

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОВОНОСНОГО РУСЛА СЕЛЕЗІНКИ І ЙОГО РЕМОДЕЛЮВАННЯ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ

Герасимюк І.Є.

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна

Ключові слова: селезінка, артерії, гладком'язова оболонка, просвіт, кровообіг.

Буковинський медичний вісник.
2025. Т. 29, № 4 (116). С. 29-33.

DOI: 10.24061/2413-
0737.29.4.116.2025.5

E-mail: herasymyuk@ukr.net

Резюме. Мета роботи – встановити особливості організації кровоносного русла селезінки в нормі та його перебудову за різних режимів центральної гемодинаміки.

Матеріал і методи. Експерименти виконано на 16 білих лабораторних щурах-самцях, в яких оклюзію аорти моделювали шляхом її звуження на 2/3 діаметра безпосередньо над відходженням верхньої брижової артерії. Контроль складали вісім неоперованих тварин. Для гістологічного і морфометричного дослідження забирали шматочки селезінки, печінки і тонкої кишки через одну і три доби після моделювання патології. Морфометричні дослідження включали визначення функціонального стану судин за індексом Вогенворта.

Результати. Виявлена в процесі експерименту динаміка структурних і функціональних змін у кровоносних руслах селезінки, тонкої кишки і печінки свідчить про те, що при гострому звуженні просвіту абдомінального відділу аорти над верхньою брижовою артерією на морфофункціональний стан судин внутрішніх органів черевної порожнини значною мірою впливає гемодинамічний фактор. Гіперкінетичний тип центральної гемодинаміки при цьому призводить до розширення просвітів і повнокров'я артерій селезінки та печінки з одночасним підвищенням тонусу артерій тонкої кишки та значним посиленням кровонаповнення галузень і протоків ворітної вени. Такі судинні реакції можна розглядати як здатність скидання крові при високому стенозі абдомінального відділу аорти в нижню порожнисту вену через систему ворітної вени.

Висновки. 1. Артерії селезінки характеризуються наявністю багатошарових гладком'язових оболонок, підвищений тонус яких свідчить про значний скоротливий потенціал з відповідними можливостями регулювання інтенсивності кровотоку.

2. При гострому звуженні просвіту абдомінального відділу аорти над верхньою брижовою артерією відбувається розширення просвітів і повнокров'я артерій селезінки та печінки з одночасним підвищенням тонусу артерій тонкої кишки та значним посиленням кровонаповнення галузень і протоків ворітної вени.

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF THE SPLENIC BLOOD VESSEL AND ITS REMODELING UNDER DIFFERENT MODES OF CENTRAL HEMODYNAMICS

Herasymiuk I.Ye.

Key words: spleen, arteries, smooth muscle membrane, lumen, blood circulation.

Bukovinian Medical Herald. 2025.
V. 29, № 4 (116). P. 29-33.

Resume. Objective of the study – To establish the features of the organization of the blood flow of the spleen in normal conditions and its reorganization under different modes of central hemodynamics.

Material and methods. Experiments were performed on 16 white male laboratory rats, in which aortic occlusion was simulated by narrowing it by 2/3 of the diameter directly above the origin of the superior mesenteric artery. Controls consisted of 8 unoperated animals. For histological and morphometric studies, pieces of spleen, liver, and small intestine were taken 1 and 3 days after pathology modeling. Morphometric studies

included determination of the functional state of vessels according to the Wagenworth index.

Results. *The dynamics of structural and functional changes in the blood vessels of the spleen, small intestine and liver revealed during the experiment indicate that with acute narrowing of the lumen of the abdominal aorta above the superior mesenteric artery, the morphofunctional state of the vessels of the internal organs of the abdominal cavity are significantly influenced by the hemodynamic factor. The hyperkinetic type of central hemodynamics leads to the expansion of the lumens and perfusion of the arteries of the spleen and liver with a simultaneous increase in the tone of the arteries of the small intestine and a significant increase in the blood supply to the branches and tributaries of the portal vein. Such vascular reactions can be considered as the ability of blood to drain into the inferior vena cava through the portal vein system in cases of high stenosis of the abdominal aorta.*

Conclusions

1. Splenic arteries are characterized by the presence of multilayered smooth muscle membranes, the increased tone of which indicates a significant contractile potential with the corresponding ability to regulate blood flow intensity.

2. With acute narrowing of the lumen of the abdominal aorta above the superior mesenteric artery, the lumens expand and the arteries of the spleen and liver become engorged with blood, with a simultaneous increase in the tone of the arteries of the small intestine and a significant increase in the blood supply to the branches and tributaries of the portal vein.

Вступ. Незважаючи на багатогранність функцій, селезінка часто вважається «забутим» і водночас «загадковим органом» серед клініцистів. Тим не менш, вона може бути залучена до різноманітних вроджених і набутих захворювань, що зумовлює актуальність вивчення впливу екзо- та ендогенних факторів на її морфофункціональний стан. Разом з тим селезінка – це єдиний орган імунної системи, що знаходиться на шляху кровотоку з аорти в систему ворітної вени, через який регулярно протікає значна кількість крові. Також відомо, що за рахунок депонувальної функції додатково з парціальним тиском кисню крові селезінка контролює еритропоез та впливає тим самим на стан центральної гемодинаміки [1-6].

Незважаючи на чисельні дослідження в сучасній спеціальній літературі і досі немає єдиної точки зору щодо функції селезінки в життєдіяльності організму [1, 5, 6]. Зокрема, існує багато суперечок щодо будови системи кровопостачання селезінки, у тому числі за різних порушень центральної гемодинаміки [7]. Так, при гострій оклюзії аорти, яка може мати місце при операціях з приводу атеросклеротичних уражень її відгалужень у момент накладання затискача, виникає артеріальна гіпертензія із збільшенням периферичного судинного опору, а також ішемія внутрішніх органів, що в таких випадках розглядається як наслідок гемодинамічного впливу [8].

Наявні публікації в цьому напрямку присвячені, переважно, макротопографічній анатомії внутрішньоорганних судин селезінки [9]. Тому можна

сказати, що роль і фізіологічне значення селезінки до кінця не вивчені і потребують подальшого дослідження [5].

Мета роботи – встановити особливості організації кровоносного русла селезінки в нормі та його перебудову за різних режимів центральної гемодинаміки.

Матеріал і методи. Експерименти виконано на 16 білих лабораторних щурах-самцях, масою тіла від 190-210 г і віком три місяці, в яких оклюзію аорти моделювали шляхом її звуження лігатурою на 2/3 діаметра безпосередньо над відходженням верхньої брижової артерії за допомогою тонкої кетгутаової лігатури [10]. Контроль складали вісім неоперованих тварин.

Для гістологічного і морфометричного дослідження забирали шматочки селезінки, печінки і тонкої кишки через одну і три доби після моделювання патології. Гістологічні зрізи забарвлювали гематоксиліном і еозином, а також за Вейгертом.

Щурів з експерименту виводили шляхом декапітації під інтраперитонеальним тіопенталовим наркозом у дозі 1,5 мл/кг маси тіла з використанням «Тіопентал-КМП» у стандартному розведенні.

Усі експерименти та забії тварин проводили з дотриманням положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених на Першому національному

конгресі з біоетики (Київ, 2001), Гельсінської декларації Генеральної асамблеї Всесвітньої медичної асоціації (2000).

Результати дослідження та їх обговорення. При проведенні на світлооптичному рівні досліджень кровоносних судин селезінки контрольних тварин були встановлені їх певні гістологічні і морфометричні особливості. Зокрема, привертала увагу значна товщина стінок з одночасним звуженням просвіту внутрішньоорганних артерій, які посідали центральне місце у вузликах білої пульпи (рис. 1). Їх багаточарові гладком'язові оболонки свідчили про значний скоротливий потенціал з відповідними можливостями регулювання інтенсивності кровотоку. Кількісно це підтверджувалося в них високим рівнем ІВ, який складав у середньому ($1689,23 \pm 71,16$), у той час як у рівних за діаметром внутрішньоорганних артеріях тонкої кишки він рівнявся ($173,64 \pm 1,81$).

При проведенні досліджень у експериментальних тварин з модельованим порушенням центральної гемодинаміки встановлено, що звуження черевного відділу аорти призводить до значних змін внутрішньоорганного кровотоку селезінки, а також тонкої кишки.

Щодо селезінки, то вже через одну добу після моделювання стенозу аорти спостерігалось виражене розширення просвіту внутрішньоорганних гілок селезінкової артерії зі збільшенням їх пропускної здатності (рис. 2). Просвіт артерій був заповнений скупченнями еритроцитів, а їх стінки помітно стоншеними. Кількісно це підтверджувалося значним зниженням рівня ІВ, який становив у таких випадках ($796,23 \pm 47,14$) (зниження на 53 % при $p < 0,05$). Повнокровними при цьому виглядали і гемокапіляри.

Щодо тонкої кишки, то для її кровоносного русла було характерним виражене венозне повнокров'я з одночасним відчутним зменшенням кровонаповнення артеріальних судин (рис. 3).

При цьому тонус стінок внутрішньоорганних артерій дещо посилювався, про що свідчило зростання

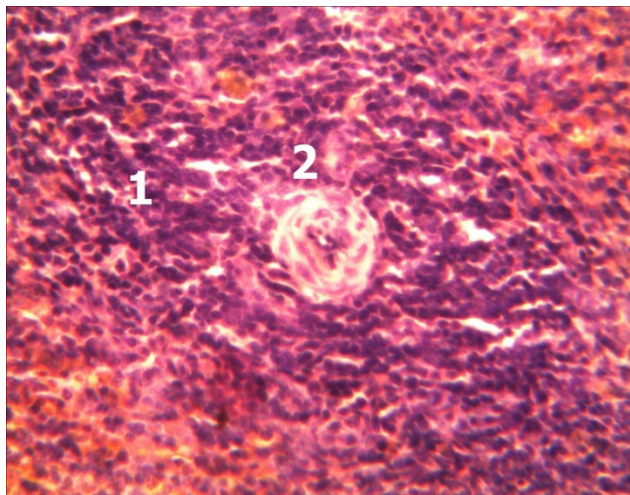


Рис.1. Гістологічний зріз селезінки інтактного щура. Забарвлення гематоксилином і еозином. Біла пульпа – 1, центральна артерія -2; $\times 140$

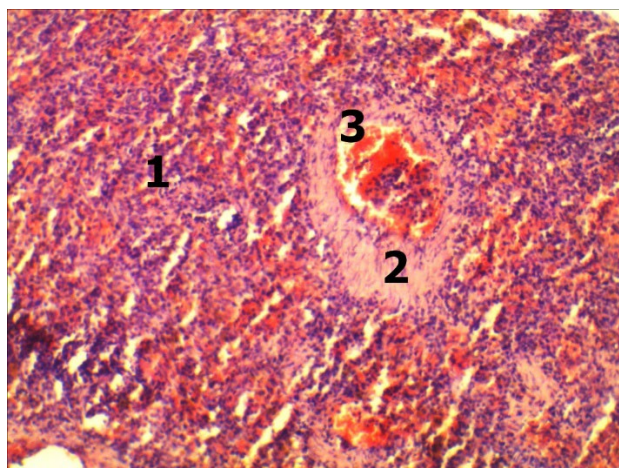


Рис. 2. Гістологічний зріз селезінки щура через одну добу після моделювання стенозу аорти. Біла пульпа – 1, стінка центральної артерії – 2, скупчення еритроцитів у просвіті центральної артерії – 3. Забарвлення гематоксилином і еозином. $\times 140$

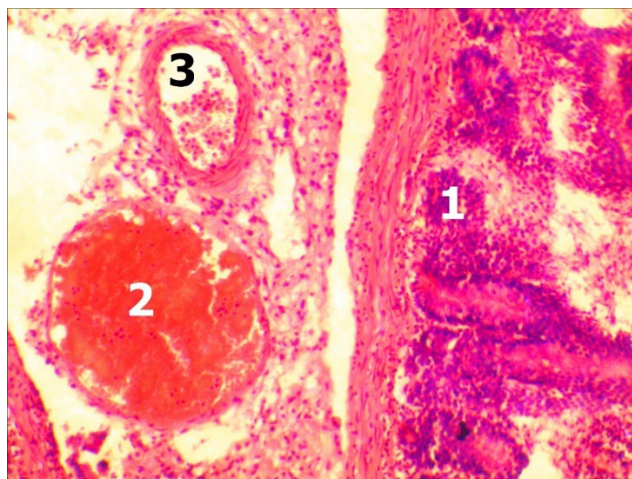


Рис. 3. Гістологічний зріз тонкої кишки щура через одну добу після моделювання стенозу аорти. Стінка тонкої кишки – 1, просвіт вени, заповнений еритроцитами – 2, просвіт артерії – 3. Забарвлення гематоксилином і еозином. $\times 140$

у них ІВ до ($197,48 \pm 1,34$) (збільшення на 13% при $p < 0,05$).

Виразено повнокровними виглядали також і внутрішньопечінкові галузження ворітної вени (рис. 4).

Через три доби після моделювання високого стенозу черевного відділу аорти виявлені зміни у кровоносних руслах внутрішніх органів черевної порожнини продовжували зберігатися, хоча незначно зростав тонус селезінкових артерій до ($977,32 \pm 51,15$) і дещо зменшувалося повнокров'я притоків і галузень ворітної вени як у тонкій кишці, так і в печінці.

Виявлена в процесі експерименту динаміка структурних і функціональних змін у кровоносних руслах селезінки, тонкої кишки і печінки свідчить про те, що при гострому звуженні просвіту абдомінального відділу аорти над верхньою брижовою артерією, на морфофункціональний стан судин внутрішніх органів

Оригінальні дослідження

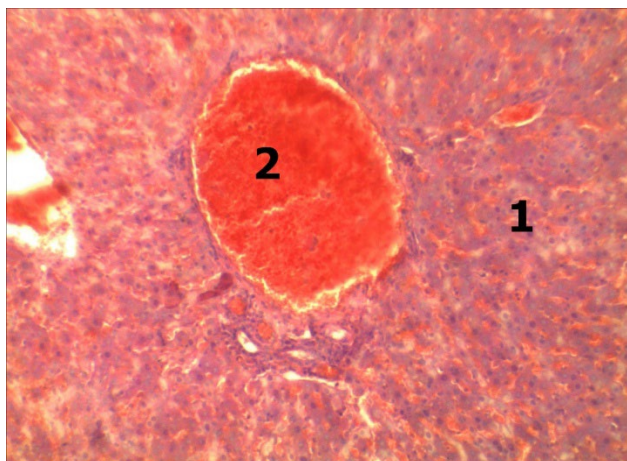


Рис. 4. Гістологічний зріз тонкої кишки щура через одну добу після моделювання стенозу аорти: печінкові балки гепатоцитів – 1, щільно заповнений еритроцитами просвіт внутрішньопечінкової гілки ворітної вени – 2.

Забарвлення гематоксилином і еозином. $\times 140$

черевної порожнини значною мірою впливає гемодинамічний фактор. Гіперкінетичний тип центральної гемодинаміки при цьому призводить до розширення просвітів і повнокров'я артерій селезінки та печінки з одночасним підвищенням тону артерій тонкої кишки та значним посиленням кровонаповнення галужень і притоків ворітної вени.

Такі судинні реакції можна розглядати як здатність скидання крові при високому стенозі абдомінального відділу аорти в нижню порожнисту вену через систему ворітної вени. Основні можливості шунтування крові при цьому, очевидно, реалізуються через селезінкову систему кровотоку. Цьому сприяє як пропускна здатність селезінкових судин (значний діаметр селезінкової артерії, найбільшої гілки черевного стовбура в людини при порівняно невеликій масі органа), так і об'ємна швидкість кровотоку, яка може перевищувати навіть об'ємну швидкість кровотоку в нирках [13-17].

Висновки

1. Артерії селезінки характеризуються наявністю багатопарових гладком'язових оболонки, підвищений тонус яких свідчить про значний скоротливий потенціал з відповідними можливостями регулювання інтенсивності кровотоку.

2. При гострому звуженні просвіту абдомінального відділу аорти над верхньою брижовою артерією відбувається розширення просвітів і повнокров'я артерій селезінки та печінки з одночасним підвищенням тону артерій тонкої кишки та значним посиленням кровонаповнення галужень і притоків ворітної вени.

Перспективи подальших досліджень. Подальше вивчення морфофункціональних реакцій судинного русла селезінки дозволить поглибити уявлення про його роль у регулюванні центральної гемодинаміки.

Список літератури

1. Мамай ОВ, Білаш СМ, Грінко РМ. Вплив екзо- та ендогенних чинників на морфофункціональний стан селезінки як важлива медико-соціальна проблема системи охорони здоров'я. Проблеми екології та медицини. 2023;27(3-4):35-40. DOI: <https://doi.org/10.31718/mep.2023.27.3-4.07>.
2. Buijtenendijk MF, Peters JJ, Visser SC, van Tongeren FH, Dawood Y, Lobé NH, et al. Morphological variations of the human spleen: no evidence for a multifocal or lobulated developmental origin. Br J Radiol. 2023;96(1145):20220744. DOI: 10.1259/bjr.20220744.
3. Авілова ОВ, Приходько ОО, Троч ОО, Ярмоленко ОС, Бумейстер ЛВ. Морфофункціональна організація селезінки лабораторних тварин (огляд літератури). Світ медицини та біології. 2017;1:175-79.
4. Волошин ВМ. Будова селезінки (огляд літератури). Morphologia. 2014;8(1):8-15. Режим доступу: file:///C:/Users/%D0%90%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BD/Downloads/Morphology_2014_8_1_3.pdf
5. Локес ПІ, Кравченко СО. Характеристика окремих чинників спленомегалії у свійських собак. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015;3:89-92. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.03.14>.
6. Дунаєвська ОФ. Особливості морфології селезінки коней. Вісник проблем біології і медицини. 2015;2(4):75-8. Режим доступу: <https://vpbm.com.ua/upload/2015-4-2/16.pdf>
7. Gelman S. Complications during vascular surgery: basic principles and management of arterial hypotension and hypertension. Baillieres Clin. Anaesthesiol. 2000;14(1):111-24.
8. Белик ОВ. Морфологічні особливості судин селезінки. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2013;12(4):26-31.
9. Цитовський МН. Порівняльна анатомія аорти та її гілок. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2017;16(1):97-102. DOI: 10.24061/1727-0847.16.1.2017.21.
10. Щолок ТС. Анатомія артерій селезінки. «Актуальні питання сучасної медицини» Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна 16-17 квітня 2015 р., м. Харків; 2015. Режим доступу: <https://repo.knmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/144dfe30-2113-4329-95ef-69256ef74897/content>
11. Колісник ІЛ, Шевцов ОО, Куліш ВІІ, Полякова АІ. Макромікроскопічна анатомія судин селезінки. Актуальні питання медичної науки та практики. 2015;2(82):149-57. Режим доступу: <https://repo.knmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/73e982dc-57fd-40f0-a2cd-03d9c73f3e85/content>
12. Безродний БГ, Колосович ІВ, Ганоль ІВ. Хірургічне лікування захворювань селезінки. Київ: «Валрус Дизайн»; 2014. 208 с. Режим доступу: <http://ir.library.knmu.com/bitstream/123456789/7204/1>
13. Тугушев АС, Туманська НВ, Барська КС, Нордіо ОГ, Джос ІП. Співвідношення кровотоку в печінковій і селезінковій артеріях у хворих із різними формами портальної гіпертензії. Патологія. 2015;3:26-29. DOI: 10.14739/2310-1237.2015.3.56112.
14. Зуб ЛО, Новиченко СД, Новиченко ОІ. Доплерографічна характеристика порушень ниркового кровообігу у хворих на хронічну хворобу нирок І-ІІ стадії з артеріальною гіпертензією. Український журнал нефрології та діалізу. 2016;4:66-70.

References

1. Mamai OV, Bilash SM, Hrin'ko RM. Vplyv ekzo- ta endohennykh chynnykiv na morfofunktsional'nyi stan selezynky yak vazhlyva medyko-sotsial'na problema systemy okhorony zdorov'ia [The influence of exogenous and endogenous factors on the morphofunctional state of the spleen as an important medical and social problem of the healthcare system]. Problemy ekolohii ta medytsyny. 2023;27(3-4):35-40. DOI <https://doi.org/10.31718/mep.2023.27.3-4.07> (in Ukrainian).
2. Buijtendijk MF, Peters JJ, Visser SC, van Tongeren FH, Dawood Y, Lobé NH, et al. Morphological variations of the human spleen: no evidence for a multifocal or lobulated developmental origin. Br J Radiol. 2023;96(1145):20220744. DOI: 10.1259/bjr.20220744.
3. Avilova OV, Prykhod'ko OO, Trach OO, Yarmolenko OS, Bumeister LV. Morfo-funktsional'na orhanizatsiia selezynky laboratornykh tvaryn (ohliad literatury) [Morphofunctional organization of the spleen of laboratory animals (literature review)]. Svit medytsyny ta biolohii. 2017;1:175-79. (in Ukrainian).
4. Voloshyn VM. Budova selezynky (ohliad literatury) [Structure of the spleen (literature review)]. Morphologia. 2014;8(1):8-15. Available at: file:///C:/Users/%D0%90%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BD/Downloads/Morphology_2014_8_1_3.pdf. (in Ukrainian).
5. Lokes PI, Kravchenko SO. Kharakterystyka okremykh chynnykiv splenomegalii u sviis'kykh sobak [Characteristics of individual factors of splenomegaly in domestic dogs]. Visnyk Poltav's'koi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 2015;3:89-92. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.03.14>. (in Ukrainian).
6. Dunaievs'ka OF. Osoblyvosti morfolohii selezynky konei [Features of the morphology of the spleen of horses]. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2015;2(4):75-8. Available from: <https://vpbm.com.ua/upload/2015-4-2/16.pdf> (in Ukrainian).
7. Gelman S. Complications during vascular surgery: basic principles and management of arterial hypotension and hypertension. Baillieres Clin. Anaesthesiol. 2000;14(1):111-24.
8. Belyk OV. Morfolohichni osoblyvosti sudyn selezynky [Morphological features of the spleen vessels]. Klinichna anatomii ta operatyvna khirurhiia. 2013;12(4):26-31. (in Ukrainian).
9. Tsytovs'kyi MN. Porivnial'na anatomii aorty ta yii hilok [Comparative anatomy of the aorta and its branches]. Klinichna anatomii ta operatyvna khirurhiia. 2017;16(1):97-102. DOI: 10.24061/1727-0847.16.1.2017.21. (in Ukrainian).
10. Scholok TS. Anatomii arterii selezynky. «Aktual'ni pytannia suchasnoi medytsyny» [Anatomy of the splenic arteries. "Current issues of modern medicine"]. V.N. Karazin Kharkiv National University April 16-17, 2015. Kharkiv; 2015. p. 142. Available from: <https://repo.knmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/144dfe30-2113-4329-95ef-69256ef74897/content> (in Ukrainian).
11. Kolisnyk IL, Shevtsov OO, Kulish VP, Poliakova AI. Makromikroskopichna anatomii sudyn selezynky [Macromicroscopic anatomy of the splenic vessels]. Aktual'ni pytannia medychnoi nauky ta praktyky. 2015;2(82):149-57. Available from: <https://repo.knmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/73e982dc-57fd-40f0-a2cd-03d9c73f3e85/content> (in Ukrainian).
12. Bezrodnyi BH, Kolosovych IV, Hanol' IV. Khirurhichne likuvannia zakhvoriuvan' selezynky [Surgical treatment of spleen diseases]. Kyiv: «Valrus Dyzaïn»; 2014. 208 p. Available from: <http://ir.library.knmu.com/bitstream/123456789/7204/1> (in Ukrainian).
13. Tuhushev AS, Tumans'ka NV, Bars'ka KS, Nordio OH, Dzhos IP. Spivvidnoshennia krovotoku v pechinkovii i selezynkovii arteriiakh u khvorykh iz riznymy formamy portal'noi hipertenzii [The ratio of blood flow in the hepatic and splenic arteries in patients with different forms of portal hypertension]. Patolohii. 2015;3:26-9. DOI: 10.14739/2310-1237.2015.3.56112. (in Ukrainian).
14. Zub LO, Novychenko SD, Novychenko OI. Doplerohrafichna kharakterystyka porushen' nyrkovoho krovoobihu u khvorykh na khronichnu khvorobu nyrok I-II stadii z arterial'noiu hipertenziieiu [Dopplerographic characteristics of renal circulatory disorders in patients with chronic kidney disease stage I-II with arterial hypertension]. Ukrains'kyi zhurnal nefrolohii ta dializu. 2016;4:66-70. (in Ukrainian).

Відомості про автора

Герасимюк Ілля Євгенович – д-р мед. наук, завідувач кафедри анатомії людини, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна. ORCID 0000-0001-7848-332X

Information about the author

Herasyimiuk Iliia – DM, Head of the Department of Human Anatomy, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine. ORCID 0000-0001-7848-332X



Дата першого надходження рукопису до видання: 18.10.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 24.11.2025
Дата публікації: 30.12.2025