

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КОЛІННОГО СУГЛОБУ КРОЛЯ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОСТЕОАРТРОЗУ

І. М. ГОРКАВА, аспірантка, <https://orcid.org/0000-0001-7305-2547>

E-mail: vet.dr.irynanickolaevna@gmail.com

М. О. МАЛЮК, доктор ветеринарних наук, професор, завідувач кафедри,

<https://orcid.org/0000-0003-3019-6035>

E-mail: nikolai_malyuk@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid6\(106\).2023.016](https://doi.org/10.31548/dopovid6(106).2023.016)

Анотація. У ветеринарній медицині найпоширенішим та найдоступнішим методом діагностики хвороб апарату руху в тварин вважаються рентгенологічні дослідження [1].

У зв'язку з цим дослідження викладені в цій статті були спрямовані на оцінку ступеня дегенеративних змін під час моделювання остеоартрозу колінного суглоба за допомогою рентгенографії.

Матеріалом дослідження були суглоби експериментальних тварин (кролів) із сформованим остеоартрозом колінного суглобу на 14, 21 та 28 доби експерименту.

Кролям моделювали дегенеративні зміни в колінному суглобі шляхом внутрішньосуглобового введення 4% розчину ретинолу ацетату і коєвої кислоти. На 7, 14, 21 і 28 доби експерименту проводили рентгенологічне дослідження.

Рентгенологічні дослідження проводили в двох проекціях, а саме у прямій (вентро-дорсальній) та боковій (медіо-латеральній) проекціях. Дослідження проводили на базі навчальної лабораторії «Ветеринарної рентгенології та рентгенодіагностики» кафедри терапії і клінічної діагностики ФВМ Національного університету біоресурсів і природокористування України з використанням рентгенологічного приладу ВАТЕЛ – 1

У тварин на 14 добу експериментальних досліджень за проведення рентгенографії видимої кісткової патології не відмічено, висота суглобової щілини збережена білатерально. На 21 добу в ділянці правого колінного суглобу (в якому формували патологічний процес) при проведенні рентгенографії відмічається помірне зниження висоти суглобової щілини з перевагою в медіальному відділі. На 28 добу експерименту в ділянці правого колінного суглобу під час проведення рентгенографії відмічається рівномірне зниження висоти суглобової щілини. Дані зміни вказують на прогресуючі дегенеративні зміни з втратою хряща в колінному суглобі дослідних тварин.

Отже, на рентгенологічних знімках у кролів за експериментального остеоартрозу на 21 і 28 доби експерименту відзначали зниження висоти суглобової щілини у колінному суглобі.

Ключові слова: остеоартрит, колінний суглоб, експериментальна модель, суглобовий хрящ, візуальна діагностика, рентгенографія

Вступ. Суглобовий хрящ, як основний компонент синовіальних суглобів, забезпечує гладку поверхню ковзання для артикуляції кісткових компонентів суглоба. Нормальне функціонування всіх синовіальних суглобів для підтримки рухливості залежить від синовіальної рідини суглобової щілини, а також від цілісності суглобового хряща. Хрящ характеризується як м'яка тканина, що містить колагенові волокна для міцності на розтягування і протеоглікани для внутрішнього тиску через гідратацію. Суглобовий хрящ схильний до дегенерації, яка посилюється з віком. На жаль, хрящ не здатний самостійно відновлюватися, оскільки катаболічні процеси випереджають анаболічні процеси. Остеоартроз, як патологічний наслідок цього процесу, це дегенеративне захворювання суглобів, при якому руйнування хряща починається з невеликих змін у біохімії та морфології цілісності матриксу. Це руйнування може перерости в руйнування суглобової поверхні з супутніми змінами в пов'язаних кісткових структурах, болем і втратою рухливості в ураженому суглобі [2].

Остеоартроз (ОА) являється однією з поширених хвороб серед тварин різного віку, але найчастіше зустрічається у геріатричних пацієнтів. Основною особливістю цієї патології є дегенеративні зміни суглобів з ураженням хрящової

тканини і зміною структури субхондральної кістки [3]. За цієї патології можливі компенсаторна активація ангіогенезу [4] та ішемічні зміни хряща й кістки [5].

Загальноприйнятою світовою практикою є моделювання остеоартрозу в лабораторних тварин із дослідженням ефективності різних методів лікування [6]. Достатньо відомим є спосіб моделювання остеоартрозу, що полягає у введенні в суглоб лабораторних кролів вітаміну А (із розрахунку 13,5–13,9 мг на 1 кг маси тіла) один раз на добу впродовж 2 діб, що порушує процеси синтезу/резорбції тканин суглоба і призводить до яскраво виражених запальних деструктивних змін у суглобі та параартикулярних тканинах [7].

Через високий вміст води хрящ не можна візуалізувати за допомогою звичайної рентгенографії. Тому руйнування хряща можна ідентифікувати під час рентгенографії лише за зміною простору який зазвичай займає здоровий суглобовий хрящ між двома кістковими поверхнями суглоба та його формою (наявність узурації чи екзостозів). Очевидно, що на цьому етапі дегенерація хряща матиме значний вплив на функціональність [2, 8].

Точні та високо відтворювані вимірювання швидкості прогресування остеоартрозу мають вирішальне значення для оцінки

Горкава І. М., Малюк М. О.

структурних змін і вимагають дотримання строгих стандартів позиціонування, які включають специфікації щодо згинання та обертання суглоба, а також кут рентгенівського променя. Прогресування остеоартриту традиційно вимірювали за допомогою рентгенографії ширини суглобової щілини (joint space width, JSW). За останні два десятиліття було розроблено численні протоколи рентгенографії колінного суглоба з різними рівнями складності та ефективності, оскільки вони стосуються виявлення втрати JSW (тобто звуження суглобової щілини). Було розроблено напівавтоматичне програмне забезпечення для підвищення точності вимірювання JSW порівняно з ручними методами. Вимірювання JSW включає мінімальну JSW, середню JSW або площу суглобової щілини та JSW у фіксованих місцях [9, 10].

Будь-яке помірне збільшення капсульного або інтракапсулярного об'єму м'яких тканин суглоба можна виявити на якісних рентгенограмах. Суглобовий хрящ, синовіальну рідину, синовіальну оболонку та суглобову капсулу неможливо диференціювати, оскільки всі вони є непрозорими м'якими тканинами і, отже, мають силует один щодо одного. У більшості суглобів збільшення синовіальної маси проявляється у вигляді навколосуглобового набряку м'яких

тканин, що визначається рентгенологічно за збільшенням помутніння уражених м'яких тканин [1, 11].

Для оцінки синовіального об'єму в колінному суглобі можна використовувати ознаку інфрапателлярної жирової подушечки. Нормальна піднадколінна жирова подушечка легко ідентифікується на латеральних рентгенограмах коліна як відносно прозора трикутна ділянка безпосередньо каудально від зв'язки надколінка (Рис. 1). Коли здушена синовіальна маса збільшується через збільшення синовіальної рідини або м'яких тканин, комбінація запальної реакції та випоту спричиняє зміну форми жирової подушечки, і вона стає менш помітною [1, 11].

Суглобова щілина — це область непрозорості м'яких тканин між поверхнями субхондральної кістки протилежних поверхонь суглоба, що несуть вагу. Цей простір складається з двох шарів суглобового хряща, розділених мікроплівкою синовіальної рідини. На ранніх стадіях захворювання суглобів синовіальний випіт може викликати розширення суглобової щілини. У міру прогресування захворювання суглобів стирання суглобового хряща призводить до зменшення ширини суглобової щілини [1, 11].

Субхондральна кістка відокремлена від синовіальної рідини непошкодженим шаром суглобового

Горкава І. М., Малюк М. О.

хряща. Будь-яке захворювання, яке змінює характер синовіальної рідини, викликаючи ерозію суглобового хряща, потенційно загрожує цілісності субхондральної кістки. При запальних захворюваннях суглобів запальний ексудат може спричинити виражену субхондральну втрату кісткової тканини. Втрата

субхондральної кістки спочатку проявляється у вигляді нерівного краю субхондральної кістки, але вона може поширюватися і викликати помітне руйнування кістки (Рис. 1). Коли втрата кісткової маси зачіпає менші кістки зап'ястя та плесна, маса цих малих кубовидних кісток може різко зменшитися [1, 11].

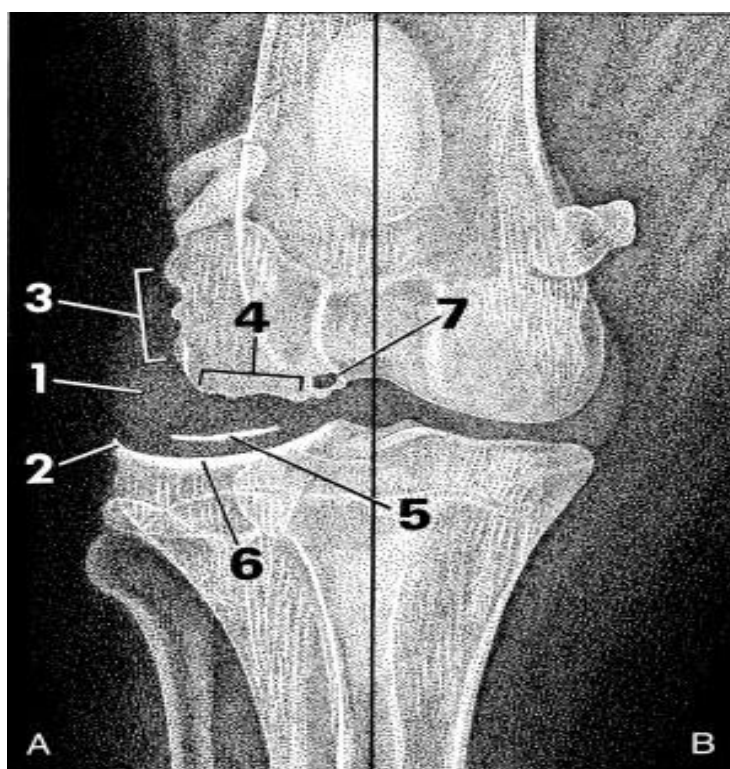


Рисунок 1. Рентгенологічні ознаки захворювання суглобів (А) порівняно з нормальним суглобом (В). Збільшення синовіальної маси (1), перихондральний остеофіт (2) і утворення ентезофітів (3) є загальними рентгенографічними змінами. Ерозія субхондральної поверхні кістки (4) і суглобів мишей (5) зустрічаються рідше, тоді як збільшення субхондральної кісткової прозорості (6) і утворення субхондральної кісткової кісти (7) є ознаками хронічного захворювання суглобів [1, 11].

При доброякісних захворюваннях суглобів, таких як дегенеративні захворювання суглобів,

субхондральна кістка може бути більш непрозорою, ніж зазвичай, через ремоделювання стресу.

Горкава І. М., Малюк М. О.

Підвищене помутніння субхондральної кістки зазвичай проявляється у вигляді субхондральної зони підвищеної прозорості шириною від 1 до 2 мм [1, 11].

Суглобовий хрящ зливається з синовіальною оболонкою в місці хондросиновіального з'єднання. Ця високосудинна мембрана чутлива до запалення. Синовіальне запалення або гіпертрофія може призвести до ерозії кістки, що прилягає до синовіальної оболонки. Запалення на ранній стадії призводить до того, що прилегла кістка виглядає нерівною та гостровидною. Тривале або важке синовіальне запалення або гіпертрофія може спричинити виражену ерозію кістки [1, 11].

Згідно з класифікацією J.H. Kellgren, J.S. Lawrence (1957), виділяють 4 стадії остеоартрозу [11, 12]. Під час рентгенологічного дослідження при I–II стадії остеоартрозу виявляють незначне звуження та нерівномірність суглобової щілини [11, 12]. При III стадії остеоартрозу рентгенологічно визначають звуження суглобової щілини більш ніж наполовину порівняно зі здоровим суглобом та її нерівномірність, що пов'язано з руйнуванням хрящового покриву в найбільш навантажуваних ділянках. Відзначають склероз підхрящової суглобової пластинки під ділянками деструкції хряща і появу осередків остеосклерозу та остеопорозу в

субхондральній кістковій тканині. Виявляють також значні кінцеві кісткові розростання – як в ділянці суглобової впадини, так і суглобової головки. Змінюється форма суміжних поверхонь, хоча на цій стадії захворювання такі зміни виражені помірно [11, 12]. На IV стадії ОА рентгенологічно виявляють значне звуження суглобової щілини за рахунок вираженого, а часто й повного руйнування суглобового хряща, менісків і внутрішньосуглобових зв'язок. Суглобові поверхні та кісткові кінцеві розростання навколо них щільно контактують між собою в найбільш навантажуваних ділянках. Різко змінюється форма зчленування кісток, кісткові кінцеві розростання оточують суглобові поверхні та, нашаровуючись на суміжні відділи кісток, різко обмежують рухи. Окрім остеофітів, що повністю зливаються з відповідною кісткою, у кульшовому та колінному суглобах часто виявляють кісткові утворення, які виникають шляхом осифікації окремих ділянок суглобової капсули та параартикулярних м'яких тканин. Виявляють ділянки вираженого склерозу кісток у найбільш навантажуваних ділянках, часто – кістоподібні порожнини, а на прилеглих ділянках кісткової тканини — остеопороз [11, 12].

Отже зміни поступово впливають на всі структури суглоба, включаючи потовщену суглобову

Горкава І. М., Малюк М. О.

капсулу із запаленою синовіальною оболонкою та зниженою в'язкістю синовіальної рідини, пошкодженням хряща та субхондральних кісток і розвитком остеофітів. Проведення рентгенографії дає можливість візуалізувати ступінь руйнування кісток і хрящів.

Мета дослідження: вивчити рентгенологічні зміни у колінному суглобі кролів за експериментального остеоартрозу.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження слугували 24 кролі-самці породи Англійський плямистий «Метелик» віком 4 місяців, вагою від 2,5 до 2,8 кг, клінічно здорові. Вони були розділені на дві групи тварин: контрольна група – 12 тварин; дослідна група – 12 тварин.

Контрольній групі тварин – внутрішньосуглобово вводили ізотонічний 0,9 % розчин NaCl в дозі 0,7 мл. Дослідній групі тварин – моделювали експериментальний ОА шляхом внутрішньосуглобового введення 4 % розчину ретинолу ацетату і коєвої кислоти (препарат Yellow peel, Medicare, Німеччина) в дозі 0,7 мл. Внутрішньосуглобові введення проводили за допомогою голки 23 G (0,6 * 32 мм) з інтервалом 7 діб, дворазово.

Під час моделювання експериментального остеоартрозу проводили загальне спостереження за тваринами, а також пункцію колінного суглоба.

Експерименти з використанням лабораторних тварин проведені з дотриманням вимог «Загальних етичних принципів проведення експериментів на тваринах», схвалених I Національним конгресом з біоетики (20.09.2004р., Київ, Україна) [13, 14, 15] та положень «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986) [16], Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Відомості ВР , 2010) [17].

Рентгенологічне дослідження проводили під загальною анестезією відповідно до безпечних анестезіологічних протоколів «Standard operating procedure #114 rabbit anesthesia» [18] та принципів проведення анестезії відповідно до настанов «Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses» [19]. Нами було обрано протокол з використанням для седації препарат «Дексмедетомедин» в дозуванні 0,05 – т 0,2mg/kg та для індукції використовували „Пропофол 1 %”, в дозуванні 1 – 2mg/kg .

Рентгенологічні дослідження проводили в двох проєкціях, а саме у прямій (вентро-дорсальній) та боковій (медіо-латеральній) проєкціях. Дослідження проводили на базі навчальної лабораторії «Ветеринарної рентгенології та рентгенодіагностики» кафедри терапії

Горкава І. М., Малюк М. О.

і клінічної діагностики ФВМ
Національного університету
біоресурсів і природокористування
України з використанням

рентгенологічного приладу ВАТЕЛ –
1 (2010 р., Україна) (рис.2.),
максимально прискорювальною
напругою 90кВ



Рисунок 2. Рентгенологічний прилад ВАТЕЛ – 1

Результати та їх обговорення.

Проведення рентгенологічного дослідження ушкодженого суглобу має не лише важливу діагностичну мету, а й дозволяє проводити моніторинг якості проведеного лікування патологічного процесу.

Слід відмітити, що у дослідних тварин на 7 добу експерименту видимих рентгенологічних зміни у колінному суглобі не виявлено. На 14 добу (рис. 3) експерименту, після формування патологічного процесу в колінних суглобах при проведенні рентгенографії також видимої кісткової патології не відмічено, висота суглобової щілини збережена білатерально. Відсутність змін на рентгенівському знімку вказує на не високу чутливість даного методу досліджень. При цьому на

рентгенівському знімку не виражений запальний процес.

Через високий вміст води хрящ не можна візуалізувати за допомогою звичайної рентгенографії. Тому руйнування хряща можна ідентифікувати при проведенні рентгенографії лише за звуженням простору (який зазвичай займає здоровий суглобовий хрящ між двома кістковими поверхнями суглоба [2].

Як видно із рис. 4, на 21 добу в ділянці правого колінного суглобу (в якому формували патологічний процес) під час проведення рентгенографії відмічається помірне зниження висоти суглобової щілини з перевагою в медіальному відділі. Лівий колінний суглоб без видимої кісткової патології. Це пов'язано з дегенеративними змінами та втратою

Горкава І. М., Малюк М. О.

хрящової тканини в колінному суглобі в який було введено подразнюючу речовину, що викликає звуження

суглобової щілини починаючи з сторони де було більше накопичення подразнюючої речовини.

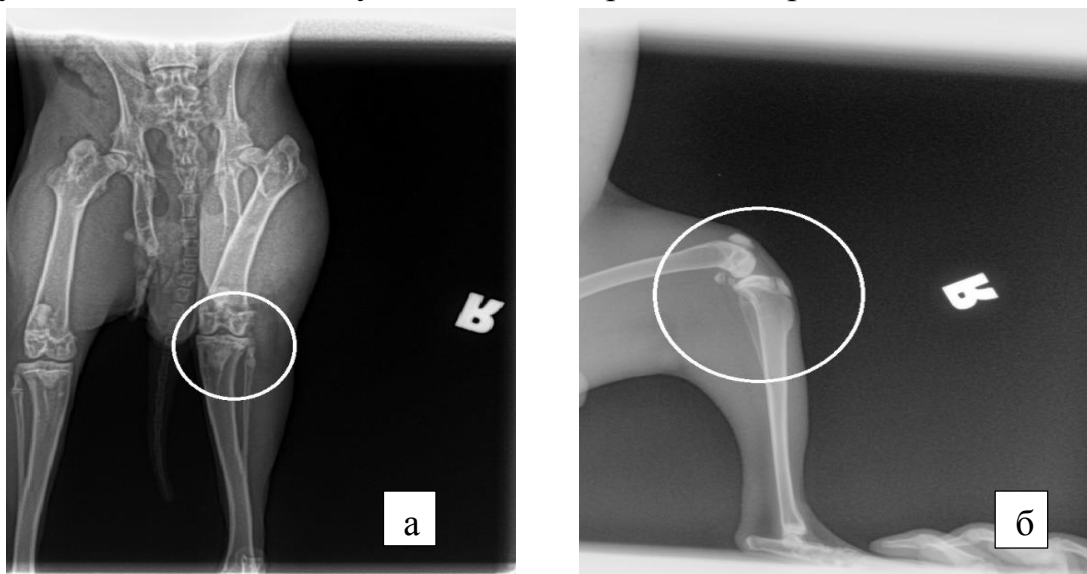


Рисунок 3. Рентгенівський знімок колінного суглобу кроля за експериментального остеоартрозу на 14 добу експерименту: а – вентро-дорсальна проекція; б – медіо-латеральна проекція

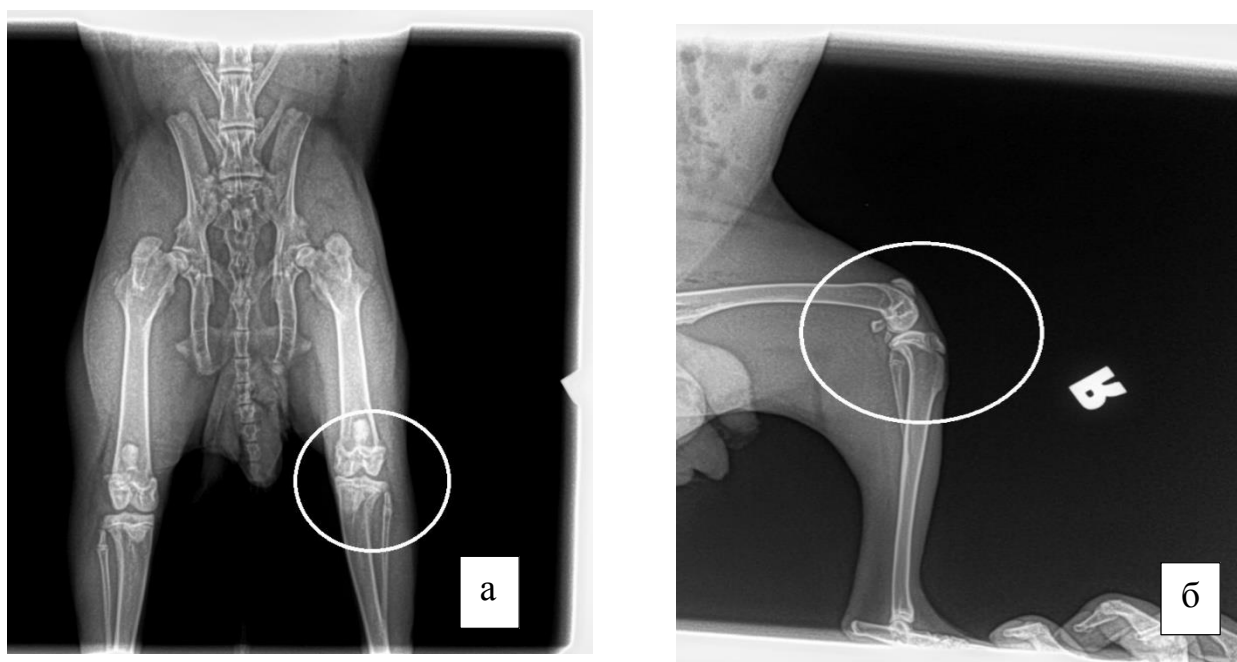


Рисунок 4. Рентгенівський знімок колінного суглобу кроля на 21 добу експерименту: а – вентро-дорсальна проекція; б – медіо-латеральна проекція

У тварин на 28 добу експерименту в ділянці правого колінного суглобу (в якому формували патологічний процес) під час

проведення рентгенографії відмічається рівномірне зниження висоти суглобової щілини (рис. 5.). Лівий колінний суглоб без видимої

Горкава І. М., Малюк М. О.

кісткової патології. Дані зміни вказують на прогресуючі дегенеративні зміни з втратою хряща в колінному суглобі. Наші

дослідження відповідають результатам досліджень SR Torelli [20] та Carol Muehleman [2].

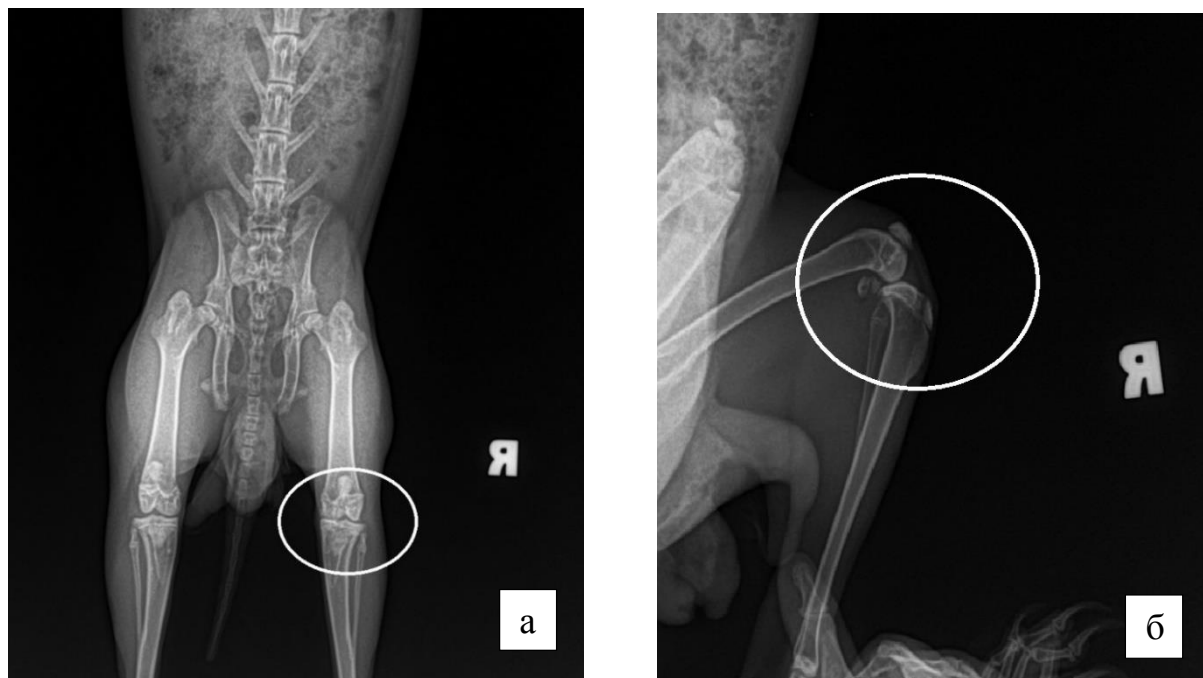


Рисунок 5. Рентгівський знімок колінного суглобу кроля на 28 добу експерименту: а – вентро-дорсальна проекція; б – медіо-латеральна проекція

Перспективи подальших досліджень. Вивчення ефективності використання аутологічної плазми збагаченої тромбоцитами, як більш перспективного методу лікування артрозів у тварин.

Висновки

1. Поступові дегенеративні зміни та руйнування суглобового хряща, характерні для остеоартрозу колінного суглобу. Руйнування суглобів виявляється при рентгенологічному дослідженні лише

на пізній стадії експериментальних досліджень. При цьому суглобова щілина колінного суглоб звужується.

2. Оскільки за внутрішньосуглобового введення 4 % розчину ретинолу ацетату і коєвої кислоти відбувається руйнація хрящової тканини, що призводить до звуження суглобової щілини. На цьому етапі дегенеративні зміни у хрящовій тканині колінного суглобу впливають на його функціональність.

Список використаних джерел

1. Allan G., Davies S. Radiographic Signs of Joint Disease in Dogs and Cats. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology.

2018. Р. 403–433. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-48247-9.00033-4> (date of access: 01.11.2023).

Горкава І. М., Малюк М. О.

2. Radiography of rabbit articular cartilage with diffraction-enhanced imaging / C. Muehleman et al. *The Anatomical Record*. 2003. Vol. 272A, no. 1. P. 392–397. URL: <https://doi.org/10.1002/ar.a.10043> (date of access: 01.11.2023).
3. Canzhang Li Yinhong He, Yanlin Li, Guoliang Wang, Dejian Liu, Guofeng Cai & Chuan He A novel method to establish the rabbit model of knee osteoarthritis: intra-articular injection of SDF-1 induces OA // *BMC Musculoskeletal Disorders*. - USA : Springer Nature, 03 April 2021 p.. - 22. - ISSN: 1471-2474.
4. Wen C., Lu W. W., Chiu K. Y. Importance of subchondral bone in the pathogenesis and management of osteoarthritis from bench to bed. *Journal of Orthopaedic Translation*. 2014. Vol. 2, no. 1. P. 16–25. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jot.2013.11.004> (date of access: 01.11.2023).
5. Regulation of VEGF expression by HIF-1 α in the femoral head cartilage following ischemia osteonecrosis / C. Zhang та ін. *Scientific Reports*. 2012. T. 2, № 1. URL: <https://doi.org/10.1038/srep00650> (дата звернення: 01.11.2023).
6. Englund M. The role of biomechanics in the initiation and progression of OA of the knee. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2010. Vol. 24, no. 1. P. 39–46. URL: <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.08.008> (date of access: 01.11.2023).
7. Інститут кардіології ім. акад. М.Д. Стражеска АМН України. Пат. 79206 Україна, МПК8 G 09 B 23/28.C Спосіб моделювання остеоартрозу з синовітом [Патент] : 200510418. - Україна, 25 березня 2007 р..
8. Kellgren J. H., Lawrence J. S. Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1957. Vol. 16, no. 4. P. 494–502. URL: <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494> (date of access: 01.11.2023).
9. Radiographic-Based Grading Methods and Radiographic Measurement of Joint Space Width in Osteoarthritis / M.-P. Hellio Le Graverand et al. *Radiologic Clinics of North America*. 2009. Vol. 47, no. 4. P. 567–579. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2009.04.004> (date of access: 01.11.2023).
10. Radiographic Grading and Measurement of Joint Space Width in Osteoarthritis / M.-P. Hellio Le Graverand et al. *Rheumatic Disease Clinics of North America*. 2009. Vol. 35, no. 3. P. 485–502. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2009.08.005> (date of access: 01.11.2023).
11. Коваленко В.М., Борткевич О.П. (2010) Остеоартроз. Практична настанова. 3-тє вид., зі змінами і доп., МОПІОН, Київ, 608 с. www.umj.com.ua/uk/publikatsia-93870-osteartroz-rannya-diagnostika-ta-likuvannya#list
12. Шуба В. Й. Остеоартроз: рання діагностика та лікування / В. Й. Шуба // *Український медичний часопис*. - 2016. - № 1. - С. 59-66. - http://nbuv.gov.ua/UJRN/UMCh_2016_1_13
13. Porter D. G. Ethical scores for animal experiments. *Nature*. 1992. Vol. 356, no. 6365. P. 101–102. URL: <https://doi.org/10.1038/356101a0> (date of access: 01.11.2023).
14. Резніков О. Г., Соловійов А. І., Добреля Н. В., Стефанов О. В., Біоетична експертиза доклінічних та інших наукових досліджень, що виконуються на тваринах (методичні рекомендації) [Стаття] // *Вісник фармакології та фармації*. - 2007 р.. - 7. - сс. С. 47–61.
15. handa m. Moral Standing of Animals in Scientific Experiments. *SSRN Electronic Journal*. 2013. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2361094> (date of access: 01.11.2023).
16. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes: Strasbourg, 18 March 1986. London : H.M.S.O., 1986. 44 p.
17. ЗАКОН УКРАЇНИ „ Про захист тварин від жорстокого поводження „ // *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, № 27. - 2006 р.. - с. 230. - Документ 3447-IV , Редакція від 08.08.2021, підстава - 1684-IX.
18. Jim Gourdon Anna Jimenez, Comparative Medicine & Animal Resources Centre STANDARD OPERATING PROCEDURE #114 // McGill University

Горкава І. М., Малюк М. О.

Animal Care Committee. - Montréal (Québec), Canada :, 13 January 2021 p.. - cc. 1-5.

19. Sibbald R. Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses. The Veterinary Nurse. 2018. Vol. 9, no. 4. P. 202–206. URL:

<https://doi.org/10.12968/vetn.2018.9.4.202>

(date of access: 01.11.2023)

20. Radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging at 0.5 Tesla of mechanically induced osteoarthritis in rabbit knees / S. R. Torelli et al. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2004. Vol. 37, no. 4. P. 493–501. URL: <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2004000400006> (date of access: 01.11.2023).

References

1. Allan, G., & Davies, S. (2018b). Radiographic Signs of Joint Disease in Dogs and Cats. Y Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology (c. 403–433). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-48247-9.00033-4>

2. Muehleman, C., Chapman, L. D., Kuettner, K. E., Rieff, J., Mollenhauer, J. A., Massuda, K., & Zhong, Z. (2003a). Radiography of rabbit articular cartilage with diffraction-enhanced imaging. The Anatomical Record, 272A(1), 392–397. <https://doi.org/10.1002/ar.a.10043>

3. Li, C., He, Y., Li, Y., Wang, G., Liu, D., Cai, G., & He, C. (2021). A novel method to establish the rabbit model of knee osteoarthritis: intra-articular injection of SDF-1 induces OA. BMC Musculoskeletal Disorders, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04188-7>

4. Wen, C., Lu, W. W., & Chiu, K. Y. (2014). Importance of subchondral bone in the pathogenesis and management of osteoarthritis from bench to bed. Journal of Orthopaedic Translation, 2(1), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2013.11.004>

5. Zhang, C., Li, Y., Cornelia, R., Swisher, S., & Kim, H. (2012). Regulation of VEGF expression by HIF-1 α in the femoral head cartilage following ischemia osteonecrosis. Scientific Reports, 2(1). <https://doi.org/10.1038/srep00650>

6. Englund, M. (2010). The role of biomechanics in the initiation and progression of OA of the knee. Best Practice & Research

Clinical Rheumatology, 24(1), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.08.008>

7. Sirenko, Y. M., & Torbas, O. O. (2020). State Institution “National Scientific Center “M.D. Strazhesko Institute of Cardiology” of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. HYPERTENSION, 13(1), 27–36. <https://doi.org/10.22141/2224-1485.13.1.2020.197886>

8. Kellgren, J. H., & Lawrence, J. S. (1957). Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. Annals of the Rheumatic Diseases, 16(4), 494–502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>

9. Hellio Le Graverand, M.-P., Mazzuca, S., Duryea, J., & Brett, A. (2009). Radiographic-Based Grading Methods and Radiographic Measurement of Joint Space Width in Osteoarthritis. Radiologic Clinics of North America, 47(4), 567–579. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2009.04.004>

10. Hellio Le Graverand, M.-P., Mazzuca, S., Duryea, J., & Brett, A. (2009b). Radiographic Grading and Measurement of Joint Space Width in Osteoarthritis. Rheumatic Disease Clinics of North America, 35(3), 485–502. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2009.08.005>

11. Biliavska, V., Kovalenko, V., Bortkevych, O., Garmish, O., Boyko, Y., Omelchenko, L., Oshlyanska, O., Marushko, T., Bogmat, L., & Shevchenko, N. (2017). THU0510 Ukrainian registry of jia patients receiving biologics: implementation into clinical practice and recent data. Y Annual European Congress of Rheumatology, 14–17 June, 2017. BMJ Publishing Group Ltd and European League Against Rheumatism. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2017-eular.4681>

12. Kolb, W., Guhlmann, H., Windisch, C., & Kolb, K. (2012). High Tibial Open-Wedge Osteotomy – New Techniques and Early Results. Y Osteoarthritis - Diagnosis, Treatment and Surgery. InTech. <https://doi.org/10.5772/29838>

13. Porter, D. G. (1992). Ethical scores for animal experiments. Nature, 356(6365), 101–102. <https://doi.org/10.1038/356101a0>

14. Reznikov O.G., Solovyov A.I., Dobrolya N.V., Stefanov O.V., Bioethical examination of preclinical and other scientific

Горкава І. М., Малюк М. О.

research performed on animals (guidelines) [Article] // Journal of Pharmacology and Pharmacy. - 2007 p.. - 7. - pp. C. 47-61.

15. handa, m. (2013). Moral Standing of Animals in Scientific Experiments. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2361094>

16. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes: Strasbourg, 18 March 1986. (1986). H.M.S.O.

17. Law of Ukraine "On the Protection of Animals from Cruel Treatment" // Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), No. 27 - 2006. - c. 230. - Document 3447-IV, edition of 08.08.2021, basis - 1684-IX.

18. Jim Gourdon Anna Jimenez, Comparative Medicine & Animal Resources

Centre STANDARD OPERATING PROCEDURE #114 // McGill University Animal Care Committee. - Montréal (Québec), Canada., 13 January 2021. - pp. 1-5.

19. Sibbald, R. (2018). Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses. The Veterinary Nurse, 9(4), 202–206. <https://doi.org/10.12968/vetn.2018.9.4.202>

20. Torelli, S. R., Rahal, S. C., Volpi, R. S., Yamashita, S., Mamprim, M. J., & Crocci, A. J. (2004). Radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging at 0.5 Tesla of mechanically induced osteoarthritis in rabbit knees. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 37(4), 493–501. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2004000400006>

RADIOLOGICAL CHANGES OF THE RABBIT KNEE JOINT IN EXPERIMENTAL OSTEOARTHRITIS

I. M. Gorkava, M. O. Malyuk

Abstract. *In veterinary medicine, radiological examinations are considered to be the most common and affordable method of diagnosing diseases of the musculoskeletal system in animals [1].*

In this regard, the studies described in this article were aimed at assessing the degree of degenerative changes during the modelling of knee osteoarthritis using an X-ray apparatus.

The material of the study was the joints of experimental animals (rabbits) with formed osteoarthritis of the knee joint on days 14, 21 and 28 of the experiment.

The rabbits were modelled for degenerative changes in the knee joint by intra-articular injection of a 4% solution of retinol acetate and kojic acid. On days 7, 14, 21, and 28 of the experiment, X-ray examination was performed.

Radiological examinations were performed in two projections, namely, in the direct (ventro-dorsal) and lateral (medio-lateral) projections. The study was carried out on the basis of the training laboratory Veterinary Radiology and Radiodiagnostics" of the Department of Therapy and Clinical Diagnostics of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine using the radiological device VATEL-1.

On the 14th day of experimental studies, no visible bone pathology was observed in animals, the height of the joint gap was preserved bilaterally. On the 21st day, in the area of the right knee joint (where the pathological process was formed), a moderate decrease in the height of the joint gap was noted during radiography with a predominance in the medial section. On the 28th day of the experiment, a uniform decrease in the height of the joint gap was observed in the right knee joint during

Горкава І. М., Малюк М. О.

radiography. These changes indicate progressive degenerative changes with cartilage loss in the knee joint of the experimental animals.

Thus, on X-ray images on days 21 and 28 of the experiment, a decrease in the height of the articular gap in the knee joint was noted.

Keywords: *osteoarthritis, knee joint, experimental model, articular cartilage, visual diagnostics, radiography*