

# Ультразвуковая диагностика (УЗИ, сонография, эхография)

Современный диагностический метод исследования органов и тканей организма, представляющий самостоятельную дисциплину в изучении различных аспектов медицины и ветеринарии, в том числе акушерства и гинекологии.

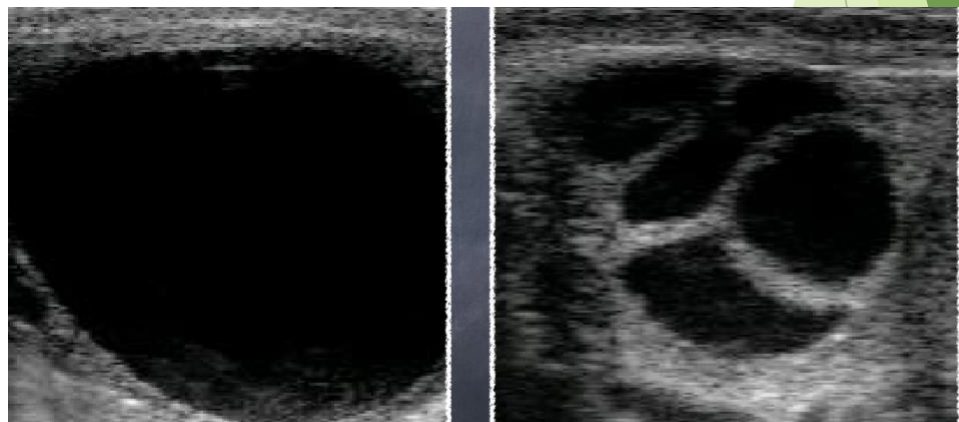
В ходе ультразвукового исследования производятся осмотр, измерение и оценка размера, структуры, формы и кровотока различных внутренних органов.

***Безболезненность, безвредность, простота*** дают возможность применять УЗИ у животных и человека в различных возрастных группах. Используют УЗИ и в период беременности и лактации.

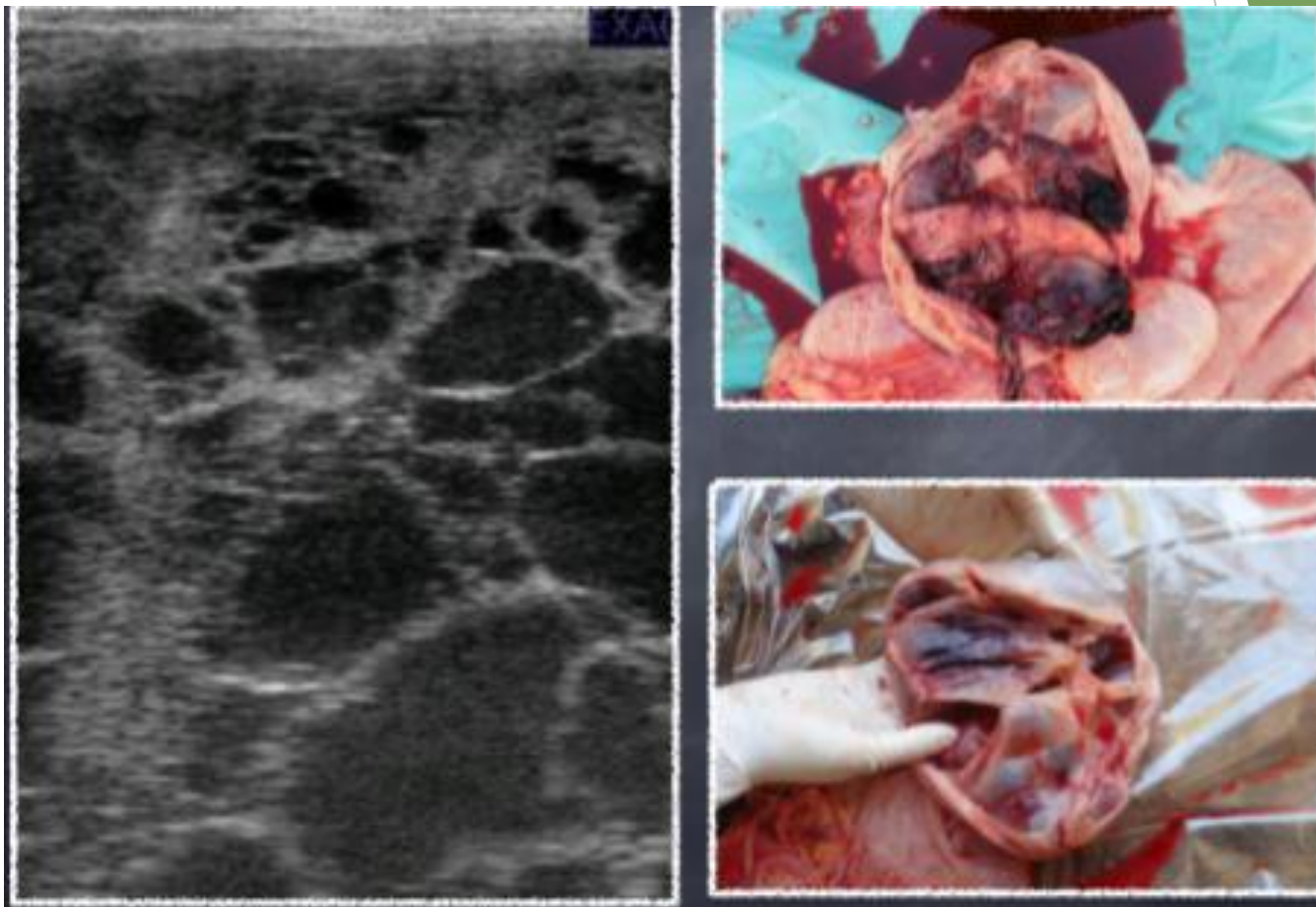
Первый научный доклад на тему УЗИ был опубликован в **1958** году шотландскими учеными.

Donald и его ученики Mac Vicar, Brown, Harper, Sunden применили УЗИ в акушерской и гинекологической практике **у человека.**

В **1962** году была продемонстрирована возможность измерения головы плода, диагностики миом и кист яичников.



# Гранулезоклеточная опухоль

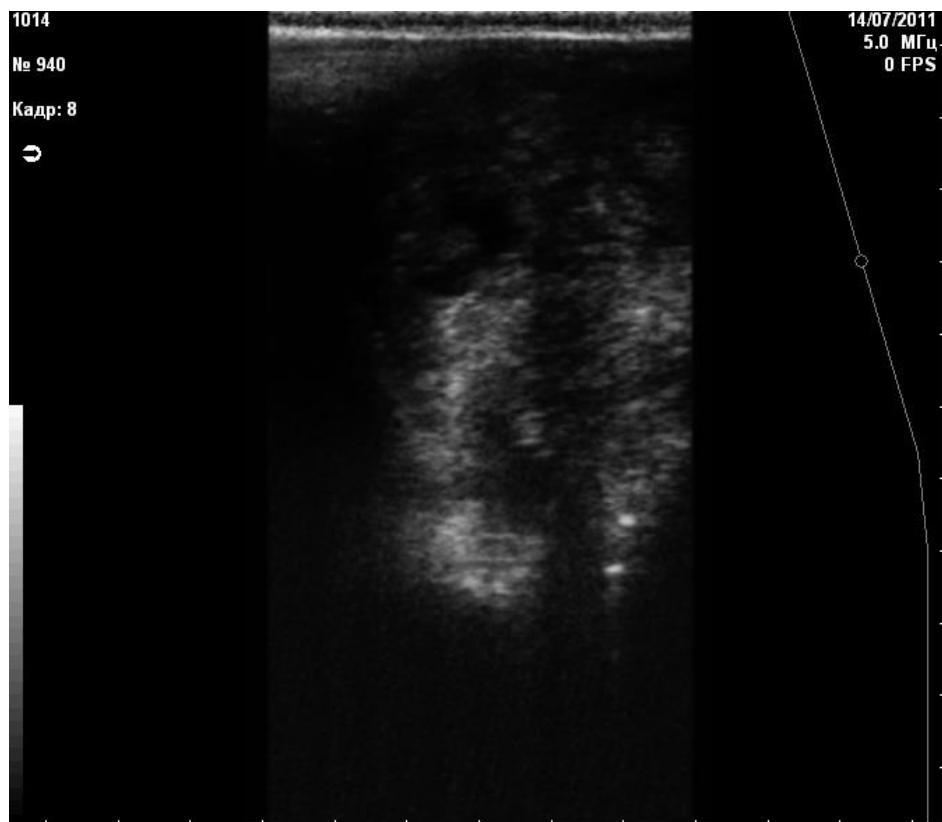


**Первое успешное применение УЗИ - исследования для определения ранних сроков стельности в условиях производства, было выполнено в **1987** году в Англии.**



**Первое** сообщение о возможности применения  
УЗИ-диагностики в режиме реального времени  
**для постановки диагноза стельности у коров,**  
появилось во Франции в **1982** году.

# Стельность. Двойня.



**Широко**  
применять сонографию  
**в зарубежных странах**  
в репродукции с/х животных начали  
**с 90-х годов.**



**В нашей стране**  
сонография начала внедряться в  
научные разработки и практику  
ветеринарных врачей  
**с конца 90-х годов.**

## *С применением УЗИ разработаны:*

- новые методы ранней диагностики беременности у коров, кобыл, свиней, овец, кролей
- тесты определения сроков беременности
- методика вымывания ооцитов
- прогнозирование хода родов и послеродового периода у коров

## ***Появилась возможность:***

- более глубоко изучить фолликулогенез, овуляцию, формирование желтого тела
- составлять сонографический мониторинг гонад на протяжении полового цикла коров и кобыл

## ***Определена***

сонографическая картина яичников и матки на протяжении послеродового периода и полового цикла и ее особенность при акушерских и гинекологических болезнях.

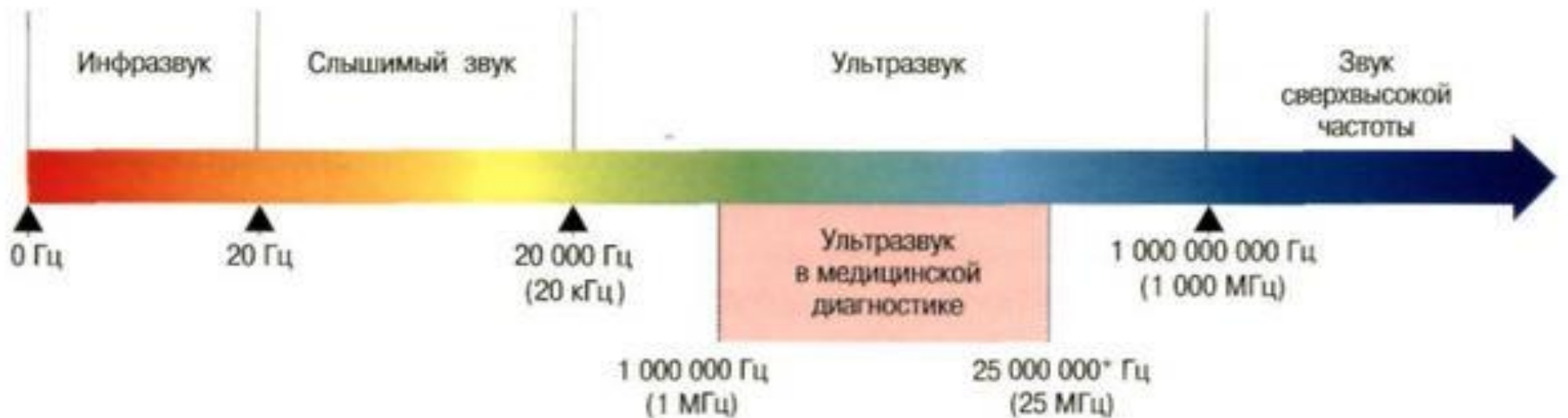


Метод не оказывает нежелательного воздействия на организм, и в то же время, высоко информативен.

Немаловажным достоинством метода ультразвуковой диагностики является **быстрота** обследования, визуализация в режиме реального времени, простота подготовки к диагностической процедуре

# Физическая основа

Ультразвук - это звуковые колебания, лежащие выше порога восприятия органа слуха человека, частоты которых превышают 20 кГц. В медицинских системах обычно используют частоты от 2 до 10 МГц.



**Исследование основано на звуковых волнах, которые продвигаются по тканям организма в виде колебаний.**  
**Исследование дает много информации и безопасно для пациента.**

Принцип ультразвукового исследования основан на механизме эхолокации, широко используемой в различных областях. Ультразвуковой передатчик излучает волны высокой частоты. Они попадают на объект, отражаются от него и поступают в принимающее устройство (ресивер). Ресивер, в свою очередь, преобразовывает сигнал в картинку на экране монитора.



**Любая среда (ткани организма в том числе) в разной степени препятствует распространению ультразвука. Это явление называют акустическим сопротивлением, величина которого зависит от плотности среды и скорости распространения звуковых волн в ней.**



**Пучок ультразвуковых волн, достигая границы двух сред с различным акустическим сопротивлением, изменяется: одна его часть продолжает распространяться в новой среде, в той или иной степени поглощаясь ею, а другая – отражается.**

Не вдаваясь в подробности конструкции, устройство аппарата УЗИ можно представить следующим образом:

- \* монитор,
- \* блок контроля,
- \* специальная клавиатура,
- \* датчики, которые излучают высокочастотный ультразвук, похожий на звук издаваемый некоторыми видами птиц и животных.



## Виды УЗИ аппаратов



**Дальнейшие разработки шли по усовершенствованию ультразвуковой аппаратуры.**



## Генератор ультразвуковых волн

Генератором ультразвуковых волн является датчик, который одновременно играет роль приемника отраженных эхосигналов..

## Ультразвуковой датчик

В качестве детектора или трансдюсора применяется сложный датчик, состоящий из нескольких сотен мелких пьезокристаллических преобразователей, работающих в одинаковом режиме. В датчик вмонтирована фокусирующая линза, что дает возможность создать фокус на определенной глубине.

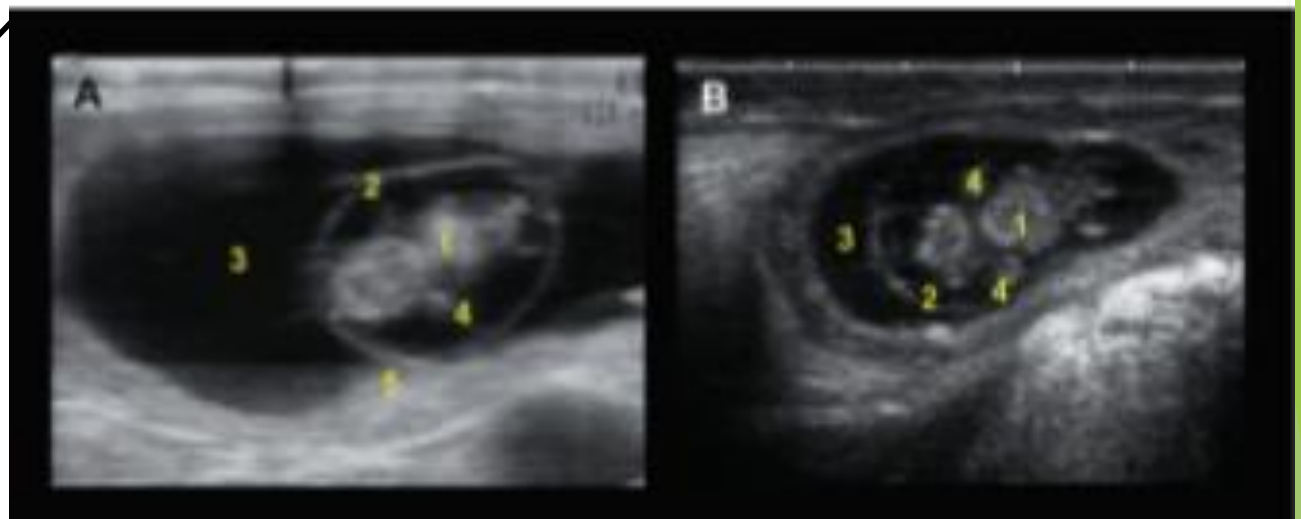


# Основные характеристики

## датчиков:

Рабочая частота (2,5-10МГц) - определяет соотношение разрешающей способности и максимальной рабочей глубины.

Чем выше частота - тем выше качество изображения, но меньше глубина исследования



40-дневный эмбрион размером 21 мм (А: зонд 7,5 МГц, глубина 4,5 см, В: зонд 10 МГц, глубина 4 см)

Все ультразвуковые датчики делятся на **механические** и **электронные**.

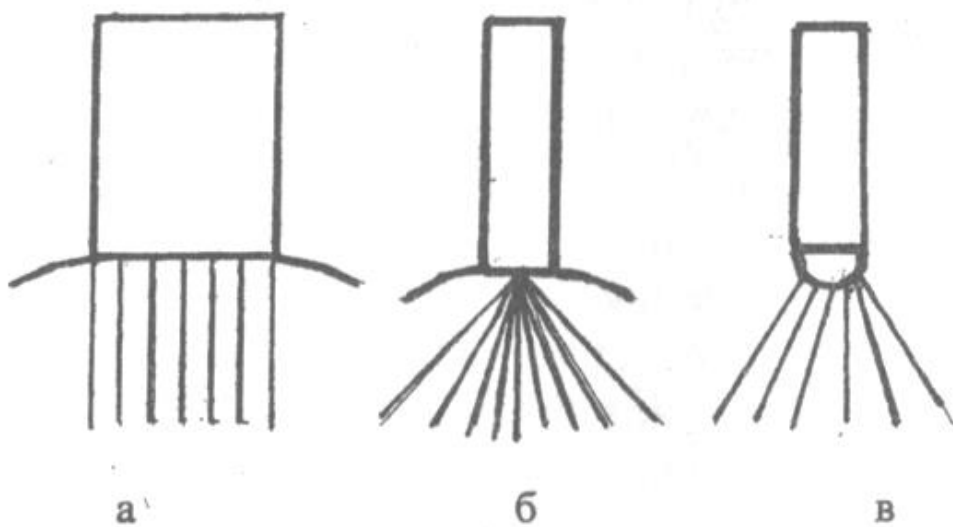
Механические датчики морально устарели и в современных сканерах не используются.

Используются три типа ультразвукового сканирования: линейное (параллельное), конвексное и секторное.

Соответственно датчики ультразвуковых аппаратов называются линейными, конвексными или секторными.

Выбор датчика для каждого исследования проводится с учетом глубины и характера положения органа. Датчики бывают для наружного обследования и внутривполостные.

# Виды датчиков



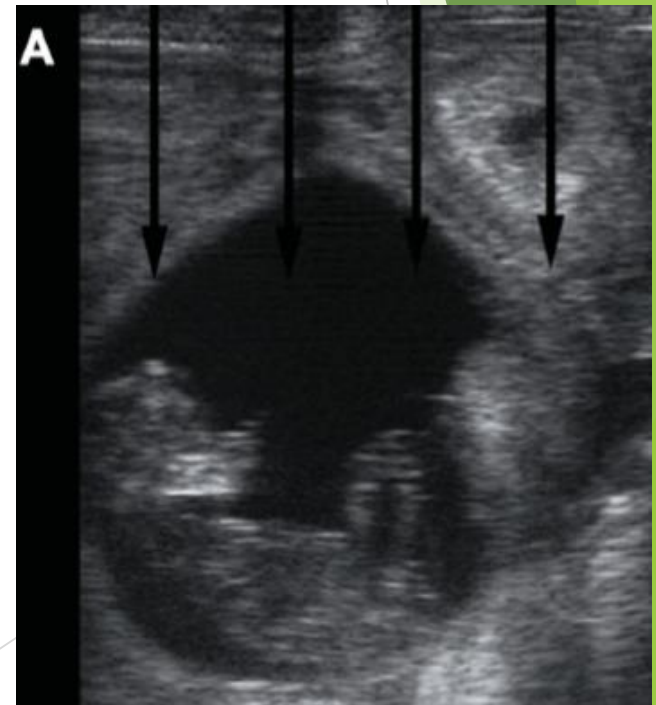
- А. Линейный датчик
- Б. Секторный датчик
- В. Конвексный датчик



**Линейные датчики** используют частоту 5-15 Мгц.

Преимуществом линейного датчика является полное соответствие исследуемого органа положению самого трансдюсора на поверхности тела. Недостатком линейных датчиков является сложность обеспечения во всех случаях равномерного прилегания поверхности трансдюсора к коже пациента, что приводит к искажениям получаемого изображения по краям.

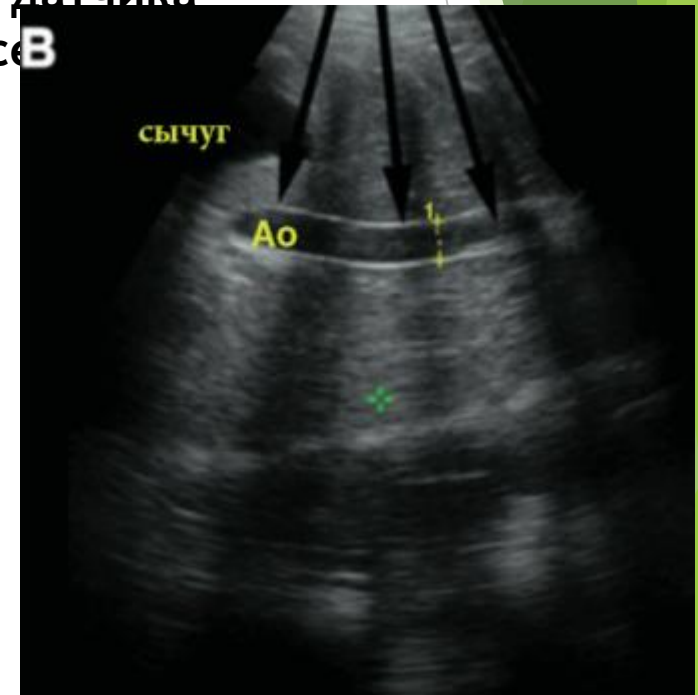
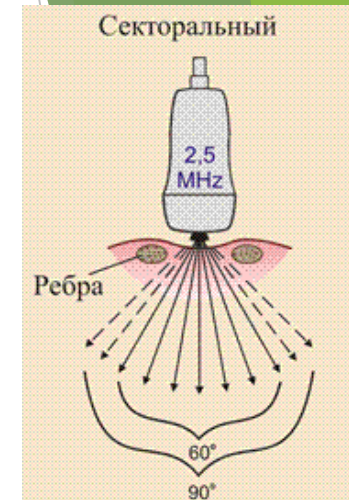
Также линейные датчики за счет большей частоты позволяют получать изображение исследуемой зоны с высокой разрешающей способностью.



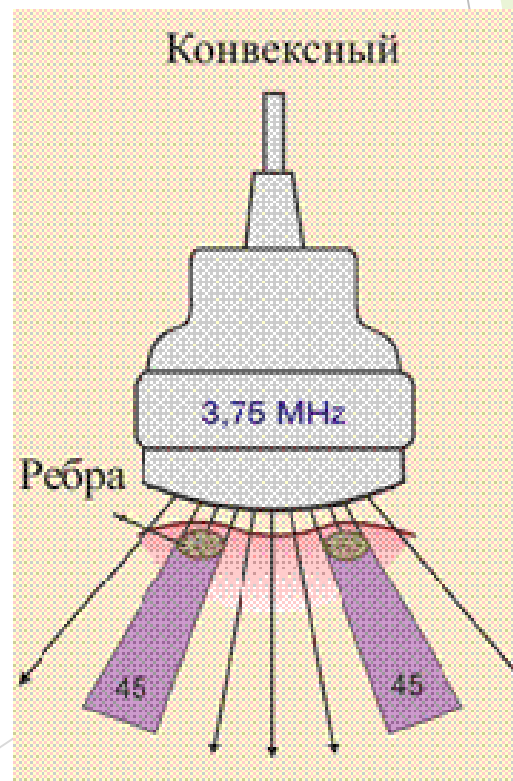
**Секторный датчик** работает на частоте 1,5-5 Мгц. Имеет ещё большее несоответствие между размерами трансдюсора и получаемым изображением, поэтому используется преимущественно в тех случаях, когда необходимо с маленького участка тела получить большой обзор на глубине.

Наиболее целесообразно использование секторного сканирования при исследовании, например, через межреберные промежутки.

Типичным применением секторного датчика является эхокардиография – исследование с



Конвексный датчик использует частоту 1,8-7,5 МГц. Имеет меньшую длину, поэтому добиться равномерности его прилегания к коже пациента более просто. Однако при использовании конвексных датчиков получаемое изображение по ширине на несколько сантиметров больше размеров самого датчика. За счет меньшей частоты глубина сканирования достигает 20-25 см. Обычно используется для исследования глубоко расположенных органов – органы брюшной полости и забрюшинного пространства.



## *Режимы работы*

Отраженные от поверхности эхосигналы поступают в усилитель, после чего появляются на экране телевизионного монитора в виде изображения срезов тела, имеющие различные оттенки черно-белого цвета. Оптимальным является наличие не менее 64 градиентов цвета черно-белой шкалы.

Изображение, получаемое при исследовании, может быть разным в зависимости от режимов работы сканера.

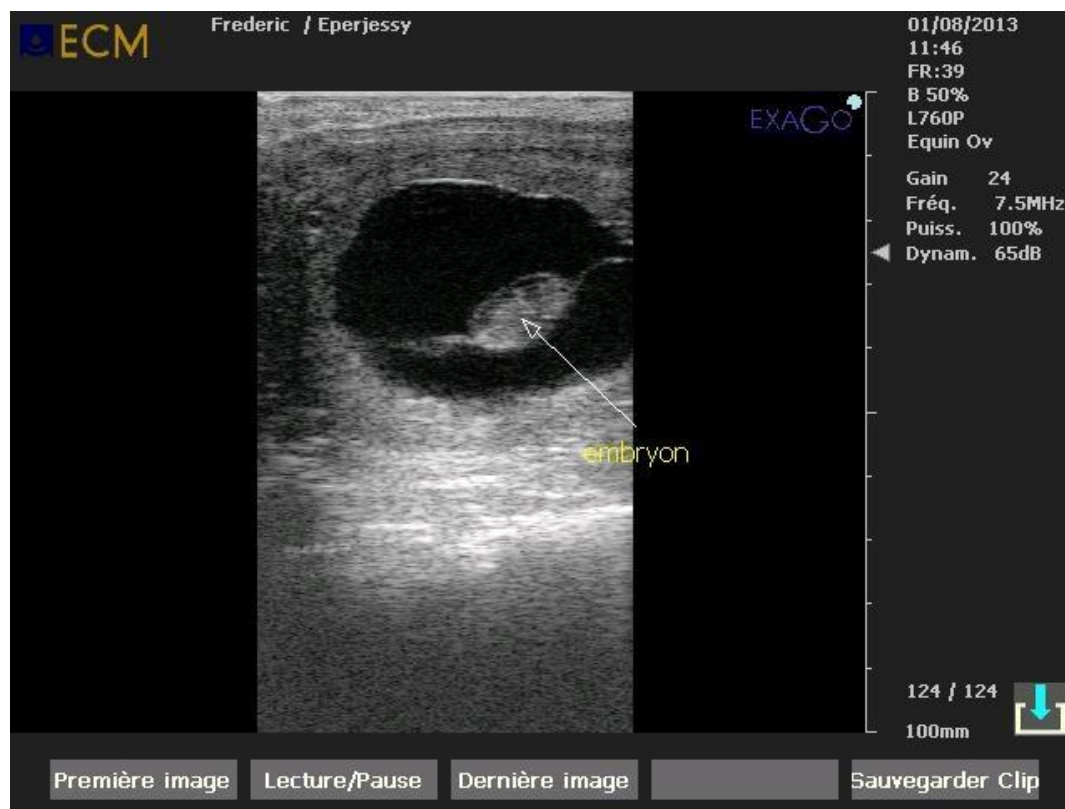
В классическом варианте интенсивность эхосигналов проявляется на экране белым цветом (**ЭХОПОЗИТИВНЫЕ** участки), а минимальная – чёрным (**ЭХОНЕГАТИВНЫЕ** участки).

## Выделяют следующие режимы:

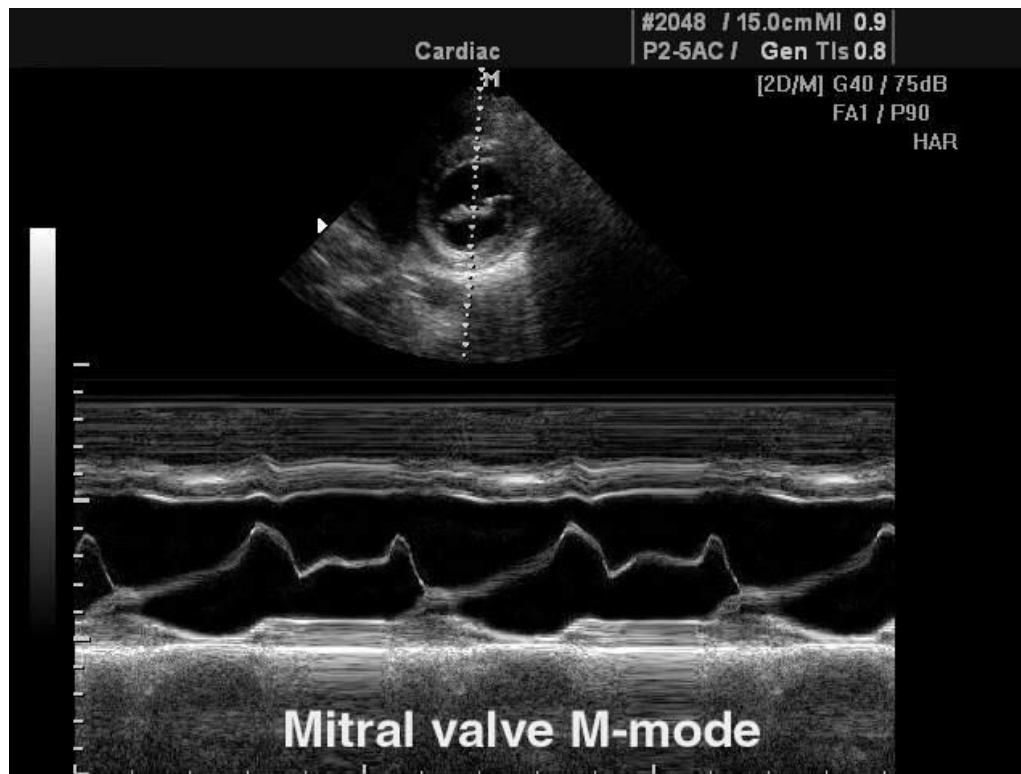
• **A-режим.** Методика даёт информацию в виде одномерного изображения, где первая координата, это амплитуда отраженного сигнала от границы сред с разным акустическим сопротивлением, а вторая расстояние до этой границы. Зная скорость распространения ультразвуковой волны в тканях тела человека, можно определить расстояние до этой зоны, разделив пополам (так как ультразвуковой луч проходит этот путь дважды) произведение времени возврата импульса на скорость  $u$



• ***В-режим***. Методика даёт информацию в виде двумерных серошкальных томографических изображений анатомических структур в масштабе реального времени, что позволяет оценивать их морфологическое состояние.



• ***M-режим***. Методика даёт информацию в виде одномерного изображения, вторая координата заменена временной. По вертикальной оси откладывается расстояние от датчика до лоцируемой структуры, а по горизонтальной — время. Используется режим в основном для исследования сердца. Дает информацию о виде кривых, отражающих амплитуду и скорость движения кардиальных структур.



• Основные термины применяемые в УЗИ

**Эхогенность** - это способность ткани или органа отражать ультразвуковой луч.

Различают:

**изоэхогенность** - нормальная эхогенность (объекты серого цвета),

**гипоэхогенность** - сниженная эхогенность (цвет ближе к черному),

**гиперэхогенность** - высокая эхогенность (белого цвета),

**анэхогенность** - дословно «отсутствие эхогенности» — эхонегативность (образования черного цвета).

Чем чернее объект на экране УЗИ-сканера, тем ниже эхогенность, чем белее — тем она выше. Например, камни и кальцинаты являются гиперэхогенными. Так как, камни имеют очень плотную структуру, ультразвук не может пройти сквозь них, а видит только верхнюю часть камня, за которой появляется акустическая тень. Сниженная эхогенность органов обычно говорит об отеке, воспалении - присутствии жидкости. Анэхогенные образования - это жидкостные образования. Например, полный мочевого пузыря в норме анэхогенный.



## Ткани по мере уменьшения эхогенности

- кость, газ
- стенки сосудов
- почечная лоханка
- предстательная железа
- селезенка
- печень
- кора почек
- мышцы
- мозговое в-во почек
- желчь, моча, фолликулярная жидкость

**Структура.** Различные органы имеют разную структуру. Но, как правило, в норме она однородна. При наличии каких-то включений, неоднородности структуры врач подробно описывает эти изменения. Неоднородная структура может быть, например, у поджелудочной железы при хроническом панкреатите. Или у щитовидной железы при тиреоидите - в этом случае можно выявить неоднородность структуры, за счет чередования участков сниженной и повышенной эхогенности, появляется как бы «пёстрость» рисунка.

— **Контуры** органов и образований также являются важным параметром уз-исследования. Неровность контура органа может говорить о хроническом воспалении органа, неровность контура образования — о его злокачественности.



**Помехи** - это искажение изображения, вызванные воздействием внешних причин на УЗИ-аппарат. Существует много разновидностей помех, из них мы выделили наиболее часто встречающиеся:

- сетевые - вызванные включением одновременно с УЗИ-аппаратом электрических приборов и сотовым телефоном ;
- вызванные плохим качеством выбривания кожи животного ;
- вызванные недостаточным количеством УЗИ-геля, нанесенного на кожу;
- вызванные движениями животного, в том числе дыхательной экскурсией .



**Помехи, вызванные включенным рядом с аппаратом УЗИ сотовым телефоном. Во избежание этого лучше просить владельца выключать сотовый телефон при проведении ультразвукового исследования.**



**Помехи, вызванные работающими электроприборами, включенными в сеть рядом с аппаратом УЗИ.**

**Артефакт** - это искажение изображения (появление несуществующих структур, отсутствие существующих, неправильное положение органа и т. п.), обусловленные физическими свойствами и явлениями ультразвукового луча, проходящего через биологические объекты.

Артефакты могут приводить к некорректной интерпретации изображения

Наша цель - извлечь ее и использовать во благо пациента.

Артефакты часто наблюдаются при ультразвуковом исследовании репродуктивных органов из-за многочисленных карманов воздуха или жидкости.

Существует два принципиально различных вида артефактов: аппаратурные и артефакты, обусловленные физическими свойствами ультразвукового луча

Аппаратурные артефакты - это искажения изображения, возникающие вследствие технического несовершенства ультразвукового прибора. Аппаратурные артефакты не несут диагностической информации и действительно мешают работе врача.

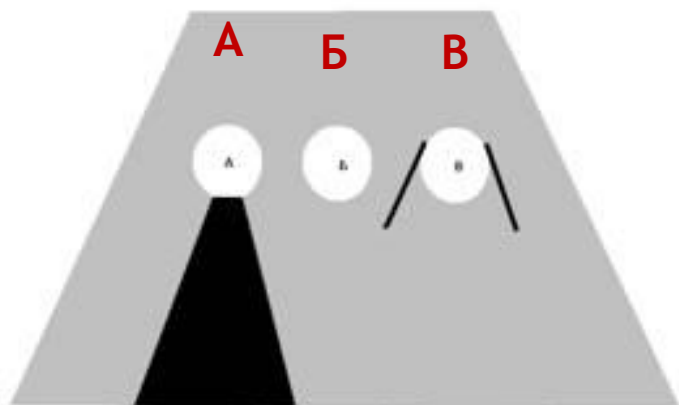
**1.Мертвая зона.** Мертвая зона - это часть изображения, прилегающая непосредственно к рабочей поверхности датчика, где практически невозможно выделить эхосигналы. Наличие этого артефакта обусловлено конструктивными особенностями датчика и в большей или меньшей степени имеет место при любых датчиках.

**2.Дистальное затухание.** При сканировании глубоко расположенных структур получение качественного изображения затрудняется. Это связано с тем, что на глубоко расположенные структуры у ультразвукового луча остается мало энергии .

## Артефакты, обусловленные физикой ультразвукового луча.

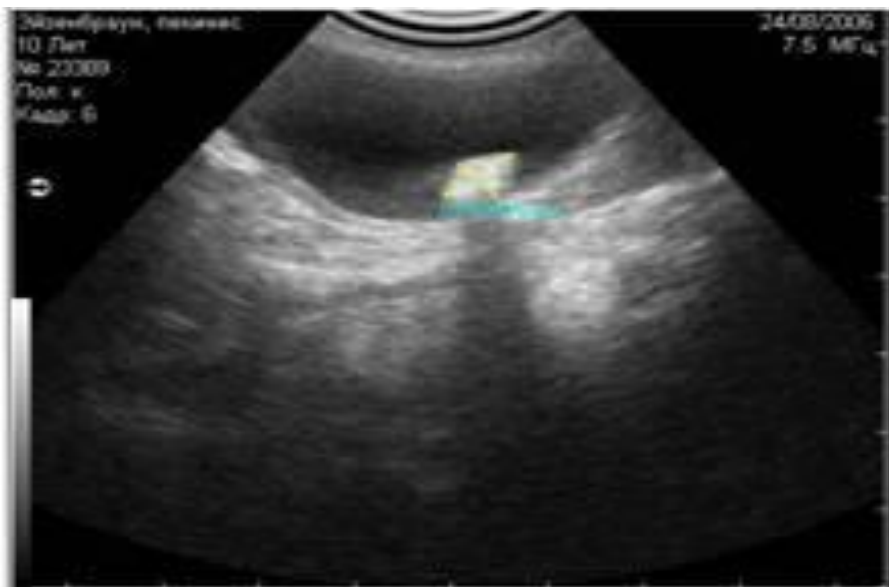
Эта группа артефактов может предоставлять ценную диагностическую информацию и оказывать неоценимую помощь в постановке правильного диагноза.

1. Эхоакустическая тень. Эхоакустическая тень - это отсутствие изображения за объектом вследствие затухания ультразвуковых волн. Для того чтобы выяснить источник тени, нужно проследить, откуда она берёт своё начало. Существует две разновидности теней в зависимости от их природы. Первая разновидность тени - истинная тень - область пониженной эхогенности, возникающая за объектами с высокой отражающей способностью напр.: кость, коллаген.



На этом рисунке изображено три объекта. **Объект А** испускает истинную эхоакустическую тень, расположенную под объектом. **Объект В** тень не испускает. Тени, исходящие от **объекта В**, являются режущими и направлены по касательной к его поверхности.





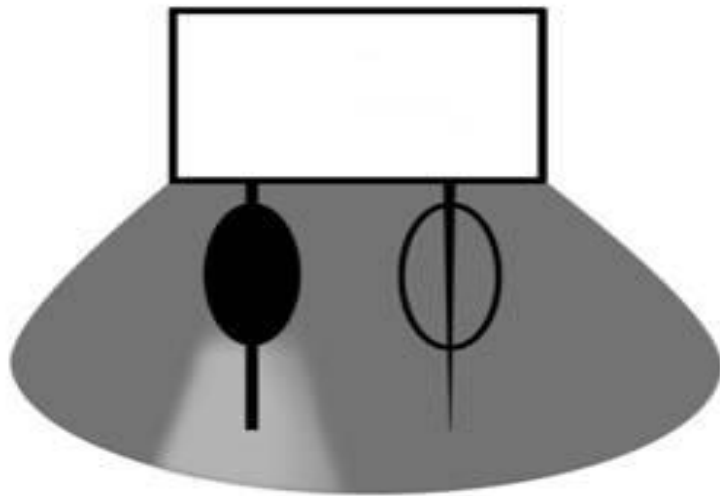
На снимке представлен гиперэхогенный объект в полости мочевого пузыря, испускающий эхоакустическую тень. На основании этого артефакта мы можем предположить, что этот объект является конкрементом.

**Артефакт истинной эхоакустической тени помогает в следующих случаях:**

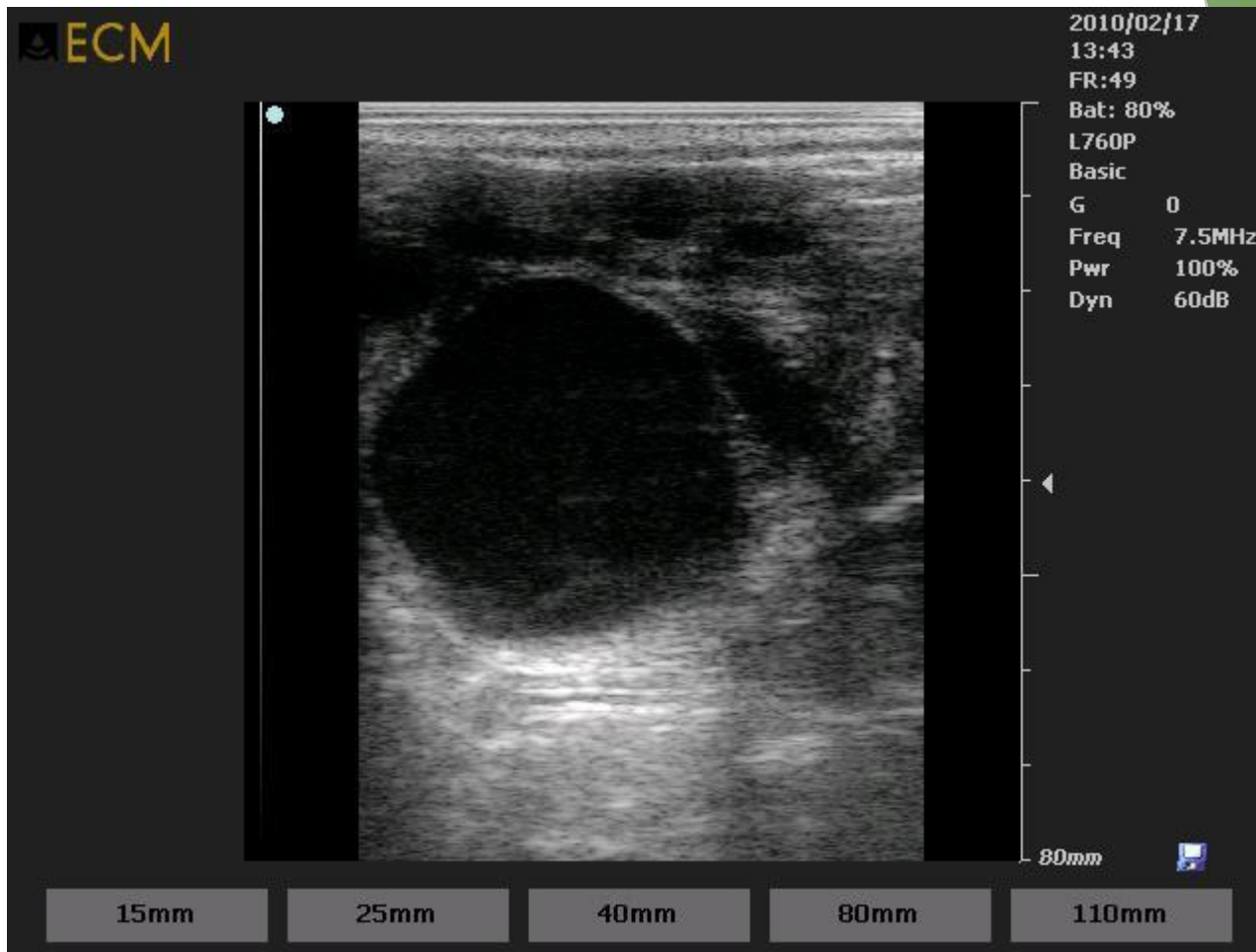
- **Диагностика очагов минерализации.** Например, при дифференциации конкрементов и новообразований в различных органах присутствие эхоакустической тени является ультразвуковым маркером конкремента. Знание сроков минерализации скелетных структур у плодов помогает в определении сроков беременности животного. О степени минерализации плодов мы можем судить по наличию или отсутствию эхоакустических теней, испускаемых скелетными структурами.

- **Дифференциальная диагностика фиброзных изменений тканей.** Например, этот артефакт имеет место при таких диффузных поражениях печени, как фиброз и цирроз. При фиброзных изменениях печени, в отличие от других гепатозов, стенки сосудов и желчные ходы изменяются настолько, что начинают испускать эхоакустические тени.

**Эхоакустическое псевдоусиление.** Этот артефакт возникает позади структур, слабо поглощающих ультразвук, т. е. позади содержащих жидкость объектов (мочевой пузырь, желчный пузырь, фолликулы, кисты и пр.).

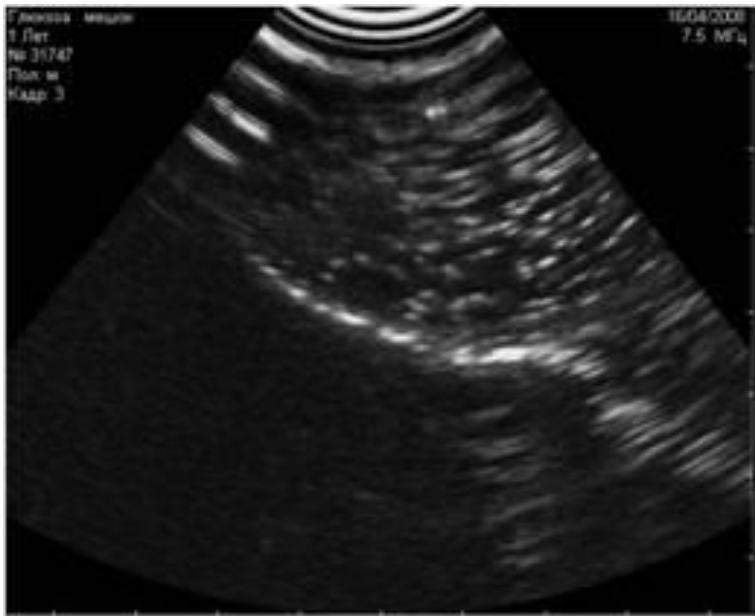


Артефакт периферического эхоакустического усиления. Звуковая волна слева практически не ослабляется, проходя через наполненный жидкостью пузырь, поэтому область позади него остается яркой. Звуковая волна справа, проходящая через паренхиму, ослабляется и затухает.



Доминантный фолликул лошади с эхоакустическим усилением

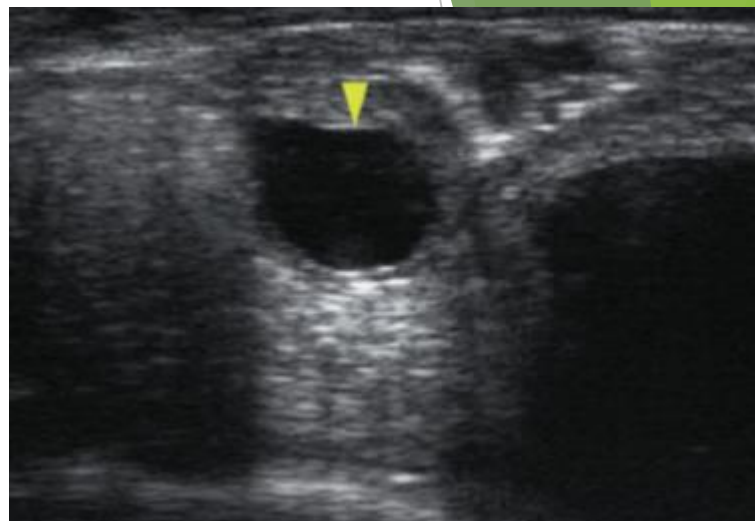
**3. Реверберация** - это многократное возвращение эхо-волны на трансдуктор, которое на экране выглядит как множество белых линий, параллельных исследуемой поверхности. Очень сильная реверберация называется "хвост кометы". Этот артефакт наблюдается на границе мягких тканей или жидкостей с газом, и знание его помогает в обнаружении газовых структур. В норме реверберация имеет место при сканировании любых структур, содержащих газ - легкие, кишечник, желудок. Именно из-за этого артефакта ультразвуковая диагностика легких невозможна, а УЗИ желудка и кишечника требует особенной тщательной подготовки. Обнаружение же газа там, где его в норме не должно быть, является ультразвуковым маркером серьезной патологии.



Артефакт реверберации.  
Яркие гиперэхогенные точки - это пузырьки газа. Гипозэхогенные полосы под ними - это реверберация.

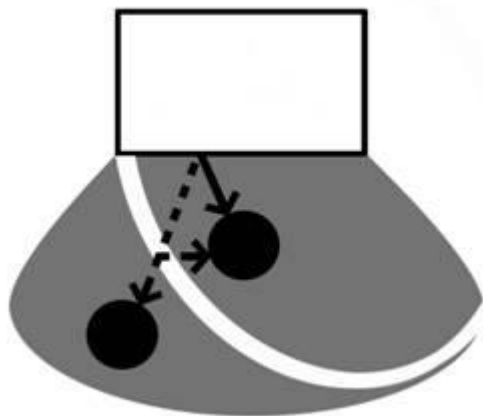


Зеркальные отражения в складках шейки матки (зонд 8 МГц, глубина 4,5 см).



Зеркальные отражения в фолликуле яичника у коровы (зонд 10,0 МГц, глубина 4 см). На этом изображении зеркальное отражение (стрелка) создается отражением ультразвукового пучка от дорсальной (верхней) части фолликула. Не под углом падения луча. От вентральной поверхности фолликула отражение идет под прямым углом луча УЗИ .

Зеркальное отражение. Этот артефакт возникает на границе двух сред (поверхность диафрагма - легкие и поверхность перикард - легкие). Механизм этого явления заключается в том, что на границе раздела сред часть луча проходит через нее, а часть - отражается. Такое изображение важно трактовать не как нарушение целостности диафрагмы и не как "двойную" печень. Артефакт зеркального отражения может быть ультразвуковым маркером патологий, при которых существенно повышается плотность мягких тканей,

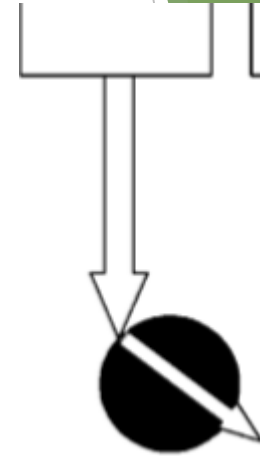


Артефакт "зеркального отражения". Сплошной линией представлен луч, отраженный от желчного пузыря и создающий на экране истинное изображение. Пунктиром показан луч, отраженный от диафрагмы в желчный пузырь и тем же путем вернувшийся обратно. Этот луч формирует на экране изображение ложного желчного пузыря.

## Другие артефакты

**Рефракция(преломление).**

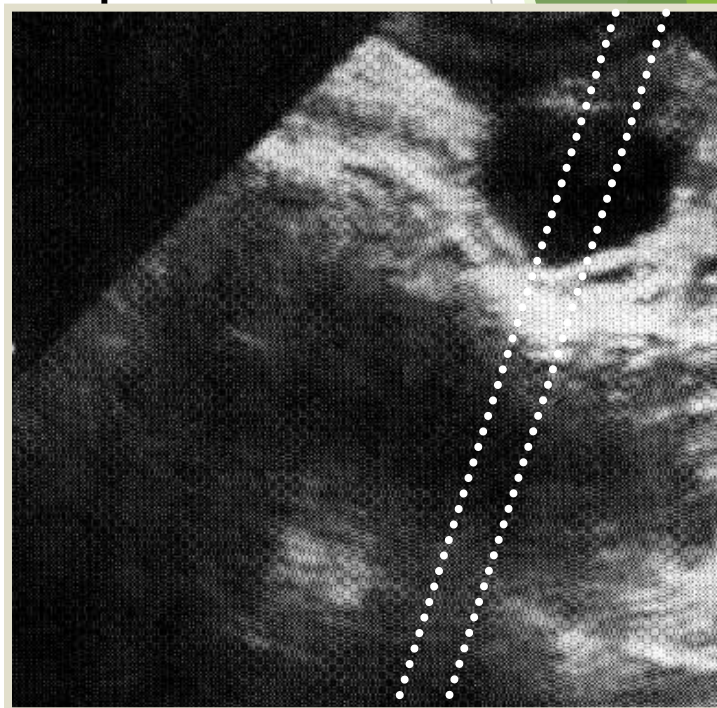
Пример рефракции - карандаш в стакане с водой оптически преломляется. Ультразвуковая волна при ее переходе через среду, изменяющую скорость распространения волны (граница мягкой ткани/жидкости). Устранить этот артефакт мы можем, изменив положение датчика и угол сканирования.

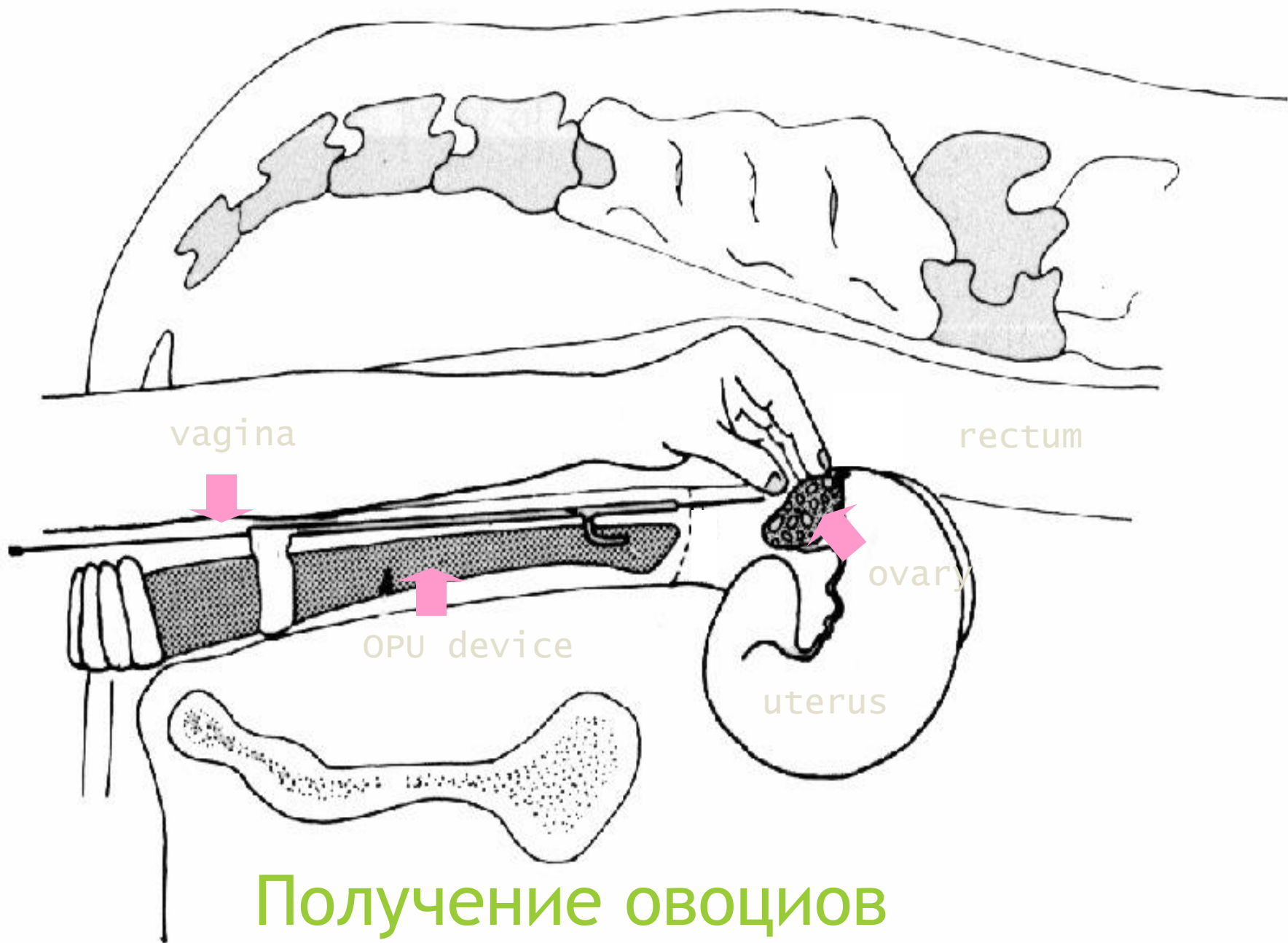


**6. Артефакт псевдослизи.** Этот артефакт очень часто встречается в мочевом, реже - в желчном пузыре. Он имитирует присутствие слизи или осадка в них. Изменение угла наклона датчика обычно помогает устранить этот артефакт.

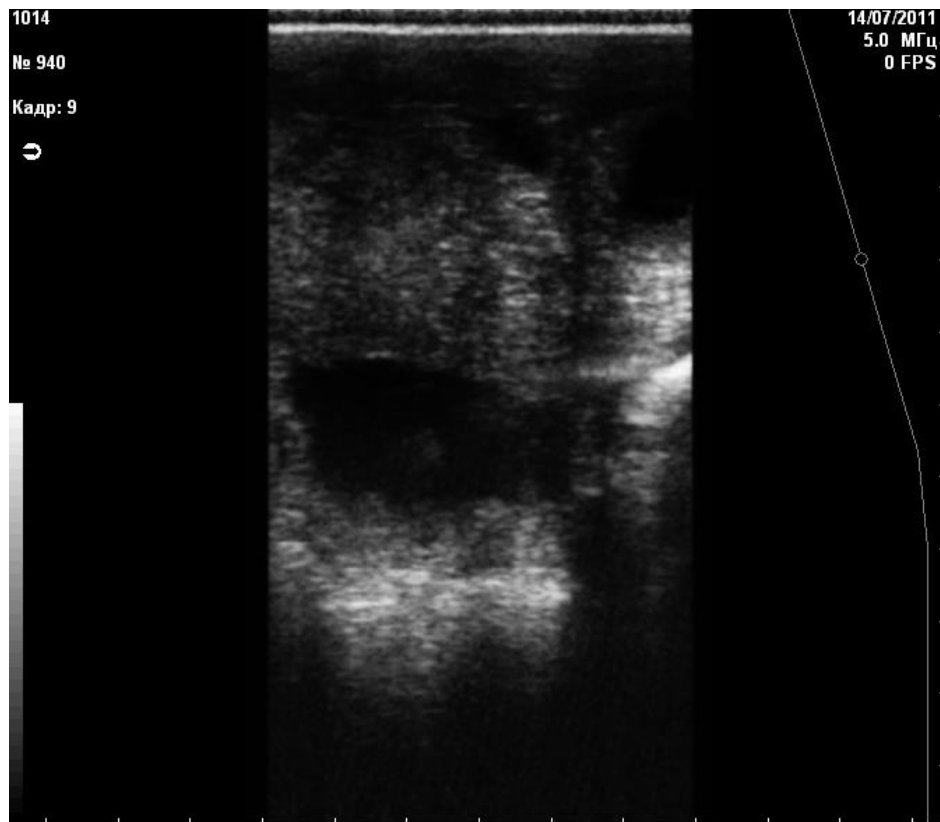


Ультразвуковые исследования используются для оценки внутренних органов. Под ультразвуковым контролем производится биопсия тканей внутренних органов, что позволяет исследовать эти ткани в патоморфологической лаборатории.





# Стельность крс



Полученные за много лет различные научные данные свидетельствуют, что диагностические дозы ультразвука **не аккумулируются** (в отличие от лучевого и радионуклидного воздействия) . Это позволяет проводить неоднократные обследования больного без ограничения временного интервала между ними, что дает возможность оценивать изучаемые процессы в динамике.

УЗИ является одним из ранних и наиболее точных методов ранней диагностики беременности.

Узи приборы дают возможность вести постоянный мониторинг развития эмбриона. Современное сонографическое оборудование характеризуется следующими аспектами:

- широкое программное обеспечение
- простота использования
- связь с компьютером
- мобильность

## Наиболее распространенными ошибками при трансректальном сканировании

- являются:**
- вызванные включением одновременно с УЗИ-аппаратом электрических приборов и сотовым телефоном ;
  - вызванные плохим качеством выбривания кожи животного ;
  - вызванные недостаточным количеством УЗИ-геля, нанесенного на кожу;
  - вызванные движениями животного, в том числе дыхательной экскурсией .
  - навоз или газовые помехи
  - неполное сканирование репродуктивного тракта
  - неправильная настройка аппарата,
  - недостаточное затенение устройства при просмотре

## Основные клинические преимущества применения УЗИ по сравнению с другими инструментами

- Определение стельности на более ранних сроках
- Подтверждение жизнеспособности эмбриона/плода
- Идентификация близнецов
- Определение внутриутробного возраста плода
- Определение пола плода
- Оценка состояния яичников и матки
- Определение оптимального времени для осеменения
- Многие другие варианты применения, не относящиеся к репродуктивной системе

# Действия перед манипуляцией

- Рекомендуется использовать одну и ту же технику при каждом осмотре (настройки)
- Животное должно быть зафиксировано
- Навоз и газовые помехи удалены (если стенка напряжена и требуется качественное изображение)
- Использование УЗИ - геля



# Чистка и дезинфекция датчика

Необходимо проводить чистку и дезинфекцию датчика после каждого использования

Не очищайте датчик и не дезинфицируйте его спиртом, спиртосодержащими растворами или другими органическими растворителями

Не обрабатывайте датчик паром под высоким давлением или окисью этилена

Не допускайте погружения датчика больше чем на час

После использования очистите поверхность датчика мягкой тканью смоченной водой.

При сильном загрязнении можно использовать нейтральную мыльную пену, после чего протереть датчик мягкой тканью, смоченной водой.

Для дезинфекции использовать специальную дезинфицирующую жидкость (раствор глутарала или раствор бензалкония бромида ) в соответствии с инструкцией производителя.

После дезинфекции дезраствор удаляется водой и датчик протирается чистой сухой тканью.

# ТЕХНИКА СКАНИРОВАНИЯ

Ведущие специалисты предпочитают сначала исследовать яичники, перемещаясь от яичника к кончику рога матки, затем через весь рог к телу матки и возвращаясь через контрлатеральный рог к другому яичнику.

Наиболее внимательным следует быть при обследовании всех изгибов матки, особенно на кончиках рогов.

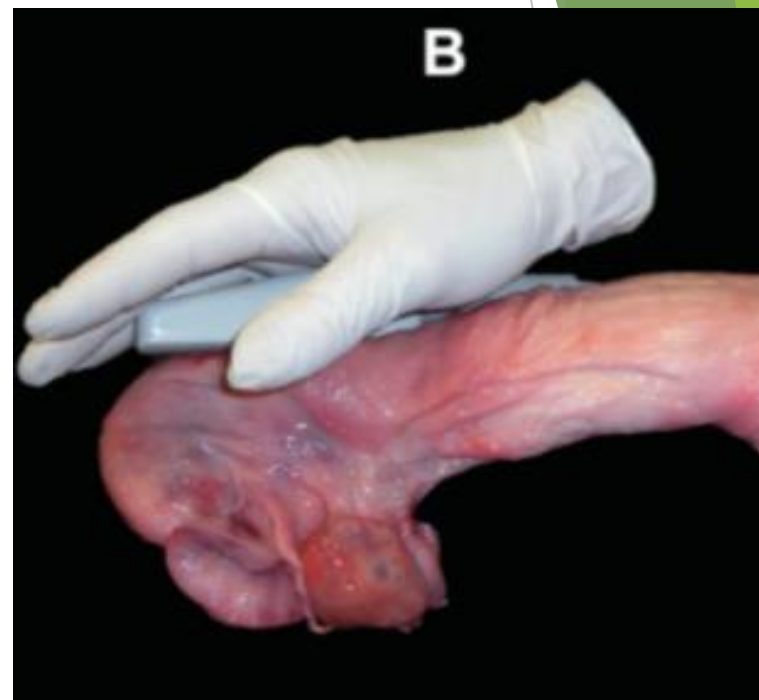
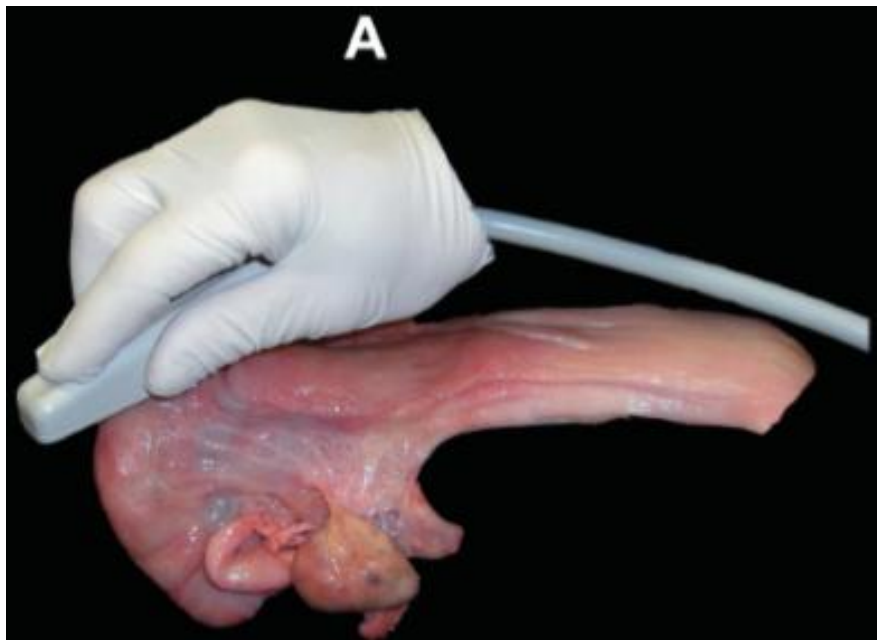
Угол зонда на тракте не важен. Продольные, поперечные или косые сечения являются приемлемыми, пока весь тракт сканируется.

Если оператор не уверен в диагностике после сканирования всего тракта один раз, он должен выполнить повторное обследование, чтобы проверить диагноз.

Шейку и влагалище можно исследовать в конце обследования, когда зонд выведен.

# Способы удержания линейного

**зонда** Контролируемый (А) и ладонный (В)



Зонд может удерживаться в пальцах (рис.А)

Зонд может находиться под ладонью со свободными пальцами (рис. В).

Метод В имеет то преимущество, что позволяет оператору в случае необходимости подтягивать матку при сканировании.

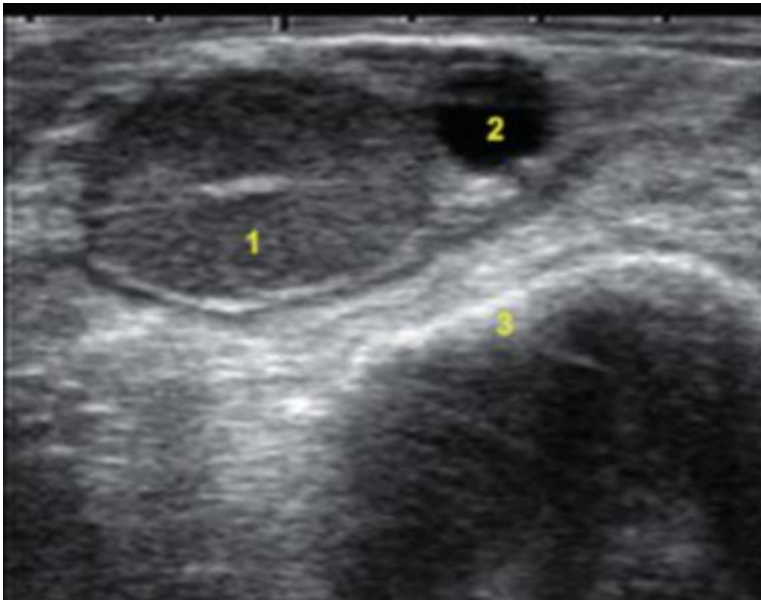
# Центрирование объекта на экране

Объект под кончиком (свободный конец) зонда может отображаться либо на правой, либо на левой стороне экрана. Это функция настройки аппарата, а не положения зонда. Обычно на большинстве сканеров наконечник зонда по умолчанию установлен влево.

Если изображение находится слишком далеко слева от экрана, зонд должен быть сдвинут вперед, чтобы центрировать его. И наоборот, если изображение находится слишком далеко вправо, то зонд следует отвести назад, чтобы центрировать его.

Когда наконечник зонда установлен справа от экрана, верны противоположные действия.

Объекты, близкие к поверхности зонда, отображаются на экране монитора сверху. Это желательно для лучшего качества изображения, поскольку объекты, расположенные на расстоянии более 8 см от поверхности зонда, будут иметь плохую детализацию. Датчиком можно манипулировать в любом положении, чтобы визуализировать желаемый объект



Хорошее качество изображения, полученное отличной техникой сканирования (зонд 5 МГц, глубина 7 см). Эта сонограмма яичника с желтым телом (1) и фолликулом (2) демонстрирует превосходное качество изображения. Поверхность зонда очень близко к яичнику, поэтому изображение расположено на экране высоко; 3: Тазовая кость

Для небольших объектов, таких как яичники, некоторые узисты предпочитают медленно покачивать датчик в каждом направлении, а не перемещать его целиком. Для изучения больших объектов, таких как пол плода, весь зонд должен перемещаться по всему объекту. Зонд производит на экран тонкий срез через исследуемую ткань. Обратите внимание, что изображение, видимое на ультразвуковом мониторе, представляет собой срез ткани размером около 2 мм по этому, очень важно сканировать в каждом направлении, пока объект не будет замечен, чтобы не пропустить важные структуры. Это особенно важно при проведении исследования пола плода.

Органы плода видны в поперечном разрезе живота, когда зонд расположен непосредственно за пуповиной 69-дневного плода бычка (рис. 2.4). 1: Желудок плода; 2: Печень; 3: Генитальный бугорок; 4: Плацентома; 5: Пуповина в косом срезе



# Яркость окружающей среды

Недостаточное затемнение монитора или окуляра (очков) значительно снижает способность оператора различать плотность тканей.

При работе на открытом воздухе оператор должен затемнять устройство просмотра (монитор) даже в пасмурные дни. Это также необходимо, если вы работаете в ярко освещенном помещении.







## *УЗИ половых органов к.р.с. и кобыл .*



Спасибо за внимание!

Пестунович Елена Максимовна - с.н.с. отдела  
воспроизводства ВНИИГРЖ; [rem52@mail.ru](mailto:rem52@mail.ru)