

УДК 577.171.4:591.476

<https://doi.org/10.24959/ubphj.21.304>Ф. С. ЛЕОНТЬЄВА¹, К. В. ГЛЄБОВА², Д. В. МОРОЗЕНКО²¹ ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України»² Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України

ДИНАМІКА ВМІСТУ МЕТАБОЛІТІВ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ У КРОВІ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗА ГІПОКІНЕЗІЇ

Актуальність. Гіпокінезія є станом недостатньої рухової активності організму з обмеженням темпу та обсягу руху і постає на сьогодні четвертою причиною ендемічної смерті у світі. Відомо, що гіпокінезія здатна впливати на метаболізм компонентів кісткової та хрящової тканини, що є основою розвитку патологічних процесів, проте біохімічних маркерів цього в літературі не наведено. Отже, експериментальних наукових праць, присвячених вивченню біохімічних показників, які характеризують стан сполучної тканини в експерименті для оцінювання впливу гіпокінезії на організм, на сьогодні недостатньо, що й зумовлює актуальність дослідження.

Мета дослідження. Вивчення динаміки основних метаболітів, які характеризують стан сполучної тканини, у сироватці крові за гіпокінезії у щурів різного віку.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на 42 білих щурах-самцях віком 3 та 12 місяців, утримуваних у виварії ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків. Умови гіпокінезії відтворювали з використанням спеціально сконструйованого приладу, який забезпечував обмеження рухливості тварини без порушень вентиляції тіла. Тварин виводили з експерименту шляхом декапітації через 7 та 30 днів іммобілізації під тіопенталовим наркозом. Вміст сіалових кислот у сироватці крові визначали за методом Гесса, хондроїтинсульфатів – за Nemeth-Csoka в модифікації Л.І. Слущкого, фракційний склад глікозаміногліканів (ГАГ) – за реакцією з резозіном.

Результати та їх обговорення. Під час дослідження сироватки крові щурів було з'ясовано, що в інтактних тварин 3-х та 12-місячного віку вміст сіалових кислот різний – $2,94 \pm 0,16$ та $1,98 \pm 0,09$ ммоль/л відповідно. Після 7-денної гіпокінезії їх концентрація у молодих тварин не змінювалась, проте у тварин старшої групи цей показник збільшувався. До 30-ї доби рівень сіалових кислот у сироватці крові раптово збільшувався проти показника в інтактних тварин. У тварин 12-місячного віку спостерігалось підвищення концентрації сіалових кислот у сироватці крові як на 7, так і на 30 добу гіпокінезії, особливо на кінцевому етапі експерименту. Також за гіпокінезії спостерігалось суттєве збільшення концентрації в сироватці крові хондроїтинсульфатів уже на 7 добу експерименту у тварин обох вікових груп, при цьому показники цих метаболітів на 30 добу були на однаковому рівні. У молодих щурів на 7 добу І фракція ГАГ залишалась без змін, проте на 30 добу спостерігалось значне її зниження. У цей період підвищувалась ІІ фракція ГАГ. У тварин віком 12 місяців на 7 та 30 добу вміст більшості фракцій ГАГ був нижчий від значень, що характеризують фракційний склад ГАГ у інтактних щурів.

Висновки. Отже, визначення в сироватці крові сіалових кислот, фракцій ГАГ та хондроїтинсульфатів можна розглядати як комплекс біохімічних тестів для оцінювання порушень метаболізму сполучної тканини під час обмеження рухової активності організму. Доведено, що 30-добова гіпокінезія спричиняла суттєві порушення стану сполучної тканини, що виявлялось у змінах біохімічних показників сироватки крові експериментальних щурів.

Ключові слова: гіпокінезія; щури; сполучна тканина; сіалові кислоти; хондроїтинсульфати; глікозаміноглікани

F. Leontieva¹, K. Glibova², D. Morozenko²¹ Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine² National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine

Dynamics of connective tissue metabolites in the blood of rats of different age under hypokinesia

Topicality. Hypokinesia is a condition of insufficient motor activity of the body with limited pace and volume of movement, and is currently the fourth leading cause of endemic death in the world. It is known that hypokinesia can affect the metabolism of components of bone and cartilage, which is the basis for the development of pathological processes, but there are no biochemical markers of this process in the literature. Thus, currently, there is insufficient number of experimental scientific works devoted to the study of biochemical parameters characterizing the state of the connective tissue in the experiment to assess the impact of hypokinesia on the body, and this fact determines the relevance of the study.

Aim. To study the dynamics of the main metabolites characterizing the state of the connective tissue in the blood serum in hypokinesia in rats of different ages.

Materials and methods. The studies were performed on 42 white male rats aged 3 and 12 months, kept in the vivarium of the Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv. The conditions of hypokinesia were reproduced using a specially designed device that limited the mobility of the animal without disturbing the ventilation of the body. Animals were removed from the experiment by decapitation in Day 7 and 30 of immobilization under thiopental anesthesia. The content of sialic acids in the serum was determined by the Hess method, chondroitin sulfate – by Nemeth-Csoka method modified by L. I. Slutsky, the fractional composition of glycosaminoglycans (GAG) – by the reaction with resorcinol.

Results and discussion. In the study of the rat serum, it was found that in intact animals of 3 and 12 months of age the content of sialic acids was different; it was 2.94 ± 0.16 and 1.98 ± 0.09 mmol/L, respectively. After 7 days of hypokinesia, their concentration in young animals did not change, but in older animals, this figure increased. By Day 30, the serum sialic acid levels suddenly increased compared to intact animals. In animals of 12 months of age, the concentration of sialic acids in the blood serum increased by both Day 7 and Day 30 of hypokinesia, especially at the end of the experiment.

Hypokinesia also showed a significant increase in serum concentrations of chondroitin sulfates on Day 7 of the experiment in animals of both age groups. At the same time, the level of these metabolites on Day 30 was at the same level. In young rats on Day 7 the fraction of GAG remained unchanged, but on Day 30 there was a significant decrease. During this period, the second fraction of GAG increased. In animals aged 12 months on Day 7 and 30, the content of most GAG fractions was lower than the values characterizing the fractional composition of GAG in intact rats.

Conclusions. Thus, the determination of sialic acids, GAG fractions and chondroitin sulfates in the serum can be presented as a set of biochemical tests to assess disorders of the connective tissue metabolism while limiting the motor activity of the body. It has been found that the 30-day hypokinesia causes significant disorders of the connective tissue, and it is reflected in changes in the biochemical parameters of the serum of experimental rats.

Key words: hypokinesia; rats; connective tissue; sialic acids; chondroitin sulfates; glycosaminoglycans

Ф. С. Леонтьева¹, Е. В. Глебова², Д. В. Морозенко²

¹ ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов имени проф. М. И. Ситенко НАМН Украины»

² Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины

Динамика содержания метаболитов соединительной ткани в крови крыс разного возраста при гипокинезии

Актуальность. Гипокинезия – состояние недостаточной двигательной активности организма с ограничением темпа и объема движения, что является на сегодня четвертой причиной эндемичной смерти в мире. Известно, что гипокинезия способна влиять на метаболизм компонентов костной и хрящевой ткани, лежит в основе развития патологических процессов, однако биохимических маркеров этого процесса в литературе не приводится. Таким образом, экспериментальных научных трудов, посвященных изучению биохимических показателей, характеризующих состояние соединительной ткани в эксперименте для оценки влияния гипокинезии на организм, сегодня недостаточно, что и обуславливает актуальность исследования.

Цель исследования. Изучение динамики основных метаболитов, которые характеризуют состояние соединительной ткани, в сыворотке крови при гипокинезии у крыс разного возраста.

Материалы и методы. Исследования проводили на 42 белых крысах-самцах в возрасте 3 и 12 месяцев, которые содержались в виварии ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов имени проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков. Условия гипокинезии воспроизводили с использованием специально сконструированного прибора, который обеспечивал ограничение подвижности животного без нарушений вентиляции тела. Животных выводили из эксперимента путем декапитации через 7 и 30 дней иммобилизации под тиопенталовым наркозом. Содержание сиаловых кислот в сыворотке крови определяли по методу Гесса, хондроитинсульфатов – по методу Nemeth-Csoka в модификации Л. И. Слущко, фракционный состав гликозаминогликанов (ГАГ) – по реакции с резозином.

Результаты и их обсуждение. Во время исследования сыворотки крови крыс было установлено, что у интактных животных 3-х и 12-месячного возраста содержание сиаловых кислот было разным – $2,94 \pm 0,16$ и $1,98 \pm 0,09$ ммоль/л соответственно. После 7-дневной гипокинезии их концентрация у молодых животных без изменений, однако у животных старшей группы этот показатель увеличивался. К 30-м суткам уровень сиаловых кислот в сыворотке крови внезапно увеличивался по сравнению с показателем у интактных животных. У животных 12-месячного возраста отмечалось повышение концентрации сиаловых кислот в сыворотке крови как на 7, так и на 30 сутки гипокинезии, особенно на конечном этапе эксперимента. Также в условиях гипокинезии наблюдалось существенное увеличение концентрации в сыворотке крови хондроитинсульфатов уже на 7 сутки эксперимента у животных обеих возрастных групп, при этом показатели этих метаболитов на 30 сутки были на одинаковом уровне. У молодых крыс на 7 сутки фракция ГАГ оставалась без изменений, однако на 30 сутки наблюдалась значительное ее снижение. В этот период повышалась ИИ фракция ГАГ. У животных в возрасте 12 месяцев на 7 и 30 сутки содержание большинства фракций ГАГ было ниже значений, характеризующих фракционный состав ГАГ у интактных крыс.

Выводы. Таким образом, определение в сыворотке крови сиаловых кислот, фракций ГАГ и хондроитинсульфатов можно представить в качестве комплекса биохимических тестов для оценки нарушений метаболизма соединительной ткани во время ограничения двигательной активности организма. Установлено, что 30-суточная гипокинезия вызывала существенные нарушения состояния соединительной ткани, что отражалось в изменениях биохимических показателей сыворотки крови крыс в эксперименте.

Ключевые слова: гипокинезия; крысы; соединительная ткань; сиаловые кислоты; хондроитинсульфаты; гликозаминогликаны

ВСТУП

Гіпокінезія є станом недостатньої рухової активності організму з обмеженням темпу та обсягу руху і постає на сьогодні четвертою причиною ендемічної смерті пацієнтів у світі [1].

За результатами досліджень Е. А. Паршина зі співавторами [2], експериментальне моделювання гіпокінезії у білих щурів призводить до збільшення вмісту загального білка, сечовини, глюкози, пірувату в крові та активності лактатдегідрогенази в сироватці крові, що свідчить про метаболічні порушення різних органів та систем.

На сьогодні також вивчено вплив гіпокінезії на метаболізм холестеролу і стан серцево-судинної системи [3], а також морфологію органів імунної системи [4] у щурів в експерименті.

Відомо, що гіпокінезія здатна впливати на вміст та метаболізм компонентів кісткової та хрящової тканини, що є основою розвитку патологічних процесів, зокрема остеопорозу, проте її ефекти до кінця не відомі, оскільки описано лише декілька моделей на тваринах [5].

Очевидно, що зниження рухової активності кісток негативно впливає на стан кісткової тканини й характеризується підвищеною інтенсивністю ендостальної резорбції та більш низькою щільністю остеонів, проте дослідження біохімічних маркерів цих процесів не описано [6].

Отже, експериментальних наукових праць, присвячених вивченню біохімічних показників, які характеризують стан сполучної тканини в експерименті для

оцінювання впливу гіпокінезії на організм, на сьогодні недостатньо, що й зумовлює актуальність дослідження.

Мета. Вивчення динаміки основних метаболітів, які характеризують стан сполучної тканини, у сироватці крові щурів різного віку за гіпокінезії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили на 42 білих щурах-самцях віком 3 та 12 місяців, утримуваних у віварії ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків. У кожній інтактній та дослідній вікових групах було по 7 тварин.

Дослідження проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених на I Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001). Умови гіпокінезії відтворювали з використанням спеціально сконструйованого приладу, який забезпечував обмеження рухливості тварини без порушень вентиляції тіла. Тварин виводили з експерименту шляхом декапітації через 7 та 30 днів іммобілізації під тіопенталовим наркозом. З крові виготовляли сироватку шляхом центрифугування. Вміст сіалових кислот визначали за методом Гесса, хондроїтинсульфатів – за Nemeth-Csoka в модифікації Л. І. Слуцького, фракційний склад глікозаміногліканів (ГАГ) – за реакцією з резохіном [7].

Статистичну обробку цифрових результатів дослідження проведено за допомогою програми Statsoft STATISTICA. Обчислювали середнє арифметичне варіаційного ряду (M), стандартну похибку середнього арифметичного (m) та достовірність відмінностей (p) за критерієм Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час дослідження сироватки крові щурів було з'ясовано, що в інтактних тварин 3-х та 12-місячного віку вміст сіалових кислот різний – $2,94 \pm 0,16$ та $1,98 \pm 0,09$ ммоль/л відповідно. Після 7-денної гіпокінезії їх концентрація у молодих тварин не змінювалась, проте у тварин старшої групи цей показник збільшувався. Очевидно, що на щурів 12-місячного віку іммобілізація впливала більш суттєво на ранніх етапах дослідження. Проте сіалові кислоти не є специфічними маркерами для характеристики метаболізму саме кісткової та хрящової тканини, адже вони постають важливим та інформативним тестом для

виявлення загальної реакції сполучної тканини організму в період адаптації до гіпокінезії. Сіалові кислоти є похідними нейрамінової кислоти, входять до складу молекул олігосахаридів, гліколіпідів, у складі сіаловмісних глікопротеїнів беруть участь у міжклітинних взаємодіях, специфічній рецепції на поверхні клітин, передаванні сигналів, транспортуванні йонів і забезпеченні антигенної специфічності та тканинної сумісності, зазвичай зростають у крові за важких запальних процесів, у тому числі пов'язаних із сполучною тканиною – пухлинами кісткової тканини, остеомієлітом та ревматичними захворюваннями суглобів [8].

До 30-ї доби рівень сіалових кислот у сироватці крові раптово збільшувався проти показників у інтактних тварин (табл.).

У тварин 12-місячного віку спостерігалось підвищення концентрації сіалових кислот у сироватці крові як на 7, так і на 30 добу гіпокінезії, особливо на кінцевому етапі експерименту.

Також за гіпокінезії спостерігалось суттєве збільшення концентрації в сироватці крові хондроїтинсульфатів уже на 7 добу експерименту у тварин обох вікових груп, при цьому показники цих метаболітів на 30 добу були на однаковому рівні. Отже, варто зазначити, що організм щурів реагував на гіпокінезію зростанням у крові хондроїтинсульфатів, що зумовлено пристосуванням хрящової та кісткової тканини до функціонування в нових умовах. Адже відомо, що саме хондроїтинсульфати мають важливе патогенетичне значення у метаболізмі хрящової та субхондральної кісткової тканини [9].

У тварин різного віку спостерігались зміни фракційного складу ГАГ у сироватці крові – хондроїтин-6-сульфату (I фракція), хондроїтин-4-сульфату (II фракція) та гепарансульфату (III фракція). Як свідчать результати досліджень, у молодих щурів на 7 добу I фракція залишалась без змін, проте на 30 добу спостерігалось значне її зниження. У цей період підвищувалась II фракція ГАГ. У тварин віком 12 місяців на 7 та 30 добу вміст більшості фракцій був нижчий від значень, які характеризують фракційний склад ГАГ у інтактних щурів. Це може свідчити про зниження біосинтетичних властивостей клітинних елементів сполучної тканини після 30-добової гіпокінезії. Як відомо, ГАГ необхідні організму для підтримання фізико-хімічних та біомеханічних властивостей екстрацелюлярного матриксу сполучної тканини, і перероз-

Таблиця

ДИНАМІКА БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ В СИРОВАТЦІ КРОВІ ЩУРІВ ЗА ГІПОКІНЕЗІЇ ($M \pm m$)

Вік, міс.	Термін гіпокінезії, доба	Сіалові кислоти, ммоль/л	Хондроїтин-сульфати, г/л	Фракції ГАГ, Од.		
				I	II	III
3	Інтактний контроль	$2,94 \pm 0,16$	$0,162 \pm 0,019$	$11,60 \pm 1,23$	$3,91 \pm 0,50$	$1,50 \pm 0,25$
	7 доба	$2,82 \pm 0,13$	$0,271 \pm 0,032^{***}$	$13,14 \pm 2,53$	$4,10 \pm 0,70$	$1,55 \pm 0,21$
	30 доба	$4,20 \pm 0,35^*$	$0,256 \pm 0,024^{***}$	$6,91 \pm 0,65^{**}$	$6,73 \pm 0,40^{**}$	$1,80 \pm 0,18$
12	Інтактний контроль	$1,98 \pm 0,09$	$0,191 \pm 0,003$	$15,63 \pm 1,32$	$7,46 \pm 0,64$	$2,20 \pm 0,13$
	7 доба	$3,04 \pm 0,24^{***}$	$0,222 \pm 0,009^*$	$10,72 \pm 0,80^{**}$	$5,80 \pm 0,40^*$	$1,67 \pm 0,20^*$
	30 доба	$5,46 \pm 0,49^{***}$	$0,221 \pm 0,006^*$	$11,27 \pm 1,40^*$	$6,24 \pm 0,36$	$1,86 \pm 0,32$

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з інтактним контролем

поділ їх фракційного складу спричинено саме віковими порушеннями обміну протеогліканів сполучної тканини [10].

ВИСНОВКИ

Отже, визначення в сироватці крові сіалових кислот, фракцій ГАГ та хондроїтинсульфатів можна розглядати

як комплекс біохімічних тестів для оцінювання порушень метаболізму сполучної тканини під час обмеження рухової активності організму. З'ясовано, що 30-добова гіпокінезія спричиняла суттєві порушення стану сполучної тканини, що виявлялось у змінах біохімічних показників сироватки крові експериментальних щурів.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Efficacy of the curves training program for loosing body weight, body circumferences and fat mass percentage: a non-randomized clinical trial / C. Cilindro et al. *Clinical Therapeutics*. 2019. Vol. 170, Iss. 4. P. 235–240. DOI: <https://doi.org/10.7417/CT.2019.2139>.
2. Метаболический статус белых крыс при гипокинезии и его фармакокоррекция аминокислотами / П. А. Паршин и др. *Ветеринарная патология*. 2019. № 4 (70). С. 49–54.
3. Changes in Total Cholesterol and Heart Rate in Normotensive and Hypertensive Rats under Combined Influence of Cold Exposure and Hypokinesia / D. N. Shmakov et al. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2020. Vol. 169. P. 738–741 DOI: <https://doi.org/10.1007/s10517-020-04968-6>.
4. Grigorenko D. E., Aminova G. G., Vasianina K. A. Morpho functional state of the peripheral organs of the immune system in rats after the hypokinesia and in the period of rehabilitation. *Morfologiya*. 2013. Vol. 144, Iss. 6. P. 47–51.
5. Hypodynamia Alters Bone Quality and Trabecular Microarchitecture / E. Aguado et al. *Calcified Tissue International*. 2017. Vol. 100 (4). P. 332–340. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00223-017-0235-x>.
6. Brief communication: the effects of disuse on the mechanical properties of bone: what unloading tells us about the adaptive nature of skeletal tissue / S. H. Schlecht et al. *American Journal of Physical Anthropology*. 2012. Vol. 149, Iss. 4. P. 599–605. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.22150>.
7. Морозенко Д. В., Леонтьева Ф. С. Методи дослідження маркерів метаболізму сполучної тканини у сучасній клінічній та експериментальній медицині. *Молодий вчений*. 2016. № 2 (29). С. 168–172.
8. Біохімічні показники в нормі і при патології / Д. П. Бойків та ін.; за ред. О. Я. Склярова. Київ: Медицина. 2007. 320 с.
9. Белова С. В. Метаболические особенности хондроитинсульфата в обеспечении нормального функционирования соединительной ткани. *Успехи физиологических наук*. 2013. Т. 44, № 3. С. 77–84.
10. Омельяненко Н. П., Слущкий Л. И. Соединительная ткань (гистофизиология и биохимия). в 2 т. Москва: Известия. 2009. Т. 1. 380 с.

REFERENCES

1. Cilindro, C., Gholamalishahi, S., La Torre, G., Masala, D. (2019). Efficacy of the curves training program for loosing body weight, body circumferences and fat mass percentage: a non-randomized clinical trial. *Clin Ter.*, 170 (4), 235–240. doi: 10.7417/CT.2019.2139.
2. Parshin, P. A., Vostroilova, H. A., Khokhlova, N. A., Chaplyhina, U. A. (2019). *Veterinary Pathology*, 4 (70), 49–54.
3. Shmakov, D. N., Nuzhny, V. P., Kibler, N. A., Kharin, S. N. (2020). Changes in Total Cholesterol and Heart Rate in Normotensive and Hypertensive Rats under Combined Influence of Cold Exposure and Hypokinesia. *Bull Exp Biol Med.*, 169 (6), 738–741. doi: 10.1007/s10517-020-04968-6.
4. Grigorenko, D. E., Aminova, G. G., Vasianina, K. A. (2013). Morpho functional state of the peripheral organs of the immune system in rats after the hypokinesia and in the period of rehabilitation. *Morfologiya*, 144 (6), 47–51.
5. Aguado, E., Mabileau, G., Goyenvalle, E., Chappard, D. (2017). Hypodynamia Alters Bone Quality and Trabecular Microarchitecture. *Calcif Tissue Int.*, 100 (4), 332–340. doi: 10.1007/s00223-017-0235-x.
6. Schlecht, S. H., Pinto, D. C., Agnew, A. M., Stout, S. D. (2012). Brief communication: the effects of disuse on the mechanical properties of bone: what unloading tells us about the adaptive nature of skeletal tissue. *Am J Phys Anthropol.*, 149 (4), 599–605. doi: 10.1002/ajpa.22150.
7. Morozenko, D. V., Leontieva, F. S. (2016). *Molodyi vchenyi*, 2 (29), 168–172.
8. Boikov, D. P., Bondarchuk, T. I., Ivankiv, O. L. et al. (2007). *Biokhimichni pokaznyky v normi i pry patolohii*. Kyiv: Medytyna, 320.
9. Belova, S. V. (2013). *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 3 (44), 77–84.
10. Omelianenko, N. P., Slutskii, L. I. (2009). *Soedinitelnaia tkan (gistofiziologiya i biokhimiya)*. Vols. 1-2; Vol. 1). Moscow: Izvestiia. 380.

Відомості про авторів:

Леонтьева Ф. С., кандидатка біол. наук, завідувачка відділу лабораторної діагностики та імунології, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». E-mail: osterixy@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9801-7908>

Глебова К. В., кандидатка вет. наук, доцентка кафедри клінічної лабораторної діагностики, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: katerynagliebova25@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2503-033X>

Морозенко Д. В., доктор вет. наук, завідувач кафедри ветеринарної медицини та фармації, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: d.moroz.vet@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6505-5326>

Information about authors:

Leontieva F., Candidate of Biology (Ph.D.) head of the Department of Laboratory Diagnostics and Immunology, Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine. E-mail: osterixy@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9801-7908>

Gliebova K., Candidate of Veterinary Sciences (Ph.D.) associate professor of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine. E-mail: katerynagliebova25@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2503-033X>

Morozenko D., Doctor of Veterinary Sciences (Dr. habil.), head of the Department of Veterinary Medicine and Pharmacy, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine. E-mail: d.moroz.vet@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6505-5326>

Сведения об авторах:

Леонтьева Ф. С., кандидат биол. наук, заведующая отделом лабораторной диагностики и иммунологии,

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов имени проф. М. И. Ситенко НАМН Украины». E-mail: osterixy@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9801-7908>

Глебова Е. В., кандидат вет. наук, доцент кафедры клинической лабораторной диагностики, Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: katerynagliebova25@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2503-033X>

Морозенко Д. В., заведующий кафедрой ветеринарной медицины и фармации, Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: d.moroz.vet@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6505-5326>

Надійшла до редакції 25.01.2021 р.