

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10815

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.8:616/612:612.35:636.8

Pathomorphological changes in the liver and internal organs in obese cats

V. V. Logvinova[✉], M. V. Kravtsova

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 26.09.2022

Received in revised form
27.10.2022

Accepted 28.10.2022

*Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Serhiy Efremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine.
Tel.: +38-050-273-84-74
E-mail: lohvinova.v.v@dsau.dp.ua*

Logvinova, V. V., & Kravtsova, M. V. (2022). Pathomorphological changes in the liver and internal organs in obese cats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(108), 101–106. doi: 10.32718/nvlvet10815

Obesity is the accumulation of excessive adipose tissue in the body and is the most common nutritional disorder in pets. Obesity is one of the most prevalent health conditions in companion animals globally. It is associated with premature mortality, metabolic dysfunction, and multiple health conditions across species. Obesity is, therefore, of importance in the field of veterinary medicine. The regulation of adiposity is a homeostatic process vulnerable to disruption by many genetic and environmental factors. Among dogs, cases are found in 22–24 %, and among cats – in 20 % of animals that visited a veterinary clinic. Approximately one-third of cats older than 12 years of age may have a decreased ability to digest fat, whereas one in five may have a compromised ability to digest protein. More than 40 % of dogs between the ages of 5 and 10 years are overweight or obese. Among the risk factors that cause excessive fat deposition is noted: breed, age, sex, sterilization, lifestyle, endocrine diseases, drug treatment and contraception, feeding, social factor, and the number of animals in the household. Obesity, in turn, affects several metabolic processes and is a factor that affects the development of pathological processes: dyslipidemia, hyperlipidemia, insulin resistance, hyperinsulinemia, type 2 diabetes, excessive deposition of fat in the liver and pancreas, coronary heart disease, disease gallbladder, osteoarthritis, urethral sphincter dysfunction, may increase the risk of certain types of cancer. For research, two groups of cats aged 3–7 years were formed, but breed data were not taken into account. Laboratory blood tests confirmed the clinical observations of specialists regarding overweight cats. The pathoanatomical autopsy with subsequent pathohistological studies made it possible to finally confirm the diagnosis of obesity, which was accompanied by fatty dystrophy of internal organs.

Key words: obesity, fatness, fatty liver dystrophy, pathological examination of a cat.

Патоморфологічні зміни в печінці та внутрішніх органах при ожирінні кішок

В. В. Логвінова[✉], М. В. Кравцова

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Ожиріння визначається як накопичення надлишкової кількості жирової тканини в організмі та є найбільш поширеним при порушенні режиму годівлі у домашніх тварин. Ожиріння є одним із найпоширеніших станів домашніх тварин у всьому світі. Це пов'язано з передчасною смертю, метаболічною дисфункцією та багатьма захворюваннями різних видів. Тому ожиріння має велике значення в ветеринарії. Регуляція ожиріння – це гомеостатичний процес, який вразливий до порушення через безліч генетичних факторів і факторів навколишнього середовища. Серед собак, випадки зустрічаються у 22–24 %, а серед котів – у 20 % тварин, які звертались до ветеринарної клініки. Приблизно одна третина кішок старше 12 років може мати знижену здатність перетравлювати жир, тоді як кожна п'ята може мати порушену здатність перетравлювати білок. Понад 40 % собак у віці від 5 до 10 років мають надмірну вагу або ожиріння. Серед факторів ризику, які викликають надмірне відкладення жиру відмічають: породи, вік, стать, стерилізацію, спосіб життя, ендокринні захворювання, медикаментозне лікування та контрацепцію, годування, соціальний фактор і кількість тварин на утриманні. Ожиріння, у свою чергу впливає на низку обмінних процесів та є фактором, який впливає на розвиток патологічних процесів: дисліпідемії, гіперліпідемії, резистентності до інсуліну, гіперінсулінемії, цукрового діабету другого типу, надмірного відкладення жиру в печінці та підшлунковій залозі, ішемічної хвороби серця, захворювання жовчного міхура, остеоартриту, дисфункції сфінктера уретри, підвищення ризику певних типів раку. Для досліджень

сформували дві групи кішок віком 3–7 років, породні дані не враховували. Лабораторні дослідження крові підтвердили клінічні спостереження фахівців, щодо надмірної ваги кішок. Проведений патологоанатомічний розтин з подальшими патогістологічними дослідженнями дозволив остаточно підтвердити діагноз на ожиріння. Отже, діагностика патоморфологічних змін при ожирінні базується на дослідженнях біохімічних показників, патологоанатомічному розтині і патогістологічних дослідженнях.

Ключові слова: ожиріння, вгодованість, жирова дистрофія печінки, патологоанатомічне дослідження кішки.

Вступ

Ожиріння – це хронічне життєве багатофакторне захворювання, зумовлене надлишковим накопиченням жиру в організмі. Негативний вплив надлишкової маси тіла на здоров'я відомий з часів Гіппократа, якому належить вираз “Раптова смерть більш характерна для повних, ніж для худих” (Starodubova, 2014). За визначенням ВОЗ, ожирінням вважається “ненормальне чи надмірне скупчення жиру, яке може негативно вплинути на здоров'я” (WHO, 2022). Середня тривалість життя людини, хворої на ожиріння на 8 – 10 років коротше, ніж у людини із нормальною вагою (Branca et al., 2009). За даними ВОЗ рівень смертності через ожиріння більше ніж 2,8 мільйонів на рік (WHO, 2022). У собак, в експерименті, середня тривалість життя знизилась з 13 років до 11,2 (German, 2006). Випадки ожиріння у собак, які зафіксовані у ветеринарних клініках становлять 24–44 %. Ожиріння котів ще в 70 роках минулого сторіччя було дуже рідким явищем, а нарізі зустрічається більш ніж у 20 % тварин. До факторів ризику відносять: породу, вік, стать, стерилізацію, образ життя, ендокринні захворювання, медикаментозне лікування та контрацепцію, годування, соціальний фактор і кількість тварин на утриманні. Серед порід собак найбільш страждають лабрадор ретривер, крен-тер'єр, шотландський тер'єр, бассет-хаунд, кавалер-кінг-чарльз-спаніель, кокер спаніель, довгошерста такса, бігль та довгошерсті породи дуже великих розмірів; а у котів схильні до ожиріння хатня короткошерста кішка. Ожирінням страждають більше стерилізовані суки та коти. Великий вплив має малорухливий спосіб життя. У собак ожиріння провокує діабет, гіпотиреоїдизм, гіперадренкортицизм і інсуліному. Також впливає занадто сильне олюднення (антропоморфізм), та використання їжі як засобу налагодження контакту з твариною (Diez & Nguyen 2006; Zoran, 2010; Forrest et al., 2022; Morelli et al., 2022; Suarez et al., 2022).

Регуляція ожиріння — це гомеостатичний процес, який порушується через безліч генетичних факторів і факторів навколишнього середовища. Добре встановлено, що ожиріння успадковується у людей і лабораторних тварин, те саме стосується тварин-компаньйонів. Ожиріння відіграє роль у патогенезі різноманітних захворювань (German, 2006; Wallis & Raffan, 2020).

Ожиріння є основним фактором ризику розвитку дисліпідемії, гіперліпідемії, а ліпідний профіль тварин із ожирінням характеризується підвищеним рівнем тригліцеридів, порушеним обміном ліпопротеїнів. В організмі при порушенні ліпідного обміну зазвичай розвивається резистентність до інсуліну, гіперінсулінемія, порушення толерантності до глюкози та цукровий діабет другого типу, а у собак – цукровий діабет першого типу (Osto & Lutz, 2015; Chandler et

al., 2017). Метаболічний синдром як кластер факторів ризику, що включає абдомінальне ожиріння, підвищений рівень тригліцеридів і низький рівень холестерину, призводить до надмірного відкладення жиру в печінці та підшлунковій залозі. Метаболічний синдром також пов'язаний з підвищенням артеріального тиску, порушенням згортання крові та посиленням запальних процесів, які беруть участь у багатьох захворюваннях. Макрофаги та адипоцити, у жировій тканині, виробляють моноцитарний хемоаттрактантний білок-1 (MCP-1), що призводить до системного слабо вираженого запалення (Upadhyay et al., 2018; Vekic et al., 2019; Kang, 2021; Ahuja et al., 2022; Stenberg et al., 2022). Але інсулінорезистентність та дисліпідемію відносять до зворотних метаболічних порушень (Diez & Nguyen 2006).

Крім того, ожиріння пов'язане з ішемічною хворобою серця. Атеросклеротичні бляшки блокують потік крові до серця (Ades & Savage, 2017). Спостерігається відносний, а іноді і абсолютний лейкоцитоз, викликаний цим запальним станом. Ожиріння також пов'язане зі збільшенням кількості тромбоцитів і підвищеним ризиком венозної тромбоемболії. Проліковується зв'язок між ожирінням, дефіцитом заліза і кількістю еритроцитів (Purdy & Shatzel, 2021).

Крім того, ожиріння може викликати захворювання жовчного міхура. При збільшенні ваги, змінюється розмір жовчного міхура. Він стає занадто великим, це блокує частину загальної жовчної протоки, яка несе жовч від печінки до дванадцятипалої кишки (Cortés et al., 2020). Також спостерігається зв'язок ожиріння з випадками дисфункції сфінктера уретри (German, 2006).

Ожиріння є фактором ризику остеоартриту. Маса тіла збільшує тиск у суглобах, зменшуючи простір, доступний для формування хряща (Liu et al., 2019). Встановлено, що у кокер спаніелей зайва вага призводить до переламів виростки плечової кістки і розриву схрещеної зв'язки та ураження міжхребцевих дисків (German, 2006).

Ожиріння може підвищувати ризик певних типів раку, таких як рак стравоходу товстої та прямої кишки, нирок та молочної залози. Жирова тканина продукує гормони, які впливають на нормальний ріст клітин. Вони здатні трансформуватися в ракові (German, 2006; Colditz & Peterson, 2018).

Мета дослідження

Вивчення клінічних, патоморфологічних змін при ожирінні у кішок.

Матеріал і методи досліджень

Робота виконана протягом 2019–2022 років на кафедрі анатомії, гістології і патоморфології тварин

факультету ветеринарної медицини Дніпровського державного аграрно-економічного університету та ветеринарному кабінеті лікаря Приварникова. Лабораторні дослідження крові проводили у відділі фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічного аналізу Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Для досліджень сформували дві групи кішок віком 3–7 років, статеву приналежність і породні дані не враховували. До контрольної групи увійшли 7 клінічно здорових кішок, які перед щепленням проходили діагностичне обстеження. Дослідна група складалася із 5 тварин, які мали надмірну масу тіла і ожиріння. Вгодованість тіла кішок оцінювали відповідно шкалою BCS (body condition score). Індекс оцінки стану тіла у контрольної групи становив 3 бала за п'ятибальною шкалою і 4–5 балів за дев'ятибальною. Ці дані відповідають ідеальній масі тварин. Щодо дослідної групи кішок, то даний показник стану тіла тварини становив відповідно – 4–5 балів за 5-бальною шкалою та 7–9 балів, за 9-бальною, що вказує на

ожиріння. Кров для досліджень відбирали з підшкірної вени передпліччя дотримуючись правил асептики і антисептики. Проводили патологоанатомічні розтини трупів кішок з попереднім діагнозом ожиріння. Для патологоанатомічного розтину тварин застосовували методику часткової евісцерації (Urbanovych et al., 2008; Skrypka & Kolych, 2011). Патологічний матеріал відбирали від загиблих тварин і досліджували гістологічно (Horalskyi et al., 2019).

Результати досліджень

Біохімічні дослідження крові проводили як в контрольній так і в дослідній групах тварин. Результати біохімічних досліджень крові кішок дослідної групи (n = 5) підтвердили попередній діагноз ожиріння встановлений лікарем. Зміни характеризуються збільшенням вмісту сечовини на 20,5 %, аміаку на 30 % в дослідній групі (табл. 1).

В той час як вміст альбумінів мав тенденцію до зменшення і є характерним для порушення роботи печінки де ці білки синтезуються (рис. 1).

Таблиця 1

Результати біохімічного дослідження крові кішок

Показник	Контрольна група, n = 7	Дослідна група, n = 5
Загальний білок, г/л	64,3 ± 7,37	68,3 ± 8,71
Сечовина, ммоль/л	8,4 ± 1,27	10,4 ± 1,48
Альбуміни, г/л	32,4 ± 3,78	17,1 ± 3,85*
Аміак, мкмоль/л	47,6 ± 5,83	62,6 ± 8,25
Креатинкіназа, Од/л	185,7 ± 21,62	266,1 ± 42,70
Креатинін, мкмоль/л	98,0 ± 10,32	122,7 ± 15,43

Примітка: * – різниця між показниками у тварин контрольної та дослідної груп на рівні P < 0,05

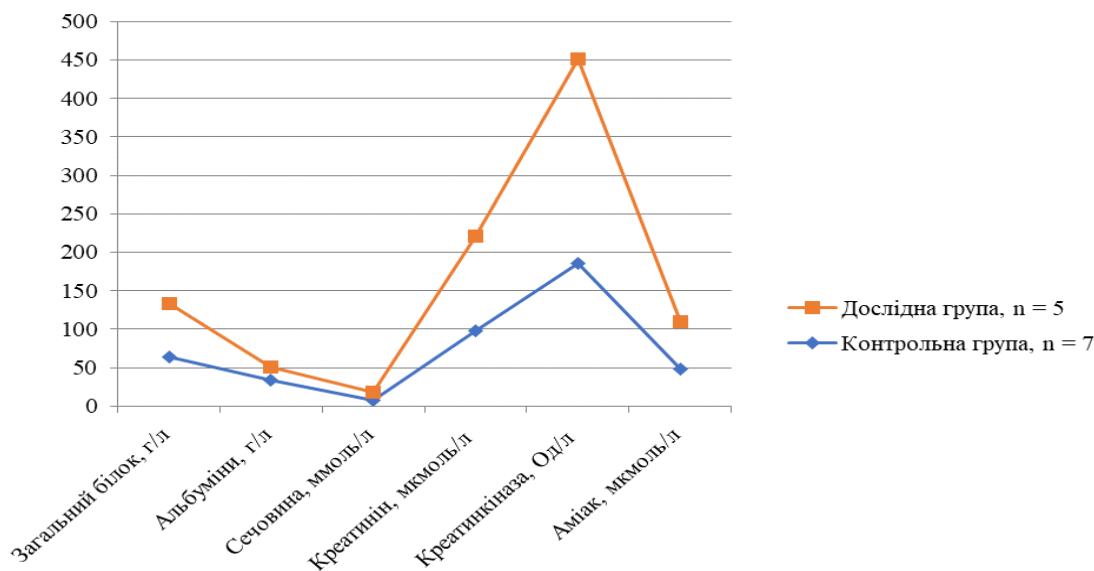


Рис. 1. Біохімічні показники сироватки крові кішок за ожиріння

В результаті погіршення стану здоров'я три кішки із дослідної групи (5 тварин) загинули. За анамнестичними даними у всіх тварин спостерігали однакові клінічні ознаки перед загибеллю: пригніченість,

малорухливість, проблеми з дефекацією. Нами було проведено патологоанатомічні розтини кішок в результаті яких було відмічено характерні для ожиріння зміни.

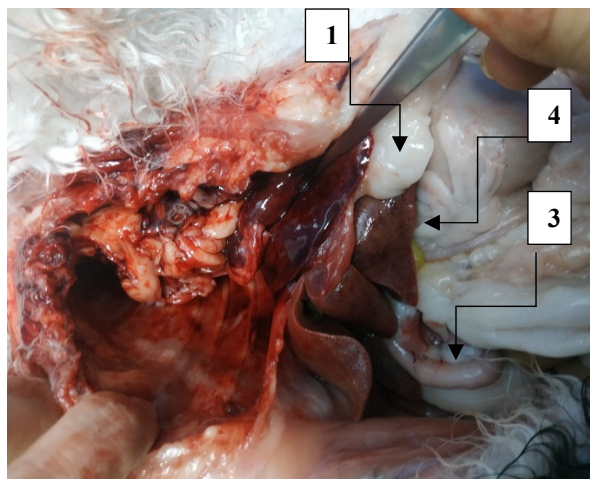
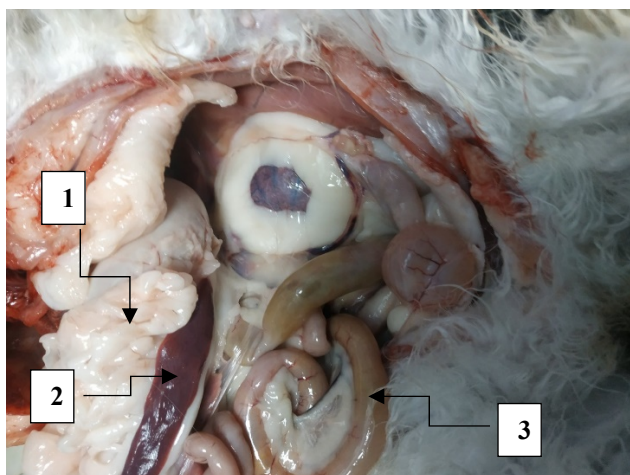


Рис. 2. Внутрішні органи при ожирінні: 1 – вісцеральний жир; 2 – селезінка; 3 – тонкий кишечник; 4 – печінка

Зовнішній вигляд трупів вказував на надлишкову вагу тварини. Характерні зміни суглобових поверхонь. Під час розтину звернули увагу на значний ро-

звиток підшкірної жирової клітковини (рис. 3). Стан внутрішніх органів, які були вкриті жировою тканиною.

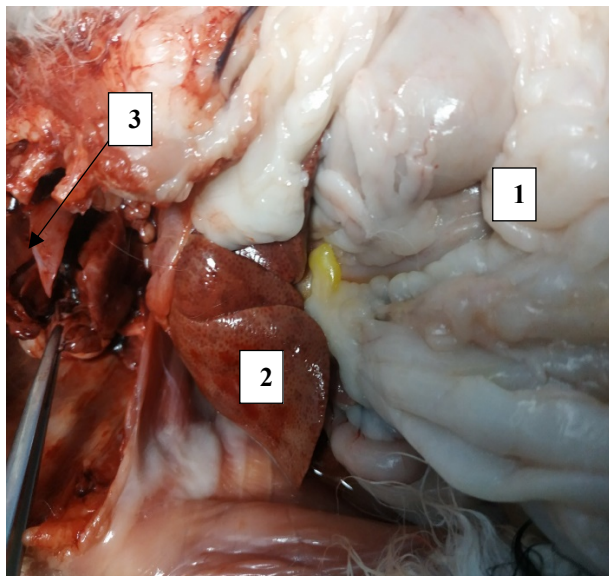
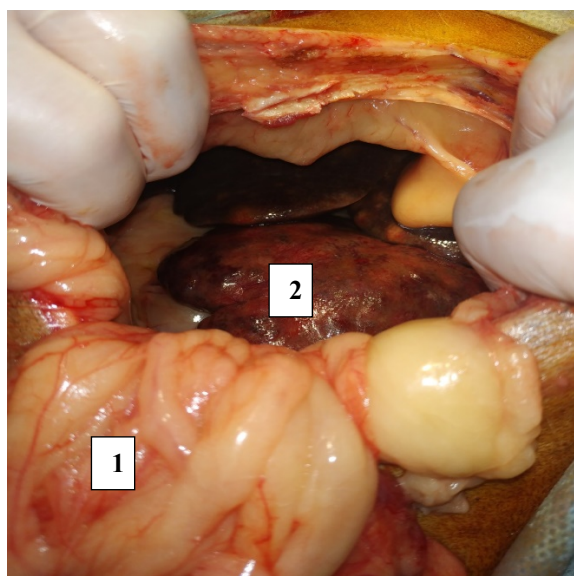


Рис. 3. Жирова дистрофія печінки: 1 – вісцеральний жир; 2 – печінка; 3 – серце

Характерними виявилися зміни в печінці (рис. 3) всіх трьох трупів тварин. Макроскопічно орган збільшений в розмірі, із заокругленими краями, в'ялої консистенції, неоднорідного забарвлення (ділянки жовтого кольору), на розрізі неоднорідний стертий малюнок, на лезі ножа характерний жировий наліт (рис. 3). Попередньо встановлено жирову дистрофію печінки.

На ожиріння вказував стан інших внутрішніх органів: серце в декілька разів збільшене в розмірах, окутане вісцеральним жиром, серцеві камери розширені (рис. 3).

Характерним для ожиріння виявився стан нирок кішок. У двох тварин макроскопічно виражених змін не виявили (органи збільшені в розмірі незначно). У однієї із трьох загиблих кішок спостерігали характерні зміни які супроводжувалися зміною кольору

обох нирок (орган набув сіро-жовтого кольору), що вказує на тривалу жирову дистрофію і характеризує тривалість даного процесу з появою крупноклітинної жирової дистрофії.

Для підтвердження попереднього діагнозу, визначення основної хвороби, яка призвела до загибелі тварин, патологічний матеріал було направлено на патогістологічні дослідження.

Під час проведення гістологічних досліджень було виявлено накопичення жирових клітин (адипоцитів) і судячи з розповсюдження даного процесу можемо визначити, що дистрофічні зміни продовжуються тривалий час і мають дифузний характер (рис. 4). Таким чином попередній діагноз ожиріння у кішок було підтверджено додатковими лабораторними дослідженнями.

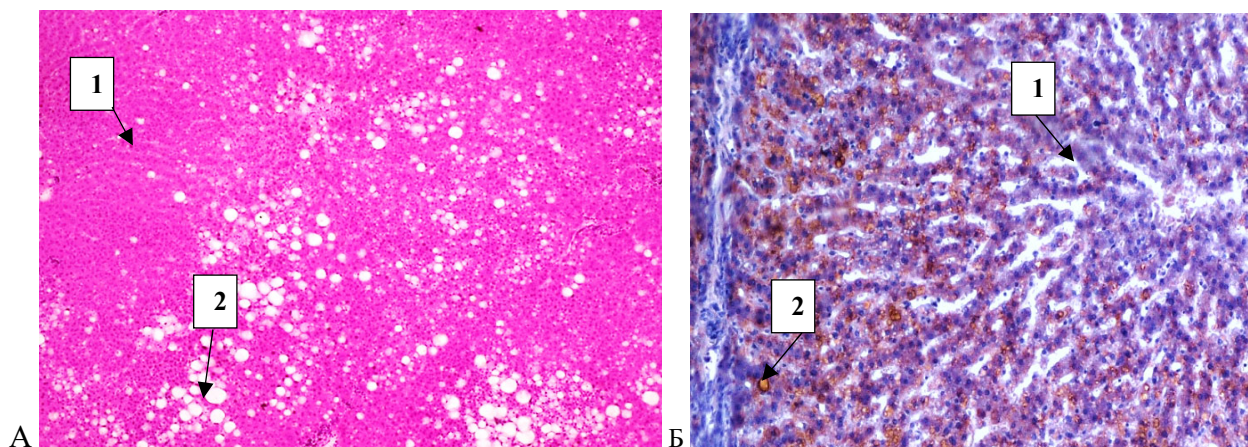


Рис. 4. А) Гістопрепарат - Жирова дистрофія Фарбування: гематоксилін та еозин; Б) Фарбування: Судан III. 1 – гепатоцити; 2 – адипоцити

Обговорення

Епідемія ожиріння наразі є світовою проблемою. Найбільш вражають наслідки даної хвороби: хвороби печінки, нирок і розвиток цукрового діабету. В наших дослідженнях було підтверджено комплексний підхід до постановки діагнозу, важливість біохімічних методів досліджень. Актуальність проведення патолого-анатомічного дослідження і невід’ємна ланка патогістологічні дослідження, які показали зміни структурних елементів органу. За повідомленнями авторів у собак при ожирінні спостерігаються зміни у структурі та функції серця, а також інсулінорезистентність, дисліпідемія, гіпоадипонектинемія та підвищена концентрація запальних маркерів у порівнянні з клінічно здоровими тваринами (Radakovich et al., 2017). Результати лабораторних досліджень крові кішок вказують на значні відхилення від норми при ожирінні. Такі ж результати описують інші автори описуючи подібні зміни в організмі лабораторних тварин. Собаки з надмірною масою тіла мають вищу загальну кількість лейкоцитів у крові, високу концентрацію білка та глобуліну в плазмі крові порівняно з клінічно здоровими тваринами (Radakovich et al., 2017). Результати дослідження крові кішок дослідної групи співпадають з іншими результатами досліджень і характеризуються підвищенням вмісту загального білку, сечовини. В одному дослідженні показано, що у собак з ожирінням зменшується товщина серцевої стінки та знижується систолічна функція (Broussard et al., 2016). Наші патолого-анатомічні дослідження підтверджують характерні зміни в серцевій стінці, а саме відмічається її потоншення. Для розуміння механізму розвитку ожиріння важливе місце належить гістологічним дослідженням. За даними авторів, патогістологічні зміни в печінці різних тварин (Yerian, 2011; Kramer et al., 2015). характеризувалися плазматичними вакуолями різного розміру. За нашими даними у досліджуваних органах було підтверджено крупнокраплину жирову дистрофію. Саме завдяки комплексній діагностиці можливо встановити вірний діагноз.

Висновки

1. Визначали кішок з ознаками ожиріння за допомогою показників оцінки маси тіла: вгодованість кішок від 1 до 9 по шкалі оцінки маси тіла. В контрольній групі (n = 7) він відповідав показнику в 3 бали, а в дослідній (n = 5) 7–9 балів, що вказує на ожиріння.

2. Проведені біохімічні дослідження вказують на характерні зміни показників в дослідній групі: збільшенням вмісту сечовини на 20,5 %, аміаку на 30 %, в той час як вміст альбумінів має тенденцію до зменшення на 41 %. Результати біохімічних досліджень вказують на порушення в роботі печінки і нирок.

3. Проведений патолого-анатомічний розтин підтвердив клінічні дослідження. Було виявлено зміни у внутрішніх органах, а саме ожиріння печінки, серця, нирок, підвищена кількість абдомінального і вісцерального жиру.

4. Під час проведення гістологічних досліджень було виявлено накопичення жирових клітин (адипоцитів), розміщення і кількість яких вказує на тривалість розвитку патологічного ожиріння.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ades, P. A., & Savage, P. D. (2017). Obesity in coronary heart disease: An unaddressed behavioral risk factor. *Preventive medicine*, 104, 117–119. DOI: 10.1016/j.yjmed.2017.04.013.
- Ahuja, R. P., Fletcher, J. M., Granger, L. A., Liu, C. C., Miessler, B., & Mitchell, M. A. (2022). Changes in glucose tolerance and insulin secretion in a cohort of cats with chronic obesity. *Canadian journal of veterinary research*, 86(3), 181–187. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35794971>.
- Branca, F., Nikogosian, H., & Lobstein, T. (2009). Problema ozhireniya v Evropejskom regione VOZ i strategii ee resheniya [Obesity in the WHO European Region and strategies to address it] (in Russian).

- Broussard, J. L., Nelson, M. D., Kolka, C. M., Bediako, I. A., Paszkiewicz, R. L., Smith, L., Szczepaniak, E. W., Stefanovski, D., Szczepaniak, L. S., & Bergman, R. N. (2016). Rapid development of cardiac dysfunction in a canine model of insulin resistance and moderate obesity. *Diabetologia*, 59(1), 197–207. DOI: 10.1007/s00125-015-3767-5.
- Chandler, M., Cunningham, S., Lund, E. M., Khanna, C., Naramore, R., Patel, A., & Day, M. J. (2017). Obesity and Associated Comorbidities in People and Companion Animals: A One Health Perspective. *Journal of comparative pathology*, 156(4), 296–309. DOI: 10.1016/j.jcpa.2017.03.006.
- Colditz, G. A., & Peterson, L. L. (2018). Obesity and cancer: evidence, impact, and future directions. *Clinical chemistry*, 64(1), 154–162. DOI: 10.1373/clinchem.2017.277376.
- Cortés, V. A., Barrera, F., & Nervi, F. (2020). Pathophysiological connections between gallstone disease, insulin resistance, and obesity. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 21(4), e12983. DOI: 10.1111/obr.12983.
- Diez, M., & Nguyen, P. (2006). Rasprostranennost' ozhireniya sobak i koshek. [The prevalence of obesity in dogs and cats]. *Focus veterinary*, 16(1), 2–8 (in Russian).
- Forrest, R., Awawdeh, L., Esam, F., Pearson, M., & Waran, N. (2022). Potential Owner-Related Risk Factors That May Contribute to Obesity in Companion Dogs in Aotearoa New Zealand. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(3), 267. DOI: 10.3390/ani12030267.
- German A. J. (2006). The growing problem of obesity in dogs and cats. *The Journal of nutrition*, 136(7 Suppl), 1940S–1946S. DOI: 10.1093/jn/136.7.1940S.
- German, A. (2006). Klinicheskie oslozhneniya ozhireniya u melkih domashnih zivotnyh [Clinical complications of obesity in small animals]. *Focus veterinary*, 16(1), 20–26 (in Russian).
- Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2019). Osnovy histolohichnoi tekhniki i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii [Fundamentals of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions] Polissia, Zhytomyr (in Ukrainian).
- Kang, N. L. (2021). Association between obesity and blood pressure in common Korean people. *Vascular Health and Risk Management*, 17, 371–377. DOI: 10.2147/VHRM.S316108.
- Kramer, J. A., Grindley, J., Crowell, A. M., Makaron, L., Kohli, R., Kirby, M., Mansfield, K. G., & Wachtman, L. M. (2015). The common marmoset as a model for the study of nonalcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis. *Veterinary pathology*, 52(2), 404–413. DOI: 10.1177/0300985814537839.
- Liu, Y., Ding, W., Wang, H. L., Dai, L. L., Zong, W. H., Wang, Y. Z., Bi, J., Han, W., & Dong, G. J. (2019). Gut microbiota and obesity-associated osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*, 27(9), 1257–1265. DOI: 10.1016/j.joca.2019.05.009.
- Morelli, G., Patuzzi, I., Losasso, C., Ricci, A., Contiero, B., Andrighetto, I., & Ricci, R. (2022). Characterization of intestinal microbiota in normal weight and overweight Border Collie and Labrador Retriever dogs. *Scientific reports*, 12(1), 9199. DOI: 10.1038/s41598-022-13270-6.
- Osto, M., & Lutz, T. A. (2015). Translational value of animal models of obesity-Focus on dogs and cats. *European journal of pharmacology*, 759, 240–252. DOI: 10.1016/j.ejphar.2015.03.036.
- Purdy, J. C., & Shatzel, J. J. (2021). The hematologic consequences of obesity. *European journal of haematology*, 106(3), 306–319. DOI: 10.1111/ejh.13560.
- Radakovich, L. B., Truelove, M. P., Pannone, S. C., Olver, C. S., & Santangelo, K. S. (2017). Clinically healthy overweight and obese dogs differ from lean controls in select CBC and serum biochemistry values. *Veterinary clinical pathology*, 46(2), 221–226. DOI: 10.1111/vcp.12468.
- Skrypka, M. V., & Kolych, N. B. (2011). Navchal'no-metodychny posibnyk z patolohichnoyi anatomiyi dlya laboratornykh zanyat' [Educational and methodical manual on pathological anatomy for laboratory classes.]. Poltava (in Ukrainian).
- Starodubova, A., V. (2014). Izbytochnaya massa tela i ozhireniyak faktory riska nealkogol'nojzhirovoj bolezni pecheni [Overweight and obesity as risk factors for non-alcoholic fatty liver disease]. *Russian Archives of Internal Medicine*, 5(19), 10–20 (in Russian).
- Stenberg, K., Gensby, L., Cremer, S. E., Nielsen, M. M., & Bjørnvad, C. R. (2022). Analytical performance of a canine ELISA monocyte chemoattractant protein-1 assay for use in cats and evaluation of circulating levels in normal weight and obese cats. *Acta veterinaria Scandinavica*, 64(1), 22. DOI: 10.1186/s13028-022-00640-3.
- Suarez, L., Bautista-Castaño, I., Peña Romera, C., Montoya-Alonso, J. A., & Corbera, J. A. (2022). Is Dog Owner Obesity a Risk Factor for Canine Obesity? A “One-Health” Study on Human-Animal Interaction in a Region with a High Prevalence of Obesity. *Veterinary sciences*, 9(5), 243. DOI: 10.3390/vetsci9050243.
- Upadhyay, J., Farr, O., Perakakis, N., Ghaly, W., & Mantzoros, C. (2018). Obesity as a disease. *Medical Clinics*, 102(1), 13–33. DOI: 10.1016/j.mcna.2017.08.004.
- Urbanovych, P. P., Potots'kyi, M. K., Hevkan, I. I., & Zon, H. A. (2008). Patolohichna anatomiya tvaryn [Pathological anatomy of animals] Vetinorm. Kyiv (in Ukrainian).
- Vekic, J., Zeljkovic, A., Stefanovic, A., Jelic-Ivanovic, Z., & Spasojevic-Kalimanovska, V. (2019). Obesity and dyslipidemia. *Metabolism*, 92, 71–81. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.11.005.
- Wallis, N., & Raffan, E. (2020). The Genetic Basis of Obesity and Related Metabolic Diseases in Humans and Companion Animals. *Genes*, 11(11), 1378. DOI: 10.3390/genes11111378.
- WHO (2022). Obesity. Retrieved 7 September 2022, from <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/6-facts-on-obesity>.
- Yerian, L. (2011). Histopathological evaluation of fatty and alcoholic liver diseases. *Journal of digestive diseases*, 12(1), 17–24. DOI: 10.1111/j.1751-2980.2010.00472.x.
- Zoran, D. L. (2010). Obesity in dogs and cats: a metabolic and endocrine disorder. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 40(2), 221–239. DOI: 10.1016/j.cvsm.2009.10.009.