

УДК: 619:616-078.37:636.7

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.354

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ЭХОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯИЧНИКОВ У СОБАК В ПЕРИОД ЭСТРУСА

Цыганский Р.А. * – д-р биол. наук, проф. каф. физиологии, хирургии и акушерства (ORCID 0000-0002-9643-2080); Яковлева У.С. – асп. каф. физиологии, хирургии и акушерства (ORCID 0009-0003-2494-9800)

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

* gypsyrom@mail.ru

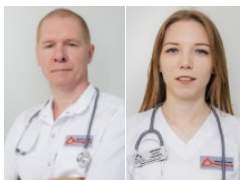
Ключевые слова: собаки, ультразвуковое исследование (УЗИ), эхогенность, эходенситометрия, половой цикл, яичники, эструс

Key words: dogs, ultrasound examination, echogenicity, echodensitometry, sexual cycle, ovaries, estrus

Поступила: 30.01.2025

Принята к публикации: 06.03.2025

Опубликована онлайн: 26.03.2025



РЕФЕРАТ

Статья посвящена количественной и качественной эхографической характеристике структур яичников у собак в период эструса, значимости фолликулярного индекса эхогенности при выявлении овуляции. Объект исследования 27 половозрелых разнопородных самок собак, от периода проэструса до диэструса. Животные были разделены на 3 группы: первая группа – собаки массой до 5 кг (n=12), вторая группа – собаки с массой 6-20 кг (n=8), третья группа – собаки с массой более 20 кг (n=7). Исследования проведены в Ветеринарном центре им. Пирогова г.Ставрополя на сканере SIUI Arogee 1100 Omni (Shantou Institute of Ultrasonic Instruments Co., Ltd., Guangdong, China) по общепринятой методике с использованием мультисекторного линейного датчика с частотой 7,5-12 МГц в В-режиме. Количественные параметры эхогенности яичников и фолликулов определяли, используя методики Силиной Т.Л., с соавт. (2010) и Цыганского Р.А. (2020). Установлены специфические эхографические маркеры процесса овуляции, в виде увеличения гиперэхогенной каймы фолликулов 0,1-0,2 см или потери четкости контура фолликулов с уменьшением их размеров, утратой симметрии фолликулов, уменьшением количества фолликулов на 30-40%. В течение эструса меняется фолликулярный индекс эхогенности (ФИЭ), т.е. соотношение количественных единиц эхогенности стромы и фолликулов. В начале проэструса данный индекс 1,5-1,7, к концу проэструса 2,0-2,5, что указывает на снижение эхогенности фолликулов в процессе фолликулогенеза, после овуляции данный индекс снижался менее значения 2,0. Динамические изменения эхографических параметров яичников сопровождалось увеличением концентрации прогестерона в сыворотке крови собак. Полученные качественные и количественные сонографические данные яичников собак в процессе фолликулогенеза, могут служить основой для идентификации различных стадий активной фазы полового цикла при ультразвуковом исследовании.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

До настоящего времени золотым стандартом для определения срока оплодотворения, является лабораторная диагностика в сочетании с цитологическим исследованием: комбинация микроскопии вагинального мазка и определение концентрации в крови лютеинизирующего гормона и прогестерона [4]. По данным Valenciano A.C. и Cowell R.L., (2020) цитологическое исследование вагинального эпителия полезно для определения подходящего времени оплодотворения, но как моноисследование не позволяет достоверно отличить поздний проэструс от эструса и не дает конкретной информации о дате овуляции [13]. Обнаружение пика лютеинизирующего гормона (ЛГ) позволяет довольно точно предсказать начало периода оплодотворения, однако, более практичным может быть показатель повышения концентрации прогестерона в плазме до 6-8 нг/мл [9]. Однако, при микроскопии ооцитов, полученных из половых путей через 2 и 4 дня после однократного интравагинального осеменения сук с помощью баллонного катетера, проведенного в течение 12 часов с момента обнаружения овуляции отмечено, что, несмотря на концентрацию прогестерона, превышающую 47,7 нмоль/л, оплодотворения не происходит [10]. В связи с этим, концентрация прогестерона в крови сук в качестве маркера для определения времени осеменения не является высокопрогностичным методом, а время осеменения играет важную роль для выживания сперматозоидов в половых путях самки. Комбинация же цитологических методов с лабораторными тестами является экономически затратным.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является высокоинформативным методом визуальной диагностики функционального состояния органов репродуктивной системы и оценки течения беременности как у людей, так и у животных [11].

В связи с физиологическими особенностями течения стадий активной фазы полового цикла у собак сложно точно определить овуляцию [10]. Одним из важ-

ных параметров при ультразвукографии является эхогенность исследуемой структуры [2, 3]. Большинство публикаций, описывающих изменения тканей и органов при УЗИ, основаны на субъективном, недоказанном, восприятии основного параметра – эхогенности, а количественная оценка производится только путём подсчета субъективно оцененных изо-, гипо- или гиперэхогенных структур. Так, Hauger P. et al. (1993) характеризуют фолликулы как анэхогенные сферические структуры в яичниках, которые можно визуализировать уже с первого дня проэструса у собак, однако авторы не отмечают каким образом изменяется эхогенность фолликулов в процессе их созревания и овуляции [7]. В исследовании England G.C.W. et al. (1993) установлено, что процесс овуляции у собак сопровождается заменой фолликулов гипозэхогенными структурами аналогичного размера [6].

По данным Wallace S.S. et al. (1992) в начале проэструса яичники однородные и имеют эхогенность, равную или немного выше, чем эхогенность коркового вещества почек. При этом фолликулы авторы описывают как очаговые гипозэхогенные или анэхогенные округлые структуры. В данном исследовании указано, что через некоторое время после овуляции в яичниках обнаруживались анэхогенные структуры, неотличимые от фолликулов, которые со временем увеличивали эхогенность и уменьшались в размерах [14].

Karke I. et al. (2012) в своём исследовании распределения и жизнеспособности сперматозоидов в половом тракте самок собак в связи с созреванием ооцитов описывали повышение эхогенности стенки у преовуляторных фолликулов [10]. Однако, в этом и приведённых выше исследованиях, характеристика эхогенности структур яичников при УЗИ проводилась на основе субъективного, восприятия эхогенности, то есть данный параметр являлся недоказуемым и не воспроизводимым.

Имеются некоторые сообщения о сравнении количественных характеристик эхогенности ряда структур. Так, в исследовании Ivančić M. et al. (2008) при-

ведено сравнение эхогенности паренхимы печени и коры почки у здоровых собак. Эхогенность определяли при помощи цифрового анализа изображений в программе Image J 1.38d, Wayne Rasband, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, MD по средней интенсивности пикселей с использованием 8-битовой шкалы с 256 оттенками серого цвета. Авторы пришли к заключению, что эхогенность коры почки выше, чем у печени в разных режимах сканирования. Ранее же допускалось наличие изоэхогенности этих структур, основанное на субъективном восприятии [8].

В исследованиях Цыганского Р.А. (2018) проведена количественная эхоситометрия стенки желудка и кишечника собак с определением индекса эхогенности их слоёв, что позволяет проводить объективную оценку состояния данных отделов пищеварительного канала в норме и патологии [1].

Отсутствие сведений в доступной нам литературе о количественной характеристике эхогенности яичников у собак, послужило основой для проведения данных исследований.

Цели исследования – дать количественную и качественную эхографическую характеристику структур яичников у собак в период активной фазы полового цикла, определить фолликулярный индекс эхогенности и его значение при выявлении овуляции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены в ветеринарном центре им Пирогова г.Ставрополя в период с июня 2021 по май 2024 года. Нами было исследовано 27 половозрелых разнопородных самок собак, от периода проэструса до диэструса. Животные были разделены на 3 группы: первая группа – собаки массой до 5 кг (n=12), вторая группа – собаки с массой 6-20 кг (n=8), третья группа – собаки с массой более 20 кг (n=7). Все животные были клинически здоровы. УЗИ проводили с использованием сканера SIUI Apogee 1100 Omni (Shantou Institute of Ultrasonic Instruments

Co., Ltd., Guangdong, China) по общепринятой методике мультимодальным линейным датчиком с частотой 7,5-12 МГц. Животных обследовали в дорсальном, левом и правом боковом лежащем положении. Исследование проводилось в режимах двумерной серошкальной визуализации (В-режим). Размеры фолликулов оценивали путем измерения наибольшего внутреннего диаметра гипоехогенной области в яичнике.

Взятие образцов крови проводили из медиальной вены сафена, иглой Lind-Vac размером 23G, в пробирку Z с активатором свертывания (оксид кремния). В сыворотке крови определяли прогестерон количественным конкурентным флуоресцентным иммуноанализом. Развитие фолликулов, овуляцию и раннюю лютеиновую фазу отслеживали, начиная с 2-3 дня от момента проэструса с интервалом 48 часов, с помощью ультразвукового исследования, используя линейный датчик с частотой 7,5-12 МГц. Эти результаты были сопоставлены с уровнем прогестерона в сыворотке крови.

Линейные размеры яичников и фолликулов определяли при их ультразвуковой визуализации, на зафиксированном максимальном размере органа при продольном и поперечном скане. Количественные параметры эхогенности яичников и фолликулов определяли, используя методики Силиной Т.Л., с соавт. (2010) [3] и Цыганского Р.А. (2020) [2]. Для оценки эхооднородности структур яичника осуществляли сравнение двух зон стромы и фолликулов, расположенных на одинаковом расстоянии от датчика – исследуемой и фоновой. Для этого производили анализ ультразвукового изображения яичника на IBM PC-совместимом компьютере в графическом редакторе в черно-белом режиме, для чего, используя функцию гистограммы, выделяли исследуемую зону и фоновую зону, как в строме, так и в фолликуле, обводя их с помощью инструмента «лассо». При этом числовые значения параметров «среднее значение» и «отклонение» отображались автоматически в окне гистограммы графического

редактора. Для фоновой зоны дополнительно определяли «погрешность отклонения в фоновой зоне», для чего фоновую зону делили на несколько участков, определяя значение отклонения в каждом участке фоновой зоны, выбирали максимальное отклонение и минимальное отклонение в фоновой зоне или ее участках. Далее производили расчет погрешности отклонения в фоновой зоне по формуле:

$$P_{\text{Откл}_2} = \text{Откл}_{\text{допmax}} - \text{Откл}_{\text{допmin}}$$

Затем производили расчет разницы отклонений в исследуемой зоне и в фоновой зоне по формуле:

$$\Delta \text{Откл} = \text{Откл}_1 - \text{Откл}_2$$

Производили сравнение погрешности отклонения в фоновой зоне с разницей отклонений в исследуемой и фоновой зоне по формуле:

$$KЭО = P_{\text{Откл}_2} - \Delta \text{Откл}$$

Далее производили расчет разницы средних арифметических значений яркости исследуемой и фоновой зон, по формуле:

$$\Delta \text{Ср}_{\text{ярк}} = \text{Ср}_{\text{ярк1}} - \text{Ср}_{\text{ярк2}}$$

Затем производили сравнение модуля разницы среднего значения яркости эхооднородной исследуемой зоны и среднего значения яркости фоновой зоны с отклонением в фоновой зоне по формуле:

$$КИЗ = |\Delta \text{Ср}_{\text{ярк}}| - \text{Откл}_2$$

, где КИЗ – критерий изоэхогенности исследуемой зоны;

$$|\Delta \text{Ср}_{\text{ярк}}|$$

– модуль разницы средних значений яркости;

$$\text{Откл}_2$$

– отклонение в сравниваемой зоне.

В результате данных расчетов определяли степень эхооднородности стромы яичника и фолликулов. Исследуемая зона определялась как гетероэхогенная, если $KЭО < 0$; изоэхогенная, если

$$0 \leq KЭО, КИЗ \leq 0;$$

гипоэхогенная, если

$$0 \leq KЭО, 0 < КИЗ, \Delta \text{Ср}_{\text{ярк}} < 0$$

; гиперэхогенная, если

$$0 \leq KЭО, 0 < КИЗ, 0 < \Delta \text{Ср}_{\text{ярк}}$$

. Затем определяли соотношение количественных единиц эхогенности стромы и фолликулов ($\text{Ср}_{\text{ярк}}$) и рассчитывали фолликулярный индекс эхогенности по формуле:

$$\text{ФИЭ} = \text{Ср}_{\text{ярк}} \text{С} / \text{Ср}_{\text{ярк}} \Phi$$

, где ФИЭ – фолликулярный индекс эхогенности;

$$\text{Ср}_{\text{ярк}} \text{С}$$

– среднее значение яркости стромы яичника;

$$\text{Ср}_{\text{ярк}} \Phi$$

– среднее значение яркости фолликула яичника.

При обращении с обследуемыми животными соблюдались «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ Министерства здравоохранения СССР № 742 от 13.11.1984 г.). При проведении исследований и подготовке статьи к печати отсутствовал конфликт личных, коммерческих, академических, интеллектуальных и др. интересов.

Числовые данные обрабатывали при помощи однофакторного дисперсионного анализа и критерия Стьюдента для множественных сравнений, зависимость выявляли в ходе корреляционного анализа путем вычисления линейного коэффициента Пирсона в программе Primer of Biostatistics 4.03 для Windows на IBM PC-совместимом компьютере.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Яичники при поперечном скане визуализируются в виде округлой структуры, средней эхогенности с неровными, преимущественно нечеткими контурами, при продольном сканировании их форма приближается к овальной. Начиная со 2-3 дня проэструса у всех обследованных животных в яичниках идентифицировали фолликулы в виде округлых структур с неровным нечетким контуром, эхогенность которых была значительно ниже стромы

яичников. Размер фолликулов на 2-3 день проэструса не отличался между животными трёх групп и составил $0,31 \pm 0,04$ см (рис. 1). При последующих измерениях регистрировали увеличение размеров фолликулов. Так к 10 дню проэструса размер фолликулов составлял $0,57 \pm 0,08$ см в 1 группе, $0,73 \pm 0,12$ во второй, и $0,94 \pm 0,15$ в 3 группе, что составило 183,87%, 235,48% и 303,22% в сравнении с начальными измерениями, соответственно по трём группам.

Средняя продолжительность проэструса составила $13 \pm 3,14$ дней с колебаниями от 10 до 16 дней не зависимо от группы животных. Максимальный размер фолликулов в конце проэструса отличался у животных разных групп. Так, в 1 группе он составил 0,71 см, во второй 0,96 см, в 3-й 1,22 см, что составило 229,03%, 309,68% и 393,55% в сравнении с начальными измерениями, соответственно по трём группам.

Среднее количество фолликулов составило $4,18 \pm 0,73$ в левом яичнике и $3,56 \pm 0,54$ в правом яичнике.

При расчётё однородности стромы и фолликулов установлено, что данные структуры в период проэструса эхооднородны, поскольку расчётный критерий однородности (КЭО) имел положительное значение, т.е. был выше 0, а критерий изоэхогенности (КИЗ) не превышал значение 0. Фолликулы являются гипоехогенными, поскольку относительно стромы расчётные критерии соответствуют положению:

$$0 \leq \text{КЭО}, 0 < \text{КИЗ}, \Delta \text{Ср}_{\text{ярк}} < \text{С}$$

Строма является гиперэхогенной, поскольку относительно фолликулов расчётные критерии соответствуют положению:

$$0 \leq \text{КЭО}, 0 < \text{КИЗ}, 0 < \Delta \text{Ср}_{\text{ярк}}$$

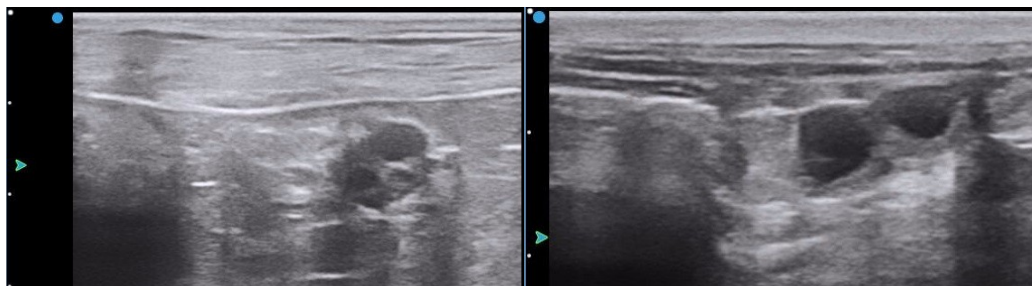


Рисунок 1 – Яичники собак, слева: проэструс, 4 день, фолликулы 0,31 см; справа: проэструс, 14 день, фолликулы 0,62 см, перифолликулярная кайма 0,06 см.

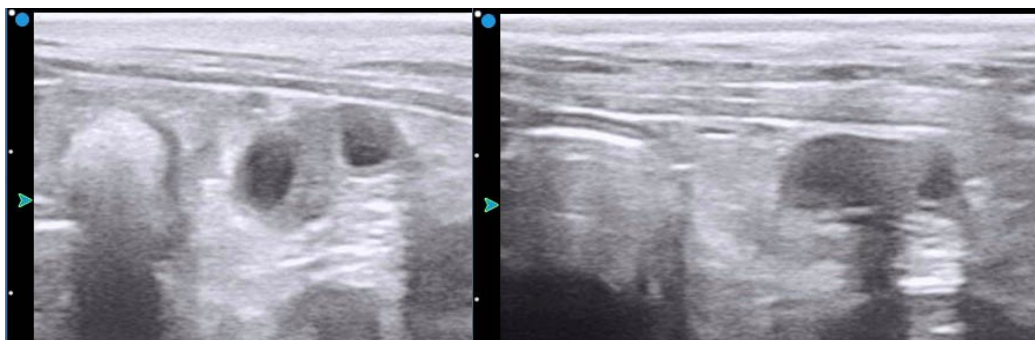


Рисунок 2 – Яичники собак, слева: овуляция, уменьшение размера фолликулов, перифолликулярная кайма 0,1 см, справа: диэструс, 4 день, утрата четкости контуров фолликулов, повышение их эхогенности.

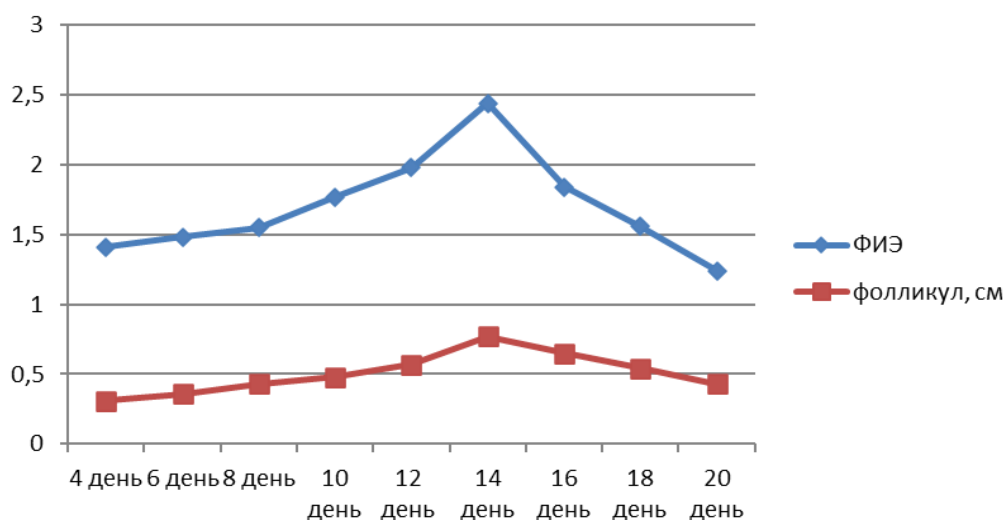


Рисунок 3 – Динамика фолликулярного индекса эхогенности (ФИЭ) и максимального размера фолликулов (см) у собак массой до 5 кг в активную фазу полового цикла.

Эхогенность фолликулов ($Cp_{яркФ}$) колебалась в пределах $40,15 \pm 6,78$ до $127,32 \pm 9,36$ в зависимости от стадии цикла, причем наименьшие значения регистрировались к завершению проэструса и соответствовали предовуляторным фолликулам, а наибольшие значения регистрировались с продолжением диэструса. Эхогенность стромы ($Cp_{яркС}$) в среднем составляла $137,84 \pm 24,62$. Нами установлено, что в течение проэструса меняется фолликулярный индекс эхогенности (ФИЭ), т.е. соотношение количественных единиц эхогенности стромы и фолликулов (рис. 3). Так, в начале проэструса данный индекс составлял 1,5-1,7, а к концу проэструса достигал 2,0-2,5, что указывает на снижение эхогенности фолликулов в процессе фолликулогенеза. После овуляции данный индекс также менялся, снижаясь менее значения 2,0.

Динамические изменения эхографических параметров яичников сопровождались увеличением концентрации прогестерона в сыворотке крови собак. Так, с увеличением размера фолликулов с $0,31 \pm 0,04$ см до $0,57 \pm 0,08$ см в 1 группе, $0,73 \pm 0,12$ во второй, и $0,94 \pm 0,15$ в 3 группе концентрация прогестерона возрастала

в среднем на 148,38% составив с $9,86 \pm 1,45$ нмоль/л до $14,63 \pm 2,56$ нмоль/л по трём группам собак. При максимальных размерах фолликулов концентрация прогестерона составляла $27,98 \pm 5,41$ нмоль/л, что соответствовало увеличению на 283,77% относительно начала проэструса.

В начале проэструса нами отмечено, что контуры фолликулов на сонограммах не четкие, однако при концентрации прогестерона $14,63 \pm 2,56$ нмоль/л отмечается появление гиперэхогенной каймы по границе фолликулов толщиной 0,06-0,07 см с приобретением четкости контуров фолликулов (рис. 1). При дальнейших ультразвуковых исследованиях гиперэхогенная фолликулярная кайма в фолликулах утолщалась до 0,1-0,2 см (рис. 2), что также сопровождалось ростом концентрации прогестерона в сыворотке крови собак.

При ультразвуковом исследовании яичники у собак визуализируются в виде овальной структуры продольном и округлой структуры при поперечном сканировании. УЗ сканирование позволяет идентифицировать фолликулы со 2-3 дня проэструса.

При анализе эхогенности структур

яичника у собак мы получали количественный показатель $Sr_{ярк}$ представляющий собой средневзвешенный уровень яркости пикселей изображения, которое автоматически рассчитывает компьютер путём умножения каждого уровня яркости на число пикселей данного уровня, а затем делением на общее число уровней яркости. Ряд авторов указывает, что фолликулы у данного вида животных анэхогенные [5, 7], однако в данных исследованиях не проводилась количественная оценка эхогенности. В наших исследованиях эхогенность фолликулов ($Sr_{ярк\Phi}$) в наименьших значениях составляла $40,15 \pm 6,78$, что не соответствует определению «анэхогенная структура», поскольку доля средневзвешенного уровня яркости пикселей их ультразвукового 8-ми битного изображения составляет 15,68%. Постепенное снижение эхогенности фолликулов в течение проэструса на наш взгляд связано с увеличением доли жидкостного компонента в процессе фолликулогенеза, достигающего пика непосредственно перед овуляцией, о чем свидетельствуют максимальные значения фолликулярного индекса эхогенности, равные 2,0-2,5. В последующих измерениях значения данного индекса снижаются менее значения 2,0, что, на наш взгляд, связано с процессами формирования желтого тела, сопровождающимися повышением эхогенности фолликулов.

Появление фолликулярной гиперэхогенной каймы, по видимому, связано с предовуляторной лютеинизацией фолликулов. Подобные изменения описаны и другими исследователями [10]. Наличие фолликулярной гиперэхогенной каймы может служить дополнительным эхографическим маркёром завершения стадии проэструса. Karre I. et al. (2012) указывают, что референсом овуляции является концентрация прогестерона в крови сук не менее 15,9 нмоль/л, однако, по данным Boyd J.S. et al. (1993) процесс овуляции может длиться 12-36 часов, при этом концентрация прогестерона продолжает увеличиваться [5]. Так, при микроскопии ооцитов, полученных из половых путей

через 2 и 4 дня после однократного интравагинального осеменения сук с помощью баллонного катетера, проведенного в течение 12 часов с момента обнаружения овуляции отмечено, что, несмотря на концентрацию прогестерона, превышающую 47,7 нмоль/л, оплодотворения не происходит [10]. Reynaud K. et al. (2005) исследовав 195 ооцитов, полученных от 50 сук, установили, что в большинстве случаев оплодотворение происходило в течение 90 часов после овуляции [12]. В связи с этим, концентрация прогестерона в крови сук в качестве маркёра для определения времени оплодотворения не является высокопрогностичным методом. Метод ультразвуковой диагностики эструса у собак имеет существенно более низкую себестоимость в сравнении с лабораторными методами.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Перспективным методом определения времени оплодотворения выступает ультрасонография, поскольку процесс овуляции имеет специфические эхографические маркёры, в виде увеличения гиперэхогенной каймы фолликулов 0,1-0,2 см или потерей четкости контура фолликулов с уменьшением их размеров, снижением фолликулярного индекса эхогенности $C/\Phi < 2,0$, утратой симметрии фолликулов, уменьшением количества фолликулов на 30-40%. Полученные нами качественные и количественные сонографические данные яичников собак в процессе фолликулогенеза, могут служить основой для идентификации различных стадий активной фазы полового цикла при ультразвуковом исследовании.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ECHOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE OVARIES IN DOGS DURING ESTRUS

Tsyganski R.A. * – doctor of biological sciences, professor of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics (ORCID 0000-0002-9643-2080); **Yakovleva U.S.** – postgraduate student of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics (ORCID 0009-0003-2494-9800)

Stavropol State Agrarian University

*gypsyrom@mail.ru

ABSTRACT

The article is devoted to the quantitative and qualitative echographic characteristics of ovarian structures in dogs during the estrus of the sexual cycle, the significance of the follicular echogenicity index in detecting ovulation. The object of the study was 27 sexually mature female dogs of different breeds, from the period of proestrus to diestrus. The animals were divided into 3 groups: the first group - dogs weighing up to 5 kg (n = 12), the second group - dogs weighing 6-20 kg (n = 8), the third group - dogs weighing more than 20 kg (n = 7). The studies were carried out at the Pirogov Veterinary Center in Stavropol on a SIUI Apogee 1100 Omni scanner (Shantou Institute of Ultrasonic Instruments Co., Ltd., Guangdong, China) according to the generally accepted technique using a multi-frequency linear sensor with a frequency of 7.5-12 MHz in B-mode. The quantitative parameters of the echogenicity of the ovaries and follicles were determined using the techniques of Silina T.L. et al. (2010) and Tsygansky R.A. (2020). Specific echographic markers of the ovulation process have been established, in the form of an increase in the hyperechoic border of follicles by 0.1-0.2 cm or loss of clarity of the follicle contour with a decrease in their size, loss of follicle symmetry, a decrease in the number of follicles by 30-40%. During estrus, the follicular echogenicity index (FEI – the ratio of quantitative units of echogenicity of the stroma and follicles). At the beginning of proestrus, this index is 1.5-1.7, by the end of proestrus 2.0-2.5, which indicates a decrease in the echogenicity of the follicles during folliculogenesis, after ovulation, this index decreased below 2.0. Dynamic changes in the echographic parameters of the ovaries were accompanied by an increase in the concentration of progesterone in the blood serum of dogs. The obtained qualitative and quantitative sonographic data of the ovaries of dogs in the process of folliculogenesis can serve

as a basis for identifying various stages of the active phase of the sexual cycle during ultrasound examination.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Цыганский Р.А. Количественные характеристики эхогенности пищеварительного канала у собак / Р.А. Цыганский // Вестник Курской ГСХА, 2018. № 5. – С. 113-120.
- 2.Патент 2746439 РФ, МПК А61В 8/00 (2006.01). Способ определения эхогенности стенки желудка и тонкого кишечника у собак и кошек/ Цыганский Р.А.–№ 2020106782; заявл. 12.02.2020.; опубл. 14.04.2021, Бюл №11.
- 3.Патент 2398513 РФ, МПК 51 А61В 8/00 А61В8/14 (2006.01) Способ определения эхооднородности и степени эхогенности ультразвукового изображения / Силина Т.Л., Голубков С.С. – № 2008149311/14; заявл. 16.12.2008; опубл. 10.09.2010, Бюл. №4.
- 4.Яковлева У.С. Методы определения овуляции у собак и анализ их эффективности / У.С. Яковлева, Р.А. Цыганский // Молодые ученые – науке и практике АПК: [Электронный ресурс] материалы научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, г. Витебск, 27-28 апреля 2023 г. / УО ВГАВМ ; редкол. : Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – Режим доступа : <http://www.vsavm.by>. свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – С. 238-241.
- 5.Boyd J.S. Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation / J.S. Boyd, J.P. Renton, M.J. Harvey [et al.] // Journal of Reproduction and Fertility – Supplement. – 1993, 47:101–105.
- 6.England G.C.W. Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy / G.C.W. England, A.E. Yeager // Journal of Reproduction and Fertility. 1993, Vol. 47. P. 107-117.
- 7.Hayer P. Ultrasonographic monitoring of follicular development, ovulation and the early luteal phase in the bitch / P. Hayer, A.R. Günzel-Apel, D. Lüerssen, [et al.] //

Journal of Reproduction and Fertility – Supplement. – 1993, 47:93-100. PMID: 8229990.

8.IvančićM., W. Mai. Qualitative and quantitative comparison of renal vs. hepatic ultrasonographic intensity in healthy dogs // Veterinary Radiology and Ultrasound. – 2008, Vol. 49. № 4. P. 368-373.

9.Jeffcoate, I.A. Ovulation detection and timing of insemination based on hormone concentrations, vaginal cytology and the endoscopic appearance of the vagina in domestic bitches / I. A. Jeffcoate, F. E. Lindsay // Reprod Fertil Suppl. – 1989, № 39. – P. 277-287

10. Karre I. Distribution and viability of spermatozoa in the canine female genital tract during post-ovulatory oocyte maturation / I. Karre, A. Meyer-Lindenberg, C. Urhausen [et al.] // Acta Veterinaria Scandinavica. – 2012, 29;54(1):49. doi: 10.1186/1751-0147-54-49.

11. Mantziaras G. Advanced ultrasound techniques in small animal reproduction imaging / G. Mantziaras, G.C. Luvoni // Reproduction in domestic animals. – 2020, Vol. № 2. P. 17-25.

12. Reynaud K. In vivo meiotic resumption, fertilization and early embryonic development in the bitch / K. Reynaud, A. Fontbonne, N. Marseloo [et al.] // Reproduction. 2005, 130:193–201.

13. Valenciano, A.C. Diagnostic Cytology and Hematology of the Dog and Cat / A. C. Valenciano, R. L. Cowell // Elsevier: Fifth edition, 2020. – P. 427-429

14. Wallace S.S. Ultrasonographic appearance of the ovaries of dogs during the follicular and luteal phases of the estrous cycle / S.S. Wallace, M.B. Mahaffey, D.M. Miller [et al.] // American Journal of Veterinary Research. 1992, 53:209–215.

REFERENCES

1.Tsygansky R.A. Quantitative characteristics of the echogenicity of the alimentary canal in dogs / R.A. Tsygansky // Bulletin of Kursk State Agricultural Academy, 2018. No. 5. - P. 113-120.

2.Patent 2746439 RF, IPC A61B 8/00 (2006.01). Method for determining the echo-

genicity of the stomach wall and small intestine in dogs and cats / Tsygansky R.A. - No. 2020106782; declared. 12.02.2020.; published. 14.04.2021, Bulletin 11.

3.Patent 2398513 RF, IPC 51 A61B 8/00 A61B8/14 (2006.01) Method for determining the echo homogeneity and degree of echogenicity of an ultrasound image / Silina T.L., Golubkov S.S. - No. 2008149311/14; declared. 16.12.2008; published. 10.09.2010, Bulletin 4.

4.Yakovleva U.S. Methods for determining ovulation in dogs and analysis of their effectiveness / U.S. Yakovleva, R.A. Tsygansky // Young scientists - for science and practice of the agro-industrial complex: [Electronic resource] materials of the scientific and practical conference of graduate students and young scientists, Vitebsk, April 27-28, 2023 / UO VSVM; editorial board. : N. I. Gavrichenko (editor-in-chief) [and others]. – Vitebsk: VGAVM, 2023. – URL: <http://www.vsavm.by>. free. – Title from the screen. – Language: Russian. – P. 238-241. (In Russ.)

5.Boyd J.S. Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation / J.S. Boyd, J.P. Renton, M.J. Harvey [et al.] // Journal of Reproduction and Fertility – Supplement. – 1993, 47:101–105.

6.England G.C.W. Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy / G.C.W. England, A.E. Yeager // Journal of Reproduction and Fertility. 1993, Vol. 47. P. 107-117.

7.Hayer P. Ultrasonographic monitoring of follicular development, ovulation and the early luteal phase in the bitch / P. Hayer, A.R. Günzel-Apel, D. Lüerssen, [et al.] // Journal of Reproduction and Fertility – Supplement. – 1993, 47:93-100. PMID: 8229990.

8.IvančićM., W. Mai. Qualitative and quantitative comparison of renal vs. hepatic ultrasonographic intensity in healthy dogs // Veterinary Radiology and Ultrasound. – 2008, Vol. 49. № 4. P. 368-373.

9.Jeffcoate, I.A. Ovulation detection and timing of insemination based on hormone

- concentrations, vaginal cytology and the endoscopic appearance of the vagina in domestic bitches / I. A. Jeffcoate, F. E. Lindsay // *Reprod Fertil Suppl.* – 1989, № 39. – P. 277-287
10. Karre I. Distribution and viability of spermatozoa in the canine female genital tract during post-ovulatory oocyte maturation / I. Karre, A. Meyer-Lindenberg, C. Urhausen [et al.] // *Acta Veterinaria Scandinavica.* – 2012, 29;54(1):49. doi: 10.1186/1751-0147-54-49.
11. Mantziaras G. Advanced ultrasound techniques in small animal reproduction imaging / G. Mantziaras, G.C. Luvoni // *Reproduction in domestic animals.* – 2020, Vol. № 2. P. 17-25.
12. Reynaud K. In vivo meiotic resumption, fertilization and early embryonic development in the bitch / K. Reynaud, A. Fontbonne, N. Marseloo [et al.] // *Reproduction.* 2005, 130:193–201.
13. Valenciano, A.C. *Diagnostic Cytology and Hematology of the Dog and Cat* / A. C. Valenciano, R. L. Cowell // Elsevier: Fifth edition, 2020. – P. 427-429
14. Wallace S.S. Ultrasonographic appearance of the ovaries of dogs during the follicular and luteal phases of the estrous cycle / S.S. Wallace, M.B. Mahaffey, D.M. Miller [et al.] // *American Journal of Veterinary Research.* 1992, 53:209–215.