

addicts suffering from multiple organ dysfunction syndrome as a result of drug addiction, together with significant economic and moral difficulties, make the problem of drug addiction one of the most actual in most countries of the world. These circumstances necessitate further study of the effects of opioids on the human body.

The aim is to identify changes in the structural organization of the submandibular gland after two and three weeks of opioid exposure and to assess the correlation between the duration of opioid administration and the level of organ destruction.

Object and research methods. In this study, we used a method of modeling the effect of opioids on the body of white rats and a histological method to study the microstructure of the submandibular gland of rats under the influence of opioids.

Results. The first changes in the structure of the submandibular gland components are determined already after 2 weeks of intramuscular injection of the opioid (nalbuphine) at a dose of 8 mg/kg in the first week and 15 mg/kg in the second week. In particular, stasis in the capillaries was observed, as well as edema of the interlobular connective tissue. Three weeks after the administration of an opioid analgesic at a dose of 20 mg/kg in the submandibular gland preparations of experimental animals, an increase in destructive changes in serocytes was observed, in particular the development of necrosis of secretory cells in the terminal protein and mixed sections. Alternative processes were noted in the parenchymal elements of the organ and the subsequent development of discirculatory changes, namely, further expansion of arterioles and venules, mainly due to their overflow with erythrocytes.

Conclusions. A clear relationship was established between the depth of structural changes in the submandibular gland of the white rat, including its hemomicrocirculatory bed, and the duration of opioid analgesic administration. The data and conclusions obtained can be used both in theoretical medicine and in clinical practice, in particular by dentists, maxillofacial surgeons, gastroenterologists, etc.

Key words: salivary gland, experimental opioid influence, white rat.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Mykhalevych M. M.: <https://orcid.org/0000-0002-7676-4811>^{ABD}

Podoliuk M. V.: <https://orcid.org/0000-0003-3490-8976>^{BE}

Kyryk Kh. A.: <https://orcid.org/0000-0002-6926-4894>^{AF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Mykhalevych Marta Мухайлівна / Михалеви́ч Марта Михайлівна

SNPE Danylo Halytsky Lviv National Medical University / ДНП Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Ukraine, 79014, Lviv, 69 Pekarska str. / Адреса: Україна, 79014, м. Львів, вул. Пекарська 69

Tel.: 0632343046 / Тел.: 0632343046

E-mail: labykmarta@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 18.04.2025 / Стаття надійшла 18.04.2025 року

Accepted 14.08.2025 / Стаття прийнята до друку 14.08.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-3-178-403-410

UDC 611.344-092.9

Oliinichenko Ya. O., Bilash S. M.

STRUCTURAL ORGANISATION OF THE RAT ILEUM IN A COMPARATIVE SPECIES CONTEXT

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

ya.oliinichenko@pdmu.edu.ua

The incidence of digestive system diseases is increasing every year. Their causes may include both endogenous and exogenous factors that affect the morphofunctional properties of internal organs, such as the ileum. The aim of the study was therefore to evaluate the structural organisation of the rat ileum in order to identify its similarities to, and differences from, the corresponding structures in humans. The study was conducted on 10 sexually mature rats in compliance with bioethical standards. Macroscopic and microscopic examinations of the ileum were performed. The histological structure of the intestinal wall, the structural organisation of the mucosa and its cellular composition, as well as the components of the haemomicrocirculatory bed, were assessed. It was established that the ileum is the distal part of the small intestine, which directly continues into the caecum. Histological examination revealed that the intestinal wall consists of four layers: serous, muscular, submucosal and mucosal. The surface of the latter is characterised by villi and crypts. The intestinal villi are covered with columnar epithelium. Among the

cellular elements, goblet cells, columnar epithelial cells with and without a brush border, as well as endocrine cells, were identified. The haemomicrocirculatory bed was represented by capacitive (venules), resistive (arterioles) and exchange (capillaries) links, which were observed in both the submucosa and mucosa. Thus, it was established that the morphology of the rat ileum corresponds to that of the human ileum, thereby enabling the development of experimental studies aimed at identifying approaches to the treatment and prevention of small-intestine diseases in humans. The results can also be used to evaluate morphofunctional changes in the rat ileum following the administration of a complex of chemical food additives.

Key words: digestive tract, ileum, intestinal wall, goblet cells, columnar epithelial cells with brush border, venules, arterioles, capillaries, rats, experimental study.

Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the research project “Pathogenetic mechanisms of post-stress disorders under the influence of exogenous factors and factors of wartime and the search for methods of its correction”, state registration number 0124U003313.

Introduction.

Digestive diseases remain a significant medical and social problem. According to estimates from the Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), in 2021 all digestive diseases together accounted for 90.0 million DALYs (disability-adjusted life years; 95% UI 82.7–99.6), representing 3.12% of the total DALYs worldwide. They ranked 13th among the causes of DALYs and 8th among the causes of mortality [1]. Compared with 2019 (88.99 million DALYs), this figure showed a slight increase, indicating a negative trend in the prevalence of digestive system disorders [2].

The main causes of gastrointestinal diseases may include both endogenous factors, such as heredity, and exogenous influences. The latter comprise alcohol and drug abuse, smoking, stress and nervous overload, infectious agents, high body mass index, the use of certain medications, and unfavourable environmental conditions. One of the most important causes remains poor nutrition, which is associated not only with eating habits (excessive consumption of fast food, insufficient dietary fibre), but also with the quality of food. In particular, the use of chemical food additives intended to improve the organoleptic properties of food can induce morphological changes in internal organs and, consequently, impair their functional properties, as confirmed by the results of several studies [3, 4, 5].

In view of the above, the study of the structural organisation of the digestive system under normal conditions, particularly in rats, which are often used as model animals for reproducing pathological processes, is a relevant task for modern morphology. The ileum deserves special attention, as it performs several important functions, namely the absorption of amino acids, glucose, fatty acids and vitamins, as well as the provision of immunological protection. Therefore, conducting a study aimed at analysing the morphology of the rat ileum in the control group can make an important contribution to understanding pathogenesis and to identifying potential directions for the prevention and treatment of small intestine diseases.

The aim of the study.

To determine the structural organisation of the ileum in rats in order to determine its similarities and differences from similar structures in humans.

Object and research methods.

The study was conducted on 10 sexually mature white rats, which were kept under standard conditions at the experimental biological clinic of Poltava State Medical University and provided with free access to water and standard vivarium food.

Macroscopic and histological examination of the ileum was carried out. Biomaterial sampling was performed after the rats were removed from the experiment by overdose of thiopental sodium. Ileum biopsies were fixed in 10% neutral formalin, embedded in paraffin, and histological sections 3-4 µm thick were prepared according to standard protocols [6]. The sections were stained with haematoxylin and eosin. For semi-thin and ultrathin sections, the material was fixed in glutaraldehyde and phosphate buffer, followed by embedding in EPON-812. Sections from epoxy blocks were stained with toluidine blue and methylene blue. During the evaluation of histological preparations, the structure of the ileum wall, the morphology of its structural components, the cellular composition, and the links of the haemomicrocirculatory bed were assessed.

Microphotography of the selected areas was performed using a Levenhuk D740T microscope with a digital imaging attachment and software adapted for these studies.

The study was conducted in accordance with the Rules for the Use of Laboratory Experimental Animals (2006, Appendix 4), the Helsinki Declaration on the Humane Treatment of Animals, and the Law of Ukraine on the Protection of Animals from Cruel Treatment (No. 3447-IV of 21 February 2006) and was consistent with the provisions of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986).

Research results and their discussion.

It has been established that the ileum is the distal part of the small intestine, which continues directly into the caecum. Its walls are relatively thinner than those of the caecum, and its lumen has a smaller diameter. Unlike the jejunum, the ileum forms fewer and less pronounced loops. The outer surface is covered by a mesentery containing blood vessels that supply the intestinal wall (**fig. 1**). The mesentery secures the ileum to the posterior abdominal wall.

Histological examination revealed that the wall of the ileum in control-group rats consists of four layers: serosa, muscular, submucosa and mucosa (**fig. 2**). The serosa is composed of loose connective tissue. The muscular layer is formed by smooth muscle tissue consisting of spindle-shaped cells – smooth myocytes. The submucosa is composed of loose connective tissue containing elements of the haemomicrocirculatory bed and aggregated lymphatic nodules – Peyer’s patches.

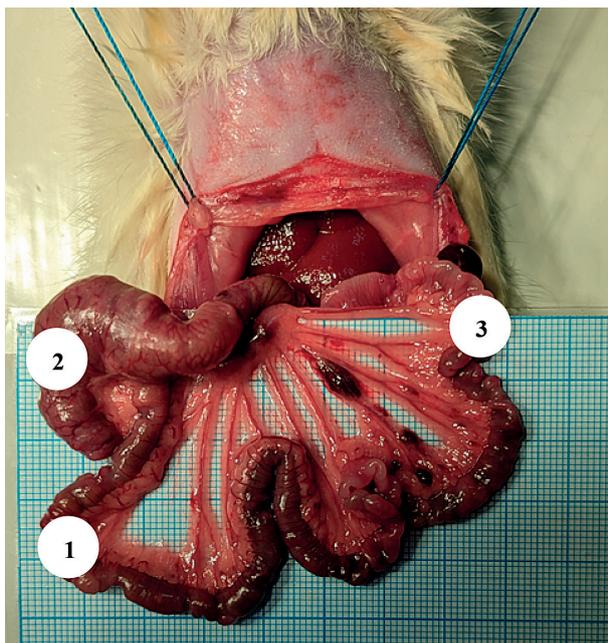


Figure 1 – Digestive tract components of a rat from the control group. Macro preparation. Designations: 1 – ileum, 2 – caecum, 3 – jejunum.

The ileal mucosa has a rather complex morphology. It is composed of epithelium, lamina propria and muscular layers. Characteristic features of the mucosal relief include the presence of villi – leaf-like projections into the intestinal lumen – and Lieberkühn’s crypts, located between the bases of the villi. The central region of each villus is occupied by the lamina propria, which contains lymphatic capillaries and a small number of smooth myocytes (fig. 3). The surface of the intestinal villi is covered with columnar epithelium. Among the cellular elements, goblet cells, columnar epithelial cells with a brush border, and endocrine cells can be distinguished.

Columnar epithelial cells with a brush border are the main representatives of the cellular population of the villi. They are cylindrical in shape and bear microvilli on their apical surface, which, when arranged side by side, form a striated border that provides the absorptive capacity of the ileum. Between these columnar epithelial

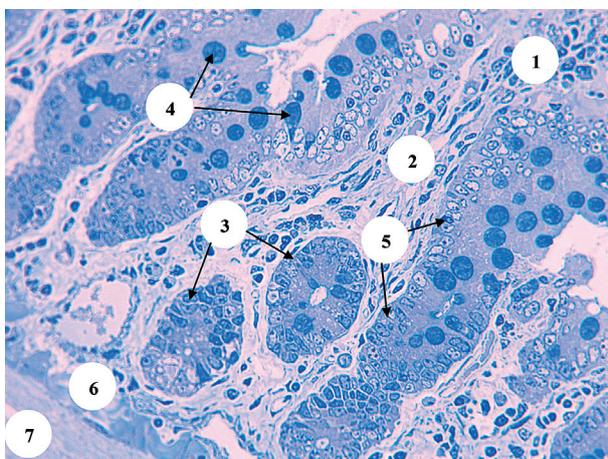


Figure 3 – Structural organisation of the mucosa of the rats’ ileum in the control group. Stained with methylene blue. Magnification: ocular lens $\times 10$; objective lens $\times 40$. Designations: 1 – villus, 2 – lamina propria, 3 – crypts, 4 – goblet cells, 5 – columnar epithelial cells with a brush border, 6 – submucosa, 7 – muscular layer.

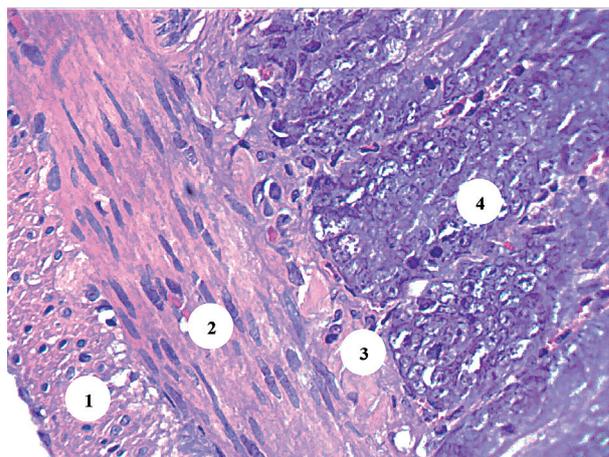


Figure 2 – Structural organisation of the ileal wall in rats of control group. Paraffin section. Haematoxylin and eosin staining. Magnification: ocular lens $\times 10$; objective lens $\times 40$. Designations: 1 – serosa, 2 – muscular layer, 3 – submucosa, 4 – mucosa.

cells, isolated goblet cells with an enlarged apical portion and a narrowed basal portion are present. These cells secrete mucus onto the surface of the villi to lubricate the mucosa. Secretory granules accumulate in the upper part of the cell, and analysis of their contents has shown that the cells are at different stages of the secretory cycle.

Lieberkühn’s crypts are similar to villi in terms of cellular composition, but also contain columnar epithelial cells without a brush border, which lack microvilli and ensure the physiological regeneration of the epithelial lining. Paneth cells are located at the base of the crypts; they are prismatic in shape and contain acidophilic secretory granules that produce biologically active substances providing immune protection.

The haemomicrocirculatory bed is represented by capacitive (venules), resistive (arterioles) and exchange (capillaries) links, which were identified in both the submucosa and mucosa (fig. 4). Venules appeared as irregularly shaped vessels with endothelial cells on the basement membrane, covered by a layer of fibroblasts. The vascular wall of arterioles is composed of three layers: the inner layer consists of endothelial cells on an elastic membrane, the middle layer of smooth myocytes, and the outer layer of adventitial fibroblasts. Capillaries are

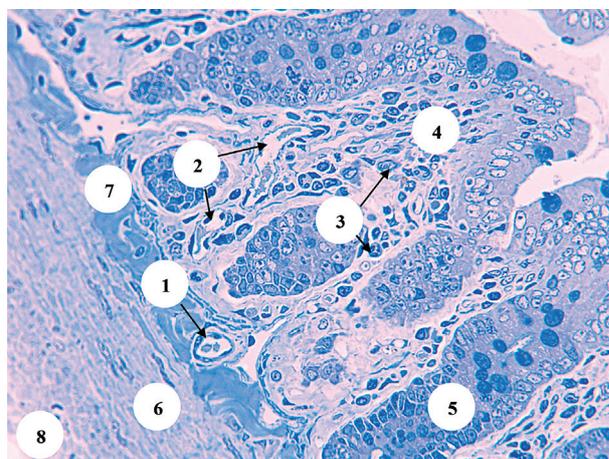


Figure 4 – Links of the haemomicrocirculatory bed of rats’ ileum in the control group. Stained with methylene blue. Magnification: ocular lens $\times 10$; objective lens $\times 40$. Designations: 1 – arteriole, 2 – venule, 3 – capillary, 4 – villus, 5 – crypt, 6 – muscular layer, 7 – submucosa, 8 – serosa.

thin-walled structures with an inner layer of endothelial cells on the basement membrane, covered by a layer of pericytes. A characteristic difference of arterioles, apart from their significantly smaller diameter, is the absence of an elastic membrane.

Our observations on the morphology of the distal small intestine of control-group rats are consistent with the results of other researchers [7, 8, 9]. According to our findings, the structural organisation of the rat ileum corresponds to the general principles of the structure of the corresponding section of the human digestive tract [10, 11].

DOI 10.29254/2077-4214-2025-3-178-403-410

УДК 611.344-092.9

Олійніченко Я. О., Білаш С. М.

СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ КЛУБОВОЇ КИШКИ ЩУРІВ У ПОРІВНЯЛЬНО-ВИДОВОМУ АСПЕКТІ

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

ya.oliinichenko@pdmu.edu.ua

Кількість захворювань травної системи щорічно зростає. Причинами можуть бути як ендогенні так і екзогенні чинники, що можуть впливати на морфофункціональні властивості внутрішніх органів, наприклад, клубової кишки. Тому метою дослідження було провести оцінку структурної організації клубової кишки щурів для визначення її подібностей та відмінностей від аналогічних структур у людини. Дослідження було проведено на 10 статевозрілих щурах, дотримуючись біоетичних норм. Було проведено макроскопічне та мікроскопічне дослідження клубової кишки піддослідних тварин. Визначали гістологічну будову кишкової стінки, структурну організацію слизової оболонки та її клітинний склад, а також компоненти гемомікроциркуляторного русла. Було встановлено, що клубова кишка є дистальним відділом тонкої кишки, що переходить безпосередньо у сліпу кишку. При гістологічному дослідженні встановлено, що стінка кишки складається з чотирьох оболонок: серозної, м'язової, підслизової та слизової. Рельєф останньої представлено ворсинками та криптами. Поверхня кишкової ворсинки вкрита циліндричним епітелієм. Серед клітинних структур можна виділити келихоподібні клітини, стовпчасті епітеліоцити з облямівкою, стовпчасті епітеліоцити без облямівки та ендокриноцити. Гемомікроциркуляторне русло було представлено ємнісною (венули), резистивною (артеріоли) та обмінною (капіляри) ланкою, які визначалися як підслизовий так і слизовий оболонці. Таким чином, було встановлено, що морфологія клубової кишки щурів відповідає будові клубової кишки людини, що дає можливість розвитку експериментальних досліджень для пошуку шляхів лікування та попередження розвитку захворювань тонкої кишки людини. Результати також можуть бути використані для визначення морфофункціональних змін клубової кишки щурів на тлі введення комплексу хімічних харчових добавок.

Ключові слова: травна трубка, клубова кишка, кишкова стінка, келихоподібні клітини, стовпчасті епітеліоцити з облямівкою, венули, артеріоли, капіляри, щури, експеримент.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР «Патогенетичні механізми постстресових розладів за умов дії екзогенних впливів і чинників воєнного часу та пошук методів її корекції», номер державної реєстрації 0124U003313.

Вступ.

На сьогодні захворювання органів травлення залишаються значною медико-соціальною проблемою. За оцінками Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), у 2021 році всі хвороби травної системи разом були причиною 90,0 мільйонів DALY (Disability-Adjusted Life Years, роки життя, скориговані на інвалідність; 95% UI 82,7–99,6), що становило 3,12% від загальної кількості DALY у світі, посідаючи

Conclusions.

It was found that the morphology of the intestinal wall, the features of the mucosal relief (presence of villi and crypts), the cellular composition, and the characteristics of the haemomicrocirculatory bed of the rat ileum correspond to the structure of the human ileum. This provides a basis for developing experimental studies and applying the results to identify approaches for the treatment and prevention of various diseases and other pathological changes in the small intestine, particularly under the influence of exogenous factors.

Prospects for further research.

The data obtained can be used to assess morpho-functional changes in the rat ileum following the administration of a complex of chemical food additives.

13-те місце серед причин DALY та 8-ме місце серед причин смертності [1]. Порівняно з 2019 роком (88,99 мільйонів DALY) цей показник дещо зріс, що свідчить про негативну тенденцію у поширеності патології органів травлення [2].

Основними причинами виникнення захворювань шлунково-кишкового тракту можуть бути як ендогенні чинники, зокрема спадковість, так і екзогенні впливи. До останніх належать зловживання алкоголем і наркотичними засобами, куріння, стрес та нервові перенавантаження, інфекційні агенти, підвищений індекс маси тіла, прийом деяких медикаментів, несприятливі екологічні умови. Однією з найважливіших причин залишається неправильне харчування, що пов'язане не лише з харчовими звичками (зловживання фаст-фудом, недостатній

вміст клітковини в раціоні), а й із якістю продуктів харчування. Зокрема, застосування хімічних харчових добавок, які покращують органолептичні властивості їжі, може спричинити морфологічні зміни внутрішніх органів і, як наслідок, порушення їхніх функціональних властивостей, що підтверджується результатами низки досліджень [3, 4, 5].

З огляду на вищесказане, вивчення структурної організації органів травної системи у нормі, зокрема на прикладі щурів, які часто використовуються як модельні тварини для відтворення патологічних процесів, є актуальним завданням сучасної морфології. Особливої уваги заслуговує клубова кишка, яка виконує низку важливих функцій, а саме всмоктування амінокислот, глюкози, жирних кислот, вітамінів та забезпечення імунологічного захисту. Тому проведення дослідження, спрямованого на аналіз морфології клубової кишки щурів контрольної групи, може стати важливим внеском у розуміння патогенезу та визначення потенційних напрямів профілактики й терапії захворювань тонкої кишки.

Мета дослідження.

Дослідження структурної організації клубової кишки щурів для визначення її подібностей та відмінностей від аналогічних структур у людини.

Об'єкт і методи дослідження.

Дослідження було проведено на 10 статевозрілих білих щурах, які утримувалися у звичайних умовах експериментальної біологічної клініки Полтавського державного медичного університету та мали вільний доступ до води та стандартної їжі віварію.

Було проведено макроскопічне та гістологічне дослідження клубової кишки. Збір біоматеріалу здійснювали після виведення щурів з експерименту шляхом передозування тіопенталу натрію. Біоптати клубової кишки фіксували у 10% нейтральному формаліні, ущільнювали у парафін та виготовляли гістологічні зрізи товщиною 3-4 мкм згідно загальноприйнятих методик [6]. У подальшому було проведено забарвлення отриманих зрізів у гематоксилін та еозин. Для отримання напівтонких і ультратонких зрізів досліджуваній матеріал фіксували в глутаральдегіді та фосфатному буфері з подальшим ущільненням в EPON-812. Зрізи з епоксидних блоків фарбували толюїдином і метиленовим синім. При оцінці гістологічних препаратів визначали структуру стінки клубової кишки, морфологію її структурних компонентів, клітинний склад та ланки гемомікроциркуляторного русла.

Мікрофотографування вибраних для ілюстрацій ділянок проводили за допомогою мікроскопа Levenhuk D740T з цифровою мікрофотонасадкою і адаптованими для даних досліджень програмами.

Дослідження було виконано згідно «Правил використання лабораторних експериментальних тварин» (2006, додаток 4), Гельсінської декларації щодо гуманного ставлення до тварин, а також Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006 р.) та узгоджене з положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986).

Результати дослідження та їх обговорення.

Було встановлено, що клубова кишка є дистальним відділом тонкої кишки, який безпосередньо переходить у сліпу кишку. Вона має відносно тонші стінки порівняно з сліпою кишкою та менший діаметр просвіту. На відміну від порожньої кишки, клубова кишка формує меншу кількість і менш виражені петлі. Зовнішня поверхня вкрита брижею, що містить кровоносні судини, які забезпечують живлення кишкової стінки (рис. 1). Брижа забезпечує фіксацію клубової кишки до задньої черевної стінки.

При проведенні гістологічного дослідження було визначено, що стінка клубової кишки щурів контрольної групи складається з чотирьох оболонок: серозна, м'язова, підслизова та слизова (рис. 2). Серозна оболонка утворена пухкою сполучною тканиною. М'язова оболонка представлена гладкою м'язовою тканиною, що складається з веретеноподібних клітин – гладких міоцитів. Щодо підслизової

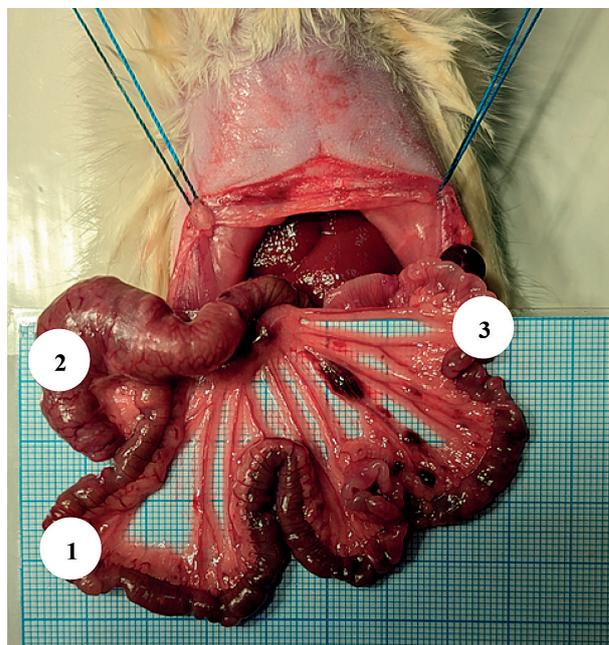


Рисунок 1 – Компоненти травної трубки щура контрольної групи. Макропрепарат. Позначення: 1 – клубова кишка, 2 – сліпа кишка, 3 – порожня кишка.

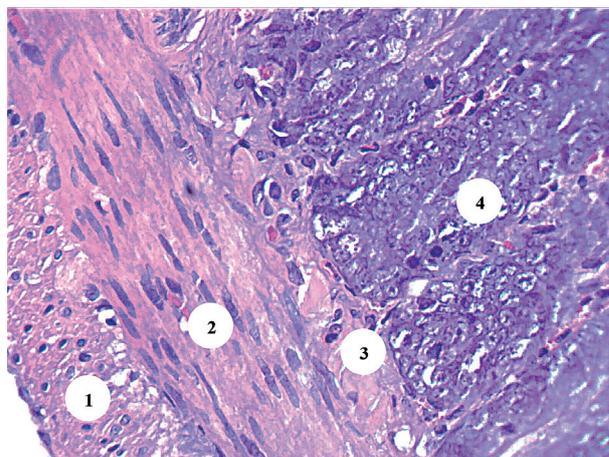


Рисунок 2 – Структурна організація стінки клубової кишки щурів контрольної групи. Парафіновий зріз. Забарвлення гематоксилін і еозин. Збільшення: ок.: 10; об.: 40. Позначення: 1 – серозна оболонка, 2 – м'язова оболонка, 3 – підслизова оболонка, 4 – слизова оболонка.

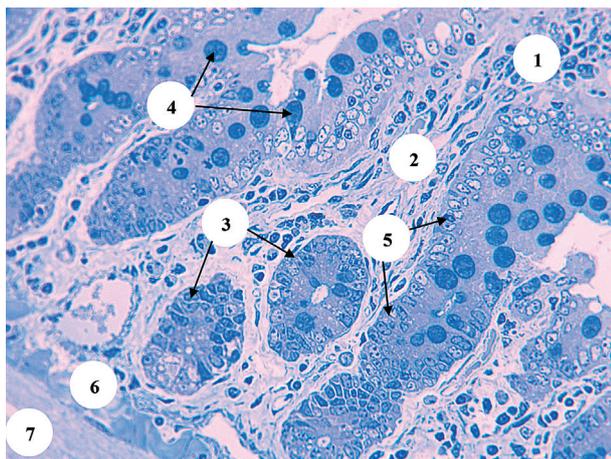


Рисунок 3 – Структурна організація слизової оболонки клубової кишки щурів контрольної групи. Забарвлення метиленовим синім. Збільшення: ок.: 10; об.: 40. Позначення: 1 – ворсинка, 2 – власна пластинка, 3 – крипти, 4 – келихоподібні клітини, 5 – стовпчасті епітеліоцити з облямівкою; 6 – підслизова оболонка; 7 – м'язова оболонка.

оболонки, то вона утворена пухкою сполучною тканиною, що містить елементи гемомікроциркуляторного русла та агреговані лімфатичні вузлики – Пейєрові пляшки.

Слизова оболонка клубової кишки має досить складну морфологію. Вона утворена епітелієм, власною та м'язовою пластинками. Характерними особливостями рельєфу оболонки є наявність ворсинок – листоподібних виступів у кишковий просвіт та крипт Ліберкюна, що знаходяться між основами ворсинок. Центральне положення у ворсинці займає власна пластинка, що містить лімфатичний капіляр та незначну кількість гладких міоцитів (рис. 3). Поверхня кишкової ворсинки вкрита циліндричним епітелієм. Серед клітинних структур можна виділити келихоподібні клітини, стовпчасті епітеліоцити з облямівкою, стовпчасті епітеліоцити без облямівки та ендокриноцити.

Стовпчасті епітеліоцити з облямівкою є основними представниками клітинного пулу ворсинки, мають циліндричну форму та містять на апікальній поверхні мікрворсинки, які, розташовуючись поряд, утворюють посмуговану облямівку, що забезпечує всмоктувальну здатність клубової кишки. Між стовпчастими епітеліоцитами з облямівкою визначаються поодинокі келихоподібні клітини, що мають розширену апікальну частину та звужену базальну. Ці клітини продукують слизовий секрет на поверхню ворсинки для зволоження слизової оболонки. Секреторні гранули накопичуються у верхній частині клітини. При аналізі їх вмісту було визначено, що клітини знаходяться на різних стадіях секреторного циклу.

Крипти Ліберкюна за своїм клітинним складом досить схожі на ворсинки, але мають ще стовпчасті епітеліоцити без облямівки, що не мають на своїй поверхні мікрворсинок та забезпечують фізіологічну регенерацію епітеліального покриву. Також у дні крипт визначаються клітини Панета, які мають призматичну форму та містять ацидофільні секреторні гранули, що продукують біологічні активні речовини, що забезпечують імунний захист.

Гемомікроциркуляторне русло представлене ємнісною (венули), резистивною (артеріоли) та



Рисунок 4 – Ланки гемомікроциркуляторного русла клубової кишки щурів контрольної групи. Забарвлення метиленовим синім. Збільшення: ок.: 10; об.: 40. Позначення: 1 – артеріола, 2 – венула, 3 – капіляр, 4 – ворсинка, 5 – крипта, 6 – м'язова оболонка, 7 – підслизова оболонка, 8 – серозна оболонка.

обмінною (капіляри) ланкою, які визначалися як у підслизовій так і слизовій оболонці (рис. 4). Венули візуалізувалися як судини неправильної форми, стінка яких має ендотеліоцити на базальній мембрані та вкрита шаром фіброblastів. Судинна стінка артеріол характеризується трьома оболонками: внутрішній шар – ендотеліоцити, що розміщені на еластичній мембрані, середній – гладкі міоцити та зовнішній – адвентиційні фіброblastи. Щодо капілярів то вони мають вигляд тонкостінних структур із внутрішнім прошарком ендотеліальних клітин на базальній мембрані, вкритих шаром шаром сероцитів. Характерною відмінністю між артеріолами, крім значно меншого діаметру, є відсутність еластичної мембрани.

Отримані нами дані щодо морфології дистального відділу тонкої кишки щурів контрольної групи підтверджуються результатами інших дослідників [7, 8, 9]. Відповідно до результатів нашого дослідження можна стверджувати, що структурна організація клубової кишки щурів відповідає загальним принципам будови відповідного відділу травної трубки людини [10, 11].

Висновки.

Було встановлено, що морфологія кишкової стінки, особливості рельєфу слизової оболонки (наявність ворсинок та крипт), клітинний склад та особливості гемомікроциркуляторного русла клубової кишки щурів відповідають будові клубової кишки людини. Це дає можливість розвитку експериментальних досліджень та впровадження отриманих результатів для пошуку шляхів лікування та попередження розвитку різноманітних захворювань та інших патологічних змін тонкої кишки, зокрема при впливі екзогенних чинників.

Перспективи подальших досліджень.

Отримані дані можуть бути використані для визначення морфофункціональних змін клубової кишки щурів на тлі введення комплексу хімічних харчових добавок.

References / Література

1. Institute for Health Metrics and Evaluation. Digestive diseases - Level 2 cause. Washington: Institute for Health Metrics and Evaluation; 2021. 2 p. Available from: https://www.healthdata.org/research-analysis/diseases-injuries-risks/fact_sheets/2021-digestive-diseases-level-2-disease.
2. Wang R, Li Z, Liu S, Zhang D. Global, regional, and national burden of 10 digestive diseases in 204 countries and territories from 1990 to 2019. *Front Public Health*. 2023;11:1061453. DOI: [10.3389/fpubh.2023.1061453](https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1061453).
3. Yeroshenko GA, Grygorenko AS, Shevchenko KV, Lysachenko OD, Riabushko OB, Pyvovar NM, et al. Influence of food additives complex on the morphology of villi of the rats' duodenum mucosa. *World of Medicine and Biology*. 2022;2(80):199-203. DOI: <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2022-2-80-199-203>.
4. Donchenko SV, Bilash SM, Koptev MM, Pronina OM, Oliinichenko YaO, Pirog-Zakaznikova AV, et al. Remodeling of the structural components of the capsule and glomerular zone of the adrenal glands cortex of white rats under the influence of a complex of food additives at the late terms of the experimental study. *Reports of Morphology*. 2024;30(3):44-51. DOI: [https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2024-30\(3\)-05](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2024-30(3)-05).
5. Kahe K, Laferrere B, Castellanos FX, Zhang Y, Mozaffarian D. Monosodium glutamate: A hidden risk factor for obesity? *Obes Rev*. 2025;26(6):e13903. DOI: <https://doi.org/10.1111/obr.13903>.
6. Bahrii MM, Dibrova VA, Popadynets OH, Hryshchuk MI. *Metodyky morfolohichnykh doslidzhen*. Vinnytsia: Nova knyha; 2016. 328 s. [in Ukrainian].
7. Romanyuk SP, Bilinskyi II, Kindrativ EO, Popovych YUI, Fedorak VM, Ivantsiv OR, et al. Morfofunktsionalna perebudova stinky tonkoyi kyshky shchuriv pry eksperymentalnomu tsukrovomu diabeti v umovakh stresu. *Bukovynskyi medychny visnyk*. 2022;26(1(101)):29-36. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXVI.1.101.2022.4>. [in Ukrainian].
8. Kozlov SV, Kosharnyy AV, Kosharnyy VV, Bondarenko NS, Zhyvodor IA. Ultrastruktura tonkoho kyshechnyky pry barotravmi. *Visnyk problem biolohiyi i medytyny*. 2021;1(159):216-219. DOI: [10.29254/2077-4214-2021-1-159-216-219](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-1-159-216-219). [in Ukrainian].
9. Verveha BM. Histolohichne doslidzhennya tonkoyi kyshky u shchuriv pry eksperymentalnomu modelyuvanni hostroho poshyrenoho perytonitu na foni streptozototsynindukovanoho tsukrovoho diabetu. *Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen*. 2021;2(8):11-15. DOI: [10.11603/bmbr.2706-6290.2021.2.12163](https://doi.org/10.11603/bmbr.2706-6290.2021.2.12163). [in Ukrainian].
10. Nigam Y, Knight J, Williams N. Gastrointestinal tract 4: anatomy and role of the jejunum and ileum. *Nursing Times*. 2019;115(9):43-46.
11. Mescher AL. *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas*. 15th ed. New York: McGraw-Hill; 2018. 573 p.

СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ КЛУБОВОЇ КИШКИ ЩУРІВ У ПОРІВНЯЛЬНО-ВИДОВОМУ АСПЕКТІ

Олійніченко Я. О., Білаш С. М.

Резюме. Щороку фіксується тенденція до зростання кількості патологій органів травної системи. Їх виникнення зумовлюється дією як ендогенних, так і екзогенних чинників, серед яких особливе значення має використання у харчових продуктах речовин хімічного походження. Подібні сполуки можуть змінювати морфофункціональні характеристики внутрішніх органів, зокрема клубової кишки. У зв'язку з цим метою дослідження було проведення морфологічної оцінки клубової кишки щурів для визначення її спільних та відмінних рис порівняно з відповідними структурами у людини. Експеримент проведено на 10 статевозрілих щурах відповідно до вимог біоетики. Виконано макроскопічний та мікроскопічний аналіз клубової кишки, у ході якого вивчено гістологічну організацію кишкової стінки, структурні особливості слизової оболонки та її клітинний склад, а також компоненти гемомікроциркуляторного русла. У ході дослідження встановлено, що клубова кишка є дистальним сегментом тонкої кишки, який безпосередньо переходить у сліпу кишку. На відміну від порожньої кишки, вона характеризується меншою кількістю та слабше вираженими петлями. Гістологічний аналіз показав, що стінка клубової кишки має чотиришарову будову, представлену серозною, м'язовою, підслизовою та слизовою оболонками. Слизова оболонка відзначається складною організацією, її поверхневий рельєф формують ворсинки та крипти. Поверхня ворсинок вкрита одношаровим циліндричним епітелієм, до складу якого входять келихоподібні клітини, стовпчасті епітеліоцити з облямівкою, стовпчасті епітеліоцити без облямівки та ендокринні клітини. Гемомікроциркуляторне русло представлено емнісною (венули), резистивною (артеріоли) та обмінною (капіляри) ланками, що локалізуються у підслизовій та слизовій оболонках. Отримані результати свідчать, що морфологічна організація клубової кишки щурів загалом відповідає структурі клубової кишки людини, що створює передумови для проведення подальших експериментальних досліджень і практичного використання результатів з метою пошуку ефективних підходів до профілактики та лікування захворювань тонкої кишки людини. Крім того, вони можуть слугувати основою для оцінки морфофункціональних змін клубової кишки щурів за умов впливу комплексу харчових добавок хімічного походження.

Ключові слова: травна трубка, клубова кишка, кишкова стінка, келихоподібні клітини, стовпчасті епітеліоцити з облямівкою, венули, артеріоли, капіляри, щури, експеримент.

STRUCTURAL ORGANISATION OF THE RAT ILEUM IN A COMPARATIVE SPECIES CONTEXT

Oliinichenko Ya. O., Bilash S. M.

Abstract. Every year, an increasing incidence of digestive system pathologies is observed. Their occurrence is associated with both endogenous and exogenous factors, among which the use of chemical substances in food products is of particular significance. Such compounds may modify the morphofunctional characteristics of internal organs, particularly the ileum. In this context, the aim of the study was to perform a morphological assessment of the rat ileum in order to identify its common and distinctive features compared with the corresponding human structures. The experiment was carried out on 10 sexually mature rats in accordance with bioethical standards. Macroscopic and microscopic analyses of the ileum were conducted, focusing on the histological organisation of the intestinal wall, the structural features of the mucosa and its cellular composition, as well as the components of the haemomicrocirculatory bed. The study established that the ileum constitutes the distal segment of the small intestine, directly continuing into the caecum. In contrast to the jejunum, it is characterised by fewer and less prominent loops. Histological examination demonstrated that the ileal wall has a four-layered structure, comprising the serous, muscular, submucosal and mucosal layers. The mucosa exhibits a complex organisation, with its surface

relief formed by villi and crypts. The villous surface is lined with a simple columnar epithelium containing goblet cells, columnar epithelial cells with a brush border, columnar epithelial cells without a brush border, and endocrine cells. The haemomicrocirculatory bed is represented by the capacitive (venules), resistive (arterioles) and exchange (capillaries) links, which are present in both the submucosa and mucosa. The results obtained indicate that the morphological organisation of the rat ileum largely corresponds to that of the human ileum, thereby providing a foundation for further experimental studies and the practical application of findings in the search for effective approaches to the prevention and treatment of small intestinal diseases in humans. Moreover, the results may serve as a basis for evaluating morphofunctional changes in the rat ileum under the influence of complex chemical food additives.

Key words: digestive tract, ileum, intestinal wall, goblet cells, columnar epithelial cells with brush border, venules, arterioles, capillaries, rats, experimental study.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Oliinichenko Ya. O.: <https://orcid.org/0000-0001-7724-7333>^{ABCD}

Bilash S. M.: <https://orcid.org/0000-0002-8351-6090>^{AEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Oliinichenko Yaryna Oleksandrivna / Олійніченко Ярина Олександрівна

Poltava State Medical University / Полтавський державний медичний університет

Ukraine, 36011, Poltava, 23 Shevchenka str. / Адреса: Україна, 36011, м. Полтава, вул. Шевченка 23

Tel.: +380993768678 / Тел.: +380993768678

E-mail: ya.oliinichenko@pdmu.edu.ua

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 17.04.2025 / Стаття надійшла 17.04.2025 року
Accepted 13.08.2025 / Стаття прийнята до друку 13.08.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-3-178-410-419

UDC 616.37-002-036.11-085.032.13

Savka I. I., Pokotylo P. B.

ASSESSMENT OF MORPHOMETRIC CHANGES IN THE ANGIOARCHITECTONICS OF THE TESTIS UNDER EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS

Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Lviv, Ukraine)

iryinasavka05@gmail.com

To diagnose complications of diabetes mellitus, it is essential to understand the structural features and blood supply of the organs affected by diabetes mellitus. The vessels of the haemomicrocirculatory bed play an important role in immune processes. The frequency of vascular damage (micro- and macroangiopathy) in diabetes mellitus ranges from 68% to 91%. Peripheral vascular damage in these patients is observed 30 times more often than in people of the same age without diabetes mellitus. Numerous studies have been devoted to this problem. Domestic and foreign scientists have studied the mechanism of development of diabetic angiopathies. There are many unresolved issues regarding morphological changes in organs and their haemomicrocirculatory bed in diabetes mellitus, qualitative and quantitative changes in the angioarchitectonics of rat organs in experimental diabetes mellitus, and the problems of successfully selecting the most effective methods of treating vascular disorders of organs in diabetes mellitus, which is undoubtedly due to insufficient study of the morphological features of the pathogenesis of micro-circulatory disorders at different stages of diabetic microangiopathy. The paper presents the results of a study of the blood vessels of the testicle of a white rat under normal conditions and the blood supply to the rat testicle under conditions of experimental diabetes mellitus. The testicle of a white rat is supplied with blood by the testicular artery, which branches off from the abdominal aorta, the seminal duct artery, and the artery of the testicular elevator muscle. Morphological and morphometric analysis of the angioarchitectonics of the testicle allowed us to assess the state of its vascularisation in normal conditions and under conditions of streptozotocin-induced diabetes mellitus. The depth of structural changes in the blood vessels of the testis of white rats with diabetes mellitus correlates with morphometric indicators.

Key words: testis, diabetes mellitus, circulatory bed.