

УДК 619: 612.17+ 636. 22/.28

DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-131-138

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЖИРЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СОБАК

**Коркоц Дана Александровна**<sup>1</sup>, аспирантка кафедры «Ветеринарная медицина»

**Руденко Андрей Анатольевич**<sup>1</sup>, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Ветеринарная медицина»

**Руденко Павел Анатольевич**<sup>2</sup>, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»

<sup>2</sup>Филиал института биоорганической химии им. Академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова Российской академии наук, г. Пущино

<sup>1</sup> 109029, г. Москва, ул. Талалихина, 33; 89160859547, e-mail: dana\_mariya@mail.ru; vetrudek@yandex.ru

<sup>2</sup> 2109029, Московская обл., г. Пущино, пр-т Науки, 6. e-mail: pavelrudenko76@yandex.ru

*Ключевые слова:* ожирение, сердечная дисфункция, собаки, тонометрия, тропонин, электрокардиография, эхокардиография.

Ожирение у собак является распространенной патологией и связано с генетическими факторами, нарушениями кормления, содержания, гиподинамией. Многие аспекты патогенеза развития ожирения у мелких домашних животных изучены слабо, в частности малоизученным вопросом является развитие дисфункции сердечно-сосудистой системы. Целью данного исследования явилось изучение клинических, электрокардиографических, эхокардиографических и биохимических показателей сыворотки крови у собак при ожирении. Объектом исследования служили собаки породы такса, больные ожирением ( $n=12$ ) и клинически здоровые животные ( $n=16$ ). Всем животным проведено комплексное клиническое обследование, электрокардиографическое, эхокардиографическое и лабораторное исследования. В них использовались параметрические и непараметрические методы статистического анализа. Установлено, что ожирение у собак характеризуется достоверным повышением частоты дыхания в покое и во время сна, частоты пульса, систолического, диастолического и среднего артериального давления крови. Показано, что при ожирении у собак происходит незначительное повышение конечно-диастолического размера и толщины свободной стенки левого желудочка, укорочения интервала PQ, снижение вольтажа зубцов P, R, T на электрокардиограммах. Не выявлено нарушений контрактильности и систолической функции миокарда левого желудочка у собак, больных ожирением. Установлено, что в сыворотке крови собак, больных ожирением, достоверно повышается активность щелочной фосфатазы, аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз, концентрации холестерина, триглицеридов, общего белка, малонового диальдегида и церулоплазмينا. При ожирении у собак не формируется синдром цитолиза кардиомиоцитов, о чем свидетельствуют неизменная сывороточная активность лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы и концентрация сердечного тропонина.

## Введение

Ожирение у мелких домашних животных представляет собой серьезную проблему, что связано с широким распространением патологии, гиподинамией, нарушениями нормативов и режима кормления, а также правил и условий содержания [1, 2]. Ожирение может инициировать различные гемодинамические нарушения в организме животных, что может привести к изменению морфологии и функции сердечной мышцы [3]. Активация нейрогуморальной системы и метаболические нарушения могут способствовать развитию ожирения, а также индуцировать развитие осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы [4]. В гуманной медицине описано такое патологическое состояние, как кардиомиопатия ожирения [3]. У людей на фоне ожирения может возникать систолическая и диастолическая дисфункции, гипертрофия миокарда, синдром артериальной гипертензии [2]. В медицине человека описан метаболический синдром как сочетание ожирения, инсулинорезистентности, дислипидемии и артериальной гипертензии. Метаболический синдром в ветеринарной медицине изучен слабо [5].

Ожирение у собак часто осложняется коморбидной патологией: панкреатитом, артрозоартритом [4–6]. У животных при ожирении кардиореспираторные заболевания протекают значительно тяжелее [7, 8]. Ожирение может серьезно влиять на различные физиологические функции, тем самым ограничивая продолжительность жизни животного. Так, собаки, страдающие ожирением, по сравнению с клинически здоровыми животными имеют более низкое артериальное парциальное давление кислорода, имеют сниженный дыхательный объем, у них так же снижается время вдоха и выдоха и наблюдается тахипноэ [9]. Показано, что у собак при ожирении могут возникать артериальная гипертензия и гипертрофия миокарда [10–12]. В ряде исследований не выявлено существенного влияния ожирения на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы [13–15]. Следует акцентировать внимание на том факте, что многие аспекты механизмов формирования и прогрессирования ожирения у собак остаются малоизученными, особенно это касается клинико-лабораторных-инструментальных показателей, характеризующих структурное и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Целью данного исследования явилось изучение клинических, электрокардиографиче-

ских, эхокардиографических и биохимических показателей сыворотки крови у собак при ожирении.

## Материалы и методы исследований

Тип исследования: клиническое наблюдение (случай-контроль). В период с сентября 2018 года по апрель 2021 года было проведено исследование серии клинических случаев ожирения у 12 собак, поступивших на первичный прием в ветеринарные клиники: «Эпиона» (г. Москва), «Аветтура» (г. Москва), «В мире с животными» (г. Серпухов, Московская область).

Подбор животных в исследование осуществляли по мере их поступления в ветеринарные клиники с обязательным учетом критериев включения и исключения. Критерии включения – собаки породы такса, больные ожирением с кондицией массы тела >8 баллов. Критерии исключения – декомпенсированные стадии хронической болезни почек, сердечной недостаточности, цирроз или фиброз печени, сахарный диабет, онкологические, инфекционные и паразитарные заболевания.

В исследование согласно критериям включения и исключения вошли двенадцать собак, больных ожирением. Шестнадцать клинически здоровых собак породы такса (показатель кондиции массы тела составлял 4 балла) использовали в качестве контрольной группы. От каждой больной и здоровой собаки из подкожной вены предплечья отбирали по 4–5 см<sup>3</sup> венозной крови в сухие пробирки с активатором свертывания крови для определения сывороточных биохимических показателей.

Оборудование. В работе использовался полуавтоматический биохимический анализатор BioChem SA (High Technology Inc., США), ветеринарный тонометр Pet Map Graphic, ультразвуковой сканер Aloka ProSound Alpha 6 (Япония), электрокардиограф Поли-Спектр-8/В (Россия).

Методы исследования. Клинические и биохимические исследования проведены по общепринятой методике. Оценку частоты дыхания во сне у собак проводили по методу A. Rudenko et al. (2020) [16]. Оценку кондиции массы тела у собак проводили по Chun J.L. et al. (2019) [14]. У больных собак определяли систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД) на хвостовой артерии методом осциллометрии высокого разрешения с помощью ветеринарного тонометра (da Cunha A.F. et al., 2017) [15]. Всем собакам были проведены эхокардиографическое исследование с использованием фазированного мультисигментного ультразвукового

Таблица 1

## Влияние ожирения на клинические показатели у собак

Показатель	Здоровые (n = 16)		Ожирение (n = 12)	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
Температура, °С	38,5±0,04	38,4 – 38,6	38,5±0,07	38,4 – 38,7
Пuls, уд/мин	118,8±6,33	105,3 – 132,2	152,8±10,11*	130,6 – 175,1
Дыхание, р/мин	30,4±1,32	27,6 – 33,2	38,5±1,25***	35,8 – 41,2
Частота дыхания во сне животного, р/мин	16,8±0,59	15,5 – 18,1	20,8±0,84**	18,9 – 22,6
САД, мм.рт.ст.	144,5±3,53	137,0 – 152,0	176,3±4,81***	165,7–186,9
ДАД, мм.рт.ст.	70,3±1,82	66,4 – 74,2	95,3±3,51***	87,6 – 103,1
СрАД, мм.рт.ст.	97,5±2,84	91,5 – 103,6	122,4±3,82***	114,0 – 130,8

Примечание: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; СрАД – среднее артериальное давление; \*( $p<0,05$ ), \*\*( $p<0,01$ ), \*\*\*( $p<0,001$ ) – достоверность разницы между показателями группы животных с ожирением и клинически здоровыми (критерий Манна-Уитни).

Таблица 2

## Влияние ожирения на электрокардиографические показатели у собак

Показатель	Здоровые (n = 16)		Ожирение (n = 12)	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
P, мс	34,1±1,04	31,9 – 36,3	35,3±2,13	30,6– 40,0
PQ, мс	97,9±2,45	92,7 – 103,1	87,5±2,24**	82,6 – 92,4
QRS, мс	34,6±0,92	32,7 – 36,6	35,0±0,90	33,0 – 37,0
QT, мс	141,1±5,30	129,8 – 152,4	144,4±4,42	134,7 – 154,2
$P_{II}$ , мВ	0,23±0,02	0,19 – 0,27	0,14±0,01**	0,11 – 0,17
$R_{II}$ , мВ	1,13±0,10	0,90 – 1,34	0,78±0,05*	0,68 – 0,89
$T_{II}$ , мВ	0,13±0,03	0,07 – 0,20	0,02±0,05*	-0,08 – 0,12
ST, мВ	-0,01±0,01	-0,03 – 0,02	-0,05±0,02	-0,01 – 0,01

Примечание: P, PQ, QRS, QT – продолжительность соответствующих зубцов на электрокардиограмме;  $P_{II}$ ,  $R_{II}$ ,  $T_{II}$  – вольтаж зубцов во втором стандартном электрокардиографическом отведении; \*( $p<0,05$ ), \*\*( $p<0,01$ ), \*\*\*( $p<0,001$ ) – достоверность разницы между показателями группы животных с ожирением и клинически здоровыми (критерий Манна-Уитни).

датчика с базовой частотой сканирования 5 МГц (Rudenko A. et al., 2020) [16], а также классическое электрокардиографическое исследование в правом боковом положении на скорости записи 50 мм/с, при усилении 1 мВ = 1 см, с реализацией шести фронтальных отведений от конечностей (Vatnikov Y. et al., 2019) [17]. Концентрацию кетоновых тел измеряли с помощью глюкометра FreeStyle Optimum Xceed (Abbott Diabetes Care, Китай).

При первичной статистической обработке предварительно оценивали нормальность распределения полученных цифровых данных с помощью теста Шапиро–Уилка. При сравнении двух групп, цифровые показатели которых не соответствовали нормальному распределению признаков, применяли непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Рассчитывали 95% доверительный интервал (ДИ). Разницу между показателями животных опытной и контрольной

групп считали достоверной при  $p<0,05$ . Все расчеты выполняли на персональном компьютере с помощью статистической программы STATISTICA 7.0 (StatSoft, USA).

## Результаты исследований

Данные о влиянии ожирения на клинические показатели у собак породы такса приведены в таблице 1.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, у интактных и больных собак по отношению к показателю температуры тела достоверной разницы не было установлено. У собак, больных ожирением, выявили достоверное увеличение частоты пульса в 1,3 раза ( $p<0,05$ ) по сравнению с клинически здоровыми. У животных с ожирением достоверно увеличивается частота дыхания в 1,2 раза ( $p<0,05$ ), частота дыхания во сне – в 1,2 раза ( $p<0,01$ ), систолическое артериальное давление – в 1,2 раза ( $p<0,05$ ), диастолическое артериальное давление – в 1,3

## Влияние ожирения на эхокардиографические показатели у собак

Показатель	Здоровые (n = 16)		Ожирение (n = 12)	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
ЛВ, см	0,519±0,028	0,46 – 0,58	0,517±0,034	0,44 – 0,59
ПВЛА, см	0,556±0,024	0,51 – 0,61	0,542±0,027	0,48 – 0,60
ЛП, см	1,325±0,036	1,25 – 1,40	1,375±0,052	1,26 – 1,49
Ао, см	1,081±0,032	1,01 – 1,15	1,033±0,030	0,97 – 1,10
ЛП/Ао, ед	1,238±0,033	1,17 – 1,31	1,325±0,025	1,27 – 1,38
МЖПд, см	0,503±0,019	0,46 – 0,54	0,522±0,027	0,46 – 0,58
МЖПс, см	0,684±0,021	0,64 – 0,73	0,736±0,033	0,66 – 0,81
СЛЖд, см	0,501±0,017	0,46 – 0,54	0,556±0,020*	0,51 – 0,60
СЛЖс, см	0,771±0,026	0,72 – 0,83	0,753±0,040	0,66 – 0,84
КДР, см	1,775±0,038	1,69 – 1,86	1,950±0,070*	1,80 – 2,10
КСР, см	1,038±0,030	0,97 – 1,10	1,200±0,070	1,05 – 1,35
КДРн, ед	0,959±0,026	0,90 – 1,01	0,880±0,029	0,82 – 0,94
КСРн, ед	0,529±0,016	0,49 – 0,56	0,508±0,028	0,45 – 0,57
ФУ, %	42,813±1,830	38,9 – 46,72	38,667±1,840	34,62 – 42,72

Примечание: ЛВ – легочная вена; ПВЛА – правая ветвь легочной артерии; ЛП – левое предсердие; Ао – аорта; МЖПд – межжелудочковая перегородка в диастолу; МЖПс – межжелудочковая перегородка в систолу; СЛЖд – свободная стенка левого желудочка в диастолу; СЛЖс – свободная стенка левого желудочка в систолу; КДР – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР – конечно-систолический размер; КДРн – нормализованный к массе тела КДР, КСРн – нормализованный к массе тела КСР; ФУ – фракция укорочения; \*(p<0,05), \*\*(p<0,01), \*\*\*(p<0,001) – достоверность разницы между показателями группы животных с ожирением и клинически здоровыми (критерий Манна-Уитни).

раза (p<0,05), среднее артериальное давление – в 1,2 раза (p<0,05).

Результаты исследования по изучению влияния ожирения на электрокардиографические показатели у собак приведены в таблице 2.

У животных, больных ожирением, происходит снижение показателя атриовентрикулярной проводимости (интервал PQ) в 1,1 раза (p<0,01) по сравнению с таковым параметром клинически здоровых собак (табл. 2). Вольтаж зубца P во втором отведении снизился в 1,6 раза (p<0,01), вольтаж зубца R во втором отведении – в 1,4 раза (p<0,01) и вольтаж зубца T во втором отведении – в 6,5 раза (p<0,01). В отношении продолжительности зубца P, комплекса QRS интервала QT и отклонения сегмента ST от изолинии у больных и интактных собак не было установлено достоверной разницы.

Результаты изучения влияния ожирения на эхокардиографические показатели у собак приведены в таблице 3.

Из данных, приведенных в таблице 3, видим, что у животных, больных ожирением, достоверно изменялись только два эхокардиографических показателя. Так у животных, больных ожирением, по сравнению с клинически здоровыми достоверно увеличивалась толщина свободной стенки левого желудочка в диастолу (в 1,1 раза, p<0,05). Также у животных, больных ожирением, по сравнению с клинически здо-

ровыми происходило достоверное увеличение показателя конечного диастолического размера левого желудочка в 1,1 раза (p<0,05). В отношении размера легочной вены, правой ветви легочной артерии, левого предсердия, корня аорты, соотношения левого предсердия к корню аорты, размера межжелудочковой перегородки в диастолу и систолу, свободной стенки левого желудочка в систолу и конечно-систолического размера левого желудочка, нормализованного конечно диастолического и систолического размеров и фракции укорочения левого желудочка не было установлено достоверной разницы.

Результаты о влиянии ожирения на биохимические показатели сыворотки крови у собак приведены в таблице 4.

Из данных, представленных в таблице 4, видно, что у животных, больных ожирением, выявлен ряд изменений в биохимическом профиле сыворотки крови. Так у собак, больных ожирением, по сравнению с клинически здоровыми в сыворотке крови достоверно увеличивалась активность фермента аланинаминотрансферазы в 1,2 раза (p<0,05) и аспартатаминотрансферазы в 1,4 раза (p<0,05). В сыворотке крови больных ожирением собак по сравнению с клинически здоровыми достоверно увеличилась активность фермента лактатдегидрогеназы в 1,2 раза (p<0,05) и креатинкиназы в 1,4 раза (p<0,05). У животных, больных ожирением, по сравнению

## Влияние ожирения на биохимические показатели сыворотки крови у собак

Показатель	Здоровые (n = 16)		Ожирение (n = 12)	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
АЛТ, Ед/л	67,6±3,18	60,8 – 74,3	83,7±5,90*	70,7 – 96,7
АСТ, Ед/л	44,7±3,08	38,1 – 51,3	65,7±5,30**	54,0 – 77,4
ЛДГ, Ед/л	179,6±10,54	157,2– 02,1	219,7±19,64	176,4– 62,9
КФК, Ед/л	167,4±13,69	138,2– 96,6	241,9±30,01	175,9– 08,0
ЩФ, Ед/л	52,9±5,13	42,0 – 63,9	131,9±33,18 **	58,9 – 204,9
Тропонин, нг/мл	0,031±0,007	0,02 – 0,05	0,044±0,011	0,02 – 0,07
Мочевина, ммоль/л	6,34±0,36	5,58 – 7,10	6,56±0,35	5,79 – 7,32
Креатинин, мкмоль/л	88,3±7,39	72,5 – 104,0	87,9±6,00	74,7 – 101,1
Глюкоза, ммоль/л	5,23±0,15	4,92 – 5,54	5,02±0,18	4,61 – 5,42
Кетоновые тела, ммоль/л	0,11±0,023	0,06 – 0,16	0,16±0,028	0,10 – 0,22
Холестерол, ммоль/л	4,4±0,19	4,00 – 4,80	5,8±0,31**	5,1 – 6,5
Триглицериды, ммоль/л	0,72±0,068	0,57 – 0,86	1,53±0,15***	1,19 – 1,86
Общий белок, г/л	65,6±1,39	62,7 – 68,6	72,2±1,89*	68,0 – 76,3
Альбумины, г/л	30,81±0,68	29,35 – 32,27	30,83±0,56	29,60 – 32,07
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	2,6±0,13	2,3 – 2,8	3,3±0,18**	2,9 – 3,7
Церулоплазмин, ммоль/л	0,53±0,05	0,42 – 0,63	1,16±0,12***	0,90 – 1,42

Примечание: АЛТ – аланиновая и АСТ – аспарагиновая аминотрансфераза; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; КФК – креатинфосфокиназа; ЩФ – щелочная фосфатаза; \*( $p < 0,05$ ), \*\*( $p < 0,01$ ), \*\*\*( $p < 0,001$ ) – достоверность разницы между показателями группы животных с ожирением и клинически здоровыми (критерий Манна-Уитни).

с клинически здоровыми собаками в сыворотке крови выявили достоверное повышение активности щелочной фосфатазы в 2,4 раза ( $p < 0,01$ ). В сыворотке крови больных ожирением собак было установлено достоверное увеличение концентрации холестерина в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) и триглицеридов в 2,1 раза ( $p < 0,01$ ) по сравнению с клинически здоровыми животными. В сыворотке крови больных ожирением собак так же установили достоверное повышение концентрации общего белка в 1,1 раза ( $p < 0,05$ ), малонового диальдегида в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ), церулоплазмينا в 2,1 раза ( $p < 0,001$ ) по сравнению с клинически здоровыми животными. Тропонин, мочевина, креатинин, глюкоза и кетоновые тела не имели достоверных изменений в сыворотке крови больных ожирением собак по сравнению с клинически здоровыми животными.

#### Обсуждение

Ожирение у собак манифестируется формированием метаболического синдрома, который необходимо оценивать как возможный причинный фактор развития сердечной дисфункции [5]. В нашем исследовании было установлено,

что ожирение у собак характеризуется достоверным повышением частоты дыхания как в состоянии покоя, так и во время сна, частоты пульса, систолического, диастолического и среднего артериального давления крови. Очевидно, что у больных ожирением собак на фоне увеличения массы тела, скопления жировой ткани в грудной и брюшной полости происходит активизация нейрогуморальной системы и стимулирование функции сердечно-сосудистой системы, что также отмечено в других исследованиях [10, 15]. Влияние ожирения на частоту дыхательных движений во сне нами было установлено впервые. Это факт необходимо учитывать в своей работе врачам ветеринарной медицины. У собак при ожирении наблюдаются изменения в структуре и функции сердца, а также инсулинорезистентность, дислипидемия, гипoadипонектинемия и повышенная концентрация воспалительных маркеров по сравнению с клинически здоровыми собаками [5].

В нашем исследовании у собак при ожирении отмечали неспецифические изменения на электрокардиограммах в виде укорочения

интервала PQ, что может быть связано со стимуляцией функции атриовентрикулярного проведения на фоне повышения частоты сердечных сокращений. Результаты наших исследований хорошо коррелируют с данными, полученными другими исследователями [2, 10]. Также на электрокардиограммах собак с ожирением достоверно снижался вольтаж зубцов P, R, T во втором стандартном отведении. Очевидно, скопление жировой ткани в подкожной клетчатке и грудной полости повышает тканевое сопротивление для прохождения и распространения электрической волны, образующейся в процессе деполяризации и реполяризации миокарда.

В одном исследовании показано, что у собак с ожирением уменьшается толщина сердечной стенки и снижается систолическая функция [13]. В нашем исследовании установлено незначительное влияние ожирения на эхокардиографические параметры, в том числе на показатели, характеризующие контрактильность и систолическую функцию миокарда левого желудочка. Нами установлено, что у собак с ожирением происходит тенденция к повышению конечно-диастолического размера и толщины стенки левого желудочка. Следует добавить, что наши результаты совпадают с данными, представленными в других работах [10, 12]

Собаки с избыточной массой тела имеют более высокое общее количество лейкоцитов в крови, высокую концентрацию белка и глобулина в плазме крови по сравнению с клинически здоровыми животными [11]. В нашей работе установлено, что в сыворотке крови собак, больных ожирением, достоверно повышается активность щелочной фосфатазы, аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз, концентрации холестерина, триглицеридов, общего белка, малонового диальдегида и церулоплазмينا. Данные изменения могут свидетельствовать о формировании на фоне нарушения липидного обмена веществ и снижения функциональной активности антиоксидантной системы гепатопатии с явлениями холестаза. Следует отметить, что мы не наблюдали наличие синдрома цитолиза кардиомиоцитов у собак при ожирении, о чем свидетельствуют нормальная сывороточная активность лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы и концентрации сердечного тропонина.

#### **Заключение**

В организме животных при ожирении наблюдаются изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности формируется

синдром артериальной гипертензии, нарушение липидного обмена. У больных животных развивается гепатопатия. Ожирение у собак характеризуется достоверным повышением частоты дыхания в покое и во время сна, частоты пульса, систолического, диастолического и среднего артериального давления крови. При ожирении у собак происходит тенденция к повышению конечно-диастолического размера и толщины стенки левого желудочка, укорочению интервала PQ на электрокардиограммах, снижению вольтаж зубцов P, R, T. В сыворотке крови собак, больных ожирением, достоверно повышается активность щелочной фосфатазы, аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз, концентрации холестерина, триглицеридов, общего белка, малонового диальдегида и церулоплазмينا. При ожирении у собак не формируется синдром цитолиза кардиомиоцитов у собак.

#### **Библиографический список**

1. Дорофеева, В.П. Ожирение у собак: факторы риска, диагностика и диетотерапия / В.П. Дорофеева, М.В. Копылович, С.Л. Мельникова // Научный альманах. - 2015. - № 5 (7). - С. 175-178.
2. Kleinert, M. Animal models of obesity and diabetes mellitus / M. Kleinert, C. Clemmensen, S.M. Hofmann et al. // Nat. Rev. Endocrinol. - 2018. - Vol. 14. - № 3. - P. 140-162.
3. Seravalle, G. Obesity and hypertension / G. Seravalle, G. Grassi // Pharmacol. Res. - 2017. - Vol. 122. - P. 1-7.
4. Frye, C.W. Obesity, Exercise and Orthopedic Disease / C.W. Frye, J.W. Shmalberg, J.J. Wakshlag // Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract. - 2016. - Vol. 46. - № 5. - P. 831-841.
5. Fuchs, T. Animal models in metabolic syndrome / T. Fuchs, M.P. Loureiro, L.E. Macedo et al. // Rev. Col. Bras. Cir. - 2018. - Vol. 29. - № 45(5). P. 1975.
6. Pereira-Neto, G.B. Weight loss improves arterial blood gases and respiratory parameters in obese dogs / G.B. Pereira-Neto, M.A. Brunetto, P.M. Oba et al. // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). - 2018. - Vol. 102. - № 6. - P. 1743-1748.
7. Руденко, А.А. Влияние живой массы тела на эхокардиографические показатели у физиологически здоровых собак / А.А. Руденко и др. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2018. - № 11. - С. 74-83.
8. Руденко, А.А. Информативность эхокардиографического и гематологического скрининга кошек перед проведением общей анестезии

/ А.А. Руденко, П.А. Руденко, Ю.А. Ватников // Ветеринария – 2020. – № 8. – С. 53-57.

9. Haggerty, C.M. Of mice (dogs) and men: getting to the heart of obesity-associated cardiac dysfunction / C.M. Haggerty, L. Jing, B.K.Fornwalt // *Diabetologia*. - 2016. - Vol. 59. - № 1. - P. 9-12.

10. Trof M. Cardiac and Metabolic Variables in Obese Dogs / M. Trof, O.L. Nelson, P.M. Lee, H.Y. Weng // *J. Vet. Intern. Med.* - 2017. - Vol. 31. № 4. - P. 1000-1007.

11. Radakovich, L.B. Clinically healthy overweight and obese dogs differ from lean controls in select CBC and serum biochemistry values / L.B. Radakovich, M.P. Truelove, S. C. Pannone et al. // *Vet. Clin. Pathol.* - 2017. - Vol. 46. - № 2. - P. 221-226.

12. Pongkan, W. Obesity-Induced Heart Rate Variability Impairment and Decreased Systolic Function in Obese Male Dogs. / W. Pongkan, W. Jitnapakarn, W. Phetnoi et al. // *Animals (Basel)*. - 2020. - Vol. 10; - № 10(8). P. 1383.

13. Broussard, J.L. Rapid development of cardiac dysfunction in a canine model of insulin resistance and moderate obesity / J.L. Broussard, M.D. Nelson, C.M. Kolka et al. // *Diabetologia*. -

2016. - Vol. 59(1). P.197-207.

14. Chun, J.L. A simple method to evaluate body condition score to maintain the optimal body weight in dogs / J.L. Chun, H.T. Bang, S.Y. Ji et al. // *J. Anim. Sci. Technol.* - 2019. - Vol. 61. - № 6. - P. 366-370.

15. da Cunha, A.F. Validation of noninvasive blood pressure equipment: which peripheral artery is best for comparison studies in dogs? / A.F. da Cunha, S.J. Ramos, M. Domingues et al. // *Vet. Anaesth. Analg.* - 2017. - Vol. 44. - № 5. - P. 1068-1075.

16. Rudenko, A. Assessment of Respiratory Rate in Dogs during the Sleep with Mitral Valve Endocardiosis, Complicated by Congestive Heart Failure Syndrome: the Degree of Adherence for this Test by Animal Owners and its Impact on Patient Survival / A. Rudenko, P. Rudenko, I. Glamazdin et al. // *Sys. Rev. Pharm.* - 2020. - Vol. 11. - № 5. - P. 358-367.

17. Vatnikov, Y. Immune-inflammatory concept of the pathogenesis of chronic heart failure in dogs with dilated cardiomyopathy / Y. Vatnikov, A. Rudenko, P. Rudenko et al. // *Vet. World*. - 2019. - Vol. 12. - № 9. P.1491-1498.

## ASSESSMENT OF OBESITY INFLUENCE ON DOGS' FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Korkots D.A.<sup>1</sup>, Rudenko A.A.<sup>1</sup>, Rudenko P.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSBEI HPE "Moscow State University of Food Production"

<sup>2</sup>Branch of the Institute of Bioorganic Chemistry named after Academicians M. M. Shemyakin and Yu. A. Ovchinnikov of the Russian Academy of Sciences, Pushchino t.

<sup>1</sup> 109029, Moscow, Talalikhin st., 33; 89160859547, e-mail: dana\_mariya@mail.ru; vetrudek@yandex.ru

<sup>2</sup> 2109029, Moscow region, Pushchino, Nauki av., 6. e-mail: pavelrudenko76@yandex.ru

*Key words:* obesity, cardiac dysfunction, dogs, tonometry, troponin, electrocardiography, echocardiography.

Dogs' obesity is a common pathology and is associated with genetic factors, feeding, housing conditions, physical inactivity. Many pathogenesis aspects of obesity development of small domestic animals are poorly studied, in particular, the development of dysfunction of the cardiovascular system is an insufficiently explored issue. The aim of this study was to study clinical, electrocardiographic, echocardiographic and biochemical parameters of blood serum of obese dogs. The objects of the study were Dachshund dogs with obesity (n = 12) and clinically healthy animals (n = 16). All animals went through a complex clinical examination, electrocardiographic, echocardiographic and laboratory studies. Parametric and nonparametric methods of statistical analysis were used in the study. It was found that dogs' obesity is characterized by a significant increase of the respiratory rate at rest and during sleep, pulse rate, systolic, diastolic and mean arterial blood pressure. It was shown that in case of dogs' obesity, there is a slight increase of the end-diastolic size and thickness of the free wall of the left ventricle, a shortening of the PQ interval, and voltage decrease of P, R, T deflections on electrocardiograms. There were no violations of contractility and systolic function of the left ventricular myocardium of obese dogs. It was found that the activity of alkaline phosphatase, alanine and aspartic aminotransferases, the concentration of cholesterol, triglycerides, total protein, malondialdehyde and ceruloplasmin significantly increased in blood serum of obese dogs. Dogs' obesity does not form dogs' syndrome of cytolysis of cardiomyocytes, as evidenced by unchanged serum activity of lactate dehydrogenase, creatine phosphokinase and cardiac troponin concentration.

### Bibliography:

1. Dorofeeva, V.P. Obesity of dogs: risk factors, diagnosis and diet therapy / V. P. Dorofeeva, M. V. Kopylovich, S. L. Melnikova // *Scientific Almanac*. - 2015. - № 5 (7). - P. 175-178.
2. Animal models of obesity and diabetes mellitus / M. Kleinert, C. Clemmensen, S. M. Hofmann [et al.] // *Nat. Rev. Endocrinol.* - 2018. - Vol. 14, № 3. - P. 140-162.
3. Seravalle, G. Obesity and hypertension / G. Seravalle, G. Grassi // *Pharmacol. Res.* - 2017. - Vol. 122. - P. 1-7.
4. Frye, C. W. Obesity, Exercise and Orthopedic Disease / C. W. Frye, J. W. Shmalberg, J. J. Wakshlag // *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.* - 2016. - Vol. 46, № 5. - P. 831-841.
5. Animal models in metabolic syndrome / T. Fuchs, M. P. Loureiro, L. E. Macedo [et al.] // *Rev. Col. Bras. Cir.* - 2018. - Vol. 29, № 45 (5). - P. 1975.
6. Weight loss improves arterial blood gases and respiratory parameters in obese dogs / G. B. Pereira-Neto, M. A. Brunetto, P. M. Oba [et al.] // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. - 2018. - Vol. 102, № 6. - P. 1743-1748.
7. Influence of live body weight on echocardiographic parameters of physiologically healthy dogs / A.A. Rudenko [et al.] // *Veterinary medicine, animal husbandry and biotechnology*. - 2018. - № 11. - P. 74-83.
8. Rudenko, A.A. Informative value of echocardiographic and hematological screening of cats before general anesthesia / A.A. Rudenko, P.A. Rudenko, Yu. A. Vatnikov // *Veterinary Medicine*. - 2020. - № 8. - P. 53-57.

9. Haggerty, C. M. *Of mice (dogs) and men: getting to the heart of obesity-associated cardiac dysfunction* / C. M. Haggerty, L. Jing, B. K. Fornwalt // *Diabetologia*. - 2016. - Vol. 59, № 1. - P. 9-12.
10. *Cardiac and Metabolic Variables in Obese Dogs* / M. Trops, O. L. Nelson, P. M. Lee, H. Y. Weng // *J. Vet. Intern. Med.* - 2017. - Vol. 31, № 4. - P. 1000-1007.
11. *Clinically healthy overweight and obese dogs differ from lean controls in select CBC and serum biochemistry values* / L. B. Radakovich, M. P. Truelove, S. C. Pannone [et al.] // *Vet. Clin. Pathol.* - 2017. - Vol. 46, № 2. - P. 221-226.
12. *Obesity-Induced Heart Rate Variability Impairment and Decreased Systolic Function in Obese Male Dogs* / W. Pongkan, W. Jitnapakarn, W. Phetnoi [et al.] // *Animals (Basel)*. - 2020. - Vol. 10, № 10 (8). - P. 1383.
13. *Rapid development of cardiac dysfunction in a canine model of insulin resistance and moderate obesity* / J. L. Broussard, M. D. Nelson, C. M. Kolka [et al.] // *Diabetologia*. - 2016. - Vol. 59 (1). - P.197-207.
14. *A simple method to evaluate body condition score to maintain the optimal body weight in dogs* / J. L. Chun, H. T. Bang, S. Y. Ji [et al.] // *J. Anim. Sci. Technol.* - 2019. - Vol. 61, № 6. - P. 366-370.
15. *Validation of noninvasive blood pressure equipment: which peripheral artery is best for comparison studies in dogs?* / A. F. da Cunha, S. J. Ramos, M. Domingues [et al.] // *Vet. Anaesth. Analg.* - 2017. - Vol. 44, № 5. - P. 1068-1075.
16. *Assessment of Respiratory Rate in Dogs during the Sleep with Mitral Valve Endocardiosis, Complicated by Congestive Heart Failure Syndrome: the Degree of Adherence for this Test by Animal Owners and its Impact on Patient Survival* / A. Rudenko, P. Rudenko, I. Glamazdin [et al.] // *Sys. Rev. Pharm.* - 2020. - Vol. 11, № 5. - P. 358-367.
17. *Vatnikov, Y. Immune-inflammatory concept of the pathogenesis of chronic heart failure in dogs with dilated cardiomyopathy* / Y. Vatnikov, A. Rudenko, P. Rudenko [et al.] // *Vet. World*. - 2019. - Vol. 12, № 9. - P.1491-1498.