



UDC 636.7.09:[616.36+616.61]-07

**Diagnostic value of "cuticular index" measuring in dogs with liver and kidney pathology**

**O. P. Timoshenko, O. S. Snopenko, D. V. Kibkalo, M. I. Korenev, Yu. V. Maslak**  
*Kharkiv state zooveterinary academy, Kharkiv, Ukraine*

*Article info*

Received 12.05.2021  
Received in revised form  
22.09.2021  
Accepted  
29.11.2021

*Kharkiv state zooveterinary  
academy, Kharkiv, Ukraine*

*E-mail:*

[muhka2019@ukr.net](mailto:muhka2019@ukr.net)  
[diagnost\\_96@ukr.net](mailto:diagnost_96@ukr.net)  
[k.17.nk08@gmail.com](mailto:k.17.nk08@gmail.com)  
[zemlanoy1980@gmail.com](mailto:zemlanoy1980@gmail.com)

**Timoshenko, O. P., Snopenko, O. S., Kibkalo, D. V., Korenev, M. I., & Maslak, Yu. V. (2021). Diagnostic value of "cuticular index" measuring in dogs with liver and kidney pathology. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 8, 78-84, DOI: 10.31890/vttp.2021.08.11.**

*Condition of hair reflects changes in metabolism in animals and humans in relatively long period of time. Thus, the study of hair of domestic dogs with different variants of pathology, in particular nephropathy and polyorgan pathology of liver and kidney is relevant and appropriate in terms of differential diagnosis and establishment of little-known links in the pathogenesis of diseases of these organs.*

*The aim of this study was to establish the diagnostic meaning of «cuticular index» of sick dogs.*

*The object of the study was 60 dogs with confirmed diagnoses. The animals were examined by general clinical methods (temperature, pulse, and respiratory rate were determined) and blood was taken from the jugular vein for biochemical research. Hair samples were obtained and the «cuticular index» was determined.*

*Examination of the cuticle was performed using prints on a colorless varnish, which was applied to a glass slide, pressing the hair to the varnish layer. Then, when the varnish hardened, the hair was removed by the edge from the peripheral end. The impression was studied under a microscope (in. x 400) and set the value of «cuticular index» in the root zone, in the thickest part of the hair shaft, expressed in  $\mu\text{m}^2$ . Based on the results obtained during clinical and laboratory studies, we have formed groups of sick dogs, which became the basis for studying the dynamics of the «cuticular index» (CI). It was found that in different variants of nephropathy and in the development of hepatic-renal and renal-hepatic syndromes in dogs, significant structural changes occur in the liver and kidney, which correspond to violations of metabolic processes determined by the results of clinical microscopic and biochemical blood tests, as well as changes in the area of the outer surface of the cells of hair cuticle, which we have defined as the «cuticular index». The method of determining the «cuticular index» can be used in differential diagnosis of kidney and liver pathology in combination with clinical, instrumental and laboratory studies, as well as for dispensary examination of animals. The article provides examples of various variants of pathology with the definition of «cuticular index».*

**Key words:** dogs, nephropathy, multiple organ pathology, cuticular index, diagnosis.

## **Диагностическое значение измерения «кутикулярного индекса» у собак при патологии печени и почек**

**О. П. Тимошенко, О. С. Снопенко, Д. В. Кибкало, Н. І. Коренєв, Ю. В. Маслак**  
*Харьковская государственная зооветеринарная академия, Харьков, Украина*

Состояние волосяного покрова отражает изменения обмена веществ в организме животных и человека в сравнительно длительные отрезки времени. Исходя из этого, исследования показателей состояния волосяного покрова домашних собак при различных вариантах патологии, в частности при нефропатии и полиорганной патологии печени и почек представляются актуальными и целесообразными в плане дифференциальной диагностики и установления малоизученных звеньев патогенеза заболеваний этих органов.

Целью данной работы было установление диагностического значения «кутикулярного индекса» больных собак.

Объектом исследования были 60 собак с подтвержденными диагнозами. Животных исследовали общеклиническими методами (определяли температуру, пульс, частоту дыхания) и проводили отбор крови из яремной вены для биохимического исследования. У животных были получены образцы волос и проведено определение «кутикулярного индекса».

Исследование кутикулы проводили с помощью отпечатков на бесцветном лаке, который наносили на предметное стекло, прижимая волосы к лаковому слою. Затем, когда лак застывал, волосы снимали за край с периферического конца. Отпечаток изучали под микроскопом (ув.×400) и устанавливали значение «кутикулярного индекса» в корневой зоне, в наиболее толстой части стержня волоса, выражая в  $\text{мкм}^2$ . На основании результатов, полученных при проведении клинических и лабораторных исследований, нами были сформированы группы больных собак, ставших основой для изучения динамики «кутикулярного индекса» (КИ). Установлено, что при разных вариантах нефропатии и при развитии печеночно-почечного и почечно-печеночного синдромов у собак, в печени и почках происходят значительные структурные изменения, которым соответствуют нарушения метаболических процессов, определенных по результатам клинико-микроскопических и биохимических исследований крови, а также по изменениям площади внешней поверхности клеток волосяной кутикулы, которой мы дали определение «кутикулярный индекс». Методику определения «кутикулярного индекса» можно использовать в дифференциальной диагностике различных вариантов патологии почек и печени в комплексе с клиническими, инструментальными и лабораторными исследованиями, а также для диспансерного обследования животных. В статье приведены примеры различных вариантов патологии с определением «кутикулярного индекса».

**Ключевые слова:** собаки, нефропатия, полиорганная патология, кутикулярный индекс, диагностика.

## **Діагностична значимість вимірювання «кутикулярного індексу» у собак за патології печінки та нирок**

**О. П. Тимошенко, О. С. Снопенко, Д. В. Кібкало, М. І. Коренєв, Ю. В. Маслак**  
*Харківська державна зооветеринарна академія, Харків, Україна*

Встановлено, що за різних варіантів нефропатії та за розвитку печінково-ниркового та нирково-печінкового синдромів у собак в печінці та нирках відбуваються структурні зміни, яким відповідають порушення метаболічних процесів, що визначені за результатами клініко-мікроскопічних та біохімічних досліджень крові, а також щодо змін площі зовнішньої поверхні клітин волосяної кутикули, якій ми дали визначення «кутикулярний індекс». Методику визначення «кутикулярного індексу» можна використовувати у диференціальній діагностиці різних варіантів патології нирок і печінки у комплексі з клінічними, інструментальними і лабораторними дослідженнями, а також за диспансерного обстеження тварин даного виду. У статті наведені приклади різних варіантів патології з визначенням «кутикулярного індексу».

**Ключові слова:** собаки, нефропатія, поліорганна патологія, кутикулярний індекс, діагностика.

## Вступ

*Актуальність теми.* Відомо, що стан волосяного покриву відображає зміни обміну речовин в організмі тварин і людини відносно тривалі проміжки часу (Tumilowicz, Golszewska, Arct, Pytkowska, & Szczepanik, 2018; Sato, Matsuda, Kubota, & Kawano, 2006; Maslak, 2014). Виходячи з цього, дослідження показників стану волосяного покриву домашніх собак за різних варіантів патології, зокрема за нефропатії і поліорганної патології печінки і нирок є актуальним і доцільним щодо диференціальної діагностики та встановлення маловідомих ланок патогенезу захворювань цих органів (Holm, Stevens, & Walker, 2010; Jepson et al., 2019; Holm et al., 2015; Stevens et al., 2018).

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Відомо, що у різних видів тварин за характером зазубреності вільних країв клітин волосної кутикули, щільності розташування і близькості їх у відношенні один до одного можна визначати видову належність зразків волосся тварин (Koch, Tridico, Bernard, Shriver, & Jablonski, 2020; Schuldenfrei, & Pieper, 2020; Plant, 2007; Lloyd, 2007).

Існує патогенетичний зв'язок між станом нирок і патологічними змінами шкіри та її похідних. У ветеринарній медицині кількість поглиблених досліджень у цьому науковому напрямі обмежена, хоча шкіра і волоссяний покрив вважаються індикаторами багатьох внутрішніх захворювань.

Методи дослідження шкіри, структурних елементів волосу, зокрема кутикули, часто застосовують для видової ідентифікації тварин. Але методики, що існують потребують удосконалення, оскільки не дозволяють одержати кількісну характеристику стану волосся, яку можна використовувати для диференційної діагностики варіантів поліорганної патології тварин (Tumilowicz, Golszewska, Arct, Pytkowska, & Szczepanik, 2018; Sato, Matsuda, Kubota, & Kawano, 2006).

Нами запропоновано метод для визначення площі відбитка, тобто площі зовнішньої поверхні клітин волосної кутикули, якій ми дали визначення «кутикулярний індекс». Ми вважаємо доцільним використання даної методики для оцінки стану здоров'я тварин певного виду або для діагностики різних варіантів внутрішньої патології (Tymoshenko et al., 2020).

*Метою* даної роботи було встановлення діагностичного значення «кутикулярного індексу» у хворих собак.

## Матеріал і методи досліджень

Із загальної вибірки тварин на підставі клінічного огляду та результатів лабораторних аналізів було відібрано 18 собак з підтвердженим діагнозом – «гостра хвороба нирок»; 16 собак з печінково-нирковим синдромом; 13 собак з нирково-печінковим синдромом та 13 тварин з поліорганною патологією.

Хворих тварин досліджували за допомогою клінічних, ехосонаграфічних та лабораторних методів і діагностували захворювання печінки, нирок або поліорганну патологію. Клінічні дослідження проводили за загальноприйнятною методикою. У крові визначали вміст гемоглобіну за гемоглобінціанідним методом, кількість еритроцитів та лейкоцитів – у камері із сіткою Горяєва, ШОЕ – за методом Неводова, лейкограму – за Філіпченком. Паралельно виконували клінічний аналіз сечі тварин і біохімічні дослідження сироватки крові. У сироватці крові визначали загальний білок (біуретовим методом), альбуміни (з індикатором бромкрезоловим зеленим), фракції білірубину (методом Іендрашика і Грофа), активність АлАТ і АсАТ (за методом Райтмана-Френкеля), сечовину (за реакцією з діацетилмонооксимом), креатинін (за методом Поппера). У тварин (згідно із запропонованою методикою дослідження) були отримані зразки волосся і проведено визначення «кутикулярного індексу».

Дослідження кутикули виконують шляхом отримання її відбитка різними методиками; цей відбиток більшість вчених називають «шкалою кутикули». Її використовують для розробки спеціальної програми, яка має назву «ключ» і дозволяє ідентифікувати видову належність зразка волоса. Недоліком цієї методики, на нашу думку, є те, що вона не дозволяє отримати цифрові результати розмірів площі видимої частини лусочок кутикули, що робить методику дещо суб'єктивною. Дослідження кутикули проводили за допомогою відбитків на безбарвному лаку, який наносили на предметне скло та притискали волосся до лакового шару. Потім, коли лак застигав, волосся знімали за край з периферичного кінця. Відбиток вивчали під мікроскопом (зб. х 400) і встановлювали значення (у  $\text{мкм}^2$ ) «кутикулярного індексу» у кореневій зоні, у найбільш товстій частині стрижня волоса. На підставі результатів, що отримані при проведенні клінічних та лабораторних досліджень, нами були сформовані групи хворих собак, це стало основою для вивчення динаміки «кутикулярного індексу» (KI).

## Результати та їх обговорення

Залежно від ряду факторів (розмірів тварини, його віку і породи) KI у здорових собак був у межах від 100 до 210  $\text{мкм}^2$ . L. Vaishnav зі співавторами (2021) отримав схожий показник KI у здорових собак - 100-340  $\text{мкм}^2$ . Cadar M. E. (2015) повідомляє, що показник KI у Хаскі становив 300  $\text{мкм}^2$ , у Голден Ретриверів – 230  $\text{мкм}^2$ , у Лабрадорів 130  $\text{мкм}^2$  та Німецьких Шепердів – 120  $\text{мкм}^2$ . P. Tumilowicz зі співавторами (2018) повідомляють, що показник KI різнився у різних порід собак.

Величина КІ 100 мкм<sup>2</sup> визначалася тільки в 5,6 % випадків; велика ж частина тварин (55,6 %) мала КІ від 120-160 мкм<sup>2</sup> (таблиця 1).

Таблиця 1

**Кутикулярний індекс (КІ) у собак за різних варіантів внутрішньої патології**

КІ, мкм <sup>2</sup>	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%
60	-	-	-	-	-	-	2	15,4	2	7,7
70	-	-	-	-	2	15,4	1	7,7	3	11,5
80	-	-	3	18,8	3	23,1	1	7,7	4	15,4
90	-	-	6	37,5	4	30,8	-	-	4	15,4
100	1	5,6	2	12,5	2	15,4	2	15,4	4	15,4
110	-	-	1	6,25	-	-	-	-	-	-
120	3	16,7	1	6,25	1	7,7	3	23,1	4	15,4
130	2	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	1	7,7	4	30,8	5	19,2
150	2	11,1	1	6,25	-	-	-	-	-	-
160	3	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-
170	1	5,6	2	12,5	-	-	-	-	-	-
180	2	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-
190	2	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-
200	1	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-
210	1	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Усього</b>	18	100	16	100	13	100	13	100	26	100

1 - здорові собаки, n, %; 2 - собаки з монопатологією нирок, n, %; 3 - собаки з печінково-нирковим синдромом, n, %; 4 – собаки з нирково-печінковим синдромом, n, %; 5 - собаки з поліорганною патологією (обидва синдроми разом), n, %.

За нашими даними, за патології нирок (група 2) собаки з показниками КІ 80-120 мкм<sup>2</sup> зустрічалися найбільш часто (в 81,2 % випадків). Зі збільшенням КІ, кількість тварин з патологією нирок знижувалася. При значенні КІ 120 мкм<sup>2</sup> хворі на ниркову недостатність собаки спостерігались у 18,7 % випадках. З показниками КІ 180-210 мкм<sup>2</sup> не було жодної хворої тварини. Таким чином, величини КІ за хвороб нирок у 81,2 % хворих собак коливалися у межах від 80 до 120 мкм<sup>2</sup>. У трьох тварин зі значеннями КІ 150-170 мкм<sup>2</sup> діагностували гостру ниркову недостатність, за якої у зв'язку з коротким терміном розвитку хвороби КІ був у межах показників, що більш властиві здоровим собакам.

У собак, які увійшли до групи № 3, з печінково-нирковим синдромом, КІ 70-100 мкм<sup>2</sup> зустрічався в 84,6 %, а 120 і 140 мкм<sup>2</sup> - тільки у 15 % тварин. Отже, його діагностували у 100,0 % собак, коли КІ був у межах від 70 до 140 мкм<sup>2</sup>. Коли ж КІ був вищим за 140 мкм<sup>2</sup>, у тварин не розвивався печінково-нирковий синдром. Таким чином, у більшості особин даний синдром супроводжувався значеннями КІ у межах 70-100 мкм<sup>2</sup>. Це було показником більш тяжкого перебігу хвороби, ніж за монопатології нирок, і відображало негативний вплив поліорганної патології на стан волосяного покриву собак. Перевищення даного діапазону КІ зустрічалося лише у поодиноких випадках.

У собак з 4 групи, тобто за нирково-печінкового синдрому, КІ в діапазоні 60-140 мкм<sup>2</sup> реєстрували в 100 % випадків, як і в групі 3, тобто у тварин з печінково-нирковим синдромом. За нирково-печінкового синдрому у собак значення КІ 60-70 мкм<sup>2</sup> встановлювали в 32,1 % випадків, чого не спостерігали за монопатології нирок, у тих випадках, коли межі КІ становили 80-90 мкм<sup>2</sup>. Це також є показником більш тяжкого перебігу хвороби на тлі більшого ступеня ураження шкіри і волосся тварин саме за поліорганної патології (Gerdin, McDonough, Reisman, & Scarlett, 2016).

Отже, шляхом порівняння верхнього значення КІ у собак 1-4-ї груп можна бачити різницю в стані шерстного покриву в нормі і за різних захворюваннях і синдромах: у клінічно здорових собак це 210 мкм<sup>2</sup>, за патології нирок - 170 мкм<sup>2</sup>, за печінково-ниркового і нирково-печінкового синдромів - 140 мкм<sup>2</sup>. Таким чином, більш низьке значення КІ у собак відповідає більш тяжкому перебігу захворювання. Інші дослідники також проводили дослідження шерстного покриву собак проте лише за гіперкортицизму (Corradini et al., 2013; Ouschan, Kuchar, & Mostl, 2013). Інші дослідники визначали кутикулярний індекс в різних видів тварин на різних ділянках шкіри (Cadar, Miresan, & Vatca, 2014). Досліджень стосовно визначення показників КІ за хвороб печінки та нирок ми не знайшли.

Об'єднавши тварин з обома варіантами синдромів в одну групу №5 з метою збільшення вибірки (n = 26), ми ставили завдання оцінити можливість диференціювання їх від здорових собак і тварин з монопатологією нирок за значеннями КІ виявилось, що у собак з групи 5, тобто за обох синдромів, значення КІ знаходилося в межах 60-90 мкм<sup>2</sup> в 50,0 % випадків, за патології нирок - в 56,3 % випадків і повністю було відсутнє у здорових собак. Діапазон значень КІ 100 мкм<sup>2</sup> і більше (до 210

мкм<sup>2</sup>) реєстрували у 100 % здорових домашніх собак, а 60-90 мкм<sup>2</sup> повністю у них був відсутнім (таблиця 2).

Таблиця 2

**Кількість хворих домашніх собак залежно від діапазону коливань значень кутикулярного індексу (KI)**

Діапазон KI, мкм <sup>2</sup>	1гр., n=18	2гр., n=16	3гр., n=13	4гр., n=13
60-90 75,0±4,08	0	56,3	69,3	30,7
100-140 120,7±5,16	33,5	25,0	30,7	69,3
150-210 177,8±9,37	66,5	18,7	0	0

Проте саме цей діапазон значень KI був характерним для більшості собак з нирковою недостатністю (56,3 %) і за печінково-ниркового синдрому (69,3 %). Такий же відсоток хворих собак відповідав значенню KI 100-140 мкм<sup>2</sup> за нирково-печінкового синдрому. Отже, найбільша ступінь токсичного впливу на стан волосяного покриву у собак, який призводив до зниження KI до мінімальних величин, спостерігалася за печінково-ниркового синдрому.

Діапазон KI 100-140 мкм<sup>2</sup> найчастіше спостерігали у собак з нирково-печінковою патологією - в 69,3 % випадків, з печінково-нирковою - у 30,7 % тварин і найменше, в 25,0 % тварин - за монопатології нирок. A. Almendros та De Marle зі співавторами, також повідомляють, що чим сильніше було ураження шкіри за гепатокутанеозного синдрому, тим гірший був прогноз (Almendros, Sandy, & Kirberger, 2019; DeMarle, Webster, Penninck, & Ferrer, 2021).

Таким чином, можна припустити, що за нирково-печінкової недостатності вплив ендотоксинів на величину KI у собак проявляється в меншій мірі, ніж за печінково-ниркової. При KI 150 мкм<sup>2</sup> і вище у собак реєструють нечисленні випадки монопатології нирок (18,7 %), а варіанти печінково-ниркової і нирково-печінкової патології за результатами визначення KI не зустрічали.

Приклади визначення KI у собак з поліорганною патологією. Збільшення 400x (Рис.1–4).

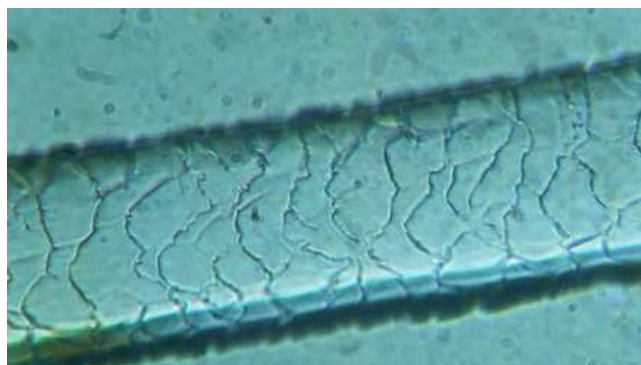


Рисунок 1. Кутикула за нирково-печінкового синдрому, KI-120мкм<sup>2</sup>

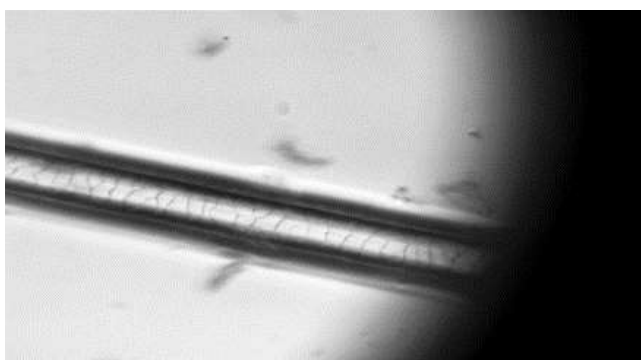


Рисунок 2. Кутикула за нирково-печінкового синдрому, KI-80мкм<sup>2</sup>



Рисунок 3. Кутикула за печінково-ниркового синдрому, KI-90 мкм<sup>2</sup>

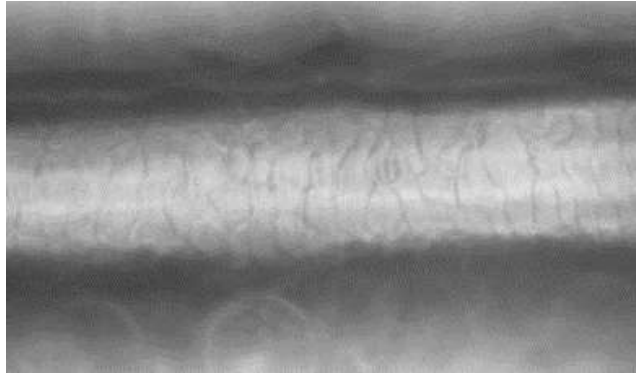


Рисунок 4. Кутикула за печінково-ниркового синдрому KI-120 мкм<sup>2</sup>

#### Висновки

1. Монопатологія нирок у собак в залежності від форми і стадії захворювання супроводжується коливаннями KI в діапазоні від 80 - 170 мкм<sup>2</sup>. Монопатологія нирок у собак в залежності від форми і стадії захворювання може супроводжуватися коливаннями KI. За гострої хвороби нирок показники переважно знаходяться в діапазоні значень 120-170 мкм<sup>2</sup>, тобто можуть не відрізнятися від показників норми.

2. У 33,5 % клінічно здорових собак розміри площі зовнішньої поверхні клітин волосної кутикули (KI) становлять 100-140 мкм<sup>2</sup>; у 66,5 % тварин - 150-210 мкм<sup>2</sup>. Такий значний розкид показників, швидше за все, обумовлений різним віком тварин і впливом породного фактора, проте у 100 % клінічно здорових собак відсутні значення KI 60-90 мкм<sup>2</sup>. Чим більше KI (150 мкм<sup>2</sup> і вище), тим менше ймовірність, що у собаки є не діагностовані захворювання нирок і повністю відсутня поліорганна печінково-ниркова і нирково-печінкова патології.

3. За поліорганної патології у формі печінково-ниркового і нирково-печінкового синдромів KI у собак становить 60-140 мкм<sup>2</sup> і повністю не виходить за межі цього діапазону. Однак диференціювати обидва синдроми тільки за розмірами KI мкм<sup>2</sup> досить складно, оскільки для цього необхідна велика кількість хворих тварин з урахуванням їх вікових і породних особливостей. Але в поєднанні з результатами лабораторних досліджень, зокрема біохімічних сироватки крові, ця методика дозволяє діагностувати синдроми в залежності від первинної ланки патогенетичного ланцюга.

#### References

- Almendros, A., Sandy, J. R., & Kirberger, R. M. (2019). Hepatocutaneous syndrome in a Maltese, diagnosis, treatment and the value of CT in the diagnosis, *Vet Record*, 7, (4), e000918. <https://doi.org/10.1136/vetreccr-2019-000918>.
- Cadar, M. (2015). SEM study of hair cuticle in some Canidae breeds. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 72, 127-130. <https://doi.org/10.15835/BUASVMCN-ASB%3A11568>.
- Cadar, M., Miresan, V., & Vatca, A. (2014). Cyto-Morphological Particularities of Hair Cuticle in Domestic and Wild Suidae. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 71 (2), 277-278. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:10485>.
- Corradini, S., Accorsi, P. A., Boari, A., Beghelli, V., Mattioli, M., Famigli-Bergamini, P., & Fracassi, F. (2013). Evaluation of hair cortisol in the diagnosis of hypercortisolism in dogs. *J Vet Intern Med*, 27 (5), 1268-1272. <https://doi.org/10.1111/jvim.12135>.

- DeMarle, K. B., Webster, C., Penninck, D., & Ferrer, L. (2021). Approach to the Diagnosis of Hepatocutaneous Syndrome in Dogs: A Retrospective Study and Literature Review. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 57(1), 15–25. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7072>.
- Gerdin, J. A., McDonough, S. P., Reisman, R., & Scarlett, J. (2016). Circumstances, Descriptive Characteristics, and Pathologic Findings in Dogs Suspected of Starving. *Vet Pathol*, 53 (5), 1087-1094. <https://doi.org/10.1177/0300985815575049>.
- Holm, L. P., Hawkins, I., Robin, C., Newton, R. J., Jepson, R., Stanzani, G. ... Walker, D. J. (2015). Cutaneous and renal glomerular vasculopathy as a cause of acute kidney injury in dogs in the UK. *Vet Rec*, 176 (15), 384. <https://doi.org/10.1136/vr.102892>
- Holm, L. P., Stevens, K. B., & Walker, D. J. (2010). Pathology and Epidemiology of Cutaneous and Renal Glomerular Vasculopathy in Dogs. *J Comp Pathol*, 176, 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2020.03.003>.
- Jepson, R. E., Cardwell, J. M., Cortellini, S., Holm, L., Stevens, K., & Walker, D. (2019). Cutaneous and Renal Glomerular Vasculopathy : What Do We Know so Far? *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 49(4), 745-762. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.02.010>.
- Koch, S. L., Tridico, S. R., Bernard, B. A., Shriver, M. D., & Jablonski, N. G. (2020). The biology of human hair: A multidisciplinary review. *Am J Hum Biol*, 32 (2), 233. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23316>.
- Lloyd, D. H. (2007). Skin biopsies in veterinary dermatology. *Companion Animal*, 12(7), 68-71. <https://doi.org/10.1111/j.2044-3862.2007.tb00204.x>.
- Maslak, Yu. V. (2014). Aspekty etiologii anemii sobak. *Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 29 (2), 65-66. [In Ukrainian]
- Ouschan, C., Kuchar, A., & Mostl, E. (2013). Measurement of cortisol in dog hair: a noninvasive tool for the diagnosis of hypercortisolism. *Vet Dermatol*, 24 (4), 428-431. <https://doi.org/10.1111/vde.12043>.
- Plant, J. D. (2007). Recognizing excellence of scholarship in veterinary dermatology: The Hugo Schindelka Medal. *Veterinary Dermatology*, 18 (5), 285-286. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00626.x>.
- Sato, H., Matsuda, H., Kubota, S., & Kawano, K. (2006). Statistical comparison of dog and cat guard hairs using numerical morphology. *Forensic Sci Int*, 158(2-3), <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.04.041>.
- Schuldenfrei, M. D., & Pieper, J. B. (2020). Evaluation of hair follicle parameters using TrichoScale Pro<sup>®</sup> in healthy dogs: a pilot study. *Vet Dermatol*. 31 (3), 181. <https://doi.org/10.1111/vde.12836>.
- Stevens, K. B., O'Neill, D., Jepson, R., Holm, L. P., Walker, D. J., & Cardwell, J. M. (2018). Signalment risk factors for cutaneous and renal glomerular vasculopathy (Alabama rot) in dogs in the UK. *Vet Rec*, 183(14), 448. <https://doi.org/10.1136/vr.104891>.
- Tumilowicz, P., Goliszewska, A., Arct, J., Pytkowska, K., & Szczepanik, M. (2018) Preliminary study of guard hair morphology in four dog breeds. *Vet Dermatol. Online ahead of print*, 29(4), 332-e116. <https://doi.org/10.1111/vde.12656>.
- Tymoshenko, O. P., Palii, A. P., Rodionova, K. O., Papieta, H. A., Snopenko, O. S., & Skrypova, K. V. (2020). Patent Ukrainy 142349. Kyiv : Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy. [In Ukrainian]
- Vaishnav, L., Parashar, S., Kumar, A., & Sachdeva, M. P. (2021). A study on hair analysis of different Canidae breeds. *Forensic Science International: Reports*, 3, 100-169. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100169>.