

Trauma of the limbs in horses and methods of treatment

S. Kulynych✉ | V. Kramarenko | M. Zezekalo

Article info

Correspondence Author

S. Kulynych

E-mail:

sergii.kulynych@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Kulynych, S., Kramarenko, V., & Zezekalo, M. (2023). Trauma of the limbs in horses and methods of treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 116–121. doi: 10.31210/spi2023.26.02.20

For the comfortable life of horses, it is important to have healthy hooves, as achieving high sports results requires the distal part of the horse's limb to be in proper condition, involving periodic inspections and regular functional orthopedic trimming. Proper care of the limbs and hooves of a horse is a guarantee of its health and well-being. Without the ability to move normally, your horse is at risk of developing various diseases, including traumatic ones. Among the latter, the most common and dangerous is laminitis. The purpose of our work is to conduct monitoring studies on the prevalence of limb injuries in horses and to propose the most optimal treatment schemes for detected pathologies. Monitoring studies were carried out throughout 2022 based on the following facilities: equestrian complex "Solomakhino Rancho" in Kyiv; horse farm "KK-delight" in Bortnichy; horse farm "Rehabilitation center of the club of horse lovers and other animals Hippos" in the Kirovohrad region, Kropyvnytskyi. The spread of limb pathologies in horses was studied using commonly accepted methods and special equipment. The research conducted in the conditions of horse farms and equestrian complexes revealed limb pathologies in animals, including a fracture of the coffin bone of the left pelvic limb, laminitis of the right thoracic limb, chronic laminitis, hoof deformities with signs of partial destruction of the hoof sole horn. The mentioned pathologies were found in animals of different ages during the research. The analysis carried out allowed identifying the most common limb diseases in horses and developing appropriate treatment measures. In particular, for the treatment of horses with acute laminitis, it is recommended to use "Havens" feeds in combination with the local application of clay with added zinc oxide and further fixation with orthopedic shoes and the application of "Magic Cushion" Xtreme EU Hoof Packing material. Additionally, the administration of the drug "Meloxicam" is recommended. In case of chronicization of the pathological process, it is advisable to perform orthopedic trimming with the subsequent use of a bandage with a special mixture consisting of iodine and sugar in a proportion of 1 : 50, which is fixed on the affected limb using a bandage and adhesive-reinforced tape. For fractures of the coffin bone, it is recommended, after mechanical cleaning, to apply a special material, Hoof Care, closer to the heel on the sole area, ensuring the full operation of the hoof mechanism of the affected animal. In the case of detecting deformations in horses, timely trimming is recommended, and when areas of destruction are found, the application of a 10.0 % copper sulfate aerosol on the sole surface of hooves is advised.

Keywords: horses, trauma, limbs, hoof deformation, laminitis, coffin bone, hoof horn.

Травматизм кінцівок у коней та способи лікування

С. М. Кулинич | В. В. Крамаренко | М. А. Зезекало

Полтавський державний

аграрний університет,

Полтава,

Україна

Для комфортного життя коней важливо мати здорові копита, оскільки для забезпечення високих спортивних результатів дистальний відділ кінцівки коней повинен бути в належному стані і передбачає періодичний огляд і проведення періодичної функціональної ортопедичної обрізки. Правильний догляд за кінцівками і копитами коня – це запорука його здоров'я і благополучного життя. Без можливості нормально рухатися, ваш улюбленець ризикує отримати низку захворювань в тому числі травматичних. З останніх найбільш поширеним і небезпечним є ламініт. Метою нашої роботи провести моніторингові дослідження щодо поширення травматизму кінцівок у коней та запропонувати найбільш оптимальні схеми лікування за виявлених патологій. Моніторингові дослідження проводилися упродовж 2022 року на базі: кінного комплексу «Соломахино Ранчо» м. Київ; кінного господарства «KK-delight», м. Бортничі; кінного господарства «Реабілітаційний центру клубу любителів коней та інших тварин Hippos» Кіровоградської області м. Кропивницький. Поширення патологій кінцівок у коней проводили за загальноприйнятими методиками зі використанням спеціального та допоміжного обладнання. Проведеними дослідженнями в умовах конегосподарств та кінного комплексу у тварин виявлені патології кінцівок, зокрема: перелом човникової кістки лівої тазової кінцівки, ламініт правої грудної кінцівки, хронічний ламініт, деформації копит із ознаками часткового руйнування копитного підшовного рогу. Вказані патології в ході досліджень були виявлені у тварин різного віку. Проведений аналіз дозволив виявити найбільш розповсюджені хвороби кінцівок у коней та провести відповідні лікувальні заходи. Зокрема, для лікування коней з гострим ламінітом рекомендовано застосовувати корми «Havens» у поєднанні з локальним накладанням глини з додавали до неї оксиду цинку та подальшою фіксацією ортопедичним взуттям та застосуванням матеріалу «Magic Cushion" Xtreme EU Hoof Packing». Окрім того пропонується парентерально вводити препарат «Мелоксивет». У випадку хронізації патологічного процесу рекомендовано проводити ортопедичну розсітку з подальшим використанням пов'язки зі спеціальною сумішшю, що складається з йоду та цукру у пропорції 1 : 50 яку фіксували на ураженій кінцівці за допомогою бинта та клейкої армованої стрічки. За перелому човникової кістки рекомендовано після механічної очистки на підшовну ділянку ближче до п'яти накладання спеціального матеріалу Hoof Care, що забезпечує повноцінну роботу механізму копита хворої тварини. За виявлення у коней деформацій рекомендовано для забезпечення позитивного терапевтичний ефект проводити їх своєчасну обрізку а при виявленні зон руйнування застосовувати на підшовну поверхню копит аерозольно 10,0 % міді сульфат.

Ключові слова: коні, травматизм, кінцівки, деформація копит, ламініт, човникова кістка, копитний ріг.**Бібліографічний опис для цитування:** Кулинич С. М., Крамаренко В. В., Зезекало М. А. Травматизм кінцівок у коней та способи лікування. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 116–121.

Вступ

Як зазначають Thiemann & Poore хвороби копит є основною причиною поганого добробуту та смертності коней усьому світі. Проблеми, пов'язані із захворюванням копит, обговорюються в контексті поведінки, дієти, лікування та профілактики. Обговорюються найпоширеніші захворювання, в тому числі ламініт, деформації рогової капсули, хвороба білої лінії [1].

Для забезпечення опорної та динамічної функції рухового апарату важливим є підтримання у належному стані копит [2]. Як зазначає, переважна більшість ортопедів порушення в руховому апараті коней призводить до захворювань у дистальному відділі. З низки ортопедичних захворювань найбільш небезпечним є ламініт [3]. Класично патологія починається з листочкового шару стінки, а за її прогресування призводить до відшарування листочкового рогу стінки від трубчастого рогу вінчика на фоні гнійного запалення, яке поширюється на копитну кістку та супроводжується ексунгуляцією [4–5].

Низка дослідників зазначають, що ламініт, один із найбільш виснажливих станів у коней, є результатом кількох системних захворювань. Це відкриття разом з іншими нещодавніми розробками в галузі дослідження ламініту спровокували перегляд наших клінічних і дослідницьких стратегій щодо цього захворювання. По-перше, ламініт зараз вважається клінічним синдромом, пов'язаним із системним захворюванням (ендокринним захворюванням, сепсисом або синдромом системної запальної відповіді SIRS) або зміною ваги, а не окремим захворюванням [6].

Загальновідомо, що третя фаланга пальця коня підвішена всередині копитної капсули спеціалізованим міжпальцевим дермоепідермальним шаром, пластинками, які руйнуються під час ламініту. Як зазначають Laa & Pollitt за гострого ламініту формуються патологічні зміни в базальній мембрані, яка сполучає епідерміс і дерму [7].

Серед травматичних уражень у коней досить часто діагностуються відривні переломи від дистального краю човноподібної кістки. Переломи човноподібної кістки у лоша зустрічаються порівняно рідко [8].

Eichenberger, Furst, Sanchez-Andrade, Geyer, & Jackson, на основі проведених обстежень коней із переломами човникової кістки в умовах факультету Vetsuisse Цюрихського університету зробили висновок, що хірургічна фіксація парісагітальних переломів (лаг-гвинт) технічно досить складна, але потенційно покращує прогноз повернення до роботи приблизно до 80 % тварин. Якщо хірургічна фіксація неможлива, то автори рекомендують проводити підковування для підняття п'яти стопи [9].

Досить поширені серед патологій коней також і деформації копит. Так, CRomano, Ghilardi & Fimiani за результатами скануючої електронної мікроскопії зразків зазначають, що зміни копитного рогу виявленні в роговій капсулі, такі як тріщини, хвороби білої лінії, ламкість (особливо в ділянці підосви),

паракератоз і синці, можуть бути обумовлені дією кератинофільних грибів. Інші дослідники виявили, що за зазначених патологій копитний ріг усіх восьми коней був інфікований кератинопатогенними грибами *Trichophyton* spp та *Scopulariopsis brevicaulis*. СЕМ виявила серйозні зміни структури рогів у зразках рогів, інфікованих кератинопатогенними грибами, порівняно із здоровим рогом копита. Найбільш вираженими змінами були погіршення трубчастої структури стінки рогу, руйнування рогових шарів, поверхневий лізис ороговілих клітин та наявність грибкових елементів [10, 11]. На наявність у мікроскопічних грибів факторів здатних до руйнування ороговілих структур копита вказують і інші дослідники [12].

У світовому масштабі хвороби кінцівок у коней є досить поширеними патологіями, що завдають значної шкоди здоров'ю тварин, а їх власникам економічних збитків, що пов'язані з лікуванням та відновленням рухової активності тварин.

Мета дослідження

Метою нашої роботи було провести моніторингові дослідження щодо поширення травматизму кінцівок у коней та запропонувати найбільш оптимальні схеми лікування за виявлених патологій.

Матеріали і методи

Моніторингові дослідження щодо поширення та встановлення нозологічного профілю патологій опорного апарату коней проводили упродовж 2022 року на базі різних конегосподарств та комплексів. Зокрема, кінного комплексу «Соломахіно Ранчо» м. Київ та кінного господарства «КК–delight», м. Бортничі Київської області а також кінного господарства «Реабілітаційний центру клубу любителів коней та інших тварин Hippo» м. Кропивницький Кіровоградської області. Дослідженню піддавали коней різних вікових груп, порід, із різними умовами утримання та експлуатації.

Передумовою для встановленню діагнозу передувало зібрання анамнезу та комплексне ортопедичне обстеження тварини. Останнє передбачало огляд тварини в статичі та динаміці, пальпаторне обстеження ураженої кінцівки (поставка кінцівок, їх винос, ритм руху, наявність кульгавості), або уражених ділянок на предмет виявлення ознак запалення. Також здійснювали локальне дослідження копита (огляд, планіметрія, визначення характеру деформації, тощо). За потреби проводилося рентгенологічне дослідження з використанням різних рентгенологічних апаратів (EkoRay Orange-9020HF та DIG-610) [13, 14].

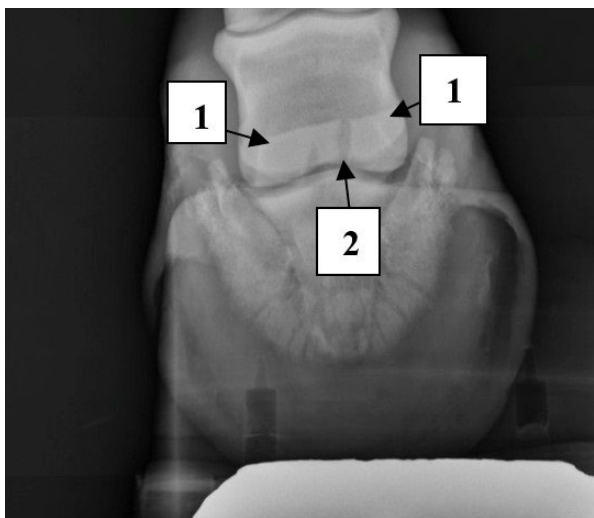
При встановленні у тварин діагнозу на ламініт, хворим тваринам за потреби проводилася розчистка копита та надавалася первинна хірургічної обробки ураженої ділянки за загальноприйнятою в ортопедії послідовністю [15].

Наявність деформації копит та їх вид встановлювали на підставі клінічного огляду та промірів копит за допомогою лінійки з ціною поділки 1 мм та

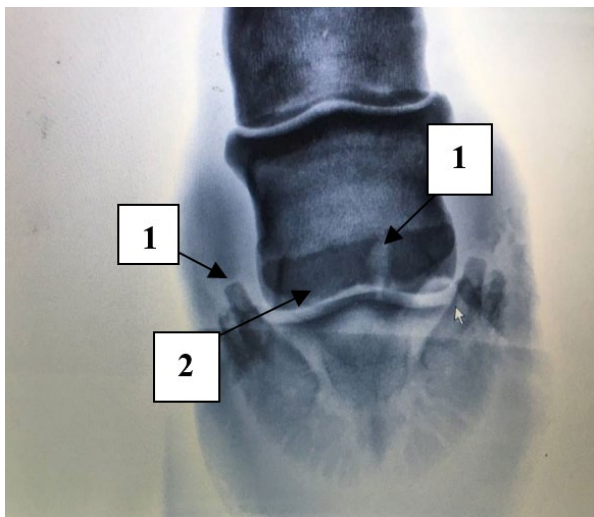
інклімеру [4]. Отримані дані вносилися в частину протоколу клінічного дослідження коня [5]. Після встановленні характеру спотворення рогової капсули виконували обрізку копит. Оцінювали стан копита та за потреби виправляли дисбаланс копита за методикою за Штрассер [16]. При виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення за загальноприйнятими методиками [17, 18].

Результати та їх обговорення

Проведеними в умовах кінного комплексу «Соломахіно Ранчо» (м. Київ) дослідженнями щодо наявності патологій в ділянці рухового апарату коней нами було виявлено фрактуру човникової кістки лівої тазової кінцівки у кобили (рис. 1 а та б).



а.



б.

Рис. 1. Перелом човникової кістки лівої тазової кінцівки у кобили віком 14 років (рентгенограма): а. – уламки кісток; б. – місце перелому

За перелому човникової кістки лівої тазової кінцівки під час руху тварини відмічали виражену кульгавість на уражену кінцівку. За клінічного обстеження дистального відділу кінцівки виявляли запальний набряк. Останній був гарячим та болючим. В статичному положенні тварина виводила кінцівку з

опори. Оглядом підошовної ділянки встановлено наявність важкої підкови на підошві (рис. 2).

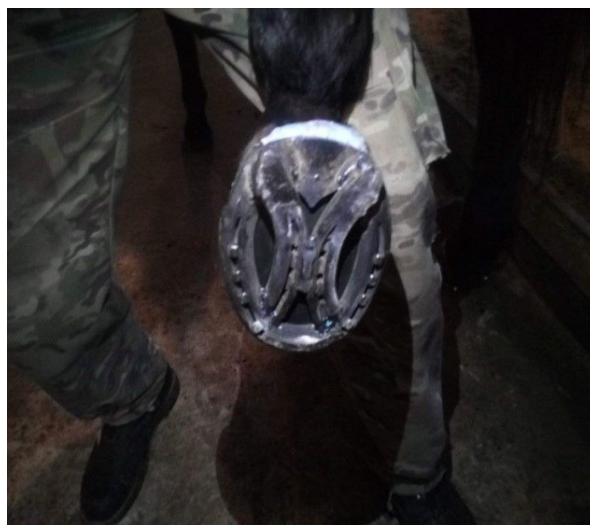


Рис. 2. Важка підкова з додатковими гілками у кобили за перелому човникової кістки лівої тазової кінцівки

Послідовність лікування хворої тварини передбачала, видалення підкови, яка провокувала формування патологічного процесу, формування належних умов для амортизації п'яткової ділянки, що в свою чергу відновлювало порушений механізм роботи копита. З цією метою застосовували ортопедичний твердіючий матеріал Hoof Care та проводили підковування тварин (рис. 3).



Рис. 3. Припасована кругла підкова на твердіючий відбитковий матеріал Hoof Care

На момент закінчення спостереження (1,5 міс.) було встановлено наступне, у тварини покращився загальний стан. Зазначене проявлялося в зменшенні ступеню кульгавості (тварина спиралася на хвору

кінцівку в статичному положенні). Варто зазначити, що повну працездатність тварина відновила приблизно через півроку. На місці перелому виявляли міцне утворення фіброзної тканини, яка не турбувало тварину.

В умовах кінного господарства «КК-delight» (м. Бортничі) у кобили української верхової породи віком 18 років за наслідками досліджень встановлений діагноз ламініт правої грудної кінцівки. Діагноз установлювали комплексно, зокрема враховували дані клінічного огляду та промірів зони ураження та підтверджували рентгенографічно у двох проекціях

(латеро-медіальній та дорсо-вентральній) із використанням портативного рентген апарату DIG-610.

За вказаної патології, у тварини було вираженим в статичному положення перенесення ваги тіла на тазові кінцівки. Також значно вираженою була слабкість кінцівок (її легко було вивести з опори штовхаючи з незначними зусиллями). В динаміці виявляли опірну кульгавість. Локально крім симптомів запалення виявляли часткове відшарування копитної стінки в бічній зачепній стінці (рис. 4 а та 4 б).



Рис. 4. Ламініт правої грудної кінцівки у кобили української верхової породи:

а. – клінічні ознаки ламініту; *б.* – дані рентгенографічного обстеження

За встановлення діагнозу після механічної очистки копита тварині проводили виконання первинної хірургічної обробки ураженої ділянки за загальноприйнятою в ортопедії послідовністю [15]. В подальшому локально застосовували глину з оксидом цинку та фіксували ортопедичним взуттям зверху (застосовували матеріал «Magic Cushion» Xtreme EU Hoof Packing) та парентерально застосовували препарат «Мелоксивет» відповідно до настанови. Окрім того, до складу раціону тварини додатково вводили, низькокалорійний з підвищеним вмістом волокон, знизеним рівнем крохмалю корм «Havens». Останній містив антиоксиданти, необхідний для терапевтичного впливу рівень біотину посиленого вітамінами та мікроелементами. Також він стимулював у хворої тварини жування та слиновиділення.

Після 8 місячного лікування спостерігали відновлення копитної стінки на 80,0 %.

Проведені дослідження на базі «Реабілітаційного центру клубу любителів коней та інших тварин Ніррос», що у м. Кропивницькому дозволили виявити 5 тварин у яких було діагностовано ознаки руйнування підшовного рогу.

Зокрема, у 13 річної кобили вагової породи а відмічали ознаки руйнування підшовного рогу на

лівій грудній кінцівці (рис. 5) більш виражене на латеральному боці копита. В цих ділянках ріг втрачав притаманну йому міць та мав численні ознаки руйнування.



Рис. 5. Руйнування підшовного рогу підшви лівій грудній кінцівці у кобили вагової породи

Дещо відрізнялася картина за гниття білої лінії. Так, у 10-и річної кобилі української верхової породи, на правій тазовій кінцівці в ділянці білої лінії, після ортопедичної розчистки відмічали патологічні зміни. Зокрема бічні поверхні в зоні білої лінії мали ознаки гниття (рис. 6), колір був змінений на чорний.



Рис. 6. Гниття білої лінії на правій тазовій кінцівці української верхової породи

Схожою була картина у безпородної 10-річної кобилі, на тазовій правій кінцівці виявляли ознаки гниття бічних частин білої лінії та часткове руйнування підшови на правій частині копита. У безпородного віслюка Яшка 8-річного віку. Відмічали деформацію тазових кінцівок та ознаки руйнування підшовного рогу, останній на підшві утворював товщиною на декілька міліметрів шар зруйнованого крихкого рогу під яким знаходився потоншений твердий ріг підшови

При виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення за загальноприйнятими методиками [17, 18]. Уражену поверхню двічі на добу обробляли 10 % препаратом міді сульфату шляхом аерозольного розпилення. Слід зазначити, що за даними науковців Hertta Pirkkalainen, Dörte Döpfer, Timo Soveri, Minna Kujala- Wirth ефективність вищезазначеної лікувальної обробки тварин із ортопедичною патологією за її правильного проведення може сягати 97,0 % [19, 20], що є досить високим результатом.

У кобилі української верхової породи, 11- річного віку відмічали при розчистці тазових кінцівок відмічали гниття білої лінії ближче до п'яти (рис. 7 а та 7 б).



a.



б.

Рис. 7. Гниття білої лінії У кобилі української верхової породи в ділянці ближче до п'яти:
a. – підшовна ділянка до розчистки, *б.* – гниття білої лінії та руйнування підшови

Хворим тваринам за виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення, та аерозольну обробку міді сульфатом 10,0 %.

Також у поні виявили надмірне відростання копитного рогу та зміну його поверхні, він став хвилястим та в ділянці вінчика втрачав глазур (рис. 8 а та 8 б).



a.



б.

Рис. 8. Хронічний ламініт у поні:
a. – обрізані надмірно відрослі, *б.* – руйнування підшови
Scientific Progress & Innovations • 26 (2)

Після встановлення діагнозу та відповідної ортопедичної розчистки з подальшим використанням пов'язки зі спеціальною сумішшю, що складається з йоду та цукру у пропорції 1 : 50 яку фіксували на ураженій кінцівці за допомогою бинта та клейкої армованої стрічки. Окрім того хворій тварині було призначено згодовування спеціального корму «Narvens», що є рекомендованим для коней з ламінітом та локально після ортопедичної розчистки використовували суміші йоду та цукру, бинта, та клейкої армованої стрічки для фіксації пов'язки у пропорції 1 : 50.

Висновки

Дослідженнями встановлено, що в умовах кінного комплексу «Соломахино Ранчо» м. Київ; кінного господарства «КК-delight», м. Бортничі; кінного господарства «Реабілітаційний центр клубу любителів коней та інших тварин Ніррос» Кіровоградської області м. Кропивницький у коней реєструються захворювання кінцівок. Нозологічний профіль патології кінцівок був представлений переломом човникової кістки тазової кінцівки, ламінітом, хронічним ламінітом, деформацією копит із ознаками часткового руйнування копитного підшовного рогу. Запропоновані методи лікування виявилися досить ефективними для коней страждаючих на різні види ортопедичної патології.

Перспективи подальших досліджень. Планується проведення подальших моніторингових досліджень з метою виявлення травматичних уражень у коней.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Thiemann, A. K., & Poore, L. A. (2019). Hoof disorders and farriery in the donkey. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 35 (3), 643–658. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.012>
2. Körber, H. D. (2000). *Kovka i bolezni kopyt loshadej*. Moskva: Akvarium LTD [in Russian]
3. Nassau, R. V. (2009). *Poroki i bolezni kopyt: problemy kovki*. Moskva: Akvarium [in Russian]
4. Goodman, N. L., & Baker, B. K. (1990). Lameness Diagnosis and Treatment in the Quarter Horse Racehorse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 6 (1), 85–108. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30558-8](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30558-8)
5. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. (2011). <https://doi.org/10.1016/c2009-0-50774-x>

6. Patterson-Kane, J. C., Karikoski, N. P., & McGowan, C. M. (2018). Paradigm shifts in understanding equine laminitis. *The Veterinary Journal*, 231, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.11.011>
7. de Laat, M. A., & Pollitt, C. C. (2019). Ultrastructural examination of basement membrane pathology in horses with insulin-induced laminitis. *Domestic Animal Endocrinology*, 69, 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.04.004>
8. Colles, C. M. (2011). Navicular bone fractures in the horse. *Equine Veterinary Education*, 23 (5), 255–261. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00228.x>
9. Eichenberger, S., Fürst, A. E., Suárez Sánchez-Andrade, J., Geyer, H., Jackson, M. A. (2021). Avulsion fracture at the insertion border of the impar ligament distal to the navicular bone in a three-and-a-half-months old foal. *Pferdeheilkunde – Equine Medicine*, 37 (4), 379–385. Retrieved from: <https://www.pferdeheilkunde.de/en/find-articles/authors/?uid=2851&index=e>
10. Romano, C., Ghilardi, A., & Fimiani, M. (2006). Dystrophic onychomycosis due to *Microsporum gypseum*. *Mycoses*, 49 (4), 335–337. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2006.01248.x>
11. Apprich, V., Spergser, J., Rosengarten, R., Hinterhofer, C., & Stanek, C. (2010). Scanning electron microscopy and fungal culture of hoof horn from horses suffering from onychomycosis. *Veterinary Dermatology*, 21 (4), 335–340. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2009.00864.x>
12. Kulynych, S. M., Kabluchka, A. P., Petrenko, M. O., Kravchenko, S. O., & Kanivets, N. S. (2018). Biochemical properties of microscopic fungi cultures isolated from injured keroid formations of skin. *World of Medicine and Biology*, 14 (64), 204–208. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2018-2-64-204-208>
13. Pollitt, K. K. (1995). *Konechnosti loshadej. Illyustrirovannyj atlas*. Moskva: Mosby [in Russian]
14. Kempson, S. A., & Robb, R. (2004). Use of a topical disinfectant as part of a hoof care programme for horses with diseases of the hoof capsule. *Veterinary Record*, 154 (21), 647–652. <https://doi.org/10.1136/vr.154.21.647>
15. Pollitt, C. C. (1998). The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Education*, 10 (6), 318–325. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1998.tb00902.x>
16. Strasser H. & Kells S. (2000). *The hoofcare specialist's handbook: hoof orthopedics and holist lameness rehabilitation*. Canada: Sabine Kells.
17. Stotskiy, O. H., & Lazorenko, A. B. (2004.) *Rozpovsiudzhennia ta struk-tura khirurhichnoi patolohii u konei. Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Kademii*, 1, 17–19. [in Ukrainian]
18. Borysevych, V. B., Borysevych, B. V., Petrenko, O. F., & Khomyn, N. M. (2007). *Veterynarna ortopediia; khvoroby kopyt i kopytets* Kyiv [in Ukrainian]
19. Pirkkalainen, H., Döpfer, D., Soveri, T., & Kujala-Wirth, M. (2022). Comparison of ozonated water and acidified copper sulphate in prevention of digital dermatitis in dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 64 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00657-8>
20. Holzhauser, M., Bartels, C. J., Bergsten, C., van Riet, M. M. J., Frankena, K., & Lam, T. J. G. M. (2012). The effect of an acidified, ionized copper sulphate solution on digital dermatitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 193 (3), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.049>

ORCID

- S. Kulynych  <https://orcid.org/0000-0003-1660-643X>
 V. Kramarenko  <https://orcid.org/0000-0003-1377-0373>
 M. Zezekalo  <https://orcid.org/0000-0002-4962-416X>



© 2023 Kulynych S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.