



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

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9232
http://nvlvet.com.ua

UDC 619:616–001.5: 636.7

Application of means of stimulation of regenerative osteogenesis for complex treatment of dogs with fractures of the limb bones

V.S. Dmitrijev, N.M. Khomyn

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 26.10.2018
Received in revised form
27.11.2018
Accepted 28.11.2018

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-894-17-12
E-mail: nadiakhomyn@ukr.net

Dmitrijev, V.S., & Khomyn, N.M. (2018). Application of means of stimulation of regenerative osteogenesis for complex treatment of dogs with fractures of the limb bones. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(92), 156–160. doi: 10.32718/nvlvet9232

The article deals with the issues of the prevalence of fractures in dogs and the methods of treatment of orthopedic diseased animals. It is known that the fractures of the limb bones in them constitute a significant proportion of other surgical diseases. Bone defects occur, for the most part, during injury, removal of bone tumors, etc. Treatment is known to consist in the repositioning and immobilization (consolidation) of bone fractures. There are a number of methods of surgical treatment of injured dogs, including osteosynthesis, which have certain advantages and disadvantages. It is important in treating dogs for fractures to ensure maximum immobilization of the ends of the bones, preventing complications in the form of osteomyelitis, as well as stimulation of osteogenic regeneration. Only such conditions are optimal for the early appearance of regenerates between bony extremities, rapid compensation of acute peripheral blood supply disorders, reduction of traumatic edema, etc. In order to provide resistance to bending, twisting, tension preference are given by the compression technique of extracorporeal deeper osteosynthesis, which creates optimal conditions for healing fractures. Bones are known to actively participate in the metabolic processes of the body, are the main depot of minerals – crystals of hydroxylapatite and amorphous calcium phosphate, which is a labile reserve of calcium and phosphorus ions. To accelerate the regenerative processes of bone fractures, the replacement of bone defects with mineral composite materials is used, which is widely used to replace bone defects and stimulate osteogenic regeneration.

Key words: dogs, osteosynthesis, reparative osteogenesis, plates, treatment, fractures.

Застосування засобів стимуляції регенеративного остеогенезу за комплексного лікування собак з переломами кісток кінцівок

В.С. Дмитрієв, Н.М. Хомин

Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнології імені С.З. Гжицького,
м. Львів, Україна

У статті висвітлені питання стосовно поширеності фрактур у собак та методів лікування ортопедично хворих тварин. Відомо, що переломи кісток кінцівок у них складають вагомую частку серед інших хірургічних захворювань. Дефекти кісток виникають, здебільшого, під час травмування, видалення пухлин кісток, тощо. Лікування, як відомо, полягає у репозиції та імобілізації (консолідації) кісткових відламків. Існує низка методів оперативного лікування травмованих собак, зокрема остеосинтезу, які мають окремі переваги та недоліки. Важливим у ліванні собак за фрактур є забезпечення максимального знерухомлення кінців кісток, запобігання ускладненням у вигляді остеомієліту, а також стимуляція остеогенної регенерації. Тільки такі умови є оптимальними для ранньої появи регенератів між кістковими кінцями, швидкої компенсації гострих порушень периферійного кровопостачання, зменшення травматичного набряку тощо. З метою забезпечення стійкості щодо навантажень на вигин, скручування, розтягу, перевагу віддають компресійній методиці екстракортикального заглиблюючого остеосинтезу, який створює оптимальні умови для загоювання переломів. Кістки, як відомо, приймають активну участь у метаболічних процесах організму, є основним депо мінеральних речовин – кристалів гідроксилapatиту та аморфного фосфату кальцію, який є лабільним резервом іонів кальцію та фосфору. Для стимуляції утворення кісткової мозолі за переломів кісток у собак застосовують заміщення кісткових дефектів

мінеральними композитними матеріалами, нанесення на поверхню перелому фібринового гелю, використання фізичних методів оптимізації остеорепації та фармакологічної корекції репаративного остеогенезу.

Ключові слова: собаки, остеосинтез, репаративний остеогенез, пластини, лікування, переломи.

Травматизм дрібних домашніх тварин, особливо в умовах мегаполісу становить близько 50% від усієї хірургічної патології (Petrenko and Korzh, 2000; Dmitrijev, 2018), а серед травматичних пошкоджень переломи кісток складають майже 45%. Найчастіше переломи кісток у собак реєструють у віці до одного року та у старих тварин, у яких кісткова тканина втрачає гнучкість і міцність (Petrenko, 2002). Лікування ортопедично хворих тварин являє собою досить складну проблему, пов'язану з виникненням ускладнень, особливо у післяопераційний період. Відомо, що консолідація фрактури – складний біологічний процес, який проходить низку послідовних стадій і завершується формуванням у зоні перелому кісткової тканини (Ir'janov and Silant'eva, 2007). Репаративний остеогенез залежить від окремих факторів загального і місцевого характеру і завершується повним відновленням кісткової тканини у випадку неускладненого перебігу. Найбільш розповсюдженою причиною ускладнень під час лікування собак з переломами є нестабільність кісткових відламків за їх іммобілізації (Martel' et al., 2012). Переломи завжди супроводжуються пошкодженням оточуючих м'яких тканин, порушенням мікроциркуляторних і нейротрофічних процесів, які клінічно проявляються запаленням, що сповільнюють процес консолідації фрактури (Pustovit, 2007).

Важливого значення за травмування тканин при переломах кісток набувають метаболічні відхилення. Так, відразу після перелому в тканинах посилюються катаболічні процеси, а у ділянці перелому – метаболічні перетворення. Крім того в організмі травмованої тварини спостерігають зміни на клітинному, гуморальному, мікроциркуляторному рівні та на рівні білкового і вуглеводного обмінів (Omel'chuk and Brusko, 1996).

Уражена кісткова тканина інколи втрачає стійкість до механічних навантажень, піддається розшаруванню, мікропереломам, які частково компенсуються кістковими регенератами (Nunamaker, 2002; Beck, 2004).

У гуманній та ветеринарній медицині для лікування переломів кісток, особливо складних, затосовують остеосинтез, який проводять екстракартикально, інтрамедулярно та черезкістково (Babosha et al., 2001).

Методи остеосинтезу розширюють можливості та підвищують точність відкритої репозиції відламків при переломах та дають можливість значно підвищити стійкість іммобілізації шляхом з'єднання кінців відламків за допомогою фіксаторів з металу та інших матеріалів (Petrenko et al., 2004).

Однак відкрита репозиція та з'єднання відламків фіксаторами за всіх видів остеосинтезу збільшує важкість ушкодження кістки та навколишніх м'яких тканин і спричиняє, таким чином, додаткові порушення їхнього кровопостачання (Petrenko et al., 2004).

Серед методів остеосинтезу доцільно виділити заглиблюючий остеосинтез, який здійснюють, зокрема різними накістковими фіксаторами. Він забезпечує високу стійкість з'єднання кісткових відламків під час операції за рахунок силових взаємодій на відламки, які направлені проти діючих на них зміщуючих сил (Rolik, 1997).

Екстракортикальний остеосинтез забезпечує достатню міцність фіксації шляхом накладання на ділянку перелому пластини, яку моделюють за формою рельєфу кістки та забезпечують найменше навантаження на вигин. Вигин пластини обов'язково має бути плавним, без кутів. Після репозиції відламків кінці пластини мають спираліся на кістку, а середина відступати від неї в зоні перелому на 2–3 мм. Якщо діафіз кісток ледь увігнутий, пластина має залишатися прямою або дещо вигнутою (Petrenko, 2000).

Методики накісткового остеосинтезу залежно від величини й напрямку силової дії фіксаторів на відламки поділяють на компресійні та некомпресійні (Ilizarov et al., 1979).

Компресійні методики заглиблюючого остеосинтезу дозволяють за рахунок стиснення кінців кісткових відламків або притискування до їхньої поверхні пластин за допомогою гвинтів значно підвищити стійкість з'єднання кінців кістки та створити такий запас їхньої стабільності, який дозволить при дії на них зміщуючих сил зберегти після операції знерухомлення. Тільки такі методики компресійного остеосинтезу можуть забезпечити оптимальні механічні умови для ранньої повної компенсації місцевих циркуляторних порушень і формування між відламками первинного кісткового зрощення (Smurna, 2005).

Компресійний остеосинтез виконують за допомогою гвинтів, жорстких пластин або блокуючих інтрамедулярних шпиль з гвинтовим обладнанням, пристосованими для створення міжвідламкової компресії (Shacker and Tajl, 2000).

Протягом останніх років при лікуванні переломів кісток використовують методи стабільного компресійного остеосинтезу, що дозволяє активні рухи в найближчих до місця перелому суглобах відразу після операції (Bockstahler et al., 2004).

Необхідно враховувати значну складність і варіабельність силової дії металокопструкцій на кістку (Shacker and Tajl, 2000). Постійна компресія металокопструкцій у стиснених ділянках кістки призводить до появи пружно-в'язких деформацій, які поступово знижують силу компресії, створеної на операційному столі. Крім того, в ділянках контакту металокопструкцій із відламками кістки виникає концентрація напруж, які, під дією зміщуючих сил можуть зростати та інколи викликати деформацію кісткової тканини, знижуючи стійкість фіксації відламків (Cherkes-Zade et al., 1990).

Після операції зберігати стійкість з'єднання відламків можна лише методом зниження дії зміщуючих

сил. Ранні активні рухи та функціональне навантаження викликають надмірні зміщуючі зусилля, які руйнують кісткову тканину та знижують стійкість з'єднання відламків, на межі яких виникає рухливість, що призводить до вторинної травматизації та активізації як резорбції кістки у ділянці перелому, так і на місці прилягання фіксатора. Такі процеси призводять до затримки формування кісткової мозолі (Smurna, 2005). Відомо, що недоліком оперативного методу лікування є операційна травма. Не дивлячись на досягнення асептики та антисептики, небезпека інфікування ділянки перелому з наступним розвитком остеомієліту достатньо висока, що також сприяє затримці регенеративних процесів (Smurna, 2005).

Некомпресійний остеосинтез здійснюють за допомогою пластин, які не пристосовані для створення міжфрагментарного тиску, а також усі види остеосинтезу заглиблюючими фіксаторами, виконаного технічно невірнo. При цьому досягається лише обмеження рухливості, але не забезпечення стійкої стабільної фіксації (Korzh et al., 2003).

За некомпресійного остеосинтезу загоснення переломів відбувається завжди в умовах нестійкої фіксації шляхом вторинного кісткового зрощення. Виражена рухливість на межі кісткових кінців та у ділянках дотику металокопункцій із відламками призводить до вторинних циркуляторних порушень, які викликають резорбцію і подальше зниження стійкості з'єднання відламків, що сприяє сповільненню репаративного остеогенезу та збільшенню періоду одужання (Korzh et al., 2003; Jagnikov, 2010; Marsell and Tinhorn, 2011).

Встановлено, що для формування первинного кісткового зрощення оптимальні умови забезпечуються тільки за повного тісного контакту між рановими поверхнями відламків, стабільної фіксації та усунення гострих циркуляторних порушень у ділянці ушкодження (Stecula and Veklich, 2003; Shvec et al., 2011).

Відомо, що виконуючи опорну та захисну функцію, кістки приймають активну участь у метаболічних процесах організму, є основним депо мінеральних речовин – кристалів гідроксилапатиту та аморфного фосфату кальцію, який є лабільним резервом іонів кальцію та фосфору (Omel'chuk and Brusko, 1996; Arsen'ev and Saratovskaja, 2002; Korzh et al., 2003). Відомо, що здатність участі мінеральної складової кістки в метаболічних процесах із віком поступово зменшується, що сприяє порушенню гомеостазу мінеральних речовин в організмі (Niles et al., 1973; Orlovskij et al., 1993).

При утворенні кісткових дефектів у результаті видалення пухлин (Ivchenko and Golovchenko, 2000) або дефектів травматичного генезу (Korzh et al., 1995) для репаративного остеогенезу необхідні іони кальцію та фосфору, які поповнюються за рахунок іонів кальцію та фосфору крові. Це призводить до зниження їхнього рівня у крові та до зменшення у кістковій тканині (Gruntovskij and Malyshkina, 1999). Тому важливо не тільки відновити функцію ураженої кінцівки, але й поповнити дефіцит кальцію та фосфору в організмі, використовуючи матеріал, аналогічний мінеральній речовині кістки (Krys-Puhach et al., 2000). Такою ре-

човиною є матеріали біологічного походження, а саме аутогенні, алогенні, ксеногенні імплантати й трансплантати, формалізована кісткова тканина (Filippenko et al., 2002; Smurna, 2005).

Для прискорення регенеративних процесів за переломів кісток застосовують заміщення кісткових дефектів мінеральними композитними матеріалами як імпорного, так і вітчизняного виробництва. З цією метою широко використовують гідроксилапатитну кераміку композитний остеотропний матеріал, а також фізичні методи стимуляції репаративного остеогенезу та фармакологічну корекцію регенеративних процесів, які слугують засобом прискорення консолідації кісткових відламків та скорочення періоду лікування ортопедично хворих собак.

Стимуляції репаративного остеогенезу досягають шляхом застосування фібринового гелю, який наносять на ділянку перелому у вигляді тромбіно-активованої аутологічної плазми крові на початкових етапах полімеризації фібрину. Застосування фібринового гелю забезпечує регенерацію кісток за рахунок активації ендоостальної репарації, що сприяє прискоренню їх консолідації (Rublenko et al., 2015).

Встановлена позитивна динаміка перебігу остеорепації закритих переломів кісток у собак із використанням суміші наноаквахелатів металів за різних методів остеосинтезу і способів їх застосування. Незалежно від методу фіксації кісткових уламків пероральне застосування суміші наноаквахелатів металів Mg, Co, Cu, Zn, Ag сприяє інтенсифікації репаративного остеогенезу ще на стадії формування м'якої сполучотканинної мозолі, що сприяє скороченню періоду лікування. Можливе пероральне, місцево-аплікаційне іа перорально-аплікаційне застосування наноаквахелатів металів, однак за лікування фрактурної хвороби у випадку закритих переломів без зміщення найбільш ефективним є перорально-аплікаційний метод (Teliatnikov, 2013; Teliatnykov, 2017).

Отже, актуальною є проблема забезпечення належного зрощення переломів кісток периферичного скелета у собак з використанням стимулювальних заходів, серед яких важливим є прискорення репаративного остеогенезу.

Висновки

1. Найбільш розповсюдженим етіологічним чинником ускладнень під час лікування собак з переломами кісток кінцівок є нестабільність кісткових уламків.

2. Серед методів остеосинтезу використовують різні методики заглиблюючого остеосинтезу.

3. Для стимуляції остеогенної регенерації за переломів кісток застосовують заміщення кісткових дефектів мінеральними композитними матеріалами, фізичні методи та фармакологічну корекцію репаративної остеорегенерації а для оптимізації система гемостазу використовують фібриновий гелю.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження будуть направлені на вивчення особливостей перебігу запального процесу за переломів кісток кінцівок у

собак з метою розробки ефективного методу лікування.

References

- Arsen'ev, P.A., & Saratovskaja, N.V. (2002). Sintez i issledovanie materialov na osnove gidroksiapatita kal'cija. *Biomedicinskie tehnologii*, 16, 31–34 (in Russian).
- Babosha, V.A., Lobanov, G.V., & Oksimec, V.M. (2001). Perelomy kostej oporno-dvigatel'nogo apparata. *Harakteristika, klassifikacija. Ortopedija i travmatologija*, 2, 39–42 (in Russian).
- Beck, A.L. (2004). In vitro evaluation of regional load bearing in the feline acetabulum (abstract). *Proc. Vet. Orthop. Soc.*, 48.
- Bockstahler, B., Levine, D., & Millis, D. (2004). *Essential Facts of Osteosynthesis in Dogs and Cats: Rehabilitation and Pain Management*. Babenhausen, Beate Egner (BE) Vet Verlag, 196–200.
- Cherkes-Zade, D.I., Kamenev, Ju.F., & Ulashev, U.U. (1990). *Lechenie perelomov kostej pri politravme*. Tbilisi (in Russian).
- Dmitrijev, V. (2018). Features of dogs treatment at fractures of peripheral skeleton. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(83), 279–281. doi: 10.15421/nvlvet8355.
- Filippenko, V.A., Zyman, Z.Z., & Mezencev, V.A. (2002). Ispol'zovanie raznyh vidov gidroksilapatitnoj keramiki dlja plastiki kostej i kostnyh polostej. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*, 2, 61–65 (in Russian).
- Gruntovskij, G.H., & Malyshkina, S.V. (1999). Gidroksilapatitnaja keramika. Osobennosti vzaimodejstvija s kostnoj tkan'ju. *Problemy, dostizhenija i perspektivy razvitija mediko-biologicheskikh nauk i prakticheskogo zdavoohranenija (trudy Krymskogo gos. med. un-ta. im. S.I. Georgievskogo)*, 2, 127–129 (in Russian).
- Illizarov, G.A., Shtin, V.P., & Ledjaev, V.I. (1979). *Reparativnaja regeneracija kompaktnoj kosti otlomkov diafiza pri razlichnyh uslo-vijah distrakcionnogo osteosinteza: materialy II sjezda travmatologov-ortopedov SSSR*. M., 89–91 (in Russian).
- Ir'janov, Ju.M., & Silant'eva, T.A. (2007). *Sovremennye predstavlenija o gistologicheskikh aspektah reparativnoj regeneracii kostnoj tkani. Kletochnye istochniki reparativnogo osteogeneza. Geterogenost' kletochnoj populjacii v oblasti travmaticheskogo povrezhdenija kosti*. *Genij ortopedii*, 2, 111–116. <https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennye-predstavleniya-o-gistologicheskikh-aspektah-reparativnoy-regeneratsii-kostnoy-tkani-obzor-literatury-kletochnye> (in Russian).
- Ivchenko, V.K., & Golovchenko, V.V. (2000). Primenenie razlichnyh kostnoplachesticheskikh materialov pri lechenii opuholevyh i opuholepodobnyh zabolevanij. *Problemy osteologii*, 3,4, 47–50 (in Russian).
- Jagnikov, S.A. (2010). *Stabil'no-fukcional'nyj osteosintez v travmatologii, ortopedii i onkoortopedii sobak*. M.: Zoomedlit, Koloss Rezhim dostupa: https://books.google.com.ua/books/about/Стабільно_функціонал.html?id=fUVBkgEACAAJ&redir_esc=y (in Russian).
- Korzh, A.A., Deduh, N.V., & Shevchenko, S.D. (1995). *Keramoplastika defektov kostej i sustavov (jeksperimental'naja aprobacija i klinicheskie aspekty)*. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*, 1, 3–10 (in Russian).
- Korzh, N.A., Radchenko, V.A., Kladchenko, L.A., & Malyshkina, S.V. (2003). *Implantacionnye materialy i osteogenez*. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*, 2, 150–158. https://www.researchgate.net/publication/268424570_Implantacionnye_materialy_i_osteogenez_Rol_optimizacii_i_stimulacii_v_rekonstrukcii_kosti (in Russian).
- Krys-Puhach, A.P., Dubok, V.A., & Luchko, R.V. (2000). *Keramichniy hidroksylapatyt – novyi material dlja kistkovoї plastyky v dytiachii ta pidlitkovii ortopedii*. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*, 1, 30–35 (in Ukrainian).
- Marsell, R., & Tinhorn, T.A. (2011). *The biology of fracture healing*. *Injury*, 42(6), 551–555. doi: 10.1016/j.injury.2011.03.031.
- Martel', I.I., Macukatov, F.A., Shigirev, V.M., & Bojchuk, S.P. (2012). *Sovremennye predstavlenija obuslovijah konsolidacii perelomov i vozmozhnost' ih obespechenija razlichnymi tipami fiksatorov (obzor literatury)*. *Genij ortopedii*, 4, 131–136 (in Russian).
- Niles, J.L., Coletti, J.M. Jr, & Wilson, C. (1973). *Biomechanical evaluation of bone-porous material interfaces*. *J Biomed Mater Res.*, 7(2), 231–251. doi: 10.1002/jbm.820070211.
- Nunamaker, D.V. (2002). *On Bone and Fracture Treatment in the Horse*. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP*, 48, 90–101. <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2002/910102000090.PDF>.
- Omel'chuk, V.P., & Brusko, A.T. (1996). *Metabolicheskie izmenenija pri perelomah kostej oporno-dvigatel'noj sistemy*. *Materialy KhII zizdu travmatologiv-ortopediv Ukrainy*. K., 64–65 (in Russian).
- Orlovskij, V.P., Suhanova, G.E., Ezhova, Zh.A., Rodicheva, G.V. (1993). *Gidroksiapatitnaja biokeramika*. *Zhurnal Vsesojuznogo himicheskogo obshhestva im. D.I. Mendeleeva*, 683–689 (in Russian).
- Petrenko, O.F. (2000). *Ekstrakortykalnyi osteosintez u dribnykh tvaryn*. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 4, 34–35 (in Ukrainian).
- Petrenko, O.F. (2002). *Osoblyvosti perelomiv i osteosyntezu plastynchastykh kistok u sobak i kotiv*. *Visnyk BDAU. Zbirnyk naukovykh prats*. Bila Tserkva, 21, 168–174 (in Ukrainian).
- Petrenko, O.F., & Korzh, A.V. (2000). *Do pyttannia kharakteru ta klasyfikatsii perelomiv kistok u sobak ta kishok u misti Kyievi*. *Visnyk BDAU. Zbirnyk naukovykh prats*. Bila Tserkva, 13(1), 70–75 (in Ukrainian).

- Petrenko, O.F., Borysevych, V.B., & Borysevych, B.V. (2004). Zahoiennia perelomiv kistok u sobak v zviazku z osteosyntezyom. Naukovyi visnyk NAU, 75, 16–20 (in Ukrainian).
- Pustovit, R.V. (2007). Hemostaz ta yoho korektsiia pry pereomakh trubchastykh kistok u sobak: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kard. vet. nauk: spets. 16.00.05 "Veterynarna khirurgiia". Bila Tserkva, 22 (in Ukrainian).
- Rolik, A.V. (1997). Hirurgicheskoe lechenie vnutrisustavnyh perelomov shejki bedrennoj kosti (jeksperi-mental'no-klinicheskoe issledovanie). Dis. dokt. med. nauk. Har'kov, 274 (in Russian).
- Rublenko, M.V., Andriiets, V.H., Semeniak, S.A., & Ulianchych, N.V. (2015). Vykorystania kompozytnykh materialiv za perelomiv trubchastykh kistok u tvaryn. Bila Tserkva, TOV "Bilotserkivdruk", 86 (in Ukrainian).
- Shacker, J., & Tajl, M. (2000). Racional'noe operativnoe lechenie perelomov. Berlin Heidelberg New-York London Paris Tokyo, 99–143 (in Russian).
- Shvec, A.I., Samojlenko, A.A., & Ivchenko, D.V. (2011). Lechenie perelomov dlennyh kostej s kostnym defektom. *Travma*. 12(2), 95–98 *Rezhim dostupa:* <http://www.mif-ua.com/archive/article/21740> (in Russian).
- Smurna, O.V. (2005). Naiblyzhchi ta viddaleni pisliaoperatsiini uskladnennia pry likuvanni perelomiv ploskykh kistok u sobak ta kotiv. Materialy konf. prof.-vykl. skladu i aspirantiv Navch.-nauk. in-tu vet. medytsyny, yakosti i bezpeky produktsii APK: Tezy dop. K., 77 (in Ukrainian).
- Stecula, V.I., & Veklich, V.V. (2003). Osnovy upravljajemogo chreskostnogo osteosinteza. M.: Medicina, 31–36 (in Russian).
- Teliatnikov, A.V. (2013). Poshyrennia perelomiv kistok u sobak. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny: Zb. nauk. prats.* 11(101), 149–153. *Rezhym dostupu:* http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2013_11_42 (in Ukrainian).
- Teliatnykov, A.V. (2017). Zastosusannia nanochastok Mg, Fe, Co, Cu, Zn, Ag za perelomiv kistok ta yikh uskladnen u sobak: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia dokt. vet. nauk: spets. 16.00.05 "Veterynarna khirurgiia". Bila Tserkva, 35 (in Ukrainian).