АНОТАЦІЯ

Горбань Д. Д. Особливості циркуляції крові на прикладі мікроциркуляції у осіб юнацького віку з різною резистентністю та на тлі стресу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія. – Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Мелітополь, 2021.

Дисертація присвячена дослідженню особливості циркуляції крові на прикладі мікроциркуляції у осіб юнацького віку з різною резистентністю при дозованому навантажені та на тлі стресу у тварин за дії метаболічно активних сполук.

Типологічні особливості людини і тварин знаходяться в тісній кореляції з різними фізіологічними показниками, в тому числі і з показниками системи мікроциркуляції, яка є найважливішою ланкою енергетичного і трофічного обміну. Станом мікрогемодинаміки визначається гомеостаз і адаптаційні резерви організму. Порушення в даній ланці судинної системи лежать в основі різних патологічних станів або корелюють з їх розвитком. Тому великий інтерес представляє вивчення компонентів мікроциркуляції і механізмів її регуляції в різних умовах як діагностичного, так і прогностичного аспекту в оцінці функціонального стану організму.

На даний час, одним з основних методів вивчення мікроциркуляції крові є лазерна допплерівська флоуметрія (ЛДФ), що являє собою метод інтегральної неінвазивної оцінки стану мікроциркуляторної гемодинаміки у капілярах і є, безсумнівно, актуальним методом діагностики мікроциркуляторних розладів. Коливання тканинного кровотоку є результат суперпозиції активних і пасивних модуляцій. Випадання тих чи інших ритмічних складових флаксмоцій трактуються як «спектральне звуження» ЛДФ-грами, що може служити діагностичним критерієм порушень механізмів регуляції мікроциркуляції крові.

Незалежно на великий інтерес і актуальність вивчення гемодинамічних процесів, нині питання про особливості мікроциркуляції крові у здорових людей не розкривається настільки широко, як у клінічних діагностиках. На сьогодні відсутні нормативні показники параметрів тканинного кровотоку у здорових людей при використанні методу лазерної допплерівської флоуметрії (ЛДФ).

Також у тварин метод ЛДФ у хронічних експериментах практично не використовується, що значно обмежує фізіологічні дослідження. Разом з тим, тварини є незамінним об’єктом для моделювання різних адаптаційних станів, в тому числі і стресу, який часто неможливо відтворити у людини. Крім того, у вітчизняній і закордонній літературі відсутні дані про виявлені за допомогою ЛДФ-метрії типологічні особливості мікроциркуляції у щурів.

Метою роботи було: виявити особливості циркуляції крові на прикладі мікроциркуляції у осіб юнацького віку з різною резистентністю при дозованих навантаженнях та у тварин на тлі стресу за дії метаболічно активних сполук.

Для реалізації поставленої мети були застосовані такі **методи**: аналіз та систематизація літературних, наукових, методичних та інших джерел з досліджуваної теми; метод лазерної допплерівської флоуметрії (ЛДФ) для вивчення особливостей мікроциркуляції кровотоку на різні функціональні проби з наступним амплітудно-частотним аналізом ритмічних складових кровотоку; метод тестування; методи статистичної обробки результатів дослідження.

У ході дослідження було обстежено 192 практично здорових юнаків та дівчат віком 17-22 років, студентів-добровольців, які навчаються у Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького та постійно проживають на південному сході України. Дослідження проводилися відповідно до сучасних вимог біоетики.

Моделювання серцевої недостатності здійснювали на щурах. Експеримент проведено на 50 білих безпородних щурах-самцях масою 220-260 г. Щурів утримували на стандартному раціоні віварію.

У роботі були одержані *нові дані* про особливості показників мікроциркуляції крові у здорових осіб юнацького віку, що постійно проживають на півдні України. За допомогою ЛДФ-графічної реєстрації тканинного кровотоку були визначені ЛДФ-метричні параметри мікроциркуляції крові у лабораторних щурів в нормі та при експериментальній серцевій недостатності. Одержані *нові дані* щодо реакції тканинного кровотоку на різні функціональні проби та особливості реактивності мікроциркуляції крові, а також реакції тканинного кровотоку тварин на дію метаболічно активних сполук.

Одержані дані щодо особливостей процесу мікроциркуляції крові мають важливе теоретичне та практичне значення для розуміння механізмів регуляції тканинного кровотоку. *Вперше* продемонстровано можливість корекції змін мікроциркуляції крові у тварин з експериментальною серцевою недостатністю за допомогою метаболічно активних сполук, а саме убіхінону-10, тіатріазоліну та композиції, що складається з вітаміну Е, пара-оксібензойної кислоти, метіоніну та іонів магнію (ЕПМ-Mg). Враховуючи той факт, що доксорубіцин є широковживаним препаратом для терапії онкологічних захворювань, отримані результати можуть стати основою для обґрунтування застосування убіхінону-10, тіатріазоліну та композиції ЕПМ-Mg для корекції побічних ефектів від введення доксорубіцину. Обґрунтовані в результаті дослідження показники параметрів мікроциркуляції крові дають можливість виявити функціональні зміни кровообігу з використанням методу лазерної допплерівської флоуметрії (ЛДФ) та рекомендувати цей метод для скринінгових досліджень з метою виявлення груп ризику розвитку патологій серцево-судинної системи.

За умов експериментальної серцевої недостатності, змодельованої шляхом введення доксорубіцину, у щурів спостерігається зменшення всіх

досліджуваних показників ЛДФ, що свідчить про пригнічення мікроциркуляторних процесів.

У тварин з експериментальною серцевою недостатністю продемонстровано ефективність застосування метаболічно активних сполук – убіхінону-10, тіотріазоліну та композиції ЕПМ-Mg.

Найбільш перспективним виявилась композиція ЕПМ-Mg, в результаті застосування якої покращувалися більшість показників мікроциркуляції крові. Отримані результати можуть стати патогенетичною основою для розробки ефективних засобів на основі метаболічно активних сполук для профілактики і лікування серцево-судинних захворювань.

При локальному короткочасному охолодженні поверхні хвоста інтактних щурів шматочками льоду спостерігалася нормотонічна реакція мікросудин. Зміни показників мікроциркуляції репрезентують вплив нейрогенних та інших видів регуляторних механізмів мікросудин у процесі рефлекторної симпатичної активації. Це вказує про те, що в умовах низьких температур адаптація капілярного кровотоку забезпечується активними механізмами регуляції.

У ході проведення оклюзійної проби в обстежених нормальних тварин спостерігалося різке зниження параметру мікроциркуляції. Це пояснюється відтоком крові з судин мікроциркуляції. Після закінчення оклюзії і протягом наступних 3-5 хвилин реєструвалася реакція параметру мікроциркуляції у ході відновлення кровотоку. Підвищення параметру мікроциркуляції обумовлено станом нейрогенної регуляції, яка забезпечує необхідний рівень тонусу мікросудин.

За допомогою ЛДФ-метрії у осіб юнацького віку були виявлені три типи ЛДФ-грам, що відповідали трьом типам мікроциркуляції крові: аперіодична ЛДФ-грама відповідала нормоемічному типу мікроциркуляції крові, синусоїдальна ЛДФ-грама відповідала гіпоемічному типу мікроциркуляції крові, монотонна ЛДФ-грама відповідала гіперемічному типу. У більшості з обстежених студентів переважно реєструвалася

монотонна високоамплітудна ЛДФ-грама II типу (48,4%), що визначалася як гіперемічний тип мікроциркуляції крові.

Різний рівень реактивності на пробу із затримкою дихання обумовлений різними типами ЛДФ-грам. Так, найбільша реактивність мікросудин була виявлена у студентів з нормоемічним типом мікроциркуляції крові, при гіперемічному типі рівень реактивності був значно нижче, при гіпоемічному типі мав середнє значення.

Рівень реактивності тканинного кровотоку на холодову пробу у студентів 17-22 років у середньому складав 49,34%.

Найбільша резистентність при оклюзійній пробі була в обстежених осіб із гіпоемічним типом мікроциркуляції крові. Резистентність капілярного кровотоку в осіб із нормоемічним та гіперемічним типами мікроциркуляції крові була нижче. Ці відмінності обумовлені станом нейрогенної регуляції, яка забезпечує необхідний рівень тонусу мікросудин, та особливостями кровотоку у мікроциркуляторному руслі.

За даними ЛДФ-метрії в обстежених студентів при інтенсивних фізичних навантаженнях спостерігається значне збільшення показників стану мікроциркуляції крові: на 6% параметру мікроциркуляції, на 28% показнику середнього квадратичного відхилення та на 45% від вихідного значення коефіцієнту варіації. Ця динаміка показників мікроциркуляції крові показує, що під впливом фізичних навантажень у людини створюються значні функціональні резерви для перерозподілу току крові і для більш досконалого внутрішньоорганного капілярного кровотоку.

Отримані нами дані про виявлення функціонального стану системи мікроциркуляції крові в організмі осіб юнацького віку при функціональних пробах відкривають перспективи подальшого поглибленого вивчення наслідків інтенсивних фізіологічних змін, функціональних порушень і виникнення патологічних процесів.

Порівняльний аналіз отриманих результатів дозволяє віднести досліджуваних осіб юнацького віку з гіпоемічним типом мікроциркуляції

крові до потенційної групи ризику розвитку патологій серцево-судинної системи, зокрема серцевої недостатності та рекомендувати метод лазерної допплерівської флоуметрії для скринінгових досліджень з метою виявлення цих груп ризику.

Ключові слова: мікроциркуляція крові, серцева недостатність, реактивність тканинного кровотоку, резистентність, функціональні проби, метаболічно активні речовини.

ABSTRACT

Horban Daria. Peculiarities of blood circulation in the application of microcirculation in young people with different resistance and on the basis of stress. – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for the scientific degree of Doctor of Philosophy, speciality 091 – Biology. – Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical Universit, Sumy State Pedagogical University named after AS Makarenko, Melitopol, 2021.

The dissertation is devoted to the peculiarities of blood circulation on the application of microcirculation in young people with different resistance and on the body of stress in animals at the action of metabolically active spores.

Typological peculiarities of humans and animals are in close correlation with different physiological parameters, including those of the microcirculation system, which is the most important link of energy and trophic metabolism. The state of microhemodynamics determines homeostasis and adaptation reserves of the body. Deviations in this area of the cardiac system are at the root of various pathological conditions or correlate with their development. Therefore of great interest is the study of components of microcirculation and mechanisms of its regulation in different conditions as a diagnostic and prognostic aspect in the assessment of the functional state of the body.

At the present time, one of the main methods of microcirculation study is Laser Doppler flowmetry (LDF-metry), which is a method of integral noninvasive assessment of the state of microcirculatory hemodynamics in the capillaries and is undoubtedly a relevant method for the diagnosis of microcirculatory disorders.

Tissue blood flow is the result of superposition of active and passive modulations of fluxmotions. Depression of these or those rhythmic components of fluxmotions is interpreted as «spectral sounding» of LDF-graph, which can serve as a diagnostic criterion of disturbances in the mechanisms of regulation of microcirculation of blood.

Despite the great interest and relevance of studying hemodynamic processes, nowadays peculiarities of blood microcirculation in healthy people are not so widely disclosed as in clinical diagnostics. Today there are no normative indicators of tissue blood flow parameters in healthy people using Laser Doppler flowmetry (LDF-metry).

Also in animals LDF method in chronic experiments is practically not used, which significantly limits the physiological studies. At the same time, animals are an indispensable subject for modelling various adaptation states, including stress, which is often impossible to create in humans. Besides, domestic and foreign literature lacks data on the identified by LDF-metry typological peculiarities of microcirculation in humans.

The aim of the work was: to reveal peculiarities of blood circulation on the application of microcirculation in young people with different resistance and in animals to stress under the influence of metabolically active spores.

For the realization of the set aim the following **methods** were used: analysis and systematization of literary, scientific, methodical and other sources on the investigated subject; method of Laser Doppler flowmetry (LDF-metry) to study the peculiarities of microcirculation of blood flow on different functional tests with the following amplitude and frequency analysis of the rhythmic components of blood flow; method of testing; methods of statistical processing of research results.

The study involved 192 healthy young men and women aged 17-22 years, volunteer students at the Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical University, who live permanently on the east coast of Ukraine. Investigations were carried out in accordance with modern bioethical requirements.

Modelling of cardiac insufficiency was carried out on pups. The experiment was carried out on 50 purebred male pikes weighing 220-260 g. The pikes were kept on standard diet.

This work obtained *new* data on features of blood microcirculation in healthy young people permanently residing in the eastern part of Ukraine. LDF-graphic registration of tissue blood flow was used to determine LDF-metric parameters of blood microcirculation in laboratory animals in normal and experimental cardiac deficiencies. *New* data on the reaction of tissue blood flow to various functional tests and peculiarities of microcirculation reactivity as well as the reaction of tissue blood flow to the action of metabolically active spores were obtained.

The data *obtained* on the peculiarities of the blood microcirculation process are of great theoretical and practical importance for understanding the mechanisms of regulation of the tissue blood flow. The possibility of correction of changes in blood microcirculation in animals with experimental cardiac insufficiency by metabolically active compounds has been demonstrated for the first time, namely Ubiquinone-10, tetrazolin and a composition consisting of vitamin E, para-oxybenzoic acid, methionine and magnesium ions (EPM-Mg). Considering the fact that doxyrubicin is a widely used drug for the therapy of oncological diseases, the results obtained may form the basis for the treatment of ubiquinone-10, titrazolin and EPM-Mg compositions to correct the side effects of doxyrubicin administration. The results of the study show indices of microcirculation parameters, which enable to reveal functional changes of the blood circulation with uses of the laser doppler method. Laser Doppler flowmetry (LDF) and recommend this method for screening examinations to reveal risk groups for the development of cardiovascular system pathologies.

Under conditions of experimental cardiac deficiency, modeled by the introduction of doxorubicin, in pups there is a decrease in all the studied indicators of LDF, indicating the oppression of microcirculatory processes.

In animals with experimental cardiac insufficiency demonstrated the efficacy of the use of metabolically active spolutions – ubiquinone-10, tiotrriazolin and EPM-Mg composition.

The most promising composition was EPM-Mg, which resulted in an increase in blood microcirculation indices. The results obtained can be a pathogenetic basis for the development of effective products based on metabolically active spores for prevention and treatment of cardiovascular disease.

At local short-term cooling of the surface of the tail of normal beetles with ice flakes a normotonous reaction of microvessels was observed. Changes in microcirculation indices represented the influence of neurogenic and other kinds of regulatory mechanisms of microvessels in the process of reflex sympathetic activation. This indicates that under conditions of low temperatures the adaptation of the capillary blood flow is ensured by active regulatory mechanisms.

In the course of the occlusion test a sharp decrease in the microcirculation parameter was observed in the examined normal animals. This is explained by the outflow of blood from the microcirculation vessels. After the end of the occlusion and for the next 3-5 weeks the response of the microcirculation parameter in the course of renewed blood flow was registred. The increase of microcirculation parameter is caused by the state of neurogenic regulation, which provides the required level of tone of microvessels.

By means of LDF-metry three types of LDF-grams were detected in young children, which corresponded to three types of blood microcirculation: aperiodic LDF-gram corresponded to the normoemic type of blood microcirculation, sinusoidal LDF-gram corresponded to the hypoemic type of blood microcirculation, monotonic LDF-gram corresponded to the hyperemic type. Most of the examined students had monotonous high-amplitude type II LDF-gram (48,4%), which was recognized as hyperemic type of blood microcirculation.

Different level of reactivity to the test with respiratory stasis is caused by peculiarities of blood microcirculation. Thus, the highest reactivity of microvessels was found in students with normocompetent type of blood microcirculation, in

hyperemic type the reactivity level was significantly lower, in hypocompetent type it was of average value.

The average level of tissue blood flow reactivity to the cold test in 17-22 year old students was 49,34%.

The greatest resistance at the occlusion test was in patients with hypoelectric type of microcirculation. Capillary blood flow resistance was lower in patients with normocompetent and hyperemic types of microcirculation. These differences are caused by the state of neurogenic regulation, which provides the required level of tone of microvessels, and peculiarities of blood flow in the microcirculatory system.

According to LDF-metry in the examined students under intensive physical strain there is a significant increase in indicators of the state of microcirculation of the blood: 6% increase in the microcirculation parameter, 28% increase in the mean square deviation and 45% increase in the output value of the coefficient of variation. This dynamics of indicators of microcirculation of the blood shows that under the influence of physical stress in humans formed significant functional reserves for pererozpodiluem blood flow and for more thorough intra-orginal capillary blood flow.

Our findings about the functional state of blood microcirculation system in the organism of young children in functional tests open up prospects for further in-depth study of the consequences of intensive physiological changes, functional disruptions and the emergence of pathological processes.

A comparative analysis of the obtained results allows us to classify the studied juvenile patients with a hypoelectric type of microcirculation into the potential risk group for the development of pathologies of the cardiovascular system, particularly cardiac insufficiency and recommend laser Doppler flowmetry for screening examinations to reveal these risk groups.

Key words: blood microcirculation, cardiac insufficiency, reactivity of tissue blood flow, resistance, functional tests, metabolically active reagents.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Горбань Д. Д., Юсупова О. В., Собіщанська М. І., Чорна В. Г. Особливості мікроциркуляції крові у студентів. Біологічний вісник. 2015; 3: 122-128. DOI: 10.15421/2015031. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки) та індексується в міжнародній наукові базі даних Web of Science.

2. Горбань Д.Д., Станішевська Т.І., Горна О.І. Особливості резистентності капілярного кровотоку у студентів при оклюзійній пробі. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2016; 10: 154-160. DOI: 10.29038/2617-4723-2016-337-12-156-160. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки).

3. Горбань Д.Д., Дзюба В. О., Кучменко О. Б., Яковійчук О. В. Дослідження змін в роботі мікроциркуляторної системи щурів за умов введення доксорубіцину та метаболічних препаратів корекції. Вісник проблем біології і медицини. 2019; 1(148): 375-380. DOI: 10.29254/2077-4214-2019-1-1-148-375-380. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки) та індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus та Ulrichs Web.

4. Horban D., Stanishevska T., Gorna O., Yusupova O. Features of blood`s microcirculation at physical loads. Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science», 2020; 4(25): 4-7. DOI: 10.15587/2519-8025.2020.217693. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки) та індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus та Ulrichs Web.

5. Горбань Д. Д., Станішевська Т. І., Горна О. І. Особливості гемодинаміки у пубертатний та постпубертатний етапи онтогенезу людини. Вісник Запорізького національного університету. 2020; 1: 50-58. DOI https://doi.org/10.26661/2410-0943-2020-1-07. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки).

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації в зарубіжних спеціалізованих виданнях:

6. Horban D. Changes of capillary blood flow during the local hyperemia. International independent scientific journal. 2021; 29: 9-12. The journal is indexed in Index Copernicus, Ulrichs Web, Google Scholar.

7. Horban D Reactivity of students` tissue blood flow during the test with bated breath. German International Journal of Modern Science. 2021; 15:4-7. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-15-4-7. The journal is indexed in Index Copernicus, Ulrichs Web, Google Scholar.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Горбань Д.Д. Вивчення особливостей мікроциркуляції крові за допомогою методу лазерної допплерівської флоуметрії. Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання біології та медицини», м. Суми, 16-17 листопада 2017 р. Суми: ФОП Цьома С.П., 2017: 17-20.

9. Горбань Д.Д. Особливості мікроциркуляції крові під впливом лікарських засобів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: Зб. наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 2018; 41: 7-10.

10. Горбань Д.Д. Вплив лікарських засобів на мікроциркуляцію крові. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «ScienceMax II». Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018: 4-7.

11. Горбань Д.Д., Кучменко О.Б., Дзюба В.О. Поєднаний вплив доксорубіцину та вітамінних препаратів на показники мікроциркуляції крові у щурів. IV Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки» (присвячена 100-річчю від дня народження академіка Петра Григоровича Богача). Ніжин: НДУ імені Миколи Гоголя, 2018: 60-63.

12. Горбань Д.Д., Ревіна Д.О., Сажнєв М.Ю. Визначення показників фізичного розвитку студентської молоді у рамках здоров`язбережувальної

поведінки. Матеріали другого міжнародного симпозіуму «Освіта і здоров'я підростаючого покоління. Київ: Алатон, 2018; 2: 25-28.

13. Горбань Д.Д., Махонько Ю.О. Показники мікроциркуляції крові при впливі доксорубіцину та вітамінних препаратів. Сучасна наука: тенденції та перспективи: Матеріали Всеукраїнської Internet-конференції молодих вчених, 14-18 травня 2018 р.. Мелітополь, 2018: 63-66.

14. Горбань Д.Д., Власенко А.Ю. Зміни шкірного кровотоку при помірному фізичному навантаженні у студентів. Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук: зб. матер. Міжнар. наук.практ. конф., 5 груд. 2019 р. Луцьк, 2019: 174-175.

15. Горбань Д.Д., Станішевська Т. І., Ісмаілова Е. Е. Виявлення зміни резистентності тканинного кровотоку на оклюзійну пробу. V Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки». Ніжин: НДУ імені Миколи Гоголя, 2019: 121-124.

16. Горбань Д.Д. Динаміка реактивності капілярного кровотоку при затримці дихання. Сьогодення біологічної науки: матеріали III Міжнародної наукової конференції, 15-16 листопада 2019 р. Суми: ФОП Цьома С. П., 2019: 23-25.

17. Горбань Д.Д., Горна О.І. Вивчення резистентності тканинного кровотоку при ішемії у студентів. Молодь і поступ біології: збірник тез доповідей XVI Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої 75 річниці створення біологічного факультету Львівського національного університету ім. І. Франка та 90 річниці від дня народження проф. М.П. Деркача. Львів, 2020: 175-176.

18. Горбань Д.Д., Станішевська Т. І., Горна О.І. Виявлення реактивності капілярного кровотоку при затримці дихання. VI Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки». Ніжин: НДУ імені Миколи Гоголя, 2020: 114-116.

19. Горбань Д.Д., Горлачова А.О. Показники тканинного кровотоку у осіб юнацького віку. Збірник наукових публікацій І Всеукраїнської

студентської науково-практичної конференції: «Актуальні питання медико-біологічних і фармацевтичних наук». Житомир, 2021: 18-21.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації:

20. Горбань Д.Д. Вивчення особливостей мікроциркуляції крові за допомогою методу лазерної допплерівської флоуметрії. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. 2017; 42: 62-66.

21. Горбань Д.Д. Діагностика впливу доксорубіцину та вітамінних препаратів на показники мікроциркуляції крові у щурів. Фізіологічний журнал. 2019; 65(3): 75-76.

22. Horban Daria, Babienko Volodymyr, Stanishevska Tetiana. Dynamics of blood`s microcirculation indicators at physical loads. Contemporary technologies in the educational process: Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts. Publishing House of Katowice School of Technology, 2020. Monograph 40: 228-232.

23. Horban D., Nalyvaiko L. Influence on the work of rats microcirculatory system by using doxorubicin and metabolic drugs. Education in the post-coronavirus world: the place of information and innovative technologies: Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts. Publishing House of Katowice School of Technology, 2020. Monograph 41: 340-346.

24. Gorna Oksana, Stanishevska Tatiana, Kopulova Tatiana, Yusupova Olga, Horban Daria. Research of the somatic health of student youth using information and communication technologies. ICSF 2020: E3S Web of Conferences. 2020; 166 (10034). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610034. The Web of Conferences is indexed in SCOPUS.