

Кардиологическое Ветеринарное Общество

Приложение к рекомендованному протоколу эхокардиографии собак: уточняющие методические примечания и референтные интервалы

Примечание 1.

Настоящий протокол представляет собой базовый стандарт эхокардиографического исследования у собак и включает минимально необходимый объём измеряемых параметров, достаточный для комплексной оценки структуры и функции сердца. В зависимости от клинической ситуации, анатомических особенностей пациента и экспертного мнения врача-исследователя перечень измерений может быть расширен для получения дополнительной диагностической информации.

Примечание 2.

В случае технической невозможности проведения какого-либо измерения (обусловленной, например, ограниченным доступом к ультразвуковому окну, тяжёлым общим состоянием пациента, артефактами изображения или другими объективными причинами) факт невозможности проведения измерения должен быть документально зафиксирован в примечаниях к протоколу с указанием причины.

Примечание 3.

Максимальный диаметр левого предсердия измеряется 2D-режиме в четырёхкамерном сечении по длинной оси из правого паракоронарного доступа в конце систолы без учёта эндокардиальных структур.

Примечание 4.

Соотношение диаметров левого предсердия и аорты (ЛП/АО) определяется в 2D-режиме в сечении по короткой оси на уровне основания сердца из правого паракоронарного доступа в конце систолы с исключением эндокардиальных границ и стенок аорты.

Примечание 5.

Толщина стенок левого желудочка (ЛЖ) в диастолу, конечный диастолический размер (КДР) и конечный диастолический объём (КДО) ЛЖ измеряются в фазе максимального диастолического расширения — непосредственно после закрытия створок митрального клапана, что соответствует началу комплекса QRS на синхронно зарегистрированной ЭКГ. Конечный систолический размер (КСР) и конечный систолический объём (КСО) ЛЖ измеряются в момент минимального объёма полости ЛЖ — непосредственно перед открытием митрального клапана, что соответствует окончанию зубца Т на ЭКГ. В эту же фазу (конец систолы) рекомендуется измерять максимальный диаметр левого предсердия (ЛП).

Примечание 6.

Измерение объёма левого желудочка рекомендуется проводить методом дисков Симпсона (модифицированный биплановый метод). Это измерение является обязательным при проведении породного скрининга на дилатационную кардиомиопатию (ДКМП) у предрасположенных пород (дойбман, боксёр, ирландский волкодав и др.), а также при подозрении на ДКМП-фенотип в ходе рутинного эхокардиографического исследования [4,9,19]

Примечание 7.

Параметры правых отделов сердца — диаметр правого предсердия (ПП), диастолический размер правого желудочка (ПЖ) и толщина свободной стенки ПЖ — могут оцениваться 2D-режиме как в четырёхкамерном сечении по длинной оси из правого паракоронарного доступа, так и в апикальном четырёхкамерном сечении из левого краиального паракоронарного доступа. Выбор сечения остаётся на усмотрение исследователя. В протоколе необходимо указать использованное сечение и применять референтные значения, валидированные для этого сечения.

Примечание 8.

Оценка динамической обструкции выносящего тракта левого желудочка (ВТЛЖ) и систолического переднего движения передней створки митрального клапана должна проводиться с использованием комбинированной визуализации: 2D-режим, М-режим, цветного допплера и спектрального допплера — для комплексной оценки анатомии, кинетики и гемодинамических последствий.

Примечание 9.

Выявление В-линий и свободной жидкости в плевральной полости в рамках стандартного эхокардиографического исследования не следует рассматривать как полноценное выполнение протоколов T-FAST или VET BLUE. В контексте данного протокола эти находки оцениваются как качественные — с фиксацией факта визуализации или отсутствия указанных признаков [21,22].

Примечание 10.

Оценка вероятности развития лёгочной гипертензии должна проводиться в соответствии с актуальными рекомендациями Американской коллегии ветеринарной внутренней медицины (ACVIM) по диагностике и классификации лёгочной гипертензии у собак, включая измерение скорости трикуспидальной регургитации, оценку формы допплеровского спектра транспульмонарного потока, вторичных признаков ремоделирования правых отделов сердца и других гемодинамических критериев [1]

Примечание 11.

Ниже представлены формулы для расчёта функциональных и геометрических параметров, рекомендуемые эхокардиографические сечения и референтные значения для указанных показателей, а также дополнительные индексы, используемые при расширенном исследовании. При наличии технической возможности и доступа к валидированным данным рекомендуется

использовать референтные интервалы для конкретных пород, особенно для пород с известной предрасположенностью к болезням сердца.

ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ

ЛП/Ао	≤ 1,6 — норма [2,8]	Правый парастернальный доступ, сечение по короткой оси на уровне основания сердца, конец систолы (критерий EPIC)
ЛП нормализованный (индексированный)	1,19–1,56 [8]	Правый парастернальный доступ, 4-камерное сечение по длинной оси, конец систолы
	ЛП _{макс} / МТ ^{0,309}	
ЛВ/ПВЛА	0,9–1,2 — норма [7]	Правый парастернальный доступ, сечение по длинной/короткой осям с визуализацией сосудов
	>1,7 — выраженный венозный застой малого круга [18]	

ЛЕВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК

КДРн	≤ 1,7 (индексированный) [2]	Правый парастернальный доступ, сечение по длинной/короткой осям на хордальном уровне, конец диастолы (начало комплекса QRS), M-режим
	КДР / МТ ^{0,294}	
КСРн	≤ 1,0 (индексированный) [2]	Правый парастернальный доступ, сечение по длинной/короткой осям на хордальном уровне, конец систолы (конец зубца Т), M-режим
	КСР / МТ ^{0,32}	

Фракция укорочения (ФУ)	$\geq 20\text{--}25\%$ [19]	$((\text{КДР} - \text{КСР}) / \text{КДР}) \times 100\%$
Характеристики ДКМП (дойерманы)		
— КДР самцы	≥ 48 мм — патология [4]	Правый парастернальный доступ, сечение по длинной оси и на хордальном уровне, М-режим
— КДР самки	≥ 46 мм — патология [4]	
— КСР	≥ 36 мм — патология [4]	
Объёмы ЛЖ (метод Симпсона)		Правый паастернальный доступ, 4-камерное сечение по длинной оси или левый паастернальный доступ в апикальном сечении, 2D-режим
— КДО/кг	1,25–3,27 мл/кг [3]	
— КСО/кг	0,3–1,57 мл/кг [3]	
— ФВ	39,6–75,3% [3]	$((\text{КДО} - \text{КСО}) / \text{КДО}) \times 100\%$
— КДО/ППТ (дойерманы)	≥ 95 мл/ м^2 — патология [4]	
— КСО/ППТ (дойерманы)	≥ 55 мл/ м^2 — патология [4]	
— КДО/ППТ (боксёры)	49–93 мл/ м^2 [9]	

— КСО/ППТ (боксёры)	22–50 мл/м ² [9]	
EPSS (дойберманы)	≤ 6,5 мм [4]	Правый парастернальный доступ, сечение длинной оси, М-режим

СОСУДЫ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ (субкостальный доступ)

Спадение КПВ	<33 % ассоциируется с наличием асцитного выпота вследствие правосторонней ЗСН [17]	((КПВ на выдохе – КПВ на вдохе) / КПВ на выдохе) × 100 %
-----------------	---	--

ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ И ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК

RAA/ППТ	4,2–10,2 см/м ² [12]	Левый краинальный паастернальный доступ в апикальном сечении
ПЖ/ЛЖ	30–50 % [5, 20]	Левый каудальный паастернальный доступ в апикальном сечении или правый паастернальный доступ, 4-камерное сечение по длинной оси
СПЖ/ЗСЛЖ	30–50 % [5, 20]	
TAPSE/Ao	>0,65 [10]	TAPSE (мм) / диаметр аорты (мм)
FAC (доля изменения площади)	>35% [11]	((RVAd – RVAs) / RVAd) × 100 %
RVAdn	4,9–10,9 см (диапазон 2,8– 11,6) [11]	RVAd / ППТ

ТРАНСМИТРАЛЬНЫЙ ПОТОК (диастолическая функция ЛЖ)

E/IVRT	>2,5 — корреляция с лЗСН МДМК [6]	Левая верхушечная 4-камерная
	>1,8 — корреляция с лЗСН ДКМП [6]	E (м/с) / (IVRT / 100) [IVRT в мс]
E/E'	>12 — корреляция с лЗСН МДМК [6]	E(м/с)/E' (м/с)
	>9 — корреляция с лЗСН ДКМП [6]	
E/A	1–2 норма [6] > 1,58 корреляция с лЗСН при МДМК [6]	

ЛЕГОЧНАЯ АРТЕРИЯ И ОЦЕНКА ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

AT/ET	>0,3 — норма [1]	Правая паракстernaльная короткая ось, акцент на ЛА
RPAD	>30% — норма [1]	((ПВЛАмакс – ПВЛАмин) / ПВЛАмакс) × 100 %
Расчётное sPAP	= Давление ПП + 4 × (TKP) ²	TKP — скорость трикуспидальной регургитации (м/с)
PVRecho (ЛСС)	>2,46 — пЗСН [16]	(TKP) ² / VTlа
	>3–5 — прекапиллярная ЛГ [16]	
EPLAR	<0,245 — посткапиллярная ЛГ [13,14]	TKP / (E/E')

	>0,4 — прекапиллярная ЛГ [13, 14]	
ЛСС (индекс)	<5 — норма [1,16]	(VTIла × 10) / ТКР
ДПГ	>7 мм рт. ст. — прекапиллярная ЛГ [1,16]	$\Delta\Delta\text{ЛА} - \Delta\Delta\text{ЗЛА} = 4 \times (\text{регЛА})^2 - E/E'$ (в мм рт. ст.)

Список сокращений:

ЭКГ — Электрокардиограмма

ФУ — Фракция укорочения

ФС — Фракция сокращения

ФВ — Фракция выброса

ТКР — Триkusпидальная регургитация

СПЖ — Свободная стенка правого желудочка

регЛА — регургитация на клапане лёгочной артерии

ППТ — Площадь поверхности тела

ПП — Правое предсердие

ПЖ — Правый желудочек

ПВЛА — Правая ветвь лёгочной артерии

МЖП — Межжелудочковая перегородка

МДМК — Миксоматозное дегенеративное заболевание митрального клапана

ЛСС — Лёгочное сосудистое сопротивление

ЛП — Левое предсердие

ЛЖ — Левый желудочек

ЛГ — Лёгочная гипертензия

ЛВ — Лёгочная вена

ЛА — Лёгочная артерия

МТ — масса тела

КСР — Конечный систолический размер

КСО — Конечный систолический объём

КПВ — Каудальная полая вена

КДР — Конечный диастолический размер

КДО — Конечный диастолический объём

ЗСН — Застойная сердечная недостаточность

пЗСН — Правосторонняя сердечная недостаточность

ЗСЛЖ — Задняя стенка левого желудочка

ДПГ — Диастолический пульмонарный градиент

ДКМП — Дилатационная кардиомиопатия

ДЗЛА — Давление заклинивания лёгочной артерии

ДДЛЖ — Диастолическое давление левого желудочка

ДДЛА — Диастолическое давление в лёгочной артерии

ВТЛЖ — Выносящий тракт левого желудочка

АТ — Время ускорения кровотока (Acceleration Time)

АО — Аорта

PVRecho — Pulmonary Vascular Resistance by echocardiography - Легочное сосудистое сопротивление, определяемое эхокардиографически

TAPSE — Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion — Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца

RPAD — Right Pulmonary Artery Distensibility — Растворимость правой лёгочной артерии

RAA — Right Atrial Area — Площадь правого предсердия

RVAd — Right Ventricular Area in diastole - Площадь правого желудочка в диастолу

RVAs — Right Ventricular Area in systole - Площадь правого желудочка в систолу

sPAP — systolic Pulmonary Artery Pressure - Систолическое давление в легочной артерии

QRS — QRS complex — Комплекс QRS (на ЭКГ)

IVRT — Isovolumic Relaxation Time — Время изоволюмического расслабления

T-FAST — Focused Assessment with Sonography for Trauma — Фокусированное УЗИ при травме

FAC — Fractional Area Change — Доля изменения площади

ET — Ejection Time — Время изгнания

EPLAR — Echocardiographic Pulmonary to Left Atrial Ratio - эхокардиографическое соотношение давления/параметров лёгочной артерии к левому предсердию

EPSS — E-point to septal separation — Расстояние от точки Е до межжелудочковой перегородки

EPIC — Evaluation of Pimobendan In dogs with Cardiomegaly — Исследование эффективности пимобендана у собак с кардиомегалией

VET BLUE — Veterinary Bedside Lung Ultrasound in Emergency — УЗИ лёгких у постели пациента при неотложной помощи адаптированное для ветеринарной медицины

VTIла – Velocity Time Integral of pulmonary artery flow (интеграл скорости-времени потока в легочной артерии) / Интеграл скорости-времени потока в легочной артерии

ACVIM — American College of Veterinary Internal Medicine — Американский колледж ветеринарной внутренней медицины

Список источников:

1. Reinhart C., Visser L. K., Kellichan H. B., Masso I., Rozanski E., Clerc S., Williams K., Abbott J., Borgarelli M., Scansen B. A. ACVIM Guidelines for the Diagnosis, Classification, Treatment, and Monitoring of Pulmonary Hypertension in Dogs. *J Vet Intern Med.* 2020 Feb 17. doi: <https://doi.org/10.1111/jvim.15725>
2. Keene B. W., Atkins C. E., Bonagura J. D., Fox P. R., Haggstrom J., Fuentes V. L., Oyama M. A., Rush J. E., Stepien R. ACVIM Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Myxomatous Mitral Valve Disease in Dogs. *J Vet Intern Med.* 2019 Apr 11. doi: <https://doi.org/10.1111/jvim.15488>
3. Wess G., Bauer A., Kopp A. Echocardiographic Reference Intervals for Left Ventricular Volume Measurement by Simpson's Method of Discs in 1331 Dogs. *J Vet Intern Med.* 2021 Mar;35[2]:724–738. doi: 10.1111/jvim.16089
4. European Society of Veterinary Cardiology Recommendations for Screening for Dilated Cardiomyopathy in Doberman Pinschers. *J Vet Cardiol.* 2017 Oct. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2017.08.006>
5. Visser L. K., Scansen B. A., Schober K. E., Bonagura J. D. Echocardiographic Assessment of Right Ventricular Systolic Function in Conscious Healthy Dogs: Repeatability and Reference Intervals. *J Vet Cardiol.* 2015;17[2]:83–96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2014.10.003>
6. Schober K. E., Hart T. M., Stern J. A., Li H., Samii V. F., Zekas L. D., Scansen B. A., Bonagura J. D. Detection of Congestive Heart Failure in Dogs by Doppler Echocardiography. *J Vet Intern Med.* 2010 Nov–Dec;24[6]:1358–1368. doi: 10.1111/j.1939-1676.2010.0592.x
7. Birettoni F., Caivano D., Patata V., Moise N. S., Guglielmini C., Rishniw M., Porciello F. Pulmonary Vein to Pulmonary Artery Ratio in Dogs: Echocardiographic Technique and Reference Intervals. *J Vet Cardiol.* 2016 Dec;18[4]:326–335. doi: 10.1016/j.jvc.2016.07.004
8. Marchesotti F., Vezzosi T., Tognetti R., Marchetti F., Patata V., Contiero B., Zini E., Domenech O. Left Atrial Anteroposterior Diameter in Dogs: Reference Interval, Allometric Scaling, and Agreement with the Left Atrial to Aortic Root Ratio. *J Vet Med Sci.* 2019 Dec 5;81[11]:1655–1662. doi: 10.1292/jvms.19-0240
9. Meurs K. M. Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy in the Boxer Dog: An Update. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2017 Sep;47[5]:1103–1111. doi: 10.1016/j.cvsm.2017.04.007
10. Caivano D., Dixon D., Pariaut R., Stillman M., Rishniw M. The Ratio of Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion to Aortic Diameter Allows Assessment of Right Ventricular Systolic Function in Dogs Independent of Body Weight. *J Vet Cardiol.* 2018 Apr;20[2]:79–91. doi: 10.1016/j.jvc.2018.01.005
11. Vezzosi T., Domenech O., Costa G., Marchesotti F., Venco L., Zini E., Del Palacio M. J. F., Tognetti R. Echocardiographic Assessment of Right Ventricular Size and Systolic Function in Dogs with Pulmonary Hypertension. *J Vet Intern Med.* 2018 Sep;32[5]:1541–1548. doi: 10.1111/jvim.15253

12. Vezzosi T., Domenech O., Iacona M., Marchesotti F., Zini E., Venco L., Tognetti R. Echocardiographic Assessment of Right Atrial Area Index in Dogs with Pulmonary Hypertension. *J Vet Intern Med.* 2018 Jan;32[1]:42–47. doi: 10.1111/jvim.15035
13. Scalia G. M., Scalia I. G., Kirley R., Beaumont R., Cross D. B., Finstra J., Burstow D. J., Fitzgerald B. T., Platts D. G. ePLAR – echocardiographic Pulmonary to Left Atrial Ratio: A Novel Noninvasive Parameter to Differentiate Pre-capillary and Post-capillary Pulmonary Hypertension.
14. Corda A., Corda F., Penciova P., Pucci M., Mollica A., Gomez Ochoa P., Dabbagh T., Pinna Parpaja M. L. Echocardiographic Pulmonary to Left Atrial Flow Ratio: A Non-invasive Variable for Hemodynamic Classification of Pulmonary Hypertension in Dogs.
15. Буссадори К. Кардиоваскулярные заболевания собак и кошек. 2023г
16. Олейников Д. Кардиологический синопсис для ветеринарного врача. 2023, том2
17. Chow Yen-Yu, Ward J. L., Barron L. Z., Murphy S. D., Tropf M. A., Lisciandro G. R., Yuan L., Mochel J. P., DeFrancesco T. C. Focused Ultrasound Evaluation of the Caudal Vena Cava in Dogs with Body Cavity Effusions or Congestive Heart Failure: A Prospective Observational Study. *PLoS One.* 2021;16[5]:e0252544. doi: 10.1371/journal.pone.0252544. PMID: 34048483; PMCID: PMC8162640.
18. Merveille A. C., Bolene G., Kraft E., Roels E., Gomart S., Etienne A. L., Clerc S., McEntee K. Pulmonary Vein to Pulmonary Artery Ratio is an Echocardiographic Index of Congestive Heart Failure in Dogs with Degenerative Mitral Valve Disease. *J Vet Intern Med.* 2015 Nov-Dec;29[6]:1502
19. Wess G. Screening for Dilated Cardiomyopathy in Dogs. *J Vet Cardiol.* 2022 Apr;40:51–68. doi: 10.1016/j.jvc.2021.
20. Domenech O. Right Ventricle Assessed by Two-dimensional Echocardiography. In: Bach O., Fuentes V. L. (eds). *The right heart in small animal medicine.* CRC Press, 2023.
21. Lisciandro G. R., Fosgate G. T., Fulton R. M. Frequency and number of ultrasound lung rockets (B-lines) using a regionally based lung ultrasound examination named Vet BLUE (veterinary bedside lung ultrasound exam) in dogs with radiographically normal lungs. *Vet Radiol Ultrasound.* 2014 May–Jun;55(3):315-322. doi: 10.1111/vru.12122. Epub 2014 Jan 2. PMID: 24382172.
22. Lisciandro G. R., Lisciandro S. S. Basics of lung ultrasound, “wet” versus “dry” lung, and signs of consolidation in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2021 Nov;51(6):1125-1140. doi: 10.1016/j.cvsm.2021.07.012. Epub 2021 Sep 14. PMID: 34535335