



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ЧАСТЬ I ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ



Красноярск, 2019

УДК: 619:618. 2:636. 2

Шадрин С. В. Ультразвуковые исследования при воспроизводстве крупного рогатого скота. В 3 ч. Ч. 1. Основы ультразвуковой диагностики / С. В. Шадрин, А. В. Макаров, И. В. Шадрин. — Красноярск: Рекламно-издательский центр «Типография РИЦ», 2019. — 20 с.

Рецензент:

И. М. Саражакова кандидат биологических наук, доцент кафедры внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

Подготовили:

С. В. Шадрин генеральный директор ОАО «Красноярскагроплем», кандидат сельскохозяйственных наук;

А. В. Макаров заместитель начальника отдела воспроизводства, кандидат биологических наук;

И. В. Шадрин заместитель генерального директора по воспроизводству

Рекомендовано для практического применения руководителям и специалистам сельскохозяйственных предприятий агропромышленного комплекса Красноярского края, ветеринарным врачам, зоотехникам, операторам по искусственному осеменению, а также преподавателям, студентам по направлению «Ветеринария», бакалаврам и магистрантам.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ	5
1. 1. Физические и биофизические основы ультразвукового метода диагностики	5
1. 2. Строение ультразвукового аппарата	6
1. 3. Построение ультразвукового изображения	6
1. 4. Режимы ультразвуковой диагностики и эхогенность	7
1. 5. Воздействие ультразвука на ткани организма	8
1. 6. Положительные и отрицательные стороны УЗИ-диагностики	9
1. 7. Техника сканирования	9
2. АНАТОМИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ТРАКТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	12
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	18
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	19

ВВЕДЕНИЕ

Ультрасонография в настоящее время стала важным диагностическим инструментом и незаменимым источником информации для ветеринарного врача о состоянии внутренних органов животного, позволяющим определить норму и патологию органов размножения, стадию полового цикла, оптимальное время для осеменения, а также диагностировать стельность животного.

По своей природе наиболее четко окружающий мир человек представляет глазами, органами зрения. Сложно жить без зрения и сложно обмануть зрение. Наиболее четкую картину человек получает, суммируя данные многих органов чувств, в первую очередь глаз, в одно объективное ощущение.

На протяжении многих десятилетий в животноводстве единственным широко применяемым методом диагностики стельности у животных являлась мануальная ректальная пальпация. У данного метода много положительных сторон: простота исполнения, дешевизна, точность определения на поздних сроках, но главным недостатком являлась субъективность в ощущениях, не дающая точной картины состояния половых органов, в частности, жизнеспособности плода. Возможно определить наличие плода в матке, но вот определить жизнеспособность на раннем сроке — затруднительно. Научиться ректальной пальпации сложнее, чем диагностике с помощью УЗИ-сканера. Легче понять патологию, когда ты видишь, а не чувствуешь. Тем более есть патологии, которые рукой не прощупать, а необходимо как бы «вскрыть» ее в органе. С помощью ультразвукового сканера можно наблюдать за изменениями в половых органах коровы на протяжении всего полового цикла.

Ультразвуковое исследование (эхография, сонография) относится к неионизирующим методам исследования. Благодаря простоте выполнения, безвредности, высокой информативности, оно получило широкое распространение в клинической практике.

В ряде случаев ультразвукового исследования бывает достаточно для установления диагноза, в других — ультразвук используется наряду с прочими (рентгенологическими) методами. [3]

1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ

1.1. Физические и биофизические основы ультразвукового метода диагностики

Ультразвуком называются звуковые колебания, лежащие выше порога восприятия органом слуха человека, то есть имеющие частоту более 20 кГц. Физической основой УЗИ является открытый в 1881 году братьями Кюри пьезоэлектрический эффект. Его практическое применение связано с разработкой российским ученым С. Я. Соколовым ультразвуковой промышленной дефектоскопии (конец 20-х — начало 30-х гг. XX века). Первые попытки использования ультразвукового метода для диагностических целей в медицине относятся к концу 30-х гг. XX века. Широкое применение УЗИ в клинической практике началось в 1960-х гг.

Сущность пьезоэлектрического эффекта заключается в том, что при деформации монокристаллов некоторых химических соединений (кварца, титаната бария, сернистого кадмия и др.), под воздействием ультразвуковых волн на поверхностях этих кристаллов возникают противоположные по знаку электрические заряды. Это так называемый прямой пьезоэлектрический эффект (*пьезо* по-гречески означает «давить»). И, наоборот, при подаче на эти монокристаллы переменного электрического заряда в них возникают механические колебания с излучением ультразвуковых волн. Таким образом, один и тот же пьезоэлемент может быть попеременно то приемником, то источником ультразвуковых волн. Эта часть в ультразвуковых аппаратах называется акустическим преобразователем или датчиком.

Ультразвук распространяется в средах в виде чередующихся зон сжатия и разрежения молекул вещества, которые совершают колебательные движения. Звуковые волны, в том числе и ультразвуковые, характеризуются:

- периодом колебания — временем, за которое молекула (частица) совершает одно полное колебание;
- частотой — числом колебаний в единицу времени (от 2 до 10 МГц);
- длиной — расстоянием между точками одной фазы и скоростью распространения, которая зависит главным образом от упругости и плотности среды. Длина волны обратно пропорциональна ее частоте. Чем меньше длина волн, тем выше разрешающая способность ультразвукового аппарата.

Любая среда, в том числе и различные ткани организма, препятствует распространению ультразвука, то есть обладает различным акустическим сопротивлением, величина которого зависит от их плотности и скорости ультразвука. Чем выше эти параметры, тем больше акустическое сопротивление. Достигнув границы двух сред с различным акустическим сопротивлением, пучок ультразвуковых волн претерпевает существенные изменения: одна его часть продолжает распространяться в новой среде, в той или иной степени поглощаясь ею, другая —

отражается. Коэффициент отражения зависит от разности величин акустического сопротивления граничащих друг с другом тканей: чем это различие больше, тем больше отражение и, естественно, больше амплитуда зарегистрированного сигнала, а значит, тем светлее и ярче он будет выглядеть на экране аппарата. Полным отражателем является граница между тканями и воздухом [3].

1. 2. Строение ультразвукового аппарата

Главным элементом любого ультразвукового прибора является преобразователь или датчик (рис. 1), который с помощью пьезоэлектрического кристалла преобразует электрический сигнал в звук высокой частоты. Этот же кристалл используется для приема отраженных волн и их преобразования в электрические сигналы.

Устройство, принимающее сигналы от датчика и обрабатывающее их с выводом информации, называется дисплей или монитор. Дисплей может располагаться как непосредственно на самом приборе, так и быть вынесенным за его пределы (рис. 2). [3]

Очки это дополнительное устройство позволяющее видеть ультразвуковое изображение перед глазами. (рис. 3).



Рисунок 1. Датчик



Рисунок 2. Монитор



Рисунок 3. Очки

1. 3. Построение ультразвукового изображения

Ультразвуковое изображение начинается с механического колебания кристалла, который возбуждается электрическим импульсом. Эти колебания испускаются кристаллом как звуковая волна (темно-синие стрелки), точно так же, как звуковые волны испускаются мембраной громкоговорителя, хотя частоты, используемые в сонографии, не слышны человеческим ухом. Звуковые волны проникают через ткани, отражаются и возвращаются как эхо (светло-синие стрелки) к датчику. Вернувшиеся эхосигналы в обратном порядке преобразуются кристаллами в электрические импульсы и используются для построения сонографического изображения (рис. 4).

На представленном примере звуковые волны отражаются от границы раздела (А, В, С) между средами с различной акустической плотностью (то есть различным распространением звука). Отражение звуковых волн пропорционально разнице акустической плотности: умеренная разница (граница А на рисунке 4А) будет отражать

и возвращать часть звукового луча к датчику, оставшиеся звуковые волны будут проникать дальше в слои тканей, лежащие глубже.

Если разница в акустической плотности больше (граница А на рисунке 4Б), интенсивность отраженного звука также увеличивается, а интенсивность проникающего дальше звука пропорционально уменьшается. Если акустическая плотность существенно различается (граница В на рисунке 4Б), звуковой луч полностью отражается, и в результате образуется тотальная акустическая тень (полное отражение). Акустическая тень наблюдается позади костей (ребра), камней (в почках или желчном пузыре) и газа (газ в кишечнике).

При получении сигнала процессор рассчитывает глубину, на которой возникло эхо, путем регистрации разницы времени между моментами излучения акустической волны и получения эхосигнала. Эхосигналы от тканей, лежащих рядом с датчиком (А), возвращаются раньше (t_a), чем от тканей, лежащих на глубине (t_b , t_c) (рис. 4).

Перед тем как вернуться к датчику, эхо отражается несколько раз назад и вперед, что занимает время движения, не соответствующее расстоянию до места его возникновения. Дополнительные искажения наблюдаются из-за ошибки, связанной с неточным значением скорости распространения звука. Эта величина, введенная в программу компьютера, основана на допущении, что скорость распространения звука в тканях постоянна. Однако звук, проходящий через печень, обладает скоростью около 1570 м/с, а проходящий через жировую ткань — только около 1476 м/с. Предполагаемое среднее значение скорости, которое хранится в компьютере, приводит к некоторым отклонениям, но не вызывает больших искажений. Если скорость распространения звука в соседних тканях сильно отличается (кость — 3360 м/с, газ — 331 м/с), имеет место полное отражение, и позади идет акустическая тень.

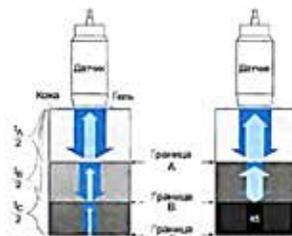


Рисунок 4. Механизм работы ультразвука

1. 4. Режимы ультразвуковой диагностики и эхогенность

В зависимости от вида используемого ультразвукового излучателя и характера обработки отраженных сигналов различают одномерный (А- и М-методы) и двухмерный (В-метод) способы анализа структур.

Режимы исследования:

1. А-режим — режим отображения амплитуд эхо-сигналов в зависимости от глубины в виде эхограммы (графика).
2. В-режим — режим получения двухмерного отображения эхосигналов в виде отметок, яркость которых пропорциональна амплитуде эхо-сигналов.
3. М-режим — режим отображения акустической картины, отображающей изменение подвижных частей во времени.

4. Multibeam, или мультилуч, — технология формирования изображения не одним, а несколькими приемными элементами. Достигается более высокая точность — фильтруются составляющие, вызванные многократным отражением, нелинейным ослаблением луча.

В современных приборах, устроенных по принципу «серой шкалы», яркость каждой точки изображения зависит от интенсивности отраженного сигнала, то есть от акустического сопротивления тканей этого участка. Ультразвуковые волны легко распространяются в упругих средах и отражаются на границе различных слоев в зависимости от изменения акустического сопротивления среды. Чем больше акустическое сопротивление исследуемой ткани, тем интенсивнее она отражает ультразвуковые сигналы и тем светлее исследуемый участок выглядит на сканограмме. Отражение участком ткани ультразвуковых сигналов сильнее, чем в норме, определяют терминами «повышенная эхогенность», или «усиленная эхоструктура».

Наибольшей эхогенностью обладают *конкременты (камни)* желчных путей, поджелудочной железы, почек. Их акустическое сопротивление может быть настолько велико, что они совершенно не пропускают ультразвуковые сигналы, полностью отражая их. На сканограммах такие образования имеют белый цвет, а позади них располагается черного цвета «акустическая дорожка» или тень конкремента, зона, в которую сигналы не поступают.

Жидкость (кисты, фолликулы) обладает низким акустическим сопротивлением и отражает эхосигналы в небольшой степени. Такие зоны с пониженной эхогенностью выглядят на сканограммах темными.

Газовая среда не проводит ультразвуковые волны. Этим объясняется малая эффективность использования ультразвука при исследовании легких.

1. 5. Воздействие ультразвука на ткани организма

Мощный, особенно низкочастотный ультразвук, способен механически разрывать клеточные мембраны одноклеточных организмов, что приводит к разрыву и гибели клеток. Облучение ультразвуком может приводить к нарушению внутреннего состава клеток и изменению концентрации веществ, растворенных в цитоплазме. Ультразвук, воздействуя на жидкость вокруг микроорганизмов, создает колебания, приводящие к изменению проницаемости клетки, и при длительном воздействии ультразвука на простейших могут произойти необратимые изменения в клетке. Аналогичное влияние ультразвук может оказывать и на клетки крови.

На клеточные популяции (ткани, органы) ультразвуковое облучение также влияет, замедляя рост и деление клетки, но ткани организма способны компенсировать негативное воздействие увеличением регенерации. В современных приборах характеристики лучей и частота таковы, чтобы минимизировать негативное влияние на ткани [1, 2, 3, 4, 11, 16].

1. 6. Положительные и отрицательные стороны УЗИ-диагностики

- Плюсы:**
- универсальность, информативность;
 - мобильность, быстрота выполнения;
 - нетравматичный характер метода;
 - отсутствие лучевой нагрузки;
 - исследование в режиме реального времени.

- Минусы:**
- необходимость специальной подготовки специалиста;
 - высокая цена аппарата;
 - ограниченная глубина проникновения, в зависимости от толщины и плотности ткани.

1. 7. Техника сканирования

Для определения стельности и патологии репродуктивного тракта крупного рогатого скота желательно использовать линейный ректальный зонд с частотой 5 МГц [5, 7, 15].

Иногда для исследований используют преобразователи от 7,5 до 10 МГц, особенно при изучении яичников или ранней стельности. Более новые приборы оснащены преобразователем с переменной частотой, который регулируется от 5 до 10 МГц. [15]

Все головки зонда имеют определители позиционирования считывающей поверхности. Этот индикатор может быть канавкой, поднятой точкой или изогнутой вершиной. Зонд может удерживаться пальцами (рис. 5А), или он может быть размещен в ладони со свободной фиксацией (рис. 5Б) [14].



Рисунок 5А. Контролируемые.

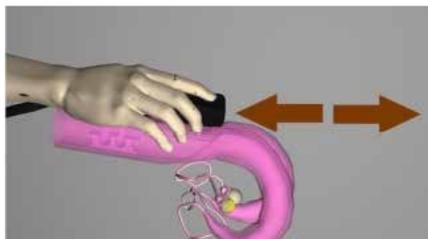


Рисунок 5Б. Ладонные.

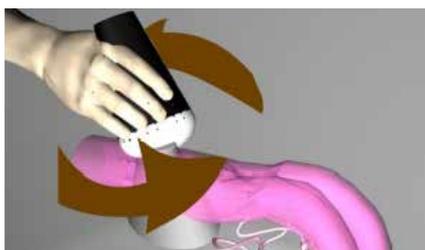
При исследовании применяются следующие изменения положения датчика: смещение, перемещение, наклон, вращение и качание.

Сечения подразделяются на продольное, поперечное и косое.

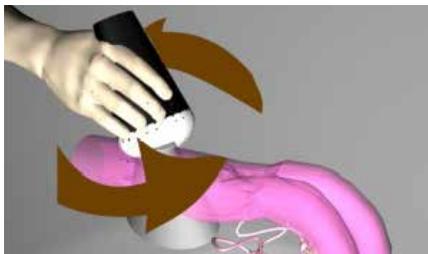
- продольное сечение — это сечение плоскости ультразвуковых волн параллельно оси позвоночника;
- поперечное сечение — перпендикулярно оси позвоночника;
- косое — под углом к оси менее 90 °.



Смещение датчика — это увеличение дины плоскости исследования путем сдвига датчика вдоль линии сканирующей полосы датчика [3].



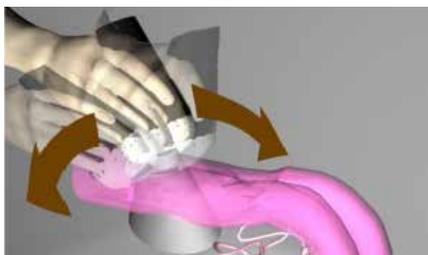
Перемещение датчика — это перестановка датчика по линиям, параллельным сканирующей полосе датчика [3].



Вращение датчика — это повороты датчика вокруг своей оси [3].



Качание — изменение положения датчика по окружности в продольной плоскости исследования с центром в рабочей зоне исследования. Характерно только для конвексных (секторных, круговых датчиков) [3].



Наклоны — подобно качаниям изменение положения датчика по окружности, но не в продольной плоскости исследования, а в поперечной [3].

Следует учитывать, что при поперечном сечении рогов матки на сканограмме будет видно, будто это два рога, хотя это один рог, который просто загнут.

Также сечения бывают дорсальные, вентральные и латеральные (боковые). В ветеринарии при обследовании коров основные применяемые сечения: продольное, поперечное в правом и левом

подвздохе, продольное и поперечное в левом правом подреберье. На органах размножения продольное — поперечное каудальной части рогов (левый-правый), краниальная часть рогов, область бифуркации, левый и правый яичники. [3]

Манипуляция зондом

При манипуляции зондом с целью получения изображения хорошего качества каловые массы лучше всего удалить, целесообразно это сделать до введения зонда. При введении зонда в прямую кишку проводится обследование всего репродуктивного тракта. Сначала можно обследовать яичники, затем кончик рога матки, продолжая исследовать весь рог до тела матки, и затем в обратном

порядке — к другому яичнику. Следует проявлять осторожность и внимательность, чтобы проследить все изменения в матке. Угол зонда при исследовании на репродуктивном тракте не важен. Продольные, поперечные или косые сечения являются приемлемыми. Шейку матки и влагалище можно исследовать в конце обследования [14].

Позиционирование для лучшего качества

Объекты, близкие к поверхности зонда, отображаются на экране монитора сверху экрана, это сделано для лучшего качества изображения. Объекты, расположенные на расстоянии более 8 см от поверхности зонда, будут иметь плохую детализацию. Зондом можно манипулировать в любом положении, чтобы визуализировать желаемый объект [14].

Изучение объекта

При обнаружении объекта зонд перемещается сбоку, чтобы полностью изучить его. Эти движения должны быть незначительными и медленными. Для небольших объектов (яичники, кончик рога матки) перемещают только часть зонда в каждом направлении. Для крупных объектов (плод) перемещают весь зонд. Поскольку изображение на экране представляет собой очень тонкий участок ткани (рис. 6), очень важно сканировать в каждом направлении для получения четкости изображения, чтобы избежать ошибок [14].



Рисунок 6. Демонстрация того, как зонд производит тонкий разрез через ткань. Изображение на ультразвуковом мониторе представляет собой участок ткани размером около 2 мм [14].

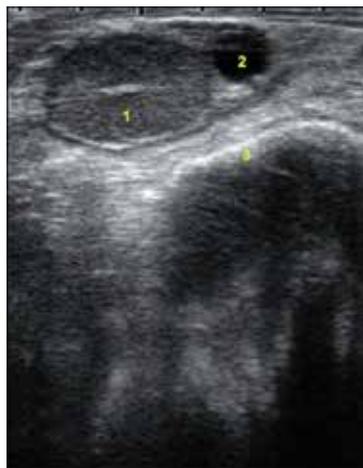


Рисунок 7. Сонограмма яичника с желтым телом (1), фолликулом (2), тазовая кость (3). Датчик зонда располагается близко к яичнику, поэтому изображение появляется на экране в верхней части экрана. Зонд 5 МГц, глубина 7 см [14].

2. АНАТОМИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ТРАКТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Знание расположения репродуктивных органов, включая влагалище, шейку матки, матку и яичники, имеет огромное значение при оценке физиологических изменений, происходящих во время эстрального цикла, и патологических состояний (рис. 8). Ди-

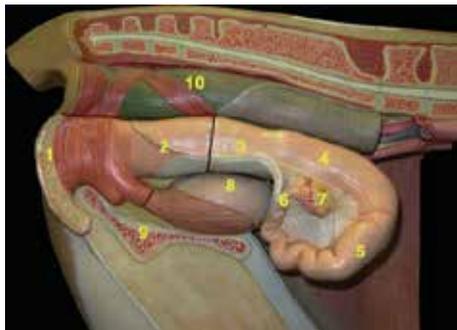


Рисунок 8. Анатомия репродуктивного тракта коровы.
1 — вульва; 2 — влагалище; 3 — шейка матки; 4 — тело матки; 5 — правый рог матки; 6 — яйцепровод; 7 — яичник; 8 — мочевого пузыря; 9 — тазовые кости; 10 — прямая кишка [14].

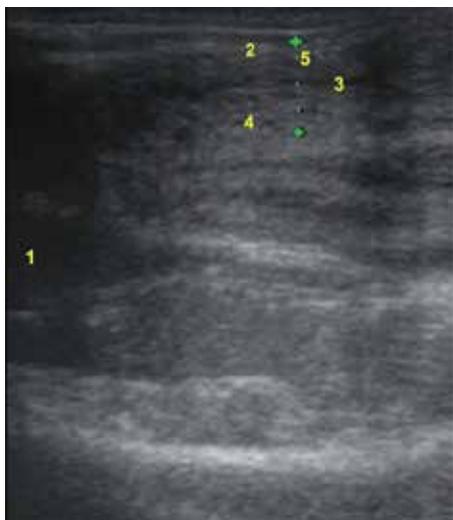


Рисунок 9. Ультрасонограмма продольного вида влагалища коровы (зонд 7,5 МГц, глубина 8 см).
1 — мочевого пузыря; 2 — стенки влагалища; 3 — наложение внутренних вагинальных поверхностей; 4 — влагалищная стенка; 5 — толщина влагалища [14].

намические изменения, наблюдаемые с помощью ультразвуковой диагностики, отражают изменения яичников и помогают в оценке состояния матки.

Влагалище

За исключением внутривагинальных или перивагинальных аномалий, вагинальное исследование ректальной пальпацией затруднено и неэффективно и чаще всего не выполняется. В случаях, когда требуется полный и подробный вагинальный осмотр, необходимо провести ультразвуковое исследование, вагиноскопию и цифровую оценку.

На рис. 9 представлен ультразвуковой вид влагалища в продольном разрезе.

Шейка матки

Шейка матки представляет собой плоскую, цилиндрическую и подвижную структуру (длиной от 7 до 10 см и диаметром от 3 до 4 см), лежащую на лонных костях. Ее размер и местоположение варьируются в зависимости от возраста и физиологического состояния. В нормальном состоянии у небеременной коровы (телки) шейка матки расположена в тазовой полости над мочевым пузырем. При ультразвуковом исследовании датчик нужно продвигать вентрально, по тазовому дну до тех пор, пока шейка матки не будет локализована (рис. 9).

Матка

Матка коровы имеет короткое тело (3,0 см в длину) и два длинных рога (30–40 см), прикрепленных в месте бифуркации межкорневой связкой. Эта связка разделена на брюшную и дорзальную части. Большая и свободная выпуклая кривизна рогов матки обращена к спине, а небольшая вогнутая кривизна, прикрепленная к широкой связке, обращена к брюшной полости (рис. 10). Широкие связки простираются вбок и дорзально, чтобы присоединиться к дорсолатеральной брюшной стенке. Это анатомическое расположение дает характерную форму скручивания и поворота для рогов матки. Ориентацией при трансректальной пальпации являются тазовый или лобковый край, подвздошные валы и седалищные отверстия.

При ультразвуковом исследовании демаркация между шейкой и телом матки не столь очевидна, как между влагалищем и шейкой матки. Помимо тела матки, характерную эхо-ткань матки можно наблюдать в поперечном направлении, чтобы исследовать каждый рог. Разделение рога матки на произвольные отрезки (от 1 до 5) (рис. 10, 11).

Ультрасонографический вид рогов матки у коровы характеризуется различными эхо-изображениями, представляющими различные слои. Периферическая часть поперечного или продольного изображения рога матки вызывает гиперэхогенный сигнал. Под этой гиперэхогенной поверхностью наблюдается слабая эхо-линия, представляющая сосудистые структуры и внешние и внутренние продольные круговые мышечные слои. Наконец, эндометрий характеризуется эхокомплексом с неспецифическим рефлексом, так что темные и яркие сигналы видны в пределах его толщины. В отсутствие жидкости в просвете дорсальный и вентральный эндометрий соединяются и появляются как яркая линия.

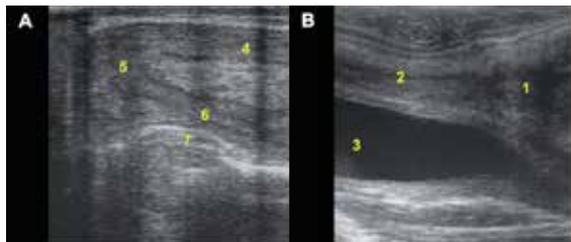


Рисунок 11. Ультрасонограмма продольного вида рога матки (А) и тела матки и шейки матки (В) коровы (зонд 7,5 МГц, глубина 6 см).

1 — шейка матки; 2 — тело матки; 3 — мочевого пузыря; 4–6 — сегмент матки; 7 — лонная кость [14].

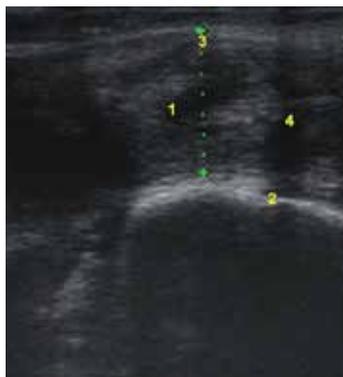


Рисунок 10. Ультрасонограмма продольного вида шейки матки (зонд 7,5 МГц, глубина 8 см).

1 — цервикальное кольцо;
2 — тазовая кость;
3 — диаметр шейки матки (2,3 см);
4 — вагинальная часть шейки матки [14].

Яичники

Средний размер яичника без функциональных структур (желтого тела или доминирующей фолликула) составляет около 4,0 см в длину, 2,0 см в ширину и 2,5 см в высоту. Коровы имеют более крупные яичники, чем телки. При наличии желтого



Рисунок 12. Ультрасонограмма широкой связки (зонд 7,5 МГц, глубина 6 см).
1 — рог матки; 2 — широкая связка.

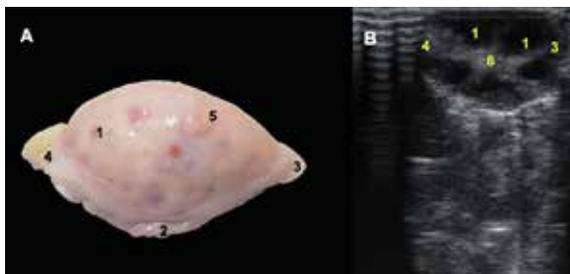


Рисунок 13. Анатомия (А) и ультразвукографическое изображение (В) неактивного яичника (зонд 7,5 МГц, глубина 6 см).
1 — маленький фолликул; 2 — прикрепленная граница яичника; 3 — задний полюс; 4 — передний полюс; 5 — желтое тело; 6 — строма яичника [14].

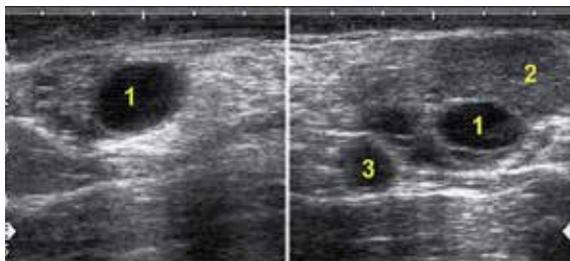


Рисунок 14. Ультразвуковые изображения в ВВ-режиме левого и правого яичников у коровы в диэструсе (зонд 8 МГц, глубина 5 см).
1 — фолликул; 2 — желтое тело; 3 — кровеносный сосуд [14].
На левом яичнике одиночный 16-миллиметровый фолликул, на правом яичнике присутствуют 2,5 см желтое тело и 11 мм фолликул.

тела, кисты яичника или опухоли общий размер яичника увеличивается.

Во время всех репродуктивных исследований необходимо регулярно обследовать яичники. Для обследования на беременность оценка яичников позволяет определить вероятность стельности на основании наличия или отсутствия желтого тела, вероятного расположения плода, наличия двойных овуляций и качества желтого тела. При обследовании яичники находятся примерно на 10 см в поперечном направлении от средней линии, на 5 см впереди и на том же уровне, что и наружная бифуркация матки. Когда яичник нашли, необходимо медленно вращать датчик, чтобы получить разные

изображения (поперечные или продольные). Преобразователь должен располагаться как можно ближе к яичнику.

Яичник представляет собой структуру, которая производит регулярные интервалы между овуляторным фолликулом и желтым телом. Корректная оценка структур яичников является сложной проблемой, поскольку фолликулы и желтые тела постоянно растут или регрессируют.

Неактивные яичники овальные и имеют достаточно однородную эхогенность. Структуры яичника, которые легко наблюдаются при УЗИ, представляют собой строму яичника, фолликулы (малые (<4 мм), средние (4–7 мм), большие (≥8 мм) и кистозные), геморрагическое тело и желтые тела (с полостью или без полости) и яичниковые сосуды (рис. 13–15).

Фолликулы выглядят как беззеховые структуры разных размеров (рис. 13). Доминирующий фолликул увеличивается в размерах до конца фолликулярной волны или за день до овуляции. Овуляция может быть обнаружена исчезновением преовулятивного фолликула. Все фолликулы не являются равномерно сферическими. Маленький фолликул, прилегающий к большему фолликулу, часто появляется как выпуклое образование на поверхности большего фолликула. Яркая прямая линия может появляться между смежными фолликулами, возникающими из-за противоположных стенок, когда ее толщина находится в пределах диапазона разрешения преобразователя. Однако противоположные стенки нескольких фолликулов слишком тонкие, чтобы их можно было обнаружить.

Во время ультразвуковой оценки яичников важно отличать фолликул от кровеносного сосуда. Поперечный разрез кровеносного сосуда яичника напоминает изображение сферического сегмента фолликула. Однако при перемещении зонда в направлении, позволяющем продольное сечение, а не поперечное сечение кровеносного сосуда, начальное сферическое изображение будет удлинено, в противоположность изображению фолликула, которое становится меньшей сферой и просто исчезает из вида, когда зонд отодвигается.

Ультрасонографическое изображение желтого тела может быть в яичнике или выступать на поверхность (рис. 15). Дистильный отдел желтого тела имеет гранулированную эхогенную структуру, которая усиливается во время лютеиновой фазы. Искажение формы более заметно в яичниках, содержащих полностью развитое желтое тело.

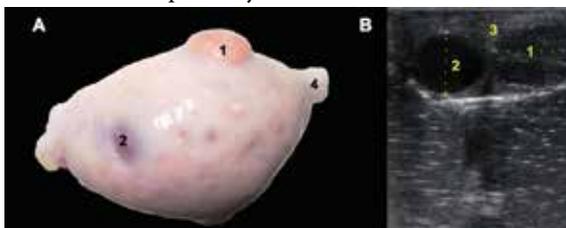


Рисунок 15. Анатомия (А) и ультрасонографическое изображение (В) активного яичника с желтым телом и крупным доминирующим фолликулом (зонд 7,5 МГц, глубина 6 см). 1 — желтое тело (1,8 см); 2 — доминантный фолликул (1,4 см); 3 — строма яичника; 4 — задний полюс яичника [14].

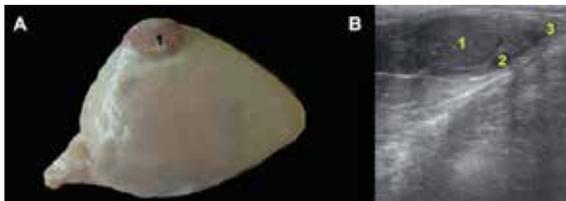


Рисунок 16. Анатомия (А) и ультрасонографический вид (В) яичника с наличием зрелого желтого тела (зонд 7,5 МГц, глубина 6 см). 1 — желтое тело (2,5 см); 2 — фолликул (4 мм); 3 — задний полюс яичника [14].

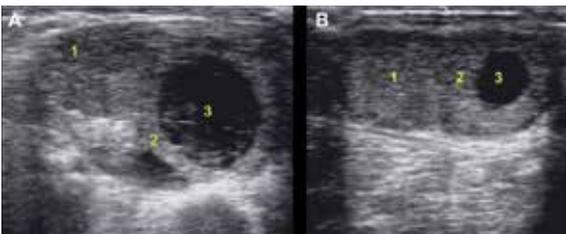


Рисунок 17. Ультрасонограммы двух яичников, с компактными желтыми телами (зонд 7,5 МГц, глубина 5 см). 1 — компактное желтое тело; 2 — желтое тело с лакуной; 3 — лакуна. Эхогенные фибриновые нити также наблюдаются в полости лакуны (А) [14].

Примерно на 17-й день эстрального цикла желтое тело начинает уменьшаться в размерах и становится плотным. Структура становится более гиперэхогенной, а контур регрессирующего желтого тела больше не отличается от стромы яичника.

Зрелое желтое тело является гипоехогенным (темнее) по сравнению со стромой яичника из-за обширной васкуляризации. Эхографически мы можем заметить различия между зрелым компактным желтым корпусом и желтым телом с лакуной. Яичники могут содержать более одного желтого тела (рис. 17). Размер лакуны может значительно варьироваться, и в полости, заполненной жидкостью, иногда наблюдаются экзогенные нити фибрина.

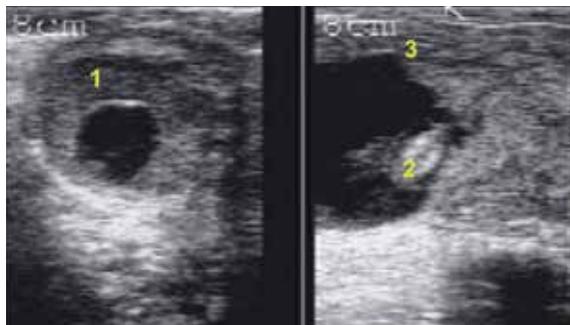


Рисунок 18. Наличие желтого тела с лакуной у 32-дневной беременной коровы (зонд 7,5 МГц, глубина 5 см). 1 — желтое тело с лакуной; 2 — эмбрион; 3 — эндометрий [14].



Рисунок 19. Желтое тело с центральными эксцентриковыми и двойными лакунами и желтое тело с неполной лютеинизацией (зонд 7,5 МГц, глубина 5 см).

А: желтое тело с центральной полостью;
 В: желтое тело с эксцентриковой полостью;
 С: желтое тело с двумя полостями;
 D: желтое тело с неполной лютеинизацией.
 1 — лютеиновая ткань; 2 — полость; 3 — фолликул;
 4 — кровеносный сосуд [14].

В течение первых 10 дней полового цикла у 30–50% всех желтых тел будет развиваться полость [8, 10, 12]. Желтое тело с лакуной считается нормальной структурой, продуцирующей нормальный уровень прогестерона [8]. Иногда желтое тело с лакуной можно наблюдать у беременной коровы (рис. 18) [8, 9, 12].

Полость в желтом теле может быть центральной или эксцентричной, и мы можем найти более одной полости в одном и том же желтом теле (рис. 19) [8]. Между 10-м и 15-м днем цикла большинство желтых тел теряют свою полость [8, 12]. Полость может быть заменена новой экзогенной тканью. Заполнение полости может принимать различные формы:

1. В некоторых случаях однородная гиперэхогенная ткань полностью заполняет полость (рис. 20) [6, 8, 9, 13].

2. Заполнение полости происходит постепенно и может быть частичным или полным (рис. 21) [13].

3. Полость может быть полностью заменена лютеиновой тканью, остается только гиперэхогенная линия или шрам (рис. 22) [6, 8].

4. Полость остается, но явное гиперэхогенное кольцо появляется вокруг той же полости (рис. 23).

Эхогенность желтого тела изменяется в соответствии с фазой эстрального цикла. Лютеальная ткань более сложна для распознавания во время проэструса, эструса, и метаэструса, чем во время диэструса, потому что желтое тело является изоэхогенным по сравнению с окружающей стромой. Во время метаэструса эхогенность желтого тела зависит от новообразованной ангиотрофической ткани геморрагического тела, а во время проэструса это зависит от соединительной ткани [14].

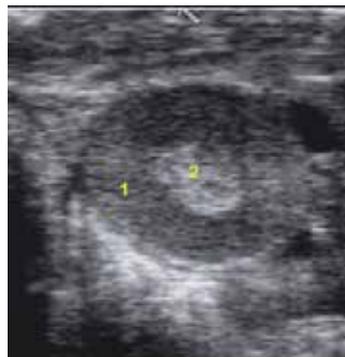


Рисунок 20. Желтое тело, в котором полость исчезла и заменена гиперэхогенной тканью через 10 дней эстрального цикла (зонд 7,5 МГц, глубина 5 см). 1 — лютеиновая ткань; 2 — гиперэхогенная зона [14].

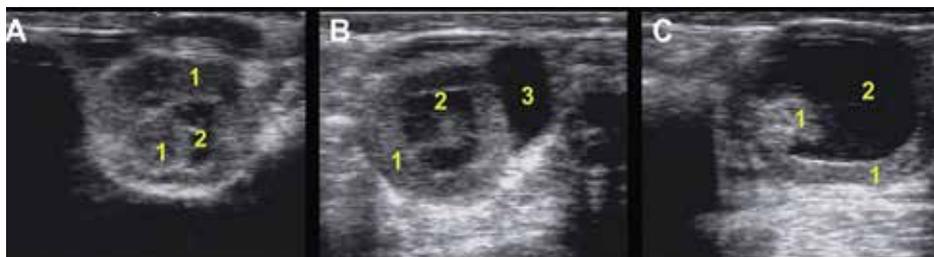


Рисунок 21. Желтое тело с различными конфигурациями полости (зонд 7,5 МГц, глубина 4,5 см).

- А: желтое тело с центральным заполнением;
 В: желтое тело с эксцентричным заполнением;
 С: желтое тело с эксцентричным неполным заполнением.
 1 — лютеиновая ткань; 2 — полость; 3 — фолликул [14].



Рисунок 22. Полость желтого тела, в которой полость была заменена белой гиперэхогенной линией или шрамом примерно через 10 дней эстрального цикла (зонд 7,5 МГц, глубина 4,5 см). 1 — лютеиновая ткань; 2 — центральный шрам [14].

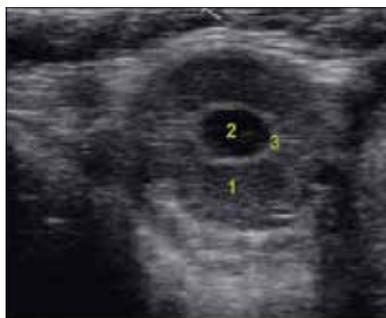


Рисунок 23. Полость кавитационного тела, в которой полость окружена гиперэхогенным кольцом (зонд 7,5 МГц, глубина 4,5 см). 1 — лютеиновая ткань; 2 — полость; 3 — гиперэхогенное кольцо [14].

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Демаркация (лат. demarcatio — «разграничение») — проведение какой-либо разделяющей черты; определение границы.

Эхогенность — это способность твердых и жидких физических тел отражать звуковые волны.

Изоэхогенность — нормальная эхогенность (ткани и органы на УЗИ отображаются в сером цвете);

Гипоэхогенность — сниженная эхогенность (объекты темного цвета, ближе к черному);

Гиперэхогенность — повышенная эхогенность (пиксели окрашены в белые или светло-серые оттенки);

Анэхогенность — эхонегативность, то есть отсутствие эхогенности (структуры черного цвета)

Фолликулярная антрум — часть яичника, заполненная фолликулярной жидкостью.

Лакуна — это полость чаще в центре желтого тела, наполненная лютеальной жидкостью.

Эструс (греч. οἶστρος — «страсть, неистовство, ярость»), также эстральный цикл или тѣчка — это морфологические изменения, которые циклически повторяются в половой системе самок, связанные с созреванием гамет и их выходом в брюшную полость в процессе овуляции.

Проэструс — фаза овариального цикла, предшествующая эструсу. Во время проэструса происходит рост и созревание овариальных фолликулов, а также пролиферативные процессы в эндометрии.

Метэструс — лютеиновая фаза овариального цикла, период развития желтых тел, начинающийся от конца эструса; как правило, продолжается несколько дней, сменяясь фазой диэструса.

Диэструс (Анэструс) — лютеиновая фаза репродуктивного цикла между двумя эструсами, период подготовки матки к имплантации плода и последующей беременности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдулов Р. Я. Атлас ультразвуковой диагностики в 2 т., Т. 1. / Р. Я Абдулов, О. Ю. Атьков, Ю. С. Соболев. — Харьков, Прапор. — 1993. — 112 с.
2. Акопян В. Б., Ершов Ю. А. — Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. М, 2005.
3. Бутяков Е. В. Ультразвуковая диагностика крупного рогатого скота с помощью аппаратов KAIXIN/ Е. В. Бутяков. — Яролавль, 2015.
4. Применение ультразвука в медицине: Физические основы/ К. Хилл, 1989.
5. Carrière P, Des Côteaux L, Durocher J. Ultrasonography of the reproductive system of the cow. [CD-ROM]. Faculté de médecine vétérinaire, Université Montréal, St-Hyacinthe, Québec. — 2005.
6. Ginther O.J. Ultrasonic imaging and animal reproduction. Equiservices Publishing, Cross Plains, Wisconsin. — 1998.
7. Ginther O.J. Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: fundamentals. Equiservices Publishing, Wisconsin. — 1995.
8. Kahn W, Volkmann D Veterinary Reproductive Ultrasonography. Mosby Wolfe, London, Toronto. — 1994
9. Kahn WL. Ultrasonic characteristics of pathological conditions of the bovine uterus and ovaries. In: Taverne MAM, Willemse AH (Eds.), Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction. Dordrecht, Kluwer Academic, Boston 1989. —, pp. 53–65.
10. Kito S, Okuda K, Miyazawa K, Sato K Study on the appearance of the cavity in the corpus luteum of cows by using ultrasonic scanning. Theriogenology 25: — 1986. — p. 325–333.
11. Lorensen, W. E., Cline, H. E. : Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm. Comput. Graphics 21, 4 (1987), 163–169.
12. Pierson R. A., Ginther O. J. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. Theriogenology 29:1988/ — p. 21–37.
13. Pieterse M. C. Clinical use of ultrasound in bovine reproduction. Embryo Transfer Society Annual Meeting. — 1994. — Oct. 29–30. Verona: Italy.
14. Practical atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography/ editor-in-chief, Luc DesCôteaux; associate editors, Giovanni Gnemmi, Jill Colloton. — 2010
15. Stroud B. Bovine reproductive ultrasonography [DVD]. Biotech Productions, Texas. — 1997
16. <http://www.ob-ultrasound.net/history1.html>

