Obstetrics and Gynecology

Volume 2: Gynecology

Eberhard Merz, M.D.
Professor and Director
Dept. of Obstetrics and Gynecology
Hospital Nordwest
Frankfurt/Main, Germany

With contributions by

F.Bahlmann	S.Kupesic
F.Degenhardt	A.Kurjak
W.Goldhofer	H.Madjar
E.-M.Grischke	A.Oberstein
V.Jaspers	G.Weber

1025 illustrations

2nd edition, revised and updated

Thieme
Stuttgart • New York

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

Том 2: Гинекология

Эберхард Мерц

Перевод с английского

Под общей редакцией профессора А.И.Гуса

Второе издание

Предисловие

С 1988 г., когда было опубликовано первое издание этой книги, в технологии УЗИ произошли существенные изменения. Учитывая множество новых аспектов использования УЗИ и полученных данных, при работе над вторым изданием появилась необходимость разделить наш материал на книги, посвященные проблемам акушерства и проблемам гинекологии.

В гинекологической части ряд применяемых методов очень расширил спектр диагностических возможностей визуализации: трансвагинальное УЗИ, перинеальное УЗИ и исследование при положении датчика в преддверии влагалища, ультразвуковое исследование молочной железы, доплеровское и цветное доплеровское УЗИ, энергетическое доплеровское исследование, ультразвуковая контрастная гистеросальпингография, 3D- и 4D-ультразвуковое исследование. Прогресс в диагностическом ультразвуковом исследовании обусловлен изобретением новых и усовершенствованием существовавших ранее датчиков для специального использования и быстрым развитием в сфере компьютерных технологий.

Разрешение и качество изображения также были значительно усовершенствованы, что дало возможность определять более мелкие структуры в органах при ультразвуковом исследовании. Современные ультразвуковые сканеры также характеризуются существенным прогрессом в эргономике, они стали более легкими и удобными для ежедневного использования.

В сфере гинекологии УЗИ стало важной частью диагностического алгоритма как в стационарных, так и в поликлинических условиях. Гинекологическое УЗИ получило заслуженное место в предоперационном обследовании, так же как и в профилактической медицине.

Учитывая современный прогресс в методах УЗИ, эта книга планировалась для представления краткого обзора УЗИ в гинекологии, используемого на сегодняшний день.

Трансвагинальное УЗИ существенно расширило диагностические возможности для исследования малого таза. Поэтому в настоящем издании большая часть книги посвящена этому методу. Несмотря на то, что трансвагинальное УЗИ вытесняет трансабдоминальное УЗИ во многих показаниях к его проведению, в данной книге не утверждается факт, что трансабдоминальное УЗИ уже утратило свое значение. Читатели, которые имеют небольшой опыт использования трансвагинального исследования или вообще с ним не сталкивались, могут получить информацию о нормальных и патологических признаках в малом тазу, которые могут быть выявлены при трансабдоминальном сканировании. Кроме того, трансабдоминальное УЗИ включает исследование больших образований в нижних отделах брюшной полости и исследование средних и верхних отделов брюшной полости в диагностике и последующем наблюдении за пациентами со злокачественными процессами. Поскольку жалобы со стороны брюшной полости могут быть связаны с желудочно-кишечными, печеночными и урологическими нарушениями, так же как и с гинекологическими проблемами, в книге освещены эти «дополнительные области», с которыми врач-гинеколог может сталкиваться ежедневно.

Кроме того, это издание также освещает проблемы интраоперационного УЗИ, перинеального УЗИ и УЗИ при положении датчика в преддверии влагалища, контрастной ультразвуковой

гистеросальпингографии, доплеровского и цветного доплеровского УЗИ, трансвагинального 3D- и 4D-ультразвукового исследования и УЗИ молочной железы (2D-, 3D- и 4D).

Цветное доплеровское УЗИ получило заслуженное место в оценке перфузии опухолей женской половой системы и дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей. Оно также используется в качестве дополнительного диагностического метода в репродуктивной медицине. УЗИ молочной железы эффективно не только в дифференциальной диагностике между кистозными и солидными образованиями, но может также являться дополнением или даже альтернативой обычной маммографии. Существуют случаи, когда дооперационное УЗИ образований молочной железы может обеспечить более точную дифференциальную диагностику между доброкачественными и злокачественными поражениями, чем маммография.

Нет никаких сомнений, что с развитием 3D- и 4D-технологии ультразвукового исследования эти методы достигли стадии, когда они не только могут использоваться при рутинном исследовании, но и обеспечивают изображение, которое не может быть получено при 2D-ультразвуковом исследовании. Поэтому главы по проблеме 3D-/4D-ультразвукового исследования в гинекологии и 3D-/4D-ультразвукового исследования молочной железы включены в эту книгу.

Принципиальные диагностические признаки, дифференциальная диагностика и объяснения в этой книге рассматриваются в схемах и таблицах в конце каждой главы. Это необходимо для предоставления врачу краткого обзора и помощи в формулировке дифференциального диагноза. Приложены все усилия, чтобы представить изображения фактически для любого признака, который может встретиться в практике диагностического УЗИ. Как для трансабдоминального, так и для трансвагинального УЗИ предоперационные ультразвуковые признаки коррелируют с интра- и послеоперационными по количеству поражений, которые подлежат хирургическому вмешательству.

Хотя все мои соавторы старались представить свой материал в четкой, полной и доступной форме, неизбежно, что некоторые вопросы рассмотрены не исчерпывающим образом или будут представлять трудности для различных врачей. Учитывая это, я приглашаю читателей связываться со мной по любым вопросам, которые, возможно, неясны или спорны, высказывать свои критические замечания для повышения качества этой книги.

Я благодарен всем моим соавторам, чье экспертное содействие было творческим инструментом создания такой всесторонней работы по ультразвуковому исследованию в гинекологии. Я также благодарю нашего фотографа, господина F. Feurer, за мастерскую работу и доктора Slovacek за ценную помощь в тщательном исследовании литературы. Я выражаю особую благодарность коллективу издательства Thieme за выдающееся руководство и поддержку во время редакционного планирования и издания этой книги; в частности доктору M. Becker за работу над немецким изданием и доктору Cliff Bergman, господину Stephan Konny и госпоже Elisabeth Kurz, которые сделали все возможное для английского издания этой книги.

1 Критерии для описания объемных образований при ультразвуковом исследовании

Точное описание данных, полученных при УЗИ, с использованием стандартной номенклатуры [1, 2] – основа для тщательной интерпретации результатов любого УЗИ. Особенно при объемных образованиях женских половых органов не следует классифицировать их как миому или кисту яичника на основании начальных признаков. Более правильно – выполнить детальное описание образования, основанное на оценке различных ультразвуковых критериев (табл. 1.1). После рассмотрения всех этих критериев врач может переходить к интерпретации полученных данных и проведению дифференциальной диагностики.

Важно учитывать метод УЗИ, особенно при проведении его в гинекологии, потому что используемый доступ для сканирования (абдоминальный, влагалищный, прямокишечный или промежностный), также как и частота датчика, обуславливают возможность и точность определения характеристик внутренних эхо-сигналов объемного образования женских половых органов.

Необходимо также иметь в виду, что точная диагностика требует оптимальных настроечных параметров оборудования. Например, чрезвычайно трудно обнаружить внутренние эховключения, если параметры оборудования установлены слишком низко, тогда как параметры настройки, установленные слишком высоко, вызовут отражения, которые имитируют внутренние эховключения.

Локализация объемного образования в определенном органе

В начальной части исследования необходимо установить и уточнить локализацию ультразвуковой патологии в определенном специфическом органе. Это лучше всего выполнить в соответствии с систематизированным правилом, основанным на обозначении плоскостей сечения.

Не всегда возможно идентифицировать поврежденный орган. Это может быть особенно затруднительно, если поражение разрушает нормальные границы органов или когда имеется воспалительный конгломерат, в котором отдельные органы спаяны друг с другом. В других случаях соседние структуры могут иметь сходную ультразвуковую структуру, поэтому их легко спутать друг с другом (например, субсерозная лейомиома матки на ножке и опухоль яичника).

Также может быть затруднительно определить расположение исследуемого объекта с правой или левой стороны. Например, объемное образование придатков матки не обязательно поражает ту сторону, на которой оно определяется, так как подвижные образования придатков матки могут смещаться на противоположную сторону. Большие образования придатков матки часто занимают срединное положение и не могут быть четко отнесены к правой или левой стороне, если не визуализируются противоположные придатки матки.

Если объемное образование не может быть отнесено к специфическому органу, оно должно, как минимум, быть локализованным по отношению к специфическому региону (например, к области левых придатков матки или к дугласову пространству).

Таблица 1.1 Критерии описания объемных образований при УЗИ

<p>1. Пораженный орган</p> <p>2. Размеры (в миллиметрах или сантиметрах)</p> <p>3. Форма:</p> <ul style="list-style-type: none"> – круглая – овальная – продолговатая – зубчатая <p>4. Внутренняя эхоструктура:</p> <ul style="list-style-type: none"> – однородная (гомогенная) – неоднородная (негомогенная) <p>А. Кистозное образование, кистозный участок Оценка внутренней эхоструктуры:</p> <ul style="list-style-type: none"> • расположение внутренних эхоструктур: <ul style="list-style-type: none"> – отсутствие – периферические – центральные – повсеместное • размеры внутренних эхоструктур: <ul style="list-style-type: none"> – мелкие – умеренные – грубые • интенсивность внутренних эхоструктур (эхогенность): <ul style="list-style-type: none"> – низкий уровень – средний уровень – высокий уровень – чрезвычайно высокий уровень (гиперэхогенные) • расположение отдельных эхоструктур: <ul style="list-style-type: none"> – свободно – умеренно плотно – плотно • распределение внутренних эхоструктур: <ul style="list-style-type: none"> – однородное распределение – неоднородное распределение – множество отделений – толщина стенки (в миллиметрах) – толщина перегородки (в миллиметрах) <p>В. Солидное образование, солидный участок, солидный эхо-комплекс:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) интенсивность (эхогенность, см. выше) б) распределение внутренних эхоструктур (см. выше) с) расположение, размер, форма солидного участка/эхокомплекса <p>5. Край:</p> <ul style="list-style-type: none"> – гладкий – неровный <p>6. Контур:</p> <ul style="list-style-type: none"> – четко отграниченный – плохо отграниченный – не отграниченный <p>7. Подвижность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – очень подвижное относительно соседних органов – ограниченное в подвижности – неподвижное <p>8. Способность к сжимаемости</p> <p>9. Акустическое затенение или усиление</p> <p>10. Определение подвижности внутри образования</p>

Размеры образования

Всегда необходимо получать изображение объемного образования и проводить его измерение в трех плоскостях, для того чтобы определить его точные размеры. Его длина, высота и ширина должны быть измерены как внутренне-внутренние размеры, и в каждом случае измеряется максимальный из них в каждой плоскости сечения.

Форма образования

Образование может иметь однородную или неоднородную форму. Однородное образование может быть описано как круг, овал, грушевидное или продолговатое, или оно может быть сравнено с некоторыми другими близкими геометрическими формами. Образование неправильной формы описывается как «зубчатое».

Внутренняя эхоструктура

Образование может иметь простую (однородную) или комбинированную (неоднородную) внутреннюю эхоструктуру, в зависимости от его внутреннего содержимого. Простое образование имеет только однородный, или гомогенный, вид при УЗИ. Гомогенное образование может быть лишено внутренней эхоструктуры (однокамерная киста) или может содержать внутренние эховключения (киста с плавающими частицами или солидная опухоль). Комбинированное образование, с другой стороны, имеет неоднородный, или негомогенный, вид при УЗИ. Негомогенное образование может быть многокамерной кистой, смешанным кистозно-тканевым образованием или солидной опухолью, которая содержит области различной эхогенности.

Внутренние эховключения, определяемые в пределах кистозного образования, оцениваются относительно их расположения, размера и интенсивности. Также оцениваются интервал и распространение эховключений, определяется число отделений, толщина стенки и максимальная толщина перегородок.

В смешанных кистозно-тканевых образованиях кистозная часть образования описывается, как представлено выше. Кроме того, тканевая часть образования характеризуется как имеющая правильную или неправильную форму, оценивается ее эхогенность. Такие же критерии используются в оценке узелка в стенке кисты.

В исключительно солидной (тканевой) опухоли описываются эхоструктура (правильная/неправильная) и эхогенность поражения. Специфическое внимание уделяется эхогенности, с указанием, однородная она или нет во всех частях опухоли, или имеются области различной эхогенности.

■ Кистозное образование, кистозный участок

Внутренние эховключения

Если образование или определенный участок свободны от внутренних эховключений, оно описывается как эхонегативное (или анэхогенное). Но если определяются внутренние эховключения, они оцениваются относительно их расположения, размеров, интенсивности, интервала между ними и их распределения.

Расположение внутренних эховключений. Расположение описывается в зависимости от того, где находятся эховключения в кистозном участке – они могут быть по периферии, центрально или повсеместно.

Размер отдельных эховключений (см. рис. 1.1). Размер эховключений описывается для поверхностного участка отдельных эховключений в В-режиме УЗИ. Небольшие эховключения описываются как нежные (мелкие) эховключения, средних размеров – как умеренно грубые, и крупные эховключения – как грубые.

Уровень интенсивности отдельных эховключений (см. рис. 1.2). Уровень интенсивности показывает выраженность, или амплитуду, эховключений. Низкоуровневые эховключения имеют низкую амплитуду, среднеуровневые – умеренную, а высокоуровневые эховключения имеют высокую амплитуду; внутренние эховключения чрезвычайно высокой амплитуды могут быть описаны как гиперэхогенные.

Интервал распределения отдельных эховключений. Эхоинтервал описывается на основании плотности внутренних эховключений, т.е. числе эховключений, определяемых в единице площади. Эховключения описываются как рассеянные, если они распределены далеко друг от друга, умеренно плотные – если они расположены относительно недалеко друг от друга, и плотные – если они расположены раздельно, но близко друг к другу.

Распределение отдельных эховключений (см. рис. 1.1). Эховключения описываются как имеющие однородное или неоднородное распределение. Это имеет отношение к размеру эховключений и к интервалам между ними.

Количество камер

Количество камер может быть определено для многокамерного кистозного образования. Камеры могут описываться отдельно или совместно, в зависимости от того, имеются ли различия в их внутренней эхоструктуре.

Толщина стенки

Толщина стенки может быть измерена только для кистозного образования и определяется в миллиметрах. Если толщина стенки неодинакова на различных участках, определяется максимальная толщина стенки.

Толщина перегородки

Толщина перегородки определяется тем же путем, что и толщина стенки. Если наблюдается ограниченный участок утолщения перегородки, определяется максимальная толщина перегородки.

■ Солидная опухоль, солидный участок и солидный эхокомплекс

Внутренняя эхоструктура преимущественно солидных (тканевых) опухолей оценивается на основании интенсивности и распределения эховключений. Если в смешанной опухоли определяется содержание комплексного солидного участка или изолированного эхокомплекса (например, папиллярные структуры стенки), расположение, размеры и форма солидного участка должны быть оценены в дополнение к эхогенности и распределению эховключений.

Край

Край образования описывается как гладкий или неровный.

Рис. 1.1 Пространственная плотность и однородность распределения эховключений.

- a** Однородная эхоструктура, эхонегативная.
- b** Однородная эхоструктура, рассеянные эховключения.
- c** Однородная эхоструктура, умеренная плотность эховключений.
- d** Однородная эхоструктура, плотные эховключения.
- e** Неоднородная эхоструктура с эховключениями равных размеров.
- f** Неоднородная эхоструктура с эховключениями различных размеров (нежные (мелкие), умеренно грубые, грубые).

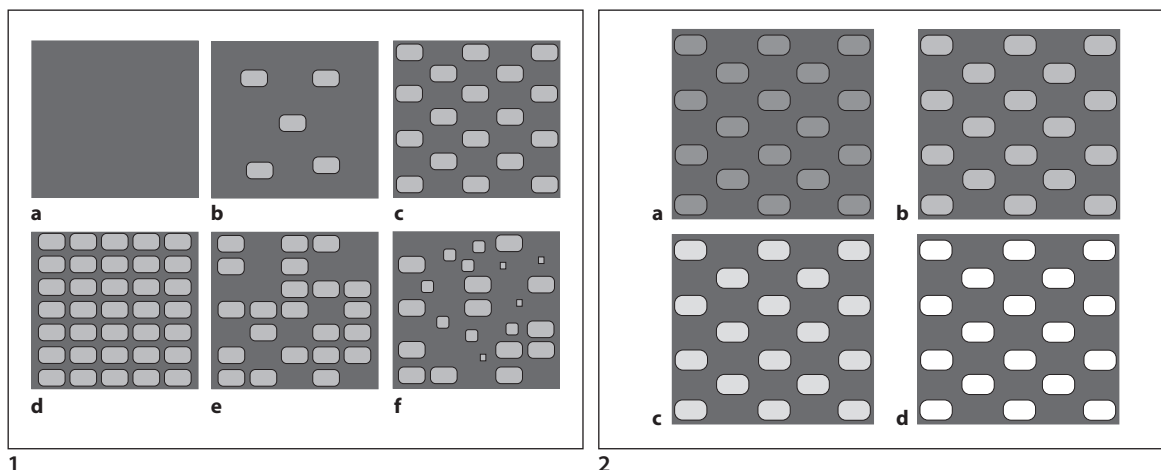


Рис. 1.2 Уровень интенсивности эховключений.

- a** Эховключения низкого уровня интенсивности.
- b** Эховключения среднего уровня интенсивности.
- c** Эховключения высокого уровня интенсивности.
- d** Гиперэхогенные включения.

Контур

Контур образования описывается на основании того, насколько четко образование отграничено от окружающих тканей: хорошо отграниченное, плохо отграниченное и неотграниченное.

Подвижность

Используя давление датчиком, врач может определить, насколько подвижно образование относительно соседних органов. Образование может быть очень подвижно по отношению к окружающим тканям, может иметь ограниченную подвижность или быть неподвижным (фиксированным).

Упругость

При трансвагинальном УЗИ возможно оказывать прямое давление на образование через эндовагинальный датчик. Степень сжимаемости будет зависеть от того, является ли поражение мягким кистозным образованием, напряженным кистозным образованием или плотной солидной опухолью. Таким образом врач может оценить консистенцию образования.

Акустическое затенение и акустическое усиление

■ Акустическое затенение

Акустическое затенение описывается на основании затухания звуковой волны, которое возникает позади образования в результате физических эффектов (абсорбции, отражения, рассеивания, дифракции, преломления). Образование может давать *полное затенение*, которое лишено любых эховключений, или *неполное*

затенение, при котором определяются некоторые эховключения. Акустическую тень дают солидные участки.

■ Акустическое усиление

Акустическое усиление определяется, когда эхо-сигнал, вернувшийся из области позади образования, имеет большую амплитуду, чем вернувшиеся из соседних областей. Это встречается, если само образование поглощает меньше энергии звуковой волны, чем окружающие ткани, или функционирует по тому же принципу, что и светособирающая линза [3]. Наличие акустического усиления всегда является признаком кистозной структуры.

Определение подвижности внутри опухоли

Большое преимущество УЗИ заключается в том, что оно не является статическим исследованием: оно может обнаруживать движение. Это полезно в случаях, когда важно провести дифференциальную диагностику между образованием женских половых органов и, например, расширенными петлями кишечника. В то время как истинное гинекологическое образование не изменит своих ультразвуковых признаков, расширенные петли кишечника могут давать признаки определяемого движения их содержимого при длительном наблюдении.

Сомнения в описании полученных признаков

Полученные данные УЗИ не всегда могут быть точно описаны. Если есть какие-то сомнения в описании поражения, их нужно отметить в записи, с описанием поражения как «неопределенного» или «двусмысленного». Если орган не может быть отчетливо визуализирован при УЗИ, это нужно описать, как «в настоящий момент не определяемый».

Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей

При определении представленных выше критериев образование может быть классифицировано как доброкачественное или злокачественное с определенной степенью достоверности на основании его ультразвуковых особенностей. Однако нужно учитывать, что ультразвуковая оценка образования – макроскопическое исследование, а не микроскопический анализ. Изолированное, оно никогда не может заменить гистологического исследования.

Рекомендуется трехступенчатая классификация для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных образований при УЗИ: *доброкачественные, промежуточные и злокачественные.*

Литература

- 1 Böhnhof JA. Richtig benennen – besser erkennen. Ein Beitrag zur Terminologie der Sonogrammbeschreibung. *Ultraschall Klin Prax* 1987;2:178–84.
- 2 Merz E. Beschreibung auffälliger sonographischer Befunde. In: Merz E. *Vaginosonographie*. Stuttgart: Erike, 1992: 20–4.
- 3 Ziskin MC, LaFollette PS Jr, Radecki PD, Villafana T. The retrolenticular afterglow: an echo enhancement artifact. *J Ultrasound Med* 1986;5:385–9.

2 Области применения и техника исследования

Области применения

Различные методы медицинской визуализации, такие как УЗИ, компьютерная томография и магнитно-резонансное исследование, становятся все более и более важными в диагностике гинекологической патологии. В сравнении с более дорогостоящими и сложными компьютерной томографией и магнитно-резонансным исследованием УЗИ является простым, экономичным методом для визуализации органов брюшной полости и малого таза.

Секторальные датчики в режиме реального времени и конвексные датчики стали инструментами выбора для трансабдоминального ультразвукового сканирования (см. рис. 2.1). Угол луча указанных датчиков обеспечивает лучшее латеральное изображение в малом тазу, чем датчики с линейной разверткой в режиме реального времени.

Когда понятна нормальная ультразвуковая анатомия малого таза и ограничения ультразвуковой технологии, УЗИ обеспечивает не только полезную, легко доступную информацию к бимануальному исследованию, но и часто превалирует над ним для определения размеров образований малого таза и расположения образований в специфических органах. Но в то же время УЗИ в гинекологии требует значительного опыта врача в связи с чрезвычайной изменчивостью нормальных и патологических признаков и высокой вероятностью ошибочной интерпретации. Кроме того, абдоминальное УЗИ не обеспечивает удовлетворительного качества исследования у некоторых гинекологических пациенток в связи с влиянием толщины брюшной стенки и тканей на качество ультразвукового изображения. Особенно у пациенток с выраженным ожирением абдоминальное УЗИ может иметь серьезные ограничения в отношении глубины проникновения луча и плохого качества изображения.

Несмотря на то, что в последние годы отмечается тенденция к преимущественному использованию трансвагинального УЗИ в диагностике и лечении гинекологической патологии, существует много областей, в которых все еще используется абдоминальное УЗИ (табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1 Возможности диагностического использования абдоминального УЗИ в гинекологии

- Мониторинг роста фолликула при диагностике причин бесплодия
- Исследование пороков развития половых органов
- Исследование при болевом синдроме в нижних отделах живота и воспалительных изменениях, особенно у пациенток с напряжением или ригидностью мышц передней брюшной стенки
- Исследование при наличии объемных образований в полости таза
- Уточнение расположения внутриматочной спирали
- Определение объема остаточной мочи
- Определение вторичных признаков опухоли (асцит, метастазы в печени, обструкция мочевыделительной системы)
- Наблюдение за состоянием функциональных кист, мониторинг ответа на медикаментозную терапию эндометриоза, контроль эффективности лечения онкологических заболеваний
- Исследование в послеоперационном периоде (послеоперационное кровотечение, гематома, лимфатическая киста, абсцесс дугласова пространства, задержка мочи)

У большинства пациенток ультразвуковая оценка органов малого таза проводится для исследования образований, которые определяются при мануальном исследовании. При этом существует несколько задач, которые преследует УЗИ:

- определить и уточнить расположение образования (одностороннее или двустороннее);
- определить размеры образования;
- уточнить локализацию образования в специфическом органе;
- дифференцировка образования: кистозное, солидное или смешанное кистозно-солидное; гладкий или нечеткий край; отсутствие внутренних эховключений, гомогенная или негомогенная внутренняя эхоструктура;
- оценка подвижности образования;
- выявление или исключение дополнительных критериев злокачественности в подозрительных случаях (например, асцит, метастазы в печени).

При наличии патологического образования в малом тазу абдоминальное УЗИ позволяет обнаружить его почти в 90% наблюдений [1–6], что значительно выше, чем при бимануальном исследовании малого таза [3, 6]. С другой стороны, даже УЗИ только в 60–70% случаев точно устанавливает расположение образования в специфическом органе [7].

Главное преимущество УЗИ заключается в способности дифференцировать солидные и кистозные образования. Зачастую эти различия могут быть определены исключительно на основании звукопогложительных характеристик поражения. Поскольку солидные опухоли поглощают звуковые волны, стенка образования, расположенная со стороны датчика, определяется более четко, в то время как дальнюю стенку часто затемняет *акустическое затенение*. Однако абсорбция звуковой волны не встречается в кистозном образовании в связи с хорошей звукопроводимостью кистозной жидкости. В результате, дальняя стенка кисты и ткани позади поражения демонстрируют усиление эхогенности относительно окружающих тканей. Этот феномен назван *задним акустическим усилением*.

При получении изображения в *масштабе серой шкалы* [8, 9] стала возможной оценка внутренней структуры образования. Но даже при использовании этого метода все еще могут появляться диагностические проблемы в связи с неправильными настройками оборудования или при визуализации кист с плотной внутренней эхоструктурой. Солидные опухоли с хорошим кровообращением или опухоли, претерпевающие кистозную дегенерацию, могут быть ошибочно интерпретированы как кисты, если параметры установлены слишком низко. С другой стороны, кисты с внутренним кровоизлиянием или расширенные петли

Таблица 2.2 Возможности лечебного использования абдоминального УЗИ

- Аспирация фолликулов под ультразвуковым контролем в программах вспомогательных репродуктивных технологий
- Пункция кист под ультразвуковым контролем
- Ультразвуковой контроль дренирования асцита
- Дренирование лимфатических кист под ультразвуковым контролем

кишечника могут иметь внутреннюю эхоструктуру, имитирующую солидную опухоль. Часто эти сомнения разрешаются при проведении бимануального и пальпаторного исследований, которые также позволяют оценить консистенцию опухоли.

УЗИ не может максимально точно дифференцировать доброкачественные и злокачественные поражения. Однако оно позволяет обнаружить нечеткий контур и неоднородную эхоструктуру образования, а также выявить вторичные изменения (асцит, метастазы в печени и др.), обуславливающие высокий индекс подозрения на злокачественную опухоль.

В целом, УЗИ – ценное дополнение к гинекологическому исследованию и во многих случаях может обеспечить установление специфического диагноза, когда интерпретируется с учетом анамнеза пациентки, бимануального исследования и данных лабораторного исследования.

Техника исследования

Условием для любого гинекологического УЗИ является наполненный мочевой пузырь [10, 11]. При пустом мочевом пузыре матка и придатки затемняются петлями кишечника, что препятствует их визуализации. При наполнении мочевого пузыря мочой кишечник вытесняется из малого таза, создавая акустическое окно и «водную дорожку», через которую могут сканироваться органы малого таза. На практике, пациентка выпивает 1 л негазированной жидкости за 1 ч до исследования. Исследование начинается, когда женщина ощущает давление на мочевой пузырь.

Мочевой пузырь идеально наполнен, когда он покрывает полностью всю длину матки. Переполненный мочевой пузырь может смещать органы из малого таза или оттеснять их к стенкам таза, затрудняя их оценку. При неадекватном наполнении мочевого пузыря область дна матки и придатков визуализируется плохо. В ситуациях, требующих быстрой диагностики, таких, как подозрение на эктопическую беременность, мочевой пузырь может быть наполнен ретроградно путем введения 300–400 мл солевого раствора (0,9% раствор хлорида натрия) через катетер в асептических условиях.

Кроме полного мочевого пузыря для УЗИ таза важно опорожнение кишечника, так как солидное или жидкостное содержимое кишки может имитировать кистозное или солидное образование придатков матки или дугласова пространства в зависимости от его содержания. С другой стороны, раздутые газом петли кишечника могут отражать до 100% звуковых волн и препятствовать сканированию подлежащих тканей.

Трансабдоминальное сканирование женского таза выполняется в положении пациентки лежа на спине. Врач обычно располагается с левой стороны от пациентки (см. рис. 2.2). Исследование начинается со срединного продольного сканирования нижних отделов брюшной полости для подтверждения адекватности наполнения мочевого пузыря и установления расположения и размеров матки и дугласова пространства (плоскость сканирования I; см. рис. 2.2, 2.3, 2.7). Датчик перемещается более латерально, параллельно плоскости до получения продольного сечения яичника (плоскость сканирования II; см. рис. 2.2, 2.4, 2.7). Первоначальное продольное сканирование продолжается серией поперечных сканирований, начиная с надлобкового уровня (плоскости сканирования III–VIII; см. рис. 2.2, 2.5, 2.8). Датчик может отклоняться или перемещаться в зависимости от необходимости для получения адекватного изображения различных плоскостей и стенок таза (см. рис. 2.7, 2.8). Случайные косые плоскости сканирования могут быть также необходимы для оптимальной визуализации определенных поражений (плоскость сканирования IX; см. рис. 2.2, 2.6, 2.7).

Таблица 2.3 Ориентация изображения при абдоминальном УЗИ

Сагиттальное сканирование	
Верхняя часть изображения	Передняя часть брюшной полости
Нижняя часть изображения	Задняя часть брюшной полости
Правая сторона изображения	Каудальная часть брюшной полости
Левая сторона изображения	Краниальная часть брюшной полости
Поперечное сканирование	
Верхняя часть изображения	Передняя часть брюшной полости
Нижняя часть изображения	Задняя часть брюшной полости
Правая сторона изображения	Левая сторона брюшной полости
Левая сторона изображения	Правая сторона брюшной полости

Чтобы получить стандартные ультразвуковые изображения, датчик нужно всегда ориентировать таким образом, чтобы левая сторона продольного изображения соответствовала краниальной части, а правая сторона – каудальной (см. рис. 2.9). При поперечном сканировании правая сторона тела пациентки должна определяться с левой стороны изображения, а левая сторона тела пациентки должна определяться с правой стороны изображения, согласовываясь с анатомическим расположением (см. рис. 2.10, табл. 2.3).

Если УЗИ является частью диагностического алгоритма при наличии опухоли, сканирование таза необходимо проводить после исследования почек и мочевыводящего тракта, парааортальной области и печени для выявления или исключения вторичных изменений, таких как обструкция мочевыводящего тракта, парааортальная лимфома, асцит и метастазы в печень.

Литература

- 1 Fleischer AC, James AE Jr, Millis JB, Julian C. Differential diagnosis of pelvic masses by gray scale sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1978;131:469–76.
- 2 Lawson TL, Albarelli JN. Diagnosis of gynecologic pelvic masses by gray-scale ultrasonography: analysis of specificity and accuracy. *AJR Am J Roentgenol* 1977;128:1003–6.
- 3 Nellen HJ, Hansmann M. Ultraschall in der gynäkologischen Tumordiagnostik. *Arch Gynäkol* 1973;214:275–9.
- 4 Queenan JT, Kubarych SF, Douglas DL. Evaluation of diagnostic ultrasound in gynecology. *Am J Obstet Gynecol* 1975;123:453–65.
- 5 Requard CK, Mettler FA Jr, Wicks JD. Preoperative sonography of malignant ovarian neoplasms. *AJR Am J Roentgenol* 1981;137:79–82.
- 6 Zanke S, Meinhold P, Eichhorn KH. Präoperative Differentialdiagnose von gynäkologischen Tumoren durch Ultraschall. *Zentrabi Gynäkol* 1980;102:990–9.
- 7 Hansmann M, Hackelöer BJ, Staudach A. Ultraschalldiagnostik in der Geburtshilfe und Gynäkologie. *Lehrbuch und Atlas*. Berlin: Springer, 1985.
- 8 Burckhardt CB. Technische Grundlagen der Grauwertdarstellung. *Ultraschall* 1980;1:242–6.
- 9 Kratochwil A. Ultraschall-Grauwerttechnik. *Ultraschall* 1980;1:232–41.
- 10 Donald I. Ultrasonic echo sounding in obstetrical and gynecological diagnosis. *Am J Obstet Gynecol* 1965;93:935–41.
- 11 Kratochwil A. Ultraschalldiagnostik in der Gynäkologie. *Gynäkologie* 1976;9:166–80.

Рис. 2.1 Датчики для абдоминального гинекологического УЗИ. Слева: секторальный датчик. Справа: конвексный датчик.



Рис. 2.2 Положение при абдоминальном УЗИ. Врач располагается слева от пациентки, для врача и пациентки обеспечены отдельные мониторы. I – среднесагиттальное сканирование; II – парасагиттальное сканирование; III–VIII надлобковое поперечное сканирование; IX – косое сканирование.



Рис. 2.3 Расположение датчика при среднесагиттальном сканировании.

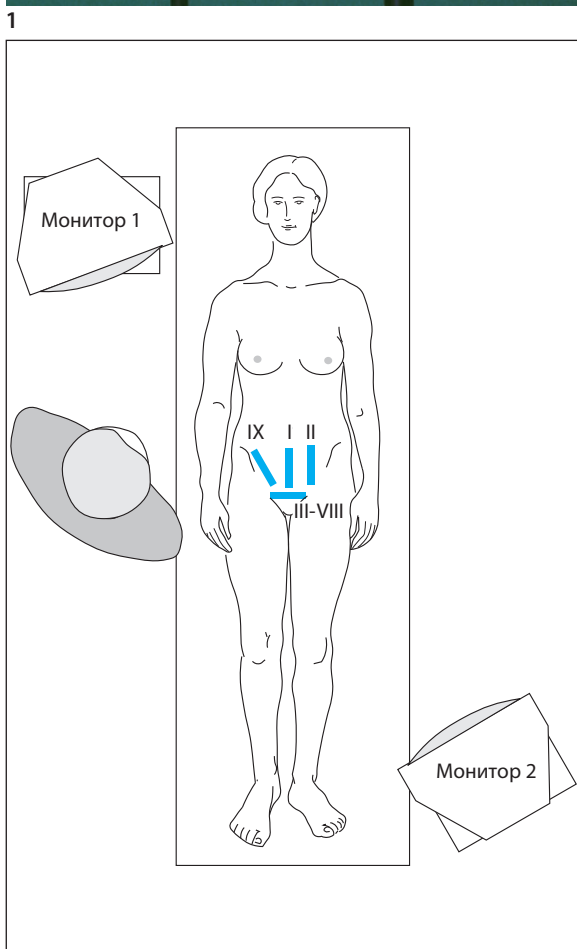


Рис. 2.4 Расположение датчика при левостороннем парасагиттальном сканировании.

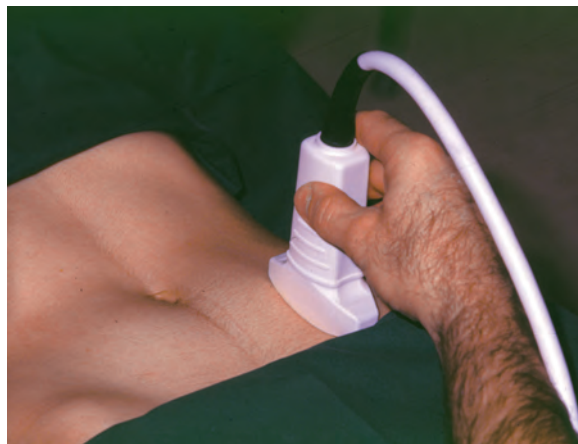


Рис. 2.5 Расположение датчика при надлобковом поперечном сканировании.



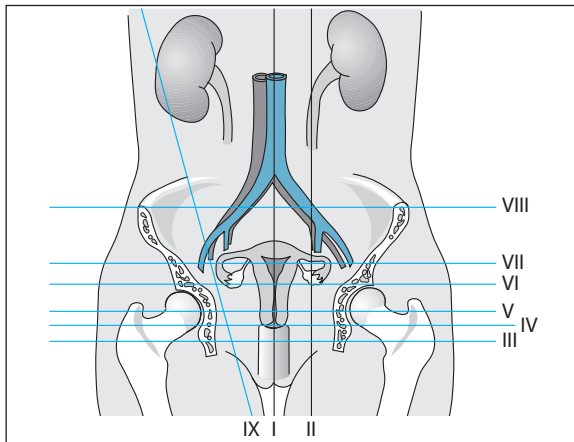
Рис. 2.6 Расположение датчика при косом сканировании через правую стенку таза.



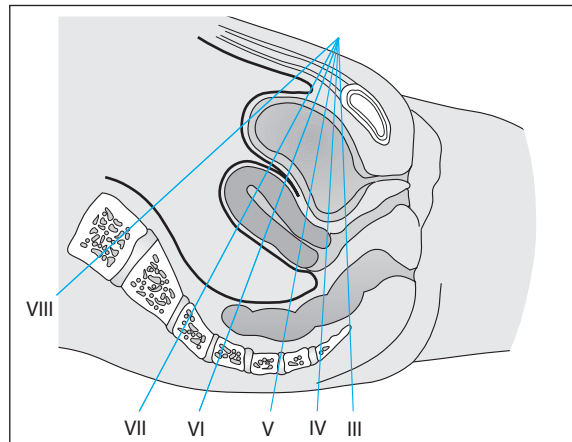
2

5

6



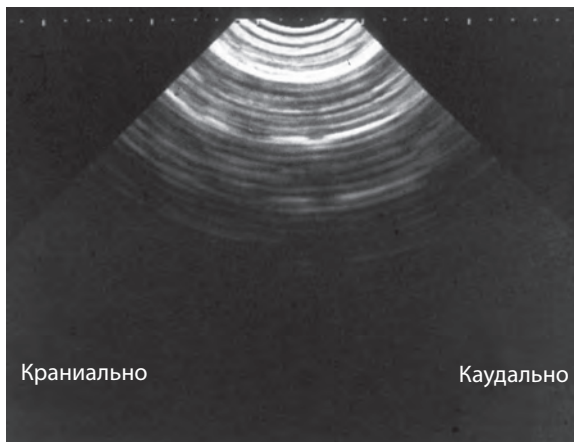
7



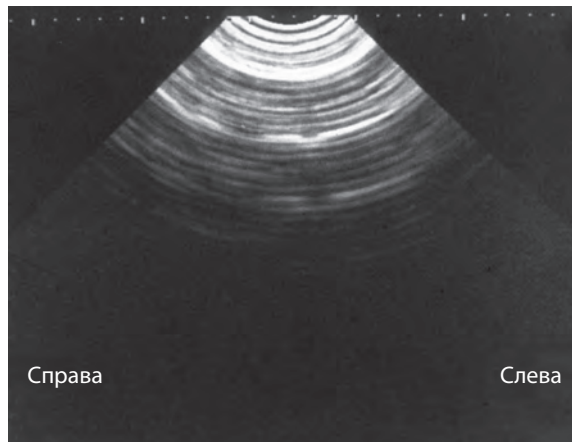
8

Рис. 2.7 Плоскости сканирования, используемые в гинекологическом УЗИ, вид спереди.

Рис. 2.8 Плоскости сканирования, используемые в гинекологическом УЗИ, вид сбоку.



9



10

Рис. 2.9 Правильная ориентация изображения при продольном сканировании.

Рис. 2.10 Правильная ориентация изображения при поперечном сканировании (в соответствии с анатомией).

Трансвагинальное 3D- и 4D-ультразвуковое исследование

40 Трансвагинальное 3D- и 4D-ультразвуковое исследование и его применение в гинекологии

Развитие трансвагинального 3D-ультразвукового исследования

В то время как в 1980-х годах была получена трехмерная (3D) визуализация структур с использованием методов компьютерной томографии и магнитно-резонансного исследования [1–3], внедрение трехмерного УЗИ происходило значительно труднее. Это было связано с тем, что в отличие от автоматизированных методов компьютерной томографии и магнитно-резонансного исследования, ручное сканирование с использованием ультразвукового датчика не обеспечивает возможность получить координированную последовательность секционных изображений, разделенных равными промежутками. Несмотря на то, что первые сообщения о трехмерных УЗИ *in vitro* были опубликованы в 1980-х годах [4–6], прошло несколько лет до того, как в клинической практике впервые применили 3D-ультразвуковое исследование. Первая коммерчески доступная ультразвуковая система с механическим 3D-датчиком (Combison 310) была произведена австрийской фирмой Kretztechnik в 1989 г. [7].

При проектировании внутривлагалищного 3D-датчика необходимо было создать устройство, которое практически не отличалось бы от обычного двухмерного (2D) внутривлагалищного датчика. Управляющее устройство отклоняет плоскость сканирования на меньшее расстояние, чем при трехмерном абдоминальном исследовании. Первое приемлемое изображение было получено при использовании датчика с латеральным набором объема (Kretztechnik, Австрия), в котором плоскость В-режима вращалась вокруг оси датчика (360° панорамное сканирование) [8] (см. рис. 40.1). Недостаток этого метода в том, что датчик ограничен в получении бокового объема (см. рис. 40.2). Однако фронтальный набор объема более благоприятен для сканирования малого таза, что в последующем дало начало внедрению трехмерных датчиков с расположением преобразователя на кончике. В результате был предложен сканирующий секторальный датчик (см. рис. 40.1), в котором двухмерная плоскость изображения вращается на 180° вокруг продольной оси. Это позволяет получить объем в виде урезанного конуса, располагающегося впереди от кончика датчика (рис. 40.3) [9, 11–13]. Однако недостаток этой системы заключается в том, что перекрытие плоскостей изображения вдоль оси вращения вызывает ухудшение качества в центре изображения. В результате был сделан выбор в пользу различных видов фронтальной техники. Трехмерные влагалищные датчики с расположением преобразователя на кончике в поточном использовании (см. рис. 40.1) имеют двигатель, который веерообразно отклоняет луч, так же как и в трансабдоминальном трехмерном датчике (см. рис. 40.4). На сегодняшний день достигнута скорость сканирования до 35 объемов в секунду, что делает возможным трехмерное изображение в режиме реального времени – четырехмерное изображение.

В дополнение к 3D/4D-системам со специальными 3D-датчиками для получения объема были предложены системы с ручным управлением [14, 15]. В этих системах электромагнитный датчик, расположенный на преобразователе, позволяет точно обнаружить положение и движение преобразователя на основе изменения в используемом магнитном поле. Секционный набор изображения при использовании этой техники координируется

в памяти компьютера с использованием графической программы и преобразуется в объем. Преимущество ручной техники заключается в том, что датчик может быть расположен на любом доступном преобразователе, исключая необходимость приобретения дорогого 3D-преобразователя. Однако существует недостаток, заключающийся в том, что ручное сканирование приводит к набору объема с неодинаковыми интервалами срезов. Компьютерному программному обеспечению приходится достраивать возникающие просветы, приводя к более низкому качеству изображения. Другой недостаток заключается в том, что ручной набор объема не совместим с изображением в режиме реального времени (4D) [16].

Технические аспекты 3D-ультразвукового исследования

Основной принцип трехмерного УЗИ заключается в том, что набирается множество расположенных рядом двухмерных плоскостей сечения, преобразуемое в объем и сохраняемое в цифровой форме в электронной памяти. Поскольку трехмерное УЗИ основано на двухмерном, высококачественное двухмерное изображение – основа для хорошего трехмерного сканирования.

Трехмерное УЗИ обычно состоит из четырех основных шагов [16, 17]:

- получение объема;
- реконструкция объема;
- манипулирование объемом и обработка изображения;
- цифровое сохранение объема или обработанного изображения.

■ Получение объема

Как и при обычном двухмерном влагалищном УЗИ, исследование пациентки может проводиться на кушетке или гинекологическом кресле. Перед введением во влагалище трехмерный датчик помещается в презерватив (без резервуара), на который внутри и снаружи нанесен специальный ультразвуковой гель.

Трансвагинальное трехмерное УЗИ начинается таким же образом, как обычное двухмерное исследование. Когда получена оптимальная визуализация исследуемого органа, область интереса (область, в которой будет производиться набор объема) очерчивается контуром с пробным объемом переменного размера в В-режиме. Нажимается кнопка активизации получения объема. Преобразователь автоматически сканирует очерченную контуром область в течение 0,5–2,0 с, и результаты полученного объема в цифровой форме сохраняются с помощью специальной кодировки в объемной памяти. Когда все данные были загружены в память, отдельные расположенные рядом плоскости двухмерного сканирования преобразуются в объем. Датчик во время набора объема необходимо держать неподвижно для предупреждения возникновения артефактов движения.

В итоге три набора объема могут полностью перекрыть малый таз (см. рис. 40.5). Если определяется патологическое увеличение матки или высоко расположенное образование яичника, после трехмерного влагалищного исследования необходимо провести трехмерное абдоминальное исследование.

■ Реконструкция объема

Обработка объема может включать обработку изображения только в режиме серой шкалы, обработку изображения только в цветном режиме или сочетание изображения в режиме серой шкалы и в цветном режиме, называемое обработкой в режиме стеклянного тела. Ниже описаны основные методы обработки, используемые при УЗИ в гинекологии.

Метод реконструкции в режиме серой шкалы. При использовании метода серой шкалы только информация в режиме серой шкалы используется для реконструкции изображения. Доступны три основных метода: многоплоскостная обработка, поверхностная обработка и прозрачная обработка.

Многоплоскостная (трехмерная) реконструкция. Как только объем загружен в память, три взаимно перпендикулярных (ортогональных) плоскости изображения, которые содержат в себе исследуемую область, обрабатываются и одновременно изображаются на мониторе (многоплоскостное изображение, см. рис. 40.6). Соответствующие плоскости сканирования отмечаются линиями по границам изображений, в то время как центр вращения определяется как точка в центре изображения. Четвертое изображение может быть представлено в форме графической модели, демонстрирующей расположение очерченной плоскости в сохраненном объеме или даже в форме поверхностного реконструированного изображения (см. рис. 40.6). Любая из трех плоскостей также может быть получена отдельно или совмещаться с другими для получения изображения методом ниши (см. рис. 40.36).

Объемная поверхностная реконструкция используется, чтобы восстановить поверхностное изображение обозначенных участков, таких как внутренняя поверхность стенки кисты (см. рис. 40.45). Он может также использоваться, чтобы восстановить поверхность срезов (см. рис. 40.7–40.15). С этой целью необходимый подобьем придется очертить контуром во всех трех плоскостях. Различные методы доступны для поверхностной обработки, и любой из двух других методов может комбинироваться на одном изображении.

Прозрачная реконструкция преимущественно демонстрирует экзогенные структуры, такие как кальцинаты (см. рис. 40.16).

Методы цветной реконструкции. *Реконструкция только в цветном режиме.* Этот метод реконструкции только цветной информации, полученной при цветном или энергетическом доплеровском сканировании. Он позволяет изолированно визуализировать кровоток в просвете сосудов.

Реконструкция в режиме стеклянного тела. Режим стеклянного тела комбинирует прозрачную реконструкцию с цветным или энергетическим доплеровским изображением потока [18–21] для обеспечения прозрачного трехмерного изображения сосудистой системы органа (см. рис. 40.32, 40.34, 40.38, 40.56, 40.57). Это делает возможным обнаружение патологической структуры васкуляризации, так же как и сосудистых нарушений, таких как стеноз и дилатация сегмента сосуда.

■ Манипуляции объемом и обработка изображения

Многоплоскостная смена формата. *Многоплоскостная (трехмерная) реконструкция* позволяет проводить интерактивное манипулирование объемом, облегчая получение изображения во всех трех измерениях (многоплоскостная смена формата). Стандартные плоскости сечения могут быть изображены так

же, как и плоскости, которые недоступны обычному двумерному УЗИ, такие как косые срезы. Все три плоскости могут быть совмещены в *методе ниши*, чтобы продемонстрировать изображение вырезанного участка (см. рис. 40.36).

Томографический обзор. Многоплоскостное изображение также позволяет проводить томографический обзор сохраненного объема с интервалом 1 мм. Врач должен первоначально показать объект в положении «учебника» перед проведением обзора [22].

Относительно новая технология для изображения серии двухмерных плоскостей изображения – многосрезовое изображение (MSV, Medison) и томографическое УЗИ (TUI, GE-Kretz) (см. рис. 40.31). Могут быть определены как желаемая плоскость изображения, так и интервал между срезами при использовании этого метода.

Анимация изображения (кинорежим). Для получения очень четкого пространственного изображения объекта множественные последовательные или перекрывающиеся трехмерные изображения могут быть рассчитаны и продемонстрированы на мониторе в форме вращающейся последовательности изображений. Эта анимация может быть выполнена в поверхностном режиме, прозрачном режиме или режиме стеклянного тела. Оператор определяет начальную и конечную точки последовательности (например, общий угол вращения) и угол между отдельными кадрами изображения (см. рис. 40.46). После завершения расчета трехмерное изображение может быть представлено как анимационная последовательность на мониторе. Объект может вращаться вокруг оси X или Y. Скорость вращения зависит от общего угла вращения и количества кадров изображения.

Электронный скальпель. Электронный скальпель [23] может использоваться, чтобы выборочно переместить перекрывающиеся структуры, которые препятствуют поверхностной обработке. Для этой цели доступны различные методы получения срезов. Электронный скальпель также используется для перемещения части органа, например передней или боковой половины матки или яичника (см. рис. 40.17–40.30). Изображение серой шкалы и цветной эхо-сигнал в режиме стеклянного тела могут быть перемещены относительно друг друга.

Фильтрация. Внутренние эховключения в кистозных поражениях, дающие нежелательный эхо-сигнал, могут вызывать проблемы при поверхностной обработке. Эти нежелательные эховключения могут быть удалены путем фильтрации при использовании *порогового контроля*. Контроль регулируется до уровня, необходимого для устранения внешних эхо-сигналов (см. рис. 40.49) [16]. Порог не должен быть установлен слишком высоко, так как это может также переместить эхо-сигнал от нормальных тканей и вызывать ятрогенные дефекты. Пороговый фильтр не нужен в прозрачном режиме.

Контрастность и яркость. Яркость и контрастность изображения регулируются при всех методах визуализации, и любые изменения немедленно отображаются на мониторе. Это управление в интерактивном режиме делает возможным изображение любого объекта с оптимальной яркостью и контрастностью [16]. При обработке в режиме стеклянного тела могут быть отрегулированы независимо друг от друга цветовой режим и режим серой шкалы.

Цветное выделение. Кроме простой визуализации в режиме серой шкалы, различные методы цветного изображения мо-

гут быть отобраны для получения трехмерного изображения. В некоторых случаях патология на изображении может быть представлена более четко при использовании специфической окраски (см. рис. 40.10).

Измерения. Измерение может быть проведено во всех трех плоскостях многоплоскостного изображения. Однако измерения недоступны в обработанном изображении.

Определение объема. При использовании программы вычисления объема Виртуального компьютерного анализа органов (VOCAL) (GE-Kretz) объем органов или образований может быть вычислен вручную или полуавтоматически и представлен как отдельное трехмерное изображение на экране (см. рис. 40.47).

Гистограмма. Благодаря этой особенности сканограммы в цветовом и серошкальном режимах в пределах обозначенного объема могут быть представлены как отдельные графические изображения (см. рис. 40.54).

■ Архивирование

Объемы так же, как и трехмерные изображения, могут быть записаны на внешнем жестком диске, магнитно-оптическом диске (МО-диск), CD или DVD для цифрового хранения.

Преимущества 3D-ультразвукового исследования

Автоматическое сканирование малого таза трехмерным ультразвуковым датчиком для набора и хранения выбранного объема открывает новые диагностические возможности в малом тазу (табл. 40.1) [11, 12, 24, 25]. Главное преимущество – способность выполнять поперечные сечения в дополнение к обычному сагиттальному и венечному сканированию. Также врач может тщательно изучить сохраненный объем миллиметр за миллиметром во всех трех плоскостях и имеет возможность вращения объема во всех трех измерениях. Это позволяет не только выявить максимальное распространение патологического признака, но и определить точное топографическое расположение поражения во всех трех плоскостях. Способность к одновременному отображению всех трех ортогональных плоскостей на мониторе также дает возможность провести точный анализ измеряемого объема [26, 27]. Это чрезвычайно важно в определении объема опухолей [28, 29].

Таблица 40.1 Преимущества трансвагинального трехмерного УЗИ над обычным двухмерным УЗИ

- Одновременная визуализация всех трех плоскостей изображения (сагиттальное, венечное и поперечное сканирование)
- Способность вращения объема, в связи с чем патологические образования могут быть изображены в оптимальной плоскости
- Способность производить топографическое обозрение органов в сохраненном изображении
- Трехмерная реконструкция поверхности и прозрачное изображение
- Реконструкция поверхности среза
- Точное измерение объема
- Уменьшение общего времени сканирования пациента
- Цифровое хранение объема без потери данных
- Способность доступа и оценки сохраненного объема в любое время
- Исследуемый объем можно оценить и проанализировать при повторном рассмотрении (телеметрия)
- Новые возможности повышения квалификации врачей

Кроме того, способность реконструировать трехмерное поверхностное изображение или прозрачное изображение дает возможность получить прямое изображение таких органов, как матка или придатки матки, подобное их макроскопическому реальному виду. Дополнительный цветной доплеровский сигнал также обеспечивает трехмерное изображение перфузии опухоли. Эти три характеристики открывают новые возможности в диагностике гинекологических заболеваний.

Автоматический набор обозначенного объема за 0,5–4,0 с может значительно уменьшить общее время, необходимое для сканирования. Как только оптимальный объем сохранен, он может быть исследован в различных плоскостях сечения так часто, как это необходимо, даже после того, как пациентка ушла [16, 17, 19]. Могут быть произведены дополнительные измерения, и реконструировано новое трехмерное изображение. Это можно выполнить немедленно после УЗИ или в более позднее время. Второй врач может также исследовать и оценить объем, который сохраняется с цифровым качеством изображения. Если необходимо мнение второго врача, программа сжатия может использоваться для передачи данных объемов через интернет консультирующему эксперту, который может загрузить это объемное образование в свой компьютер для оценки [30]. Сохраненные объемы также могут быть ресурсом для продолжения образования и обучения: могут быть выполнены множественные копии выбранного объема, для того чтобы различные врачи могли изучать такой же объем одновременно [31]. Наконец, способность архивировать объем без потери данных обеспечивает возможность для ретроспективного анализа объема в более поздние сроки.

Когда E.Merz и соавт. (1995) [12] проводили сравнение двухмерного и трехмерного УЗИ 223 гинекологических больных с различными состояниями, они обнаружили, что трехмерное УЗИ дает преимущества над традиционным двухмерным УЗИ в 61% случаев. Преимущества связаны с избирательной визуализацией необходимой плоскости, точным измерением объема образований малого таза и способностью получать поверхностное и прозрачное изображение, сходное с их внешним видом в жизни.

Проблемы, связанные с трансвагинальным 3D-ультразвуковым исследованием

Каждому врачу, который переходит с проведения двухмерного трансвагинального УЗИ к трехмерному, необходим начальный период обучения, в течение которого ему придется учиться набирать выбранные объемы, ориентироваться в пределах сохраненного объема и реконструировать трехмерное изображение. Поскольку объем может произвольно вращаться в пространстве, такие понятия, как краниальный, каудальный, левый и правый, больше не имеют отношения к границам изображения, как при двухмерном УЗИ, а относятся скорее к исследуемому объекту [12]. В результате врачу придется хорошо ориентироваться в пространстве, в котором располагается трехмерный объект. В конечном счете, единственная плоскость сканирования, которая важна для врача, это та, которая позволяет визуализировать область интереса с самой высокой четкостью. Это может быть продольная, венечная, горизонтальная или произвольная косая плоскость сечения.

Одновременный набор сигнала в режиме серой шкалы и цветного доплеровского картирования может занять более 10 с, в течение которых датчик должен быть неподвижным. Любое движение датчика во время получения объема будет причиной неоднородного ввода объема в память, приводящего к возникновению двигательных артефактов.



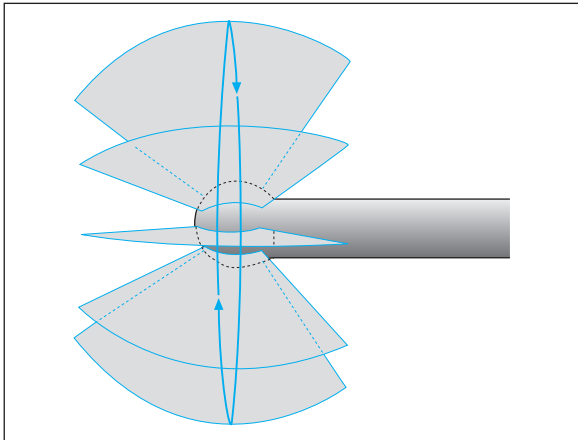
1a



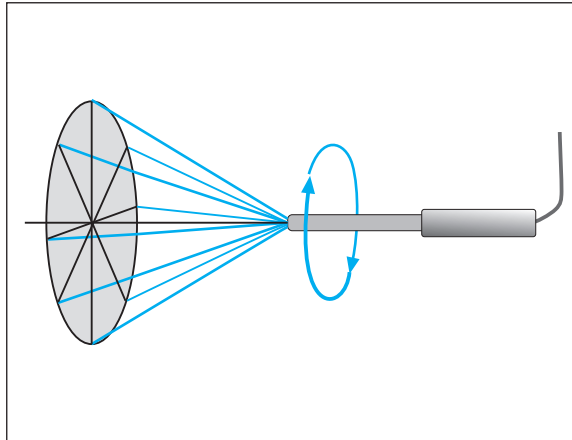
1b



1c



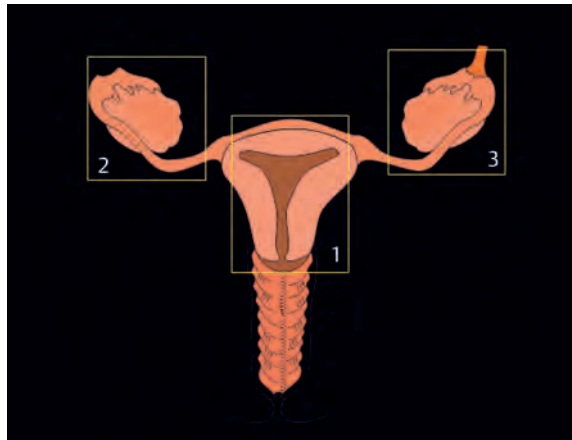
2



3



4



5

- Рис. 40.1 Трехмерные внутривлагалищные датчики.
- а** Первый трехмерный внутривлагалищный датчик с латеральным набором объема (используется преимущественно для внутривлагалищного исследования).
 - б** Трехмерный влагалищный датчик с фронтальным набором объема.
 - в** Трехмерный влагалищный датчик с веерообразным фронтальным направлением луча.

Рис. 40.2 Схематическое изображение внутривлагалищного датчика с боковым распределением луча. Исследуемый объем набирается при вращении боковой плоскости в В-режиме вокруг оси датчика.

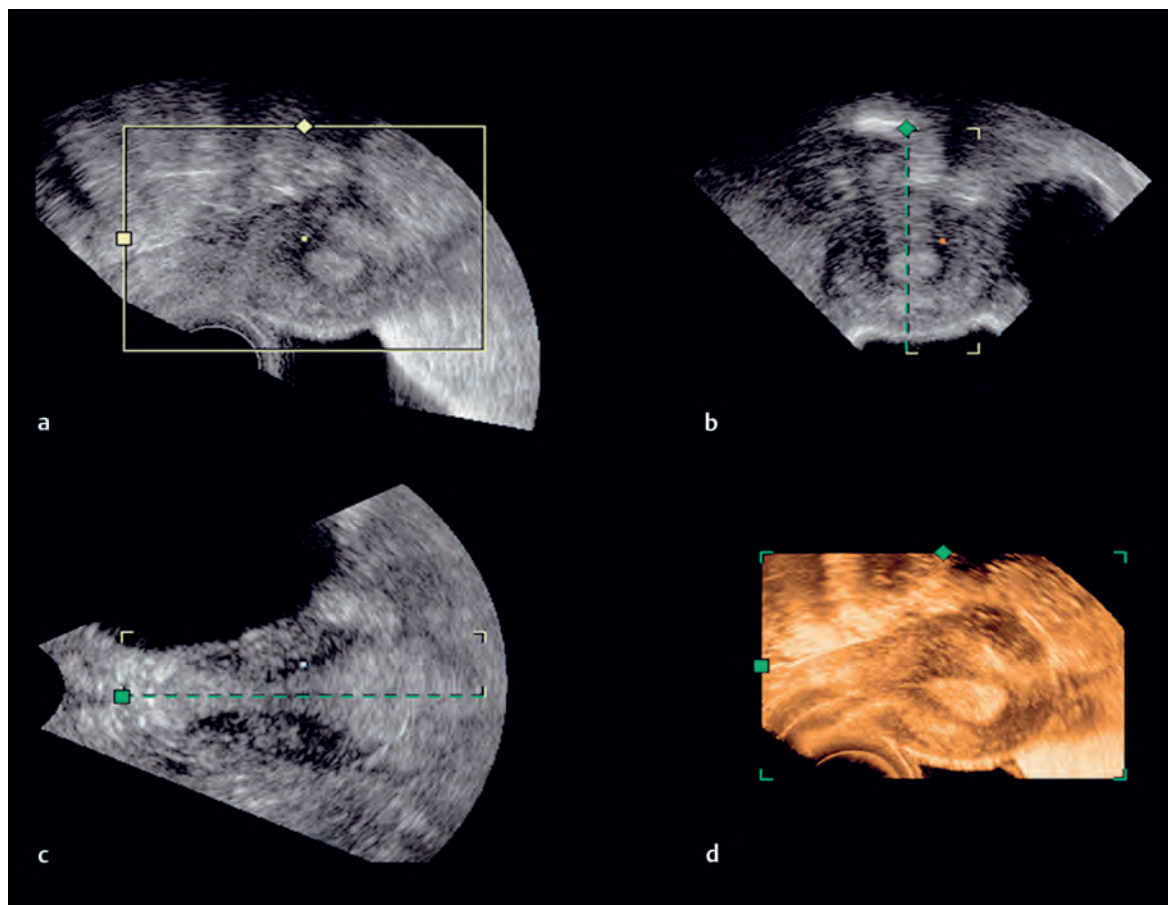
Рис. 40.3 Схематическое изображение трансвагинального трехмерного датчика с распределением луча из наконечника. Набор исследуемого объема получают при вращении плоскости В-режима под углом 180°.

Рис. 40.4 Принципы сканирования 3D/4D-влагалищным датчиком. При использовании датчика с распределением луча из наконечника, вращение двухмерной плоскости происходит из точки 0 в точку 1, а затем возвращается в точку 2.

Рис. 40.5 Получение объема. Три объема могут быть в малом тазу. Объем 1: матка. Объем 2: правый яичник. Объем 3: левый яичник.

Рис. 40.6 Эндометрий, изображаемый в трех ортогональных плоскостях сечения и при поверхностной обработке.

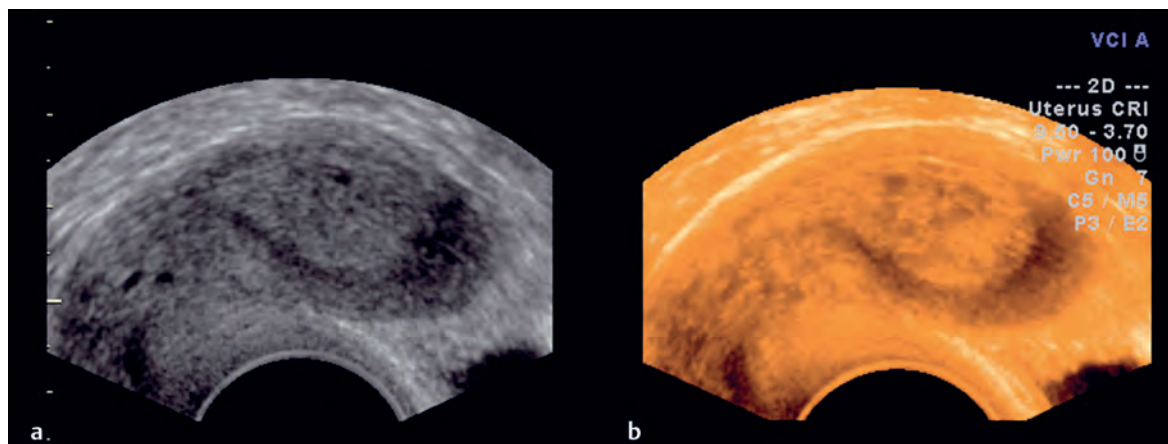
- a Сагиттальное сечение через матку.
- b Поперечное сечение через матку.
- c Венечное сканирование через матку.
- d Изображение объемной реконструкции поверхности эндометрия в продольном сагиттальном сечении.



6

Рис. 40.7 VCI-A-изображение матки в положении антефлексию с большим полипом эндометрия.

- a Обычное двухмерное изображение.
- b VCA-A-изображение гораздо более контрастное.



7

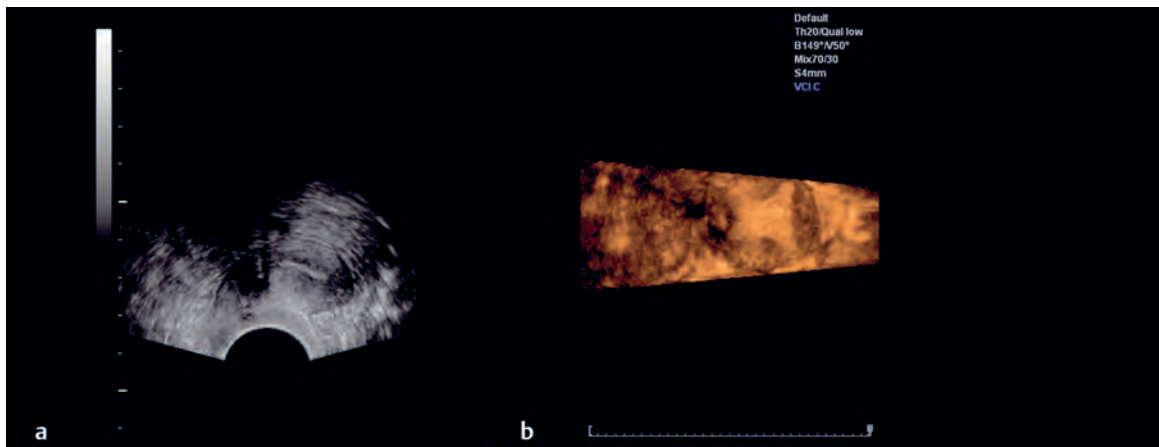


Рис. 40.8 VCI-C-изображение эндометрия.

- a** Двухмерное изображение нормальной матки в положении ретрофлексию с ровным эндометрием.
- b** Когда исследуемая часть эндометрия была выделена зеленой линией (рис. 40.8a), венечное изображение эндометрия сразу же появилось с правой стороны в разрезе. Срез в венечном сечении дает хорошее изображение области угла матки.

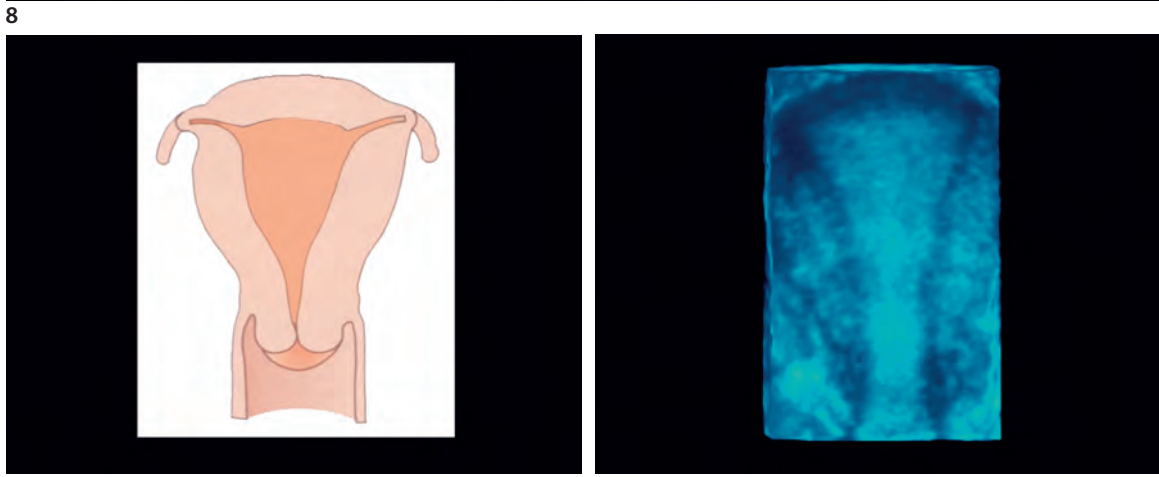


Рис. 40.9 Схематическое изображение эндометрия в венечном сечении.

Рис. 40.10 Поверхностная реконструкция эндометрия в матке, находящейся в положении антефлексию.

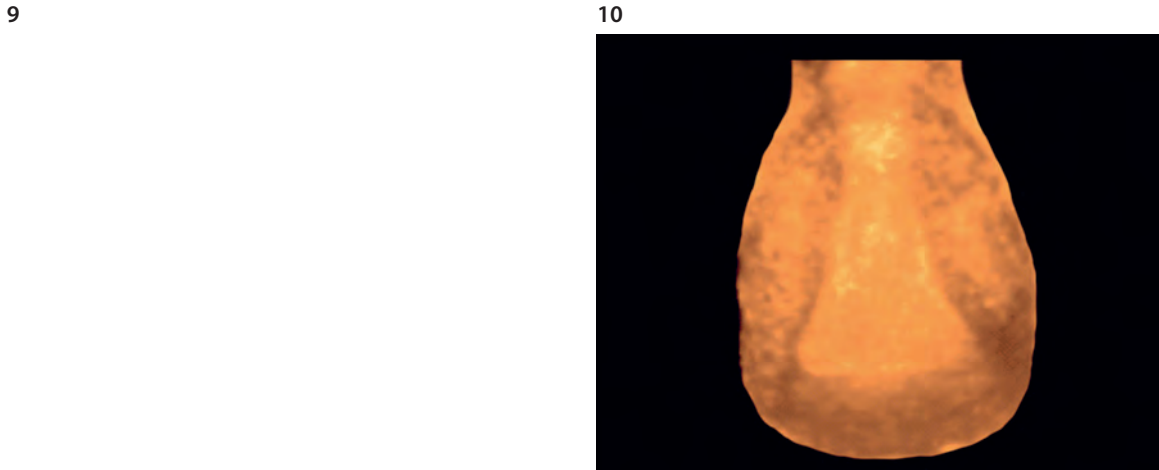


Рис. 40.11 Поверхностная реконструкция эндометрия в матке, находящейся в положении ретрофлексию.

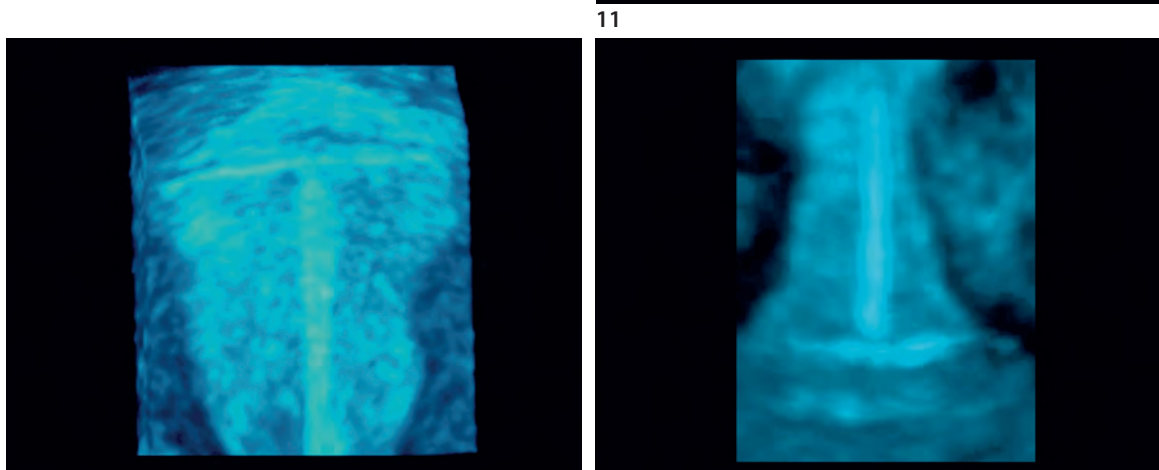


Рис. 40.12 Реконструкция изображения в венечной плоскости Т-образной медной внутриматочной спирали в матке, находящейся в положении антефлексию.

Рис. 40.13 Нормальное положение Т-образной медной внутриматочной спирали в увеличенной матке, находящейся в положении ретрофлексию. Объемная реконструкция поверхностного изображения.

**Ультразвуковое
исследование
через полость матки**

42 Ультразвуковое исследование через полость матки: техника и применение

УЗИ через полость матки, известное также как гистеросонография [1–5], – процедура визуализации, при которой узкий ультразвуковой датчик вводится через расширенный цервикальный канал в полость матки (рис. 42.1). Поскольку расширение цервикального канала болезненно, исследование требует местной анестезии или кратковременной общей анестезии, таким образом ограничивая амбулаторное использование этой техники. Чтобы предотвратить повреждение шейки матки и эндометрия, внутриматочный датчик располагается внутри металлической трубки таким образом, чтобы только рассеивающий наконечник свободно вращался в полости матки.

Частота, используемая при УЗИ через полость матки, обычно выше (7–10 МГц), чем при трансвагинальном УЗИ. Более высокая частота обеспечивает превосходное разрешение в области ближнего поля, но очень ограничивает глубину проникновения луча, особенно когда используется датчик с частотой 10 МГц. В этих случаях может быть невозможно определить внешнюю границу матки при утолщении эндометрия.

Вращающийся преобразователь монтируется на наконечнике датчика и обеспечивает поперечное сканирование матки (рис. 42.1–42.4). Эндометрий, миометрий и околоматочное пространство могут быть четко визуализированы. Также может быть продемонстрировано маточно-трубное соединение (рис. 42.5). Дно матки может быть точно оценено только в том случае, если внутриматочный датчик имеет способность сканировать в переднем направлении.

УЗИ через полость матки полезно для специфического исключения внутриматочной патологии и для селективного обнаружения мелких субмукозных миоматозных узлов (рис. 42.6) и другой патологии эндометрия (рис. 42.7).

У больных со злокачественными процессами матки сканирование через полость матки позволяет определить форму опухоли, направление ее роста и латеральное распространение опухолевой инфильтрации (рис. 42.8–42.10).

Рис. 42.1 УЗИ через полость матки. Схематическое изображение.

Рис. 42.2 Нормальная шейка матки при поперечном сечении.

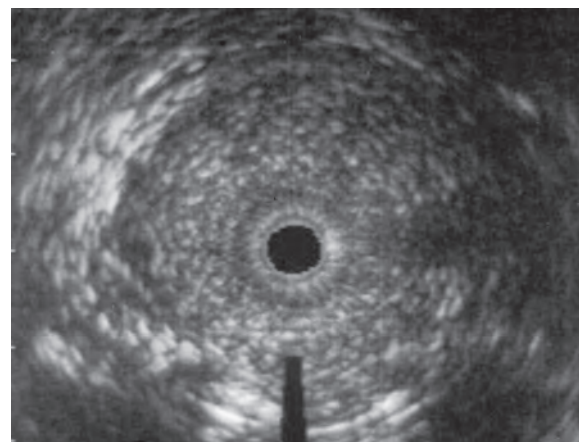
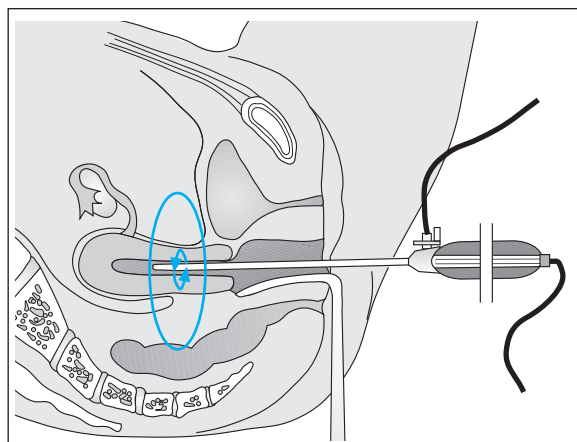


Таблица 42.1 Применение УЗИ через полость матки

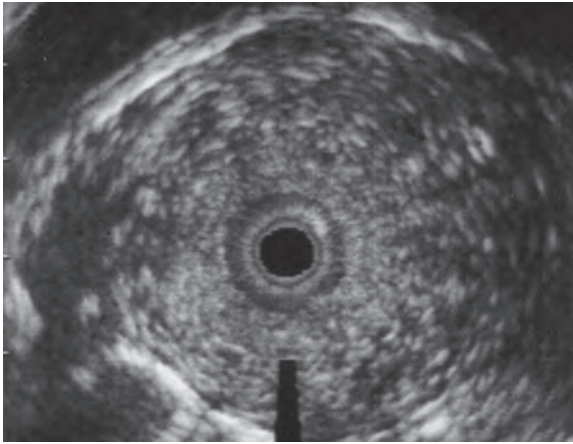
- Выявление субмукозных миоматозных узлов
- Обнаружение полипов слизистой оболочки матки
- Оценка глубины инвазии рака эндометрия
- Оценка глубины инвазии рака шейки матки, включая и распространение на параметрий
- Планирование внутриматочной радиотерапии

Возможные показания к УЗИ через полость матки перечислены в таблице 42.1.

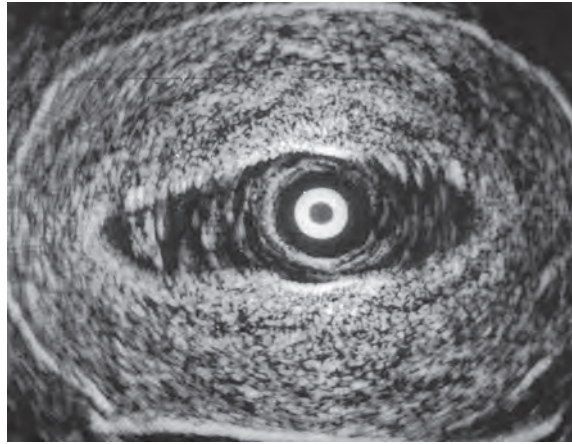
Учитывая постоянное совершенствование в разрешении влагалищных датчиков и неинвазивность трансвагинального УЗИ, в настоящее время нет причин считать УЗИ через полость матки наиболее благоприятной диагностической процедурой. Исключение из этого принципа возникает при проведении лучевой терапии, при которой предварительная оценка распространения опухоли позволяет более точно планировать внутриматочную лучевую терапию [2].

Литература

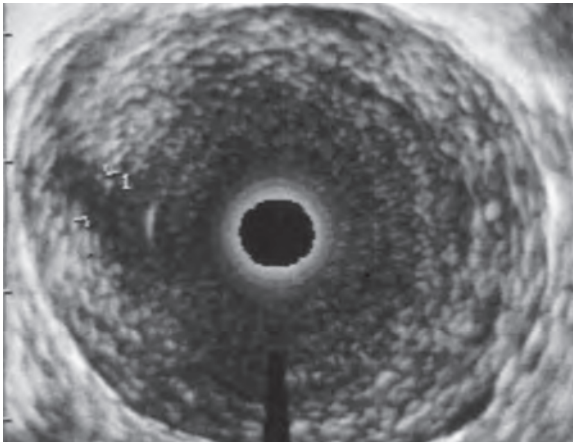
- 1 Höttinger H, Becker H, Becker V. Intrauterine Ultraschalltomographie (IUT): Vergleich mit makroskopischen Präparateschnitten. Geburtshilfe Frauenheilkd 1984;44:219–24.
- 2 Höttinger H. Durch Intrauterinsonographie optimierte intrakavitäre Strahlentherapie bei Korpuskarzinomen. Strahlentherapie 1984;160:600–4.
- 3 Höttinger H. Hysterosonography and hystero-graphy in benign and malignant diseases of the uterus: a comparative in vitro study. J Ultrasound Med 1991;10:259–63.
- 4 Popp LW, Lueken RP, Lindemann HJ. Hysterosonographie. Diagn Intensivther 1982; 4:69–73.
- 5 Popp LW, Lueken RP, Müller-Holve W, Lindemann HJ. Gynäkologische Endosonographie: erste Erfahrungen. Ultraschall 1983;4:92–7.



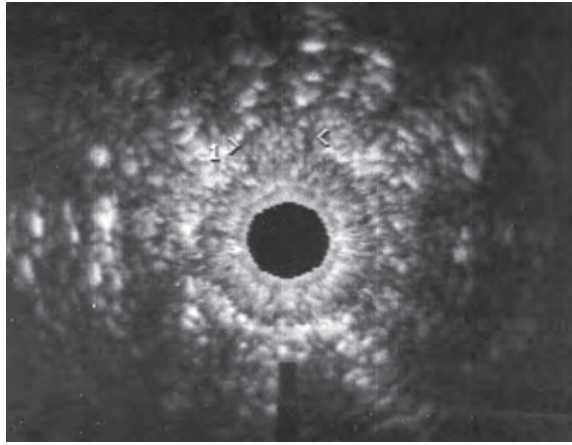
3



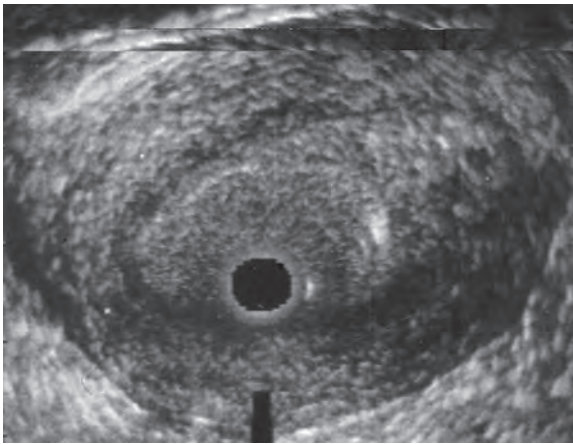
4



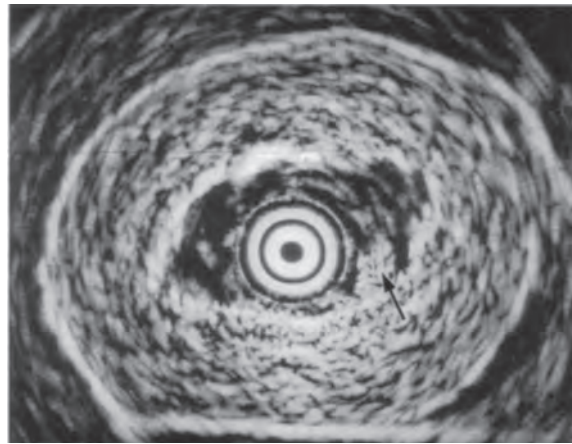
5



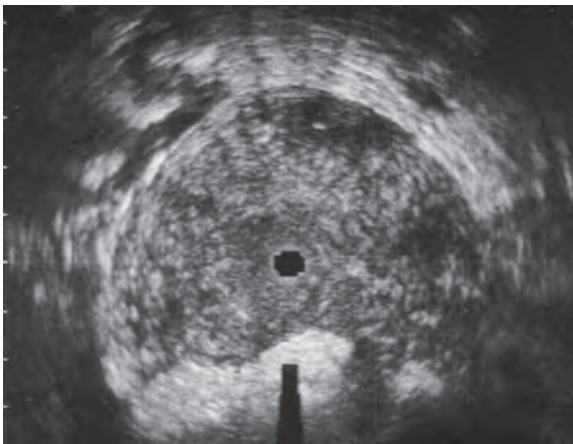
6



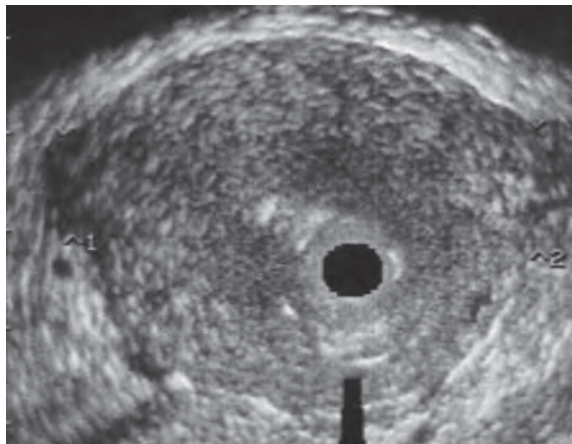
7



8



9



10

Рис. 42.3 Нормальное тело матки в поперечном сечении.

Рис. 42.4 Нормальное изображение дна матки (любезно предоставлено проф. H.Hötzingер).

Рис. 42.5 Изображение маточно-трубного соединения (угол матки) с правой стороны без признаков патологии.

Рис. 42.6 Небольшой субмукозный миоматозный узел (диаметр 6 мм).

Рис. 42.7 Аденоматозная гиперплазия.

Рис. 42.8 Экзофитный рак эндометрия в положении на 4 часах (стрелка) (изображение любезно предоставлено проф. H.Hötzingер).

Рис. 42.9 Распространенный рак тела матки, пенетрирующий все слои стенки.

Рис. 42.10 Рак шейки матки с инфильтрацией обоих параметриев (обозначено значками ><).

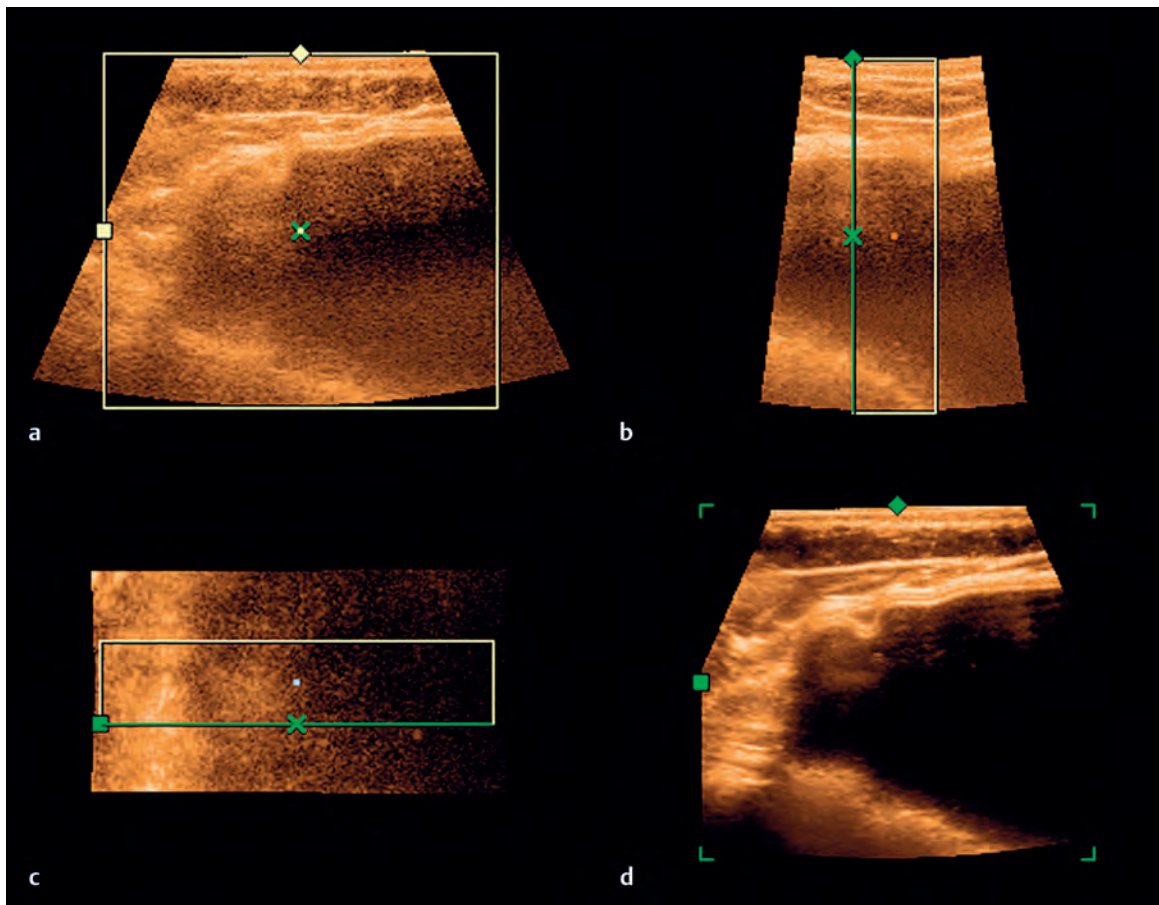
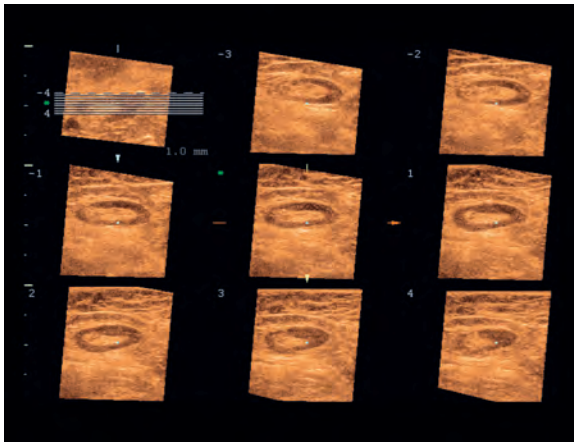
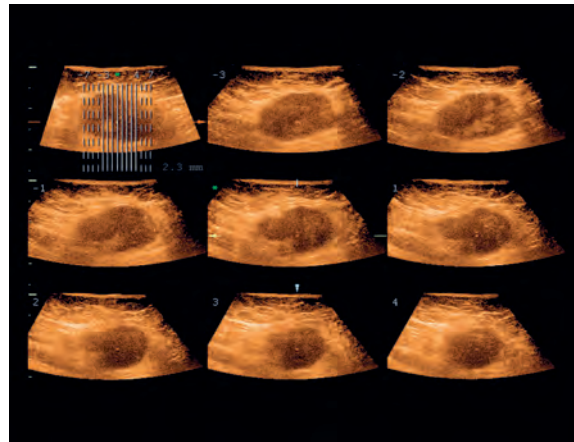


Рис. 44.74. Исключение разрыва старого импланта молочной железы. Многоплоскостное изображение и поверхностная обработка изображения демонстрируют смятую поверхность импланта. Легче исключить разрыв при поверхностной обработке изображения (d), чем при многоплоскостном изображении (a–c), так как поверхностный режим определяет стенки импланта с большей четкостью.

74



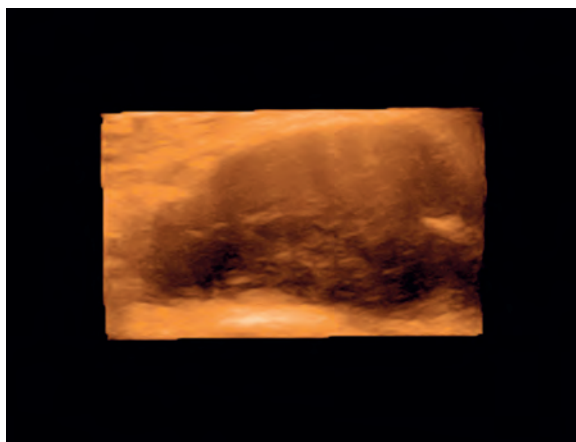
75



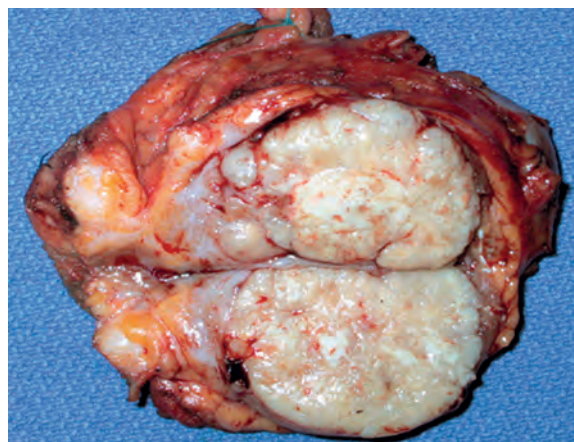
76

Рис. 44.75. Томографическое ультразвуковое изображение увеличенного подмышечного лимфатического узла. Серийное исследование венечных срезов с интервалом 1 мм демонстрирует отсутствие очевидных метастазов в лимфатическом узле. Гистологическое исследование: реактивная лимфаденопатия.

Рис. 44.76. Томографическое ультразвуковое изображение гипоехогенного лимфатического узла, пораженного метастазом. Поражение исследовано в поперечной последовательности срезов с интервалом 2,3 мм. Различная степень негетогенности определяется на разных срезах.



77



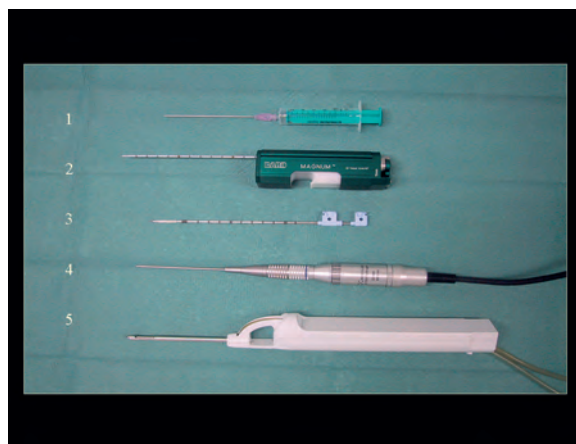
78

Рис. 44.77. Трехмерная поверхностная обработка изображения метастазов в лимфатический узел.

Рис. 44.78. Хирургический макропрепарат, соответствующий рисунку 44.77.

Рис. 44.79 Инструменты для минимально-инвазивной биопсии молочной железы.

1. Тонкоигольная аспирационная биопсия: игла 20G с обычным шприцем.
2. Биопсийный пистолет со штифтовой иглой 14G.
3. Игла для высокоскоростной открытой биопсии с собирательной камерой длиной 20 мм.
4. Биопсийное сверло, ранее используемое для «слепого» забора тканей из пальпируемых образований молочной железы.
5. Игла для проведения вакуумной биопсии (11G) для использования с ручным маммотомным аппаратом – единственный используемый инструмент, с прикрепленной трубкой.



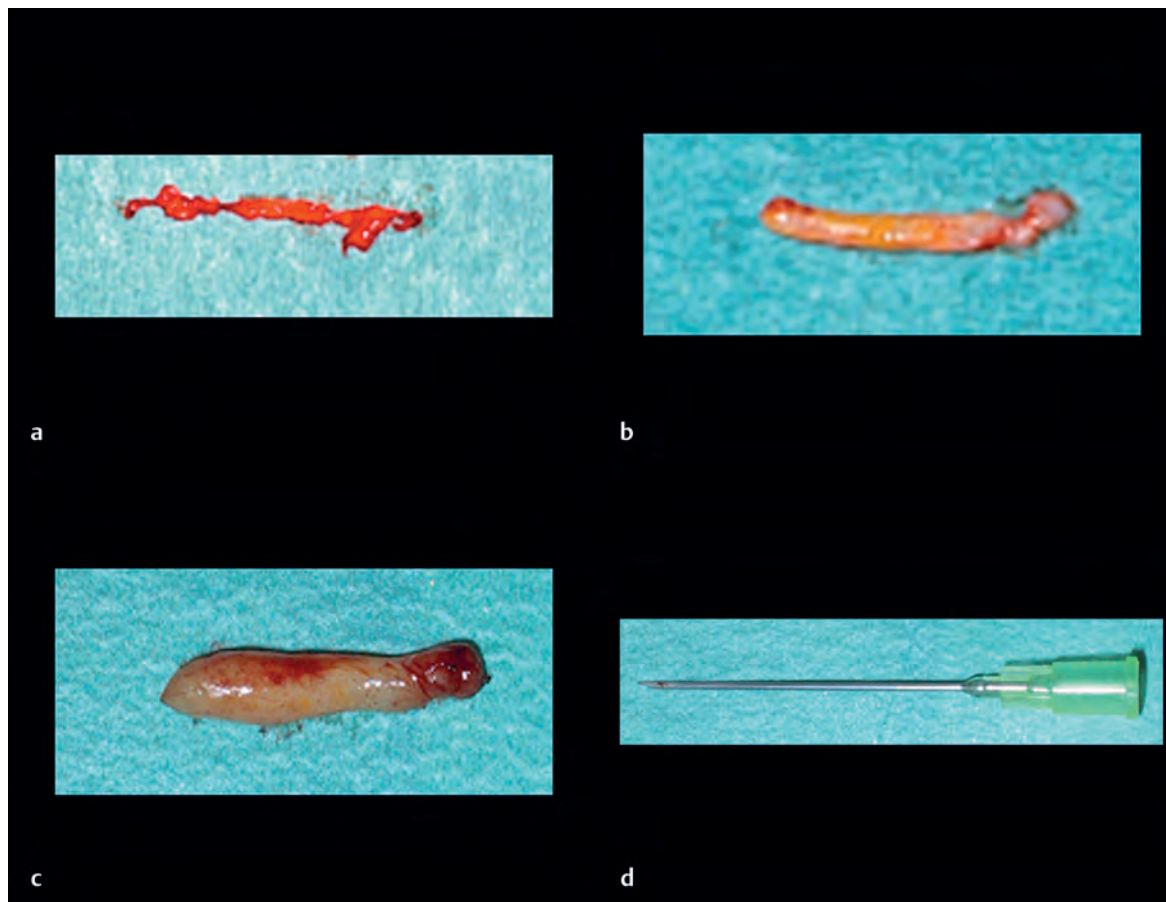
79



80

Рис. 44.80 Ручная вакуумная биопсия молочной железы с трехмерным ультразвуковым контролем. Игла вводится параллельно поверхности датчика и стенке грудной клетки.

Рис. 44.81 Участок ткани, полученный с использованием игл различного диаметра. Вакуумная биопсия обеспечивает лучший образец тканей благодаря вакуумному эффекту и большому просвету иглы. Инъекционная игла для сравнения.



81

ложение иглы перед поражением или позади него. Врач должен ротировать датчик под углом 90° (это может быть затруднено при большом размере груди или малых размерах поражения), чтобы определить иглу как точку в сагиттальной плоскости и документировать правильное расположение иглы.

При многоплоскостном изображении при трехмерном УЗИ молочной железы врач может непосредственно визуализировать иглу во всех трех плоскостях на мониторе без необходимости изменять положение датчика. Это обеспечивает непосредственное подтверждение, что игла для биопсии правильно располагается во все трех плоскостях (см. рис. 44.82–44.86). Это также указывает, какое количество биопсийных образцов необходимо получить.

Одновременная визуализация иглы и поражения во всех трех плоскостях является вариантом трехмерного ультразвукового изображения молочной железы и названа *прицельным трехмерным УЗИ*.

Положение иглы относительно поражения описано как *центральное, эксцентрическое, краевое или за пределами поражения* (см. рис. 44.82–44.86).

C.F.Weismann (2000) [21] исследовал роль трехмерного ультразвукового контроля в исследовании 188 прицельных и 24 тонкоигольных биопсий. После завершения биопсии под двухмерным ультразвуковым контролем набирался соответствующий объем и оценивался при трехмерном исследовании. Он обнаружил, что центральное или эксцентрическое (удовлетворительные) положения иглы были получены только в 82% случаев. Многоплоскостной трехмерный анализ показал краевое расположение иглы в 10% случаев, и в 8% случаев игла располагалась за пределами поражения. Это исследование показало полную чувствительность 98% и специфичность 100% для трехмерного ультразвукового контроля биопсии, и эти выводы были подтверждены в других исследованиях [22–24].

Вопрос, сколько биопсийных образцов необходимо выполнить для точного, окончательного гистологического диагноза, обсуждается в нескольких крупных исследованиях [25–27]. Большинство авторов рекомендуют взятие пяти образцов тканей. При точном контроле положения иглы трехмерное УЗИ может внести существенный вклад в уменьшение числа пункций, которые необходимы для установления точного диагноза [22].

Существуют случаи, в которых необходим забор более пяти образцов, в зависимости от размера и структуры поражения. В таких случаях чрезвычайно важно задокументировать забор отдельных биопсийных образцов, так как различные гистологические структуры могут быть обнаружены в одном поражении, поэтому необходим забор различных участков тканей (см. рис. 44.85). В случаях, когда устройство для вакуумной биопсии используется для полного удаления доброкачественных поражений, игла размещается *ниже* поражения (в отличие от расположения иглы для прицельной биопсии, используемой при подозрении на злокачественный процесс) и ткань поражения иссекается одним слоем при одном проколе кожи (см. рис. 44.87, 44.88).

Успех прицельной биопсии под трехмерным ультразвуковым контролем, как и при биопсии под двухмерным ультразвуковым контролем, принципиально зависит от *опыта врача* и техники проведения процедуры. Самые частые факторы, обуславливающие неудачу прицельной пункции под ультразвуковым контролем, включают: поражение очень маленькое и изоэхогенное по отношению к окружающим тканям (например, фиброкистозные узелки); цель пункции и/или игла расположены за пределами образца объема; игла не может быть визуализирована, потому что она была введена слишком быстро или маскируется экзогенными структурами.

Таблица 44.2 Основной протокол прицельной биопсии молочной железы под трехмерным ультразвуковым контролем

- Предварительный анализ поражения при проведении трехмерного УЗИ (расположение, морфология, доброкачественные или злокачественные характеристики)
- Под непрерывным двухмерным ультразвуковым контролем (в «условной» поперечной плоскости) игла вручную вводится параллельно коже и продвигается в направлении поражения без введения ее в сам очаг поражения
- Выделяется узкий объем области исследования, получают изображение многоплоскостного вида для проверки положения иглы во взаимосвязи с поражением (определяется длина введения иглы в очаге поражения)
- Положение иглы регулируется по мере необходимости
- Игла продвигается в очаг поражения и остается на месте
- Набор объема иглы и поражения
- Многоплоскостной анализ положения иглы (исключая вакуумную биопсию, игла должна быть введена внутрь поражения)
- Объем сохраняется в цифровом формате для записи правильного положения иглы

Рутинное использование трехмерного УЗИ для контроля минимально-инвазивной биопсии может обеспечить уровни чувствительности и специфичности, сопоставимые с получаемыми при открытой биопсии молочной железы. Она является не только быстрым и точным методом для гистологического исследования неопределенных поражений молочной железы, но также имеет низкий уровень болезненности. Трехмерное ультразвуковое сканирование также обеспечивает идеальную форму записи процедуры (полный блок объема с иглой в поражении), обеспечивающую ретроспективный повторный осмотр места пункции в поражении. Это позволяет врачу быть более уверенным в интерпретации гистологических данных в проблемных случаях и в оценке чрезвычайно мелких поражений (см. рис. 44.86).

Таблица 44.2 представляет основной протокол для выполнения прицельной биопсии молочной железы под трехмерным ультразвуковым контролем.

■ Четырехмерное ультразвуковое исследование

Четырехмерное УЗИ молочной железы – это трехмерное УЗИ молочной железы в режиме реального времени (вплоть до 35 объемов в секунду). Кроме возможности селективной оценки структуры опухоли, эта технология также позволяет проводить наблюдение за сжимаемостью опухоли молочной железы в ответ на компрессию датчиком.

Четырехмерное УЗИ также используется для контроля прицельной биопсии молочной железы, обеспечивая визуализацию продвижения иглы в режиме реального времени в многоплоскостном изображении и в обработанных видах. Нужно использовать очень узкое окно объема, чтобы гарантировать точную визуализацию иглы. Кроме того, иглу нужно ввести точно параллельно коже таким образом, чтобы она могла быть отчетливо визуализирована на всю длину. Визуализация может быть несколько затруднена при биопсии бессимптомных поражений, потому что иглу не всегда возможно провести параллельно коже. Ориентирование в более глубоких отделах молочной железы может вызывать затруднения у врача, который имеет небольшой опыт биопсии молочной железы.

Объемное контрастное изображение (VCI) – специальная четырехмерная техника «толстого среза», при которой относительно тонкие объемы изображаются в быстрой последовательности с улучшенным контрастированием. Это преимущественно изображения селективных ультразвуковых срезов, в которых

толщина срезов колеблется от 3 до 20 мм. Преимущество заключается в том, что датчики такого же типа используются при двухмерном УЗИ и изображение имеет сходство с обычным двухмерным даже при очень тонких срезах.

В *технике VCI-A* изображается такой же анатомический регион, как при двухмерном изображении, но узкое трехмерное изображение приводит к лучшей контрастности тканей (см. рис. 44.89).

В *технике VCI-C* тонкий объем набирают перпендикулярно плоскости двухмерного изображения. Необходимый уровень набора объема выбирается при проведении манипуляции линией зеленого индикатора в двухмерном изображении. Техника VCI-C обеспечивает морфологическую информацию относительно плоскостей, которые недоступны для обычного двухмерного сканирования. Это облегчает определение венечной плоскости сечения в молочной железе (см. рис. 44.90).

При *пространственно-временной технике* корреляция изображения, которая используется с энергетическим доплеровским сканированием, врач может оценить не только направление кровотока в пределах опухоли, но и перфузию опухоли, включая пульсацию сосудов.

Преимущества и проблемы 3D-ультразвукового исследования молочной железы

■ Преимущества трехмерного ультразвукового исследования молочной железы

Главные преимущества трехмерного УЗИ молочной железы – способность приобретать и запоминать объемы тканей и наличие различных методов, доступных для демонстрации и манипулирования объектами, которые в цифровой форме сохранены в электронной памяти.

В многоплоскостном режиме, который демонстрирует все три ортогональные плоскости сечения, третья (венечная) плоскость представляет особенно важное дополнение в диагностике поражений молочной железы.

Поверхностная обработка подкрепляет способность врача к «реконструкции» трехмерной «умственной» картины при обычном 2D-изображении получением фактического трехмерного изображения. Это изображение доступно для рассмотрения на мониторе другим врачом и непосредственно пациентом.

Впервые трехмерное изображение сосудов в режиме стеклянного тела позволяет проводить анализ структуры васкуляризации в трех измерениях. Эта техника становится особенно важной для оценки неоваскуляризации злокачественных опухолей.

При использовании трехмерной технологии в контроле минимально-инвазивных процедур, таких как биопсия, это создает возможность не только контролировать и направлять введение иглы во всех трех плоскостях, но и записывать и сохранять положение иглы во всех измерениях после того, как игла была размещена в пределах поражения.

Клинически существенные преимущества трехмерного УЗИ молочной железы суммируются в таблице 44.3.

■ Проблемы в трехмерном и четырехмерном ультразвуковом исследовании молочной железы

Технические аспекты трехмерного УЗИ молочной железы, особенно получение объема, могут первоначально показаться неуклюжими. Например, большой коробовидный датчик, использу-

Таблица 44.3 Преимущества трехмерного/четырёхмерного УЗИ для специфических показаний

➤ Получение третьей (венечной) плоскости	– Новые критерии для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных поражений – Лучшая оценка системы протоков (внутрипротоковое распространение)
➤ Томографический осмотр объема тканей	– Фотореалистичное изображение доброкачественных поражений – Точная визуализация требуемой плоскости (многосрезовое, томографическое изображение) – Детальная оценка внутрипротоковых и кистозных структур – Определение многоочаговых и многоцентричных поражений
➤ Визуализация внутренней стенки кисты	– Изображение внутренних структур кисты и подтверждение или исключение крошечных пролиферативных поражений в стенке кисты – Оптимальная визуализация контуров опухоли
➤ Наблюдение поражений молочной железы под различными углами	– Последующее наблюдение
➤ Точное измерение объема поражений	– Анализ структуры васкуляризации, характеристик просвета, перфузии опухоли
➤ Трехмерная оценка сосудистой системы	– Максимальная диагностическая точность
➤ Точный контроль прицельной биопсии с одновременной визуализацией поражения и иглы в трех ортогональных плоскостях	– Малое количество неэффективных пункций – Точный, окончательный гистологический диагноз
➤ Способность полного сохранения объема без потери данных	– Позволяет проводить множественный анализ (ретроспективная и вторичная обработка), возможность воспроизведения – Новые возможности для тренировки специалистов, особенно в соотношении с ультразвуковыми признаками при наличии патологии – Оптимальная запись и хранение информации
➤ Повторная оценка и повторная обработка сохраненного объема возможна в любое время	– Удобство для врача – Улучшение качества – Сокращение времени исследования
➤ Способность электронной передачи данных	– Консультации и конференции с использованием средств телемедицины

мый при трехмерном УЗИ, значительно отличается от обычного узкого двухмерного линейного датчика. Другая проблема в том, что набор объема требует определенной степени планирования, гарантирующего, что объем может быть оптимально сохранен и обработан.

Кроме того, разнообразие режимов демонстрации, ориентация в пределах объема, трактовка артефактов и различные другие проблемы не могут быть решены путем «прикосновения к кнопке». Все эти проблемы решает врач. Однако все эти проблемы решаются при обучении, которое в общем-то не является длительным процессом для врача, имеющего опыт в двухмерном УЗИ молочной железы, но конечно, заслуживает внимания при

Таблица 44.4 Возможные проблемы при трехмерном и четырехмерном УЗИ молочной железы

- Врач привыкает к размеру и форме датчика
- Удачное использование трехмерного УЗИ молочной железы требует серьезного изучения двухмерного УЗИ
- В течение периода обучения врач может иметь проблемы ориентации в сохраненном объеме
- Прицельная биопсия небольших поражений под четырехмерным ультразвуковым контролем может быть резервом для опытного врача (ориентация и одновременная визуализация иглы и поражения в узком окне объема может быть в некоторых случаях затруднена)
- Технические недостатки (например, угол набора объема слишком мал, установки порога слишком высокие или слишком низкие, артефакты движения, неадекватное использование электронного скальпеля) могут приводить к затруднениям или ошибочной интерпретации изображения, а следовательно, к ошибкам в диагностике
- Трехмерное и четырехмерное УЗИ молочной железы, как и обычное двухмерное УЗИ, очень зависят от опыта врача, несмотря на то, что они подлежат ретроспективной оценке (без ограничения во времени и пространстве)
- Способность выполнять трехмерное и четырехмерное УЗИ зависит от оборудования
- Необходимо большое клиническое исследование для оценки диагностической эффективности метода.

оценке результатов. Необходимо добавить, что способность интерпретировать трехмерные изображения в сочетании с пространственной ориентацией при проведении минимально-инвазивных процедур дает врачу большое преимущество.

В таблице 44.4 перечислены потенциальные проблемы, с которыми можно столкнуться при проведении трехмерного и четырехмерного УЗИ.

Критическая оценка и перспективы

В настоящее время самой большой проблемой в трех-/четырёхмерном УЗИ молочной железы является отсутствие компетентных специалистов и крупных исследований. Успех этой многообещающей технологии сильно зависит от навыков врача и качества используемого оборудования. Это объясняет изменчивость результатов более мелких исследований, которые были опубликованы к сегодняшнему дню [28].

В 2005 г. в исследовании, в котором D.O. Watermann и соавт. (2005) [29] исследовали и оценили 100 поражений молочной железы с использованием трехмерной системы старого поколения (Voluson 530), авторы большей частью использовали диагностические критерии, основанные на двухмерном исследовании, и использовали очень мало трехмерных критериев, известных на сегодняшний день, для характеристики поражений. Например, структура втяжения имела специфичность 95%. Такие параметры, как структура компрессии и передовые трехмерные методы, такие как режим стеклянного тела, были проигнорированы. Поэтому убеждение, что диагностическая точность трехмерного УЗИ молочной железы не отличается от двухмерного УЗИ, очевидно поощряет устаревшую технологию.

Наше мнение, что трех-/четырёхмерное УЗИ молочной железы имеет визуальные и диагностические преимущества над обычным двухмерным УЗИ. Например, томографический анализ поражений молочной железы (включая края поражений), топографическая визуализация поражений молочной железы и трехмерный анализ васкуляризации опухоли дает новые возможности для дифференциальной диагностики между доброкачественными и злокачественными поражениями молочной железы. Трехмерное ультразвуковое сканирование молочной

железы имеет принципиальное значение в контроле и управлении трехмерной биопсией.

Когда мы смотрим на развитие трехмерного УЗИ в течение последних 15 лет, становится ясно, что его прогресс стал возможным благодаря прогрессу компьютерных технологий. Быстрое получение данных, быстрая демонстрация и обработка объемов в различных режимах и электронная передача данных объемов уже стали реальностью. Когда мы оцениваем нововведения, которые появились в трех-/четырёхмерном УЗИ за последние 3 года, не может быть никаких сомнений, что его развитие будет продолжаться.

Тем временем, существует срочная потребность в проспективных исследованиях, использующих современные трехмерные системы. Так как трех-/четырёхмерное УЗИ все шире внедряется в практику, разумно ожидать, что будут проведены большие научные исследования, которые подтвердят клиническое значение этой технологии в широкой практике.