

© 2024 by the author(s).

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



How to cite / Як цитувати статтю: Gevkaliuk N, Drevnitska R. Synbativity of the angioarchitectonics of the tongue and gastrointestinal tract mucosa in the disorders of homologous organs. *East Ukr Med J.* 2024;12(4):892-904

DOI: [https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12\(4\):892-904](https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12(4):892-904)

ABSTRACT

Nataliia Gevkaliuk

<http://orcid.org/0000-0002-7718-4616>

Department of Paediatric Dentistry,
Ivan Horbachevsky Ternopil National
Medical University of the Ministry of
Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Roksana Drevnitska

<https://orcid.org/0000-0002-2156-8506>

Department of Therapeutic Dentistry,
Ivan Horbachevsky Ternopil National
Medical University of the Ministry of
Health of Ukraine

SYNBATIVITY OF THE ANGIOARCHITECTONICS OF THE TONGUE AND GASTROINTESTINAL TRACT MUCOSA IN THE DISORDERS OF HOMOLOGOUS ORGANS

Background. The pathology of the digestive organs has remained the object of scientific research for many years due to its significant prevalence in various countries of the world and the absence of a downward trend. In addition to symptoms typical for diseases of the digestive organs, there are non-gastrointestinal symptoms. The oral cavity and the gastrointestinal tract are two synbatic ecosystems affected by a number of factors involved in the pathogenesis of gastrointestinal diseases.

The objective of the research was to study the morphofunctional state of the vascular bed of the tongue, stomach, and small intestine and the patterns of reconstruction of their microcirculatory bed during experimental gastritis.

Methods. The study was conducted on 60 white laboratory non-linear mature male rats with an average body weight of 180–200 g, in which gastritis was simulated. On the 14th day after the development of gastritis, the animals were sacrificed by intraperitoneal overdose of sodium thiopental solution and the material was collected. Obtained replicas of blood vessels, corrosion casts, samples of the native mucous membrane of the tongue were prepared by the generally accepted method of scanning electron microscopy and examined in a scanning electron microscope ("JEOL-25M-T220A" (Japan)).

Results. The study showed that the general angioarchitectonics of the papillae of the tongue were similar to their appearance. On the dorsal surface of the tongue, dense loops of vessels with superficial hemocapillaries were visible, which was similar to the contours of the corresponding papillae of the tongue. The study of the vascular-corrosion cast of the non-glandular part of the mucous membrane of the stomach showed that the network of the microcirculatory bed was similar the contours of its villi. A subpapillary arterial network was

visualized, from which blood was supplied to the intrapapillary capillary loops *ansae capillares*. In the small intestine, the villus artery unbranched went to its apex, where it divided into marginal capillaries, most of which received blood from the central arterial vessel. The method of corrosion casts in experimental gastritis revealed a reactive reorganization of the microcirculatory channel both in the mucous membrane of the tongue and in the mucous membrane of the stomach, which, in addition to a change in shape, spiralization, was characterized by a change in the diameter of hemocapillaries. We demonstrated an isolated capillary loop of *ansae capillares intrapapillares* of the "straight type" of the conical papilla of the tongue in normal conditions and its transformation into *ansae capillares intrapapillares* of the "spiral type" in gastritis, as well as spiral twisting of the hemocapillaries of the glandular lamina of the gastric mucosa in gastritis. An identical reconstruction of angioarchitectonics was characteristic of the mucous membrane of the small intestine.

Conclusion. The presented material demonstrates the synbativity and angioarchitectonics correspondence to the external structure of the structural elements of the mucous membrane of homologous organs and demonstrates a number of patterns of reactive structural rearrangement of their angioarchitectonics in experimental gastritis.

Keywords: mucous membrane of the tongue, tongue papillae, microcirculatory channel, reactions of exquisite, experimental gastritis, morphological studies, SEM studies.

Corresponding author: Nataliia Gevkaliuk, Department of Paediatric Dentistry, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine
e-mail: gevkalyuk@tdmu.edu.ua

РЕЗЮМЕ

Наталія Гевкалюк

<http://orcid.org/0000-0002-7718-4616>

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

Роксана Древніцька

<https://orcid.org/0000-0002-2156-8506>

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

СИНБАТНІСТЬ АНГІОАРХІТЕКТОНІКИ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ЯЗИКА ТА ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ ПРИ ПАТОЛОГІЇ ОРГАНІВ ОДНОГО ГОМОЛОГІЧНОГО РЯДУ

Вступ. Патологія органів травлення впродовж багатьох років залишається об'єктом наукових досліджень внаслідок значної її поширеності в різних країнах світу та відсутності тенденції до зниження. Крім типових для захворювань органів травлення симптомів, виділяють негастроінтестинальні. Порожнина рота та шлунково-кишковий тракт є двома синбатними екосистемами, на які впливає ряд факторів, залучених до патогенезу захворювань шлунково-кишкового тракту.

Метою дослідження було вивчення морфофункціонального стану судинного русла язика, шлунку, тонкого кишечника та закономірностей перебудови їх мікроциркуляторного русла при експериментальному гастриті.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на 60 білих лабораторних нелінійних статевозрілих щурах-самцях із середньою масою тіла 180–200 г, яким моделювали гастрит. На 14-у добу після розвитку гастриту тварин виводили з експерименту шляхом інтраперитонеального передозування розчину тіопенталу натрію та проводили забір матеріалу. Отримані репліки кровоносних судин, корозійні зліпки, зразки нативної слизової оболонки язика готували загальноприйнятим для скануючої електронної мікроскопії

методом і досліджували в сканувальному електронному мікроскопі (“JEOL-25M-T220A”) (Японія).

Результати. Дослідження показало, що загальна ангіоархітектоніка сосочків язика повторює їх зовнішній вигляд. На дорсальній поверхні язика видно щільні петлі судин із поверхневими гемокапілярами, які повторюють контури відповідних сосочків язика. Вивчення судинного корозійного зліпка незалозистого відділу слизової оболонки шлунку показало, що мережа мікроциркуляторного русла повторює контури його ворсинок. Візуалізується підсосочкова артеріальна сітка, з якої кровопостачаються внутрішньососочкові капілярні петлі *ansae capillares*. В тонкій кишці артерія ворсинки направляє нерозгалуженою до її верхівки, де вона розділяється на маргінальні капіляри, більшість із яких отримує кров від центральної артеріальної судини. Метод корозійних зліпків при експериментальному гастриті показав реактивну перебудову мікроциркуляторного русла як в слизовій оболонці язика, так і в слизовій шлунка, яка, крім зміни форми – спіралізації, характеризується зміною діаметру гемокапілярів. Нами продемонстровано ізольовану капілярну петлю *ansae capillares intrapapillares* «прямого типу» конічного сосочка язика в нормі та її перетворення в *ansae capillares intrapapillares* «спірального типу» при гастриті, а також спіральне закручування гемокапілярів залозистої пластинки слизової оболонки шлунку при гастриті. Ідентична перебудова ангіоархітектоніки характерна для слизової оболонки тонкого кишечника.

Висновки. Представлений матеріал демонструє синбатність і відповідність ангіоархітектоніки до зовнішньої будови структурних елементів слизової оболонки органів одного гомологічного ряду та демонструє ряд закономірностей реактивної структурної перебудови їх ангіоархітектоніки при експериментальному гастриті.

Ключові слова: слизова оболонка язика, сосочки язика, мікроциркуляторне русло, ексвізитні реакції, експериментальний гастрит, морфологічні дослідження, СЕМ-дослідження.

Автор, відповідальний за листування: Наталія Гевкалюк, кафедра дитячої стоматології, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна
e-mail: gevkaljuk@tdmu.edu.ua

ВСТУП

Патологія органів травлення впродовж багатьох років залишається об’єктом наукових досліджень внаслідок значної її поширеності в різних країнах світу та відсутності тенденції до зниження [1]. В даний час, крім типових для захворювань органів шлунково-кишкового тракту (ШКТ) симптомів, виділяють негастроінтестинальні симптоми [2–4]. Внаслідок анатоμο-фізіологічної спільності органів ШКТ і початкового його відділу – порожнини рота – створюються передумови для залучення в патологічний процес органів порожнини рота при захворюваннях органів травлення [5, 6]. І навпаки,

патологічні процеси в порожнині рота стають вогнищами хронічної інфекції, призводячи до порушення функціонування шлунково-кишкового тракту та загострень його хронічних захворювань [7–9].

Порожнина рота та шлунково-кишковий тракт є двома синбатними (від гр. συγγένεια – спорідненість), взаємопов’язаними екосистемами, на які впливає ряд факторів, залучених до патогенезу захворювань ШКТ [10–12]. Оскільки між органами порожнини рота та ШКТ існує прямий морфофункціональний зв’язок [4], найчастішими проявами патологічних станів є запальні

захворювання тканин пародонта [13, 14], ураження слинних залоз [15, 16], твердих тканин зубів [17–19], слизової оболонки порожнини рота [20–22]. Як маркер основних системних захворювань, зокрема й ШКТ, може служити слизова оболонка язика – життєво важливого органа порожнини рота [23, 24]. В традиційній китайській медицині діагностика язика була важливим патофізіологічним показником, який китайські практики протягом тисяч років використовували для діагностики захворювань неінвазивним і простим діагностичним методом [25, 26]. В ряді клінічних досліджень зазначається, що стан язика змінюється залежно від перебігу патологічних процесів, зокрема в ШКТ [27, 28]. Характеристику патогенних факторів і стан внутрішніх органів, особливо шлунково-кишкового тракту, відображають прояви цих патологій на язичку [29–36].

Ряд експериментальних досліджень наводять дані, які підкреслюють роль кровотоку, зокрема, мікроциркуляції слизової оболонки органів ШКТ у патогенезі пошкодження слизової оболонки шлунка [34, 37]. На сьогоднішній день у наукових дослідженнях доступний цілий ряд експериментальних тваринних моделей, які є основним джерелом інформації про біологічні системи для вивчення схем патофізіології при різних патологічних станах, зокрема ШКТ [38–42]. Однак дослідження, які б комплексно характеризували морфофункціональний стан судинного русла органів одного гомологічного ряду – язика, шлунка та тонкої кишки на ультраструктурному рівні, відсутні. Наше дослідження є першою спробою дати морфологічну характеристику синбатних реакцій ремоделювання мікроциркуляторного русла (МЦР) топографічно різних органів одного гомологічного ряду на однотипні патологічні фактори.

Мета дослідження – встановити морфофункціональний стан судинного русла органів одного гомологічного ряду – язика, шлунка та тонкої кишки та виявити закономірності перебудови їх мікроциркуляторного русла при експериментальному гастриті.

Матеріал і методи дослідження.

Проведення експериментальних досліджень здійснювалось із дотриманням основних принципів роботи з експериментальними тваринами [43], відповідно до принципів гуманної експериментальної практики (1959), положення Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), Директив Ради Європи 86/609/ЄЕС (1986) та Європейського

Союзу 2010/10/63 ЕУ щодо експериментів на тваринах, Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 15.12.2009 р. і наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р., що підтверджено комісією з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (протокол № 75 від 01.11.2023).

В 60 білих лабораторних нелінійних статевозрілих щурів-самців із середньою масою тіла 180–200 г моделювали гастрит за методикою Мисули Н.І., Авдєєва О.В. [44]. На чотирнадцяту добу експерименту після розвитку в тварин явищ гастриту, що підтверджувалось морфологічно, тварин виводили з експерименту шляхом інтраперитонеального введення розчину тіопенталу натрію з розрахунку 6,0 мг/100 г маси тіла та проводили забір матеріалу.

Для проведення дослідження методом сканувальної електронної мікроскопії (СЕМ) [45] кровоносне русло промивали теплим ізотонічним розчином хлориду натрію, і заповнювали компаундом, розведеним хлороформом (1:1). Тканини після полімеризації розчиняли в сірчаній кислоті, а потім у 30% розчині NaOH при температурі 80° С. Отримані репліки кровоносних судин промивали у дистильованій воді, обезжирювали в спирті та ацетоні, монтували на спеціальні алюмінієві столики та покривали шаром хімічно чистого алюмінію (проба⁹⁹⁹) товщиною близько 200 Å в приладі для вакуумного розпилення металів “ВУП-6М” (ВО “SELM” м. Суми, Україна). Для дослідження використовували сканувальний електронний мікроскоп (СЕМ) “JEOL-25M-T220A” (Японія) з прискорюючою напругою 15–20 кВ при різному збільшенні. Ангіоархітектоніку сосочків язика вивчали методом СЕМ корозійних зліпків, приготовлених загальноприйнятим способом [46], що дозволяло отримувати тривимірну візуалізацію з хорошою роздільною здатністю судин мікроциркуляторного русла. Для СЕМ-дослідження нативної слизової оболонки язика взірці фіксували в 2,4% розчині глютаральдегіду на фосфатному буфері (РН = 7,4). Після фіксації зразки висушували методом заморожування переходом критичної точки та напилювали вуглецем (під кутом 90°), відтіняли алюмінієм (під кутом 15°) і створювали електропровідний шар срібла (15 нм). Для кращого виявлення сосочків язика його обробляли 10,0% розчином їдкового натру для видалення рогових мас.

Результати дослідження та їх обговорення. У своїй роботі ми виходили із положення, що будь-яке біологічне явище вимагає еволюційного пояснення,

тому є зрозумілим, як у виду ссавців створились чітка градація та диференціація слизової оболонки язика. У ссавців, на відміну від чотирьох типів сосочків язика в людей (ниткоподібні, грибоподібні, жолобуваті та листовидні), описано сім типів сосочків язика, причому їх наявність і розподіл є видоспецифічними [47]. Так, до механічних сосочків відносяться ниткоподібні, конічні, сочевицеподібні, крайові; до смакових – грибоподібні, циркумвалатні, останні представляють собою еволюційні рудиментарні структури в людини [48]. Ниткоподібні сосочки (*filiform papillae*) у вигляді загострених висупів покривають більшу частину передньої третини дорсальної поверхні язика, а сильна їх кератинізація забезпечує під час жування тертя для утримання їжі [49].

Загальна ангіоархітектоніка сосочків язика повторює їх зовнішній вигляд, а їх капіляризація відповідає загальній схемі кровопостачання сосочків язика (рис. 1). У цій схемі представлені всі традиційні ланки мікроциркуляторного русла й видно, що форма кожного виду сосочка язика вписується у загальну їх форму.

Результати проведених нами досліджень показали, що конічні сосочки (*conicae papillae*) складаються зі сполучнотканинної серцевини з епітелієм, що містить кератин, який має тонкі вторинні нитки (рис. 2). Ці сосочки мають білуватий відтінок, що пояснюється товщиною і щільністю їх

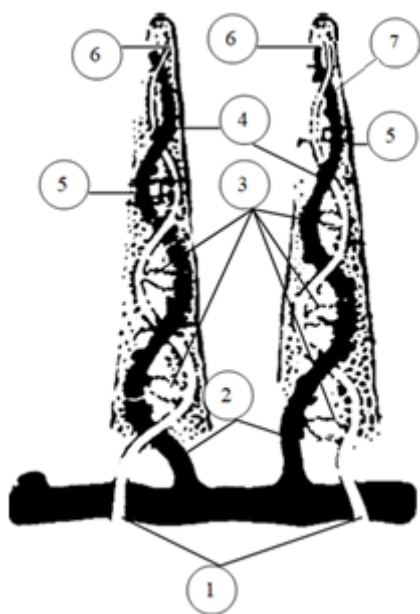


Рисунок 1 – Загальна схема мікроциркуляторного русла сосочків язика: 1 – центральна артерія; 2 – вена; 3 – артеріоло-венулярні анастомози; 4 – артеріола; 5 – рівень переходу в гемомікроциркуляторне русло; 6 – гемокapіляри; 7 – венула

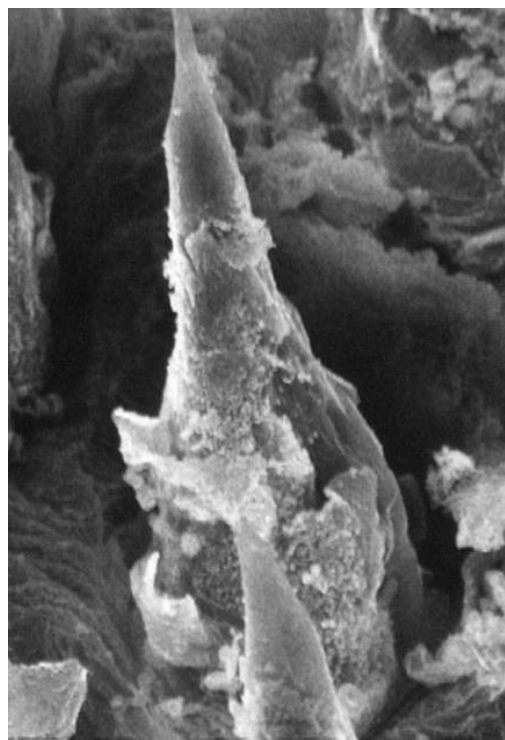


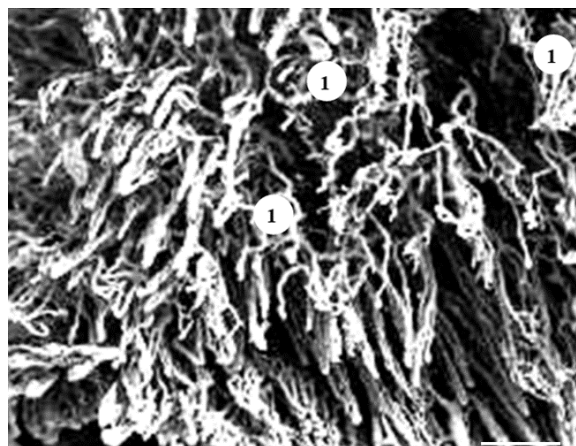
Рисунок 2 – Нативний препарат *conicae papillae* язика щура. Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення $\times 750$

епітелію. Цей епітелій зазнав своєрідної модифікації, оскільки клітини стали конусоподібними та подовженими, щільними. Вони також містять ряд еластичних волокон, які роблять їх більш твердими та еластичними, ніж інші типи сосочків.

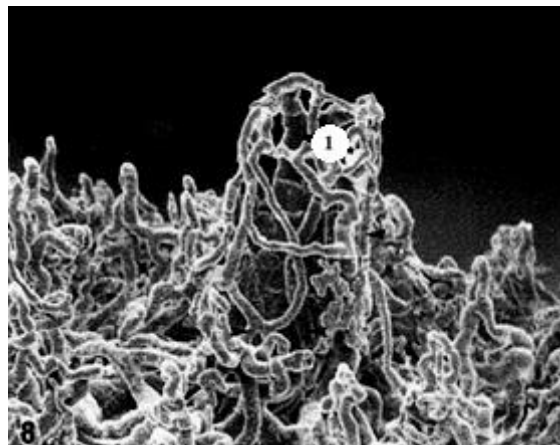
Відомо, що стан судинного русла завжди визначає функціональну здатність органів, зокрема ШКТ, включаючи порожнину рота, а стан органної гемодинаміки є одним із ключових показників у оцінці ступеня мікроциркуляторних та патоморфологічних змін. На дорсальній поверхні язика наявна значна кількість механічних і смакових сосочків, а в стінках шлунка та тонкої кишки міститься велика ворсинчаста поверхня, через яку проходить всмоктування. Необхідно відмітити, що характер органного кровообігу, зокрема, сосочків дорсальної поверхні язика, та морфологічні його особливості безпосередньо визначають функціональну здатність.

На електронній мікрофотографії дорсальної поверхні язика видно дуже щільні петлі судин із поверхневими шпилькоподібними гемокapілярами, які повторюють контури відповідних сосочків, зокрема судини ниткоподібних і грибоподібних

сосочків (*mushroom papillae*) (рис. 3). На сканувальній електронній мікрофотографії судинного зліпка, що ілюструє судини *mushroom papillae* (рис. 3 Б), мікросудинне русло представляє собою порожнистий циліндр, який підноситься над капілярними петлями ниткоподібних сосочків. Структура забезпечена декількома артеріолами та дренується однією венулою.



А



Б

Рисунок 3 – СЕМ-ілюстрація корозійних зліпків мікросудинного русла дорсальної поверхні язика щура з шпилькоподібними гемокапілярами (1) в основі ниткоподібних сосочків (А) і гемокапілярами (1) грибоподібних сосочків (Б). Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 15 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення: А: $\times 750$, Б: $\times 2000$

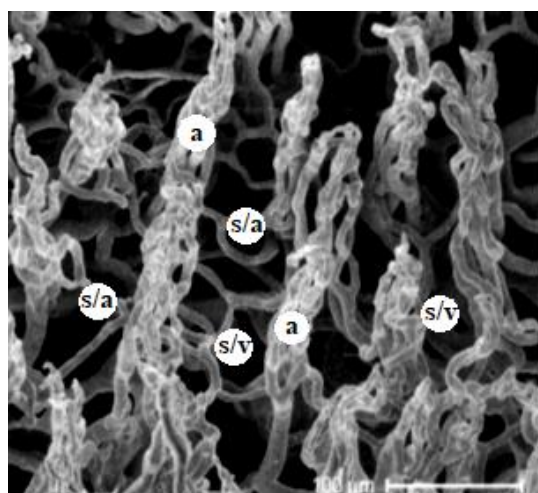


Рисунок 4 – СЕМ-ілюстрація судинного корозійного зліпка сосочків язика щура: а – артеріола, підсосочкова артеріальна сітка (s/a); підсосочкове венозне сплетіння (s/v). Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення $\times 1500$

Структурну організацію або ангіоархітекtonіку мікроциркуляторного русла слизової оболонки сосочків язика щура показано на рис. 4. Як видно з СЕМ-ілюстрації, чітко візуалізується підсосочкова артеріальна сітка, з якої постачаються внутрішньососочкові капілярні петлі *ansae capillares*, а також підсосочкове венозне сплетіння.

Використання методу корозійного зліпка судинної сітки дозволило візуалізувати внутрішньососочкову капілярну сітку *conicae papillae* (рис. 5 А), *filiform papillae* (рис. 5 Б), *mushroom papillae* (рис. 5 В). Як видно з представлених мікрофотографій, центральну венулу оточує складна капілярна мережа. На корозійних препаратах МЦР ниткоподібних сосочків представлено капілярними петлями – шпильками. СЕМ-фотографія судинного зліпка грибоподібного сосочка ілюструє циліндричне розташування капілярів, при цьому серцевина сосочка безсудинна.

Представляло інтерес із точки зору синбатності вивчити ангіоархітекtonіку мікроциркуляторного русла слизової оболонки органів шлунково-кишкового тракту, які суттєво різняться за топографією, але відносяться до органів одного гомологічного ряду. Як видно з мікрофотографії судинного корозійного зліпка (рис. 6 А), в незалозистому відділі слизової оболонки шлунка контури його ворсинок повторює мережа мікроциркуляторного русла. Візуалізується підсосочкова артеріальна сітка, з якої постачаються внутрішньососочкові капілярні петлі *ansae capillares*, а також підсосочкове венозне сплетіння.

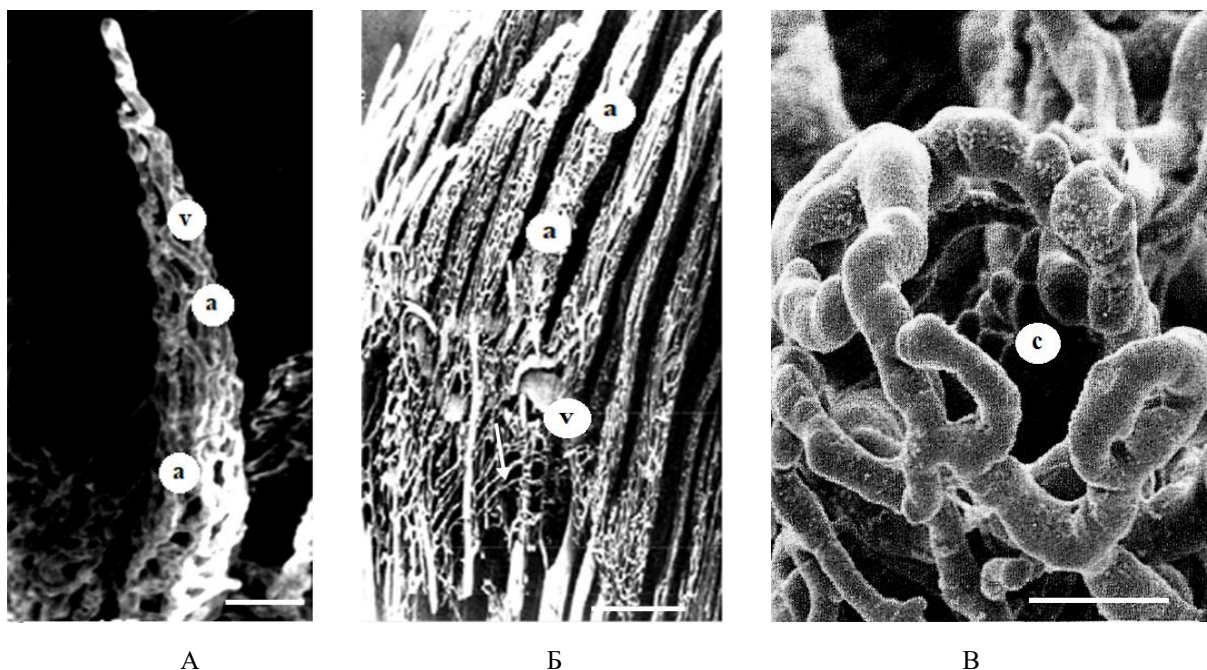


Рисунок 5 – Мікрофотографія корозійного зліпка внутрішньо сосочкової капілярної сітки *conicae papillae* (А), *filiform papillae* (Б), *mushroom papillae* (В). Складна капілярна мережа (а) оточує центральну венулу (v) (стрілки), безсудинна серцевина сосочка (с). Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок: А, Б = 100 мкм; В = 10 мкм. Оригінальне збільшення: А: $\times 3500$, Б: $\times 1500$, В: $\times 10\,000$

Особливостями слизової оболонки в тонкій кишці є кровопостачання її ворсинок (рис. 6 Б). В тонкій кишці артерія ворсинки направляється нерозгалуженою до її верхівки, де вона розділяється на дві гілки – аркадні артеріоли або маргінальні капіляри. Кровопостачання слизової оболонки ворсинок тонкої кишки здійснюється з артеріол, які

йдуть від слизового і підслизового сплетінь. СЕМ-дослідження будови мікроциркуляторного русла ворсинок показало, що більшість капілярів ворсинок отримує кров від центральної артеріальної судини, а частина капілярів біля основи ворсинки може отримувати кров від перикрипального сплетіння.

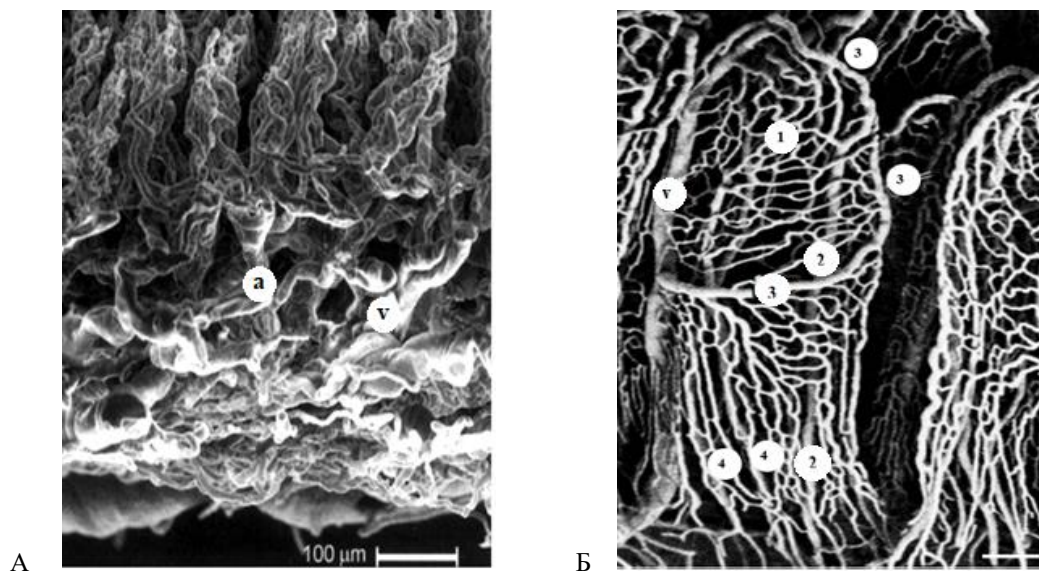


Рисунок 6 – Мікрофотографія судинного корозійного зліпка ворсинок незалозистого відділу слизової оболонки шлунка (вигляд із просвіту) (А): підсосочкова артеріальна сітка (а), підсосочкове венозне сплетіння (v) та капілярного русла ворсинок тонкого кишечника (Б): 1 – капіляри, 2 – артерія, 3 – вена, 4 – венула. Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення: А: $\times 1500$, Б: $\times 2000$

Електронно-мікроскопічна будова кровоносних судин типова для вісцеральних капілярів, які виконують обмінну функцію, на що вказує наявність фенестр, а кров від них безпосередньо поступає в густу підепітеліальну капілярну сітку ворсинки. Венозна система ворсинок тонкої кишки представлена 2–3 венулами калібром 20–35 мкм. Венули ворсинок, проникаючи під власну пластинку слизової оболонки, переходять у горизонтальні судини діаметром 70–80 мкм та формують в рихлій клітковині власної пластинки базальне венозне сплетіння, з якого виносні венозні колектори виносять кров і формують потужне підслизове венозне сплетіння. При порівнянні даних мікрофотографій видно, що ангіоархітектоніка досліджуваних органів практично ідентична і повторює зовнішні контури сосочків язика та ворсинок слизової оболонки незалежно від органа – шлунка чи тонкої кишки.

Відомо, що морфологічні зміни на рівні органної гемодинаміки шлунково-кишкового

тракту є основними ланками патогенезу функціональної недостатності при гастриті. Моделювання експериментального гастриту в щурів показало, що реакція на патологічний процес різних ланок МЦР гомологічних органів – язика, шлунка та тонкої кишки – однотипна і проявляється спіралізацією капілярів (рис. 7). В результаті дослідження показано, що при експериментальному гастриті реактивна перебудова капілярної ланки МЦР як в слизовій оболонці язика, так і в слизовій шлунка, крім зміни форми (спіралізації), характеризується зміною діаметру гемокапілярів. На СЕМ-ілюстрації показано перетворення ізольованої капілярної петлі *ansae capillares intrapapillares* «прямого типу» конічного сосочка язика в *ansae capillares intrapapillares* «спірального типу» при гастриті, а також спіральне закручування гемокапілярів залозистої пластинки слизової оболонки шлунка та ворсинок тонкої кишки при експериментальному гастриті.

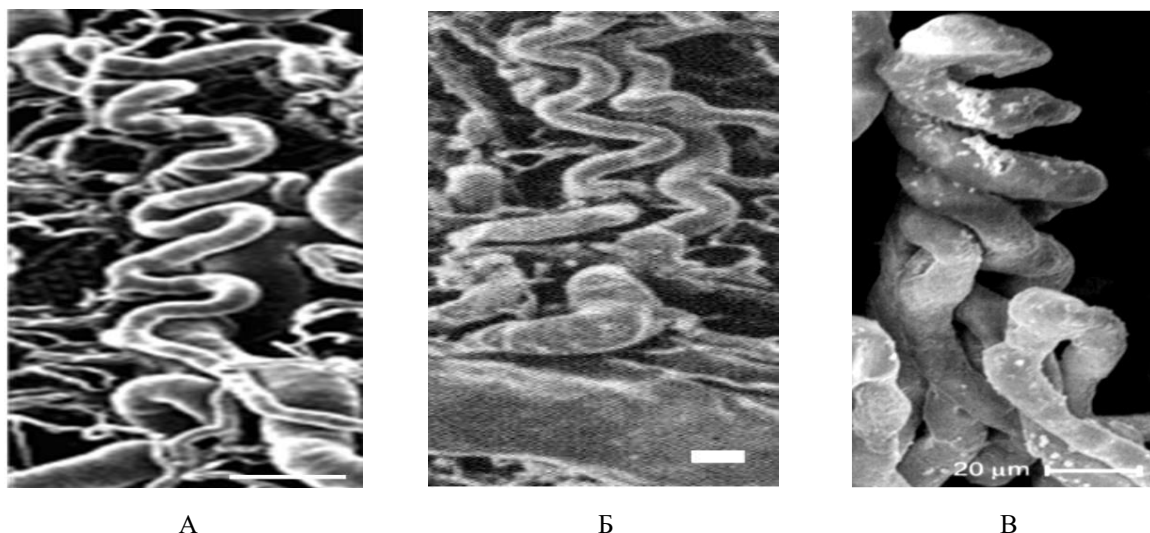


Рисунок 7 – Сканувальна електронна мікроскопія судинно-корозійних зліпків. Спіральне закручування гемокапілярів *ansae capillares intrapapillares* язика (А), залозистої пластинки слизової оболонки шлунка (Б); та ворсинок тонкої кишки (В) при експериментальному гастриті. Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга – 20 кВ, масштабний відрізок: = 20 мкм. Оригінальне збільшення: А, Б × 1500, В × 2500

Ступінь звивистості центральної кровоносної судини залежить від скорочення ворсинки в апікобазальному напрямку. Кровоносні капіляри розташовуються біля базальної мембрани епітелію, а їх ендотелій виражено стоншений і має фенестри, локалізовані на оберненій до епітелію стороні. Ендотеліальні клітини кровоносних судин впливають на мембранний потенціал гладком'язових клітин судинних стінок, і таким чином приймають участь в регуляції судинного тону та впливають на

системний і органний кровообіг. Щодо спіралізації капілярів, то вона має велике адаптивне значення, оскільки при незмінному об'ємі забезпечує максималізацію площі контакту з оточуючими тканинами, що відповідає загально біологічному закону відповідності структури до функції в кожний відрізок часу. Такий стан створює більш вигідні умови економізації простору для максимального забезпечення тканин енергетичним і пластичним матеріалом.

На однотипність реакції МЦР ниткоподібних сосочків язика при гастриті вказує форма корозійних зліпків їх мікросудин (рис. 8).

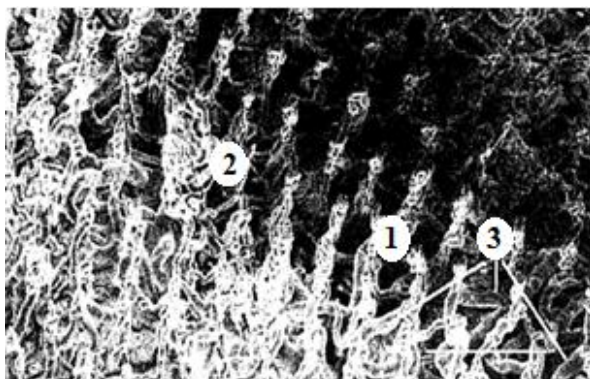
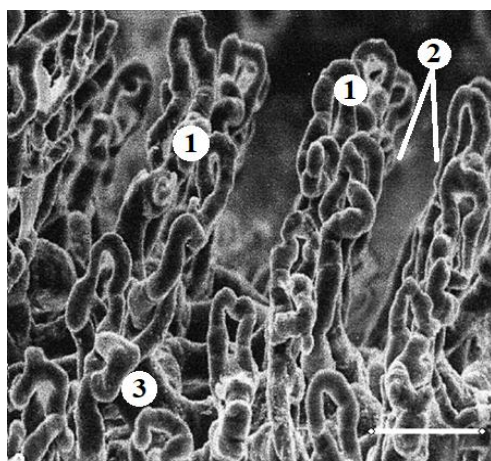


Рисунок 8 – Сканувальна електронна мікрофотографія корозійного зліпка передньої третини дорсальної поверхні язика щура у вигляді спіралізованих шпилькових капілярних петель (1) у конічних сосочках; папілярні утворення, пов'язані з грибоподібними сосочками (2); венозне сплетіння (3) при експериментальному гастриті. Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення: $\times 1500$

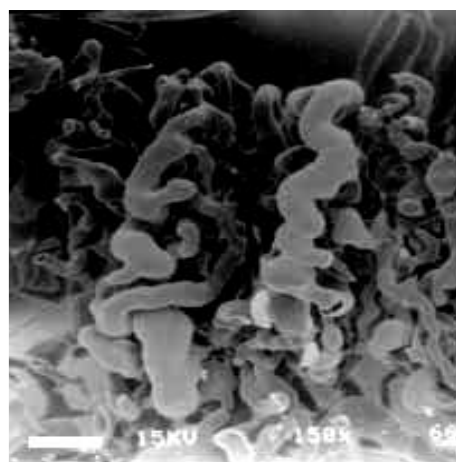
Характерні структури включають шпилькові капілярні петлі, пов'язані з конічними сосочками зі щільністю близько $140/\text{мм}^2$, папілярні утворення, пов'язані з грибоподібними сосочками, і підлягаюче більш глибоке венозне сплетіння, частково покрите капілярними петлями і структурами, що лежать вище.

Шпилько подібна структурна перебудова МЦР слизової оболонки язика є характерним типом реакції капілярів у всіх органах одного гомологічного ряду, що продемонстровано нами на прикладі МЦР язика та шлунка щура при експериментальному гастриті (рис. 9). Сканувальна електронна мікрофотографія судинної репліки ілюструє «шпилько подібні» капілярні петлі, пов'язані з ниткоподібними сосочками в задній третині дорсальної поверхні язика щура, петлі розташовані рядами, що піднімаються до поверхні під кутом $70\text{--}90^\circ$. Венозне сплетіння, що дренирує петлі, частково вкрите поверхневими шарами капілярних петель. Така перебудова ангіоархітекτονіки тісно пов'язана зі зміною поверхневої структури слизової оболонки.

Синбатність змін ангіоархітекτονіки різних органів – сосочків язика та ворсинок шлунка показано на рис. 10. На мікрофотографії гемокапілярів ниткоподібних сосочків язика (рис. 10 А) добре видно артеріолу та венулу. В місці переходу в венозне сплетіння артеріола має звуження. На мікрофотографії корозійного зліпка гемокапілярів ворсинок шлунка (рис. 10 Б) візуалізується місце переходу артеріоли в венозне сплетення. Сканувальна електронна мікрофотографія корозійного зліпка гемокапілярів ілюструє прості «шпилькові» капілярні петлі з псевдоклубочковими спіралізованими петлями в передній третині дорсальної поверхні язика щура та однотипні капілярні петлі ворсинок слизової оболонки шлунка при експериментальному гастриті. Кровоносні капіляри мають діаметр $5\text{--}7$ мкм і розташовуються біля базальної мембрани епітелію.

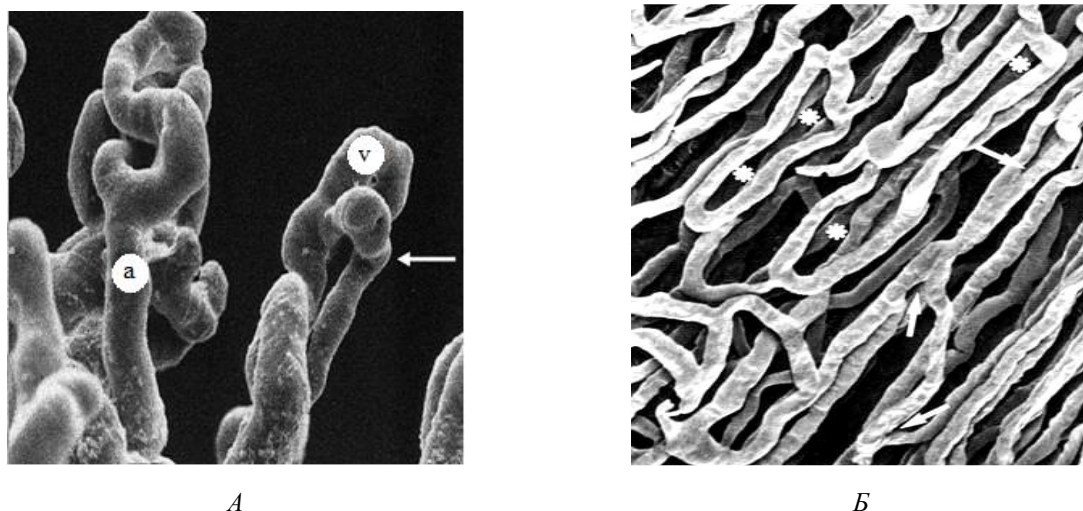


А



Б

Рисунок 9 – Сканувальна електронна мікрофотографія судинної репліки передньої третини дорсальної поверхні язика (А): капілярні петлі ниткоподібних сосочків (1), петлі розташовані рядами (2), венозне сплетіння, що їх дренирує (3); судинна репліка ворсинок шлунка (Б) щура при експериментальному гастриті. Метод: сканувальна електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення: $\times 1500$



А

Б

Рисунок 10 – Скануюча електронна мікрофотографія корозійного зліпка гемокапілярів ниткоподібних сосочків язика (А) і ворсинок шлунка (Б) при експериментальному гастриті: а – артеріола, v – вена, місце переходу артеріоли в венозне сплетення, (стрілки), гемокапілярні петлі (*). Метод: скануюча електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 20 кВ, масштабний відрізок = 100 мкм. Оригінальне збільшення: А × 2000, Б × 1500

Більшість ворсинок мають по дві вени калібром 20–35 мкм. Вени ворсинок, проникаючи під власну пластинку слизової оболонки, переходять у горизонтальні судини діаметром 70–80 мкм, формуючи потужне підслизове венозне сплетіння.

Отже, одним із ключових факторів у оцінці ступеня мікроциркуляторних та патоморфологічних змін органів шлунково-кишкового тракту є стан органної гемодинаміки, який визначає функціональну здатність органів ШКТ. Підтвердженням цього є синбатність морфологічних ознак структурної організації гемокапілярної сітки слизової оболонки язика, шлунка та тонкої кишки як органів одного гомологічного ряду. Судинне русло слизової оболонки органів шлунково-кишкового тракту проявляє свої особливості компенсаторно-адаптаційних можливостей під дією екстремальних навантажень, що призводить до структурної перебудови в усіх ланках кровоносного русла. Спіралевидні зміни мікросудин відіграють важливу функцію в біомеханіці кровообігу, так як біомеханіка скоротливого апарату судин здійснюється у вигляді спірального закручування і розкручування їх м'язових елементів, за рахунок якої відбувається як вазоконстрикція так і вазодилатація. Вивчення морфофункціональних змін судинного русла слизових оболонок язика, шлунка та тонкої кишки має важливе значення для прогнозування характеру порожнинного та пристінкового травлення при патології органів ШКТ. Особливості комплексної адаптаційної перебудови слизових оболонок органів шлунково-кишкового тракту визначають безпосередньо й гідродинамічні умови, характер

органного кровообігу та морфофізіологічні можливості його відновлення.

Дослідження структурної організації мікроциркуляторного русла та морфофункціональних змін судинного русла сосочків язика, ворсинок шлунка та тонкої кишки як органів одного гомологічного ряду продемонструвало синбатність їх морфологічних рис. Вирішення поставлених в нашому дослідженні завдань дозволило встановити синбатні особливості ремоделювання мікроциркуляторного русла слизової оболонки язика, шлунка та тонкої кишки та виявити ряд закономірностей їх перебудови при експериментальному гастриті.

Висновки.

1. Представлений матеріал демонструє синбатність і відповідність ангіоархітектоніки до зовнішньої будови структурних елементів слизової оболонки органів одного гомологічного ряду – шлунково-кишкового тракту (сосочків язика, ворсинок шлунка та тонкої кишки).

2. Синбатність закономірностей реактивної специфічної структурної перебудови ангіоархітектоніки слизової оболонки язика, шлунка та тонкої кишки при експериментальному гастриті дозволяє підтвердити право на існування вислову: «Язик – дзеркало шлунково-кишкового тракту».

3. Отримані дані дозволять формувати рекомендації в клінічній стоматології відносно лікування захворювань слизової оболонки порожнини рота, зокрема, глоситів, із більш широких позицій із урахуванням сутності синбатних реакцій при захворюваннях шлунково-кишкового тракту.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виходячи з результатів проведених нами досліджень, вбачаємо перспективу в пошуку можливих патогенетичних факторів при різних патологічних станах із метою розширення діапазону знань про синбатність реакцій слизової оболонки язика та інших захворювань органів шлунково-кишкового тракту.

ВКЛАД АВТОРІВ

Усі автори зробили істотний внесок у розробку початкової та доопрацьованої версій цієї статті. Вони несуть повну відповідальність за всі аспекти роботи і вирішення питань, пов'язаних з точністю або цілісністю наведеної інформації.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних чи фінансових відносин, які можна було б витлумачити як потенційний конфлікт інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1061453>
2. Laurikka P, Nurminen S, Kivelä L, Kurppa K. Extraintestinal Manifestations of Celiac Disease: Early Detection for Better Long-Term Outcomes. *Nutrients*. 2018;10(8):1015. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10081015>
3. Goldinova A, Tan CX, Bouma G, Duijvestein M, Brand HS, de Boer NK. Oral health and salivary function in ulcerative colitis patients. *United European Gastroenterol J*. 2020;8(9):1067-1075. doi: <https://doi.org/10.1177/2050640620957138>
4. Jung EH, Jun MK. Relationship between Risk Factors Related to Eating Disorders and Subjective Health and Oral Health. *Children (Basel)*. 2022;9(6):786. doi: <https://doi.org/10.3390/children9060786>
5. Cebrián-Carretero JL, López-Arcas-Calleja JM. Gastroesophageal reflux diagnosed by occlusal splint tintion. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11: E26-8.
6. Capodiferro S, Limongelli L, Favia G. Oral and Maxillo-Facial Manifestations of Systemic Diseases: An Overview. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(3):271. doi: <https://doi.org/10.3390/medicina57030271>
7. Kitamoto S, Nagao-Kitamoto H, Hein R, Schmidt TM, Kamada N. The Bacterial Connection between the Oral Cavity and the Gut Diseases. *J Dent Res*. 2020;99(9):1021-1029. doi: <https://doi.org/10.1177/0022034520924633>
8. Yamazaki K. Oral-gut axis as a novel biological mechanism linking periodontal disease and systemic diseases: A review. *Jpn Dent Sci Rev*. 2023;59:273-280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.08.003>
9. Yamazaki K, Kamada N. Exploring the oral-gut linkage: Interrelationship between oral and systemic diseases. *Mucosal Immunol*. 2024;17(1):147-153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mucimm.2023.11.006>
10. Asikainen P, Ruotsalainen TJ, Mikkonen JJ, Koistinen A, Ten Bruggenkate C, Kullaa AM. The defence architecture of the superficial cells of the oral mucosa. *Med Hypotheses*. 2012;78(6):790-2. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2012.03.009>
11. Diebold S, Overbeck M. Soft Tissue Disorders of the Mouth. *Emerg Med Clin North Am*. 2019;37(1):55-68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.emc.2018.09.006>
12. Elzayat H, Mesto G, Al-Marzooq F. Unraveling the Impact of Gut and Oral Microbiome on Gut Health in Inflammatory Bowel Diseases. *Nutrients*. 2023;15(15):3377. doi: <https://doi.org/10.3390/nu15153377>
13. Tsimpiris A, Grigoriadis A, Tsolianos I, Moschos I, Goulis DG, Kouklakis G. Periodontitis and Helicobacter pylori Infection: Eradication and Periodontal Therapy Combination. *Eur J Dent*. 2022;16(1):145-152. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731928>
14. Li R, Luo Y, Dong Q, Yin Y, Ma Y, Pan J, Pan Y, Zhang D. Association between the presence and genotype of *Helicobacter pylori* and periodontitis. *Exp Ther Med*. 2023;26(4):489. doi: <https://doi.org/10.3892/etm.2023.12188>
15. de Vries SAG, Tan CXW, Bouma G, Forouzanfar T, Brand HS, de Boer NK. Salivary function and oral health problems in crohn's disease patients. *Inflamm Bowel Dis*. 2018;24(6):1361-1367. doi: <https://doi.org/10.1093/ibd/izy017>
16. Liu J, Lundemann AJ, Reibel J, Pedersen AML. Salivary gland involvement and oral health in patients with coeliac disease. *Eur J Oral Sci*. 2022;130(3):e12861. doi: <https://doi.org/10.1111/eos.12861>

17. Carlaio RG, Grassi RF, Losacco T, Bottalico L, Santacroce L. Gastroesophageal reflux disease and dental erosion. A case report and review of the literature. *Clin Ter.* 2007;158(4):349-53. PMID: 17953287.
18. Chakraborty A, Anjankar AP. Association of Gastroesophageal Reflux Disease With Dental Erosion. *Cureus.* 2022;14(10):e30381. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.30381>
19. Inchingolo AD, Dipalma G, Viapiano F, Netti A, Ferrara I, Ciocia AM, Mancini A, Di Venere D, Palermo A, Inchingolo AM, Inchingolo F. Celiac Disease-Related Enamel Defects: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2024;13(5):1382. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm13051382>
20. Azatyan V, Yessayan L, Sargsyan A, Khachatryan A, Ghevondyan T, Shmavonyan M, Melik-Andreasyan G, Porksheyan K, Manrikyan M. Morphological changes in the oral mucous membrane in viral hepatitis C patients: A cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(15):9003. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph19159003>
21. Soares CD, Rocha BA, Paranaíba LMR, de Melo-Filho MR, Jorge J, de Carvalho MGF, de Almeida OP. A challenging diagnosis: Case report of oral metastasis from gastric adenocarcinoma mimicking pyogenic granuloma. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(13):e9934. doi: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000009934>
22. Petrucci M, Lucchese A, Campus G, Crincoli V, Lauritano D, Baldoni E. Oral stigmatic lesions of gastroesophageal reflux disease (GERD). *Rev Med Chil.* 2012;140(7):915-8. doi: <https://doi.org/10.4067/s0034-98872012000700014>
23. Anand PS, Kamath KP, Anil S. Role of dental plaque, saliva and periodontal disease in Helicobacter pylori infection. *World J Gastroenterol.* 2014;20(19):5639-53. doi: <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i19.5639>
24. Al Wesabi M, Al Hajri M, Shamala A, Al Sanaani S. Tongue lesions and anomalies in a sample of Yemeni dental patients: A cross-sectional study. *Journal of Oral Research.* 2017; 6(5):121-126. doi: <https://doi.org/10.17126/joralres.2017.038>
25. Sun ZM, Zhao J, Qian P, Wang YQ, Zhang WF, Guo CR, Pang XY, Wang SC, Li FF, Li Q. Metabolic markers and microecological characteristics of tongue coating in patients with chronic gastritis. *BMC Complement Altern Med.* 2013;13:227. doi: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-227>
26. Shayeb MA, Fathy E, Nadeem G, El-Sahn NA, Elsahn H, Khader IE, Habbal AWA. Prevalence of most common tongue lesions among a group of UAE population: retrospective study. *Oncology and Radiotherapy.* 2020;1(46):001-005.
27. Anitha N, Jayachandran D. Tongue lesions-a review. *Nat. Volatiles&Essent. Oils Journal.* 2021;8(5):28-37.
28. Avellaneda CB, Inzunza AFB. (2021). Lengua negra pilosa asociada a carcinoma escamocelular de esófago. *Revista Colombiana de Gastroenterología.* 2021;36(1):112-115. doi: [10.22516/25007440.623](https://doi.org/10.22516/25007440.623)
29. Burge E, Kogilwaimath S. Hairy tongue. *CMAJ.* 2021;193(16):E561. doi: <https://doi.org/10.1503/cmaj.201559>
30. Bordoni B, Morabito B, Mitrano R, Simonelli M, Toccafondi A. The Anatomical Relationships of the Tongue with the Body System. *Cureus.* 2018;10(12):e3695. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.3695>
31. Boyanova L, Panov V, Yordanov D, Gergova G, Mitov I. Characterization of oral Helicobacter pylori strain by 4 methods. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2013;77(4):287-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2013.06.030>
32. Wade W, Thompson H, Rybalka A, Vartoukian S. Uncultured Members of the Oral Microbiome. *J Calif Dent Assoc.* 2016;44(7):447-56. PMID: 27514156.
33. Hou BN, Zeng YD, Liang H, Liu R, Zhou XQ, Zhang L, Peng QH. Correlation Between Helicobacter pylori Infection and Tongue Manifestations: A Meta-analysis. *Digital Chinese Medicine.* 2018;1(2):155-163. doi: [https://doi.org/10.1016/S2589-3777\(19\)30020-5](https://doi.org/10.1016/S2589-3777(19)30020-5)
34. Abdel-Salam OM, Czimmer J, Debreceni A, Szolcsányi J, Mózsik G. Gastric mucosal integrity: gastric mucosal blood flow and microcirculation. An overview. *J Physiol Paris.* 2001;95(1-6):105-27. doi: [https://doi.org/10.1016/s0928-4257\(01\)00015-8](https://doi.org/10.1016/s0928-4257(01)00015-8)
35. Zhang H-yi, Radulescu A, Chen Y, Besner GE. HB-EGF Improves Intestinal Microcirculation after Hemorrhagic Shock. *Journal of Surgical Research.* 2011;171(1):218-225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.01.024>
36. Hui WM, Chen BW, Kung AW, Cho CH, Luk CT, Lam SK. Effect of epidermal growth factor on gastric blood flow in rats: Possible role in mucosal protection. *Gastroenterology.* 1993;104(6):1605-1610. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(93\)90635-P](https://doi.org/10.1016/0016-5085(93)90635-P)
37. Treffalls RN, Stonko DP, Edwards J, Abdou H, Savidge SG, Walker P, Scalea TM, Morrison JJ. Characterization of the mesenteric circulatory physiology during hemorrhagic shock in a swine model. *Surgery in Practice and Science.* 2022;10:100119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sipas.2022.100119>
38. Mohanty A, Eshein A, Kamineni P, Avissar U, Bliss CM, Long MT, Lowe RC, Moore TC, Nunes DP, Backman V, Roy HK. Quantification of gastric mucosal microcirculation as a surrogate marker of portal hypertension by spatially resolved subdiffuse reflectance spectroscopy in diagnosis of cirrhosis: a proof-of-concept study. *Gastrointest Endosc.* 2021;94(1):60-67.e1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.12.037>
39. Goyal N, Rana A, Ahlawat A, Bijjem KR, Kumar P. Animal models of inflammatory bowel disease: a

- review. *Inflammopharmacology*. 2014;22(4):219-33. doi: <https://doi.org/10.1007/s10787-014-0207-y>
40. Wang S, Martins R, Sullivan MC, Friedman ES, Mistic AM, El-Fahmawi A, De Martinis ECP, O'Brien K, Chen Y, Bradley C, Zhang G, Berry ASF, Hunter CA, Baldassano RN, Rondeau MP, Beiting DP. Diet-induced remission in chronic enteropathy is associated with altered microbial community structure and synthesis of secondary bile acids. *Microbiome*. 2019;7(1):126. doi: <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0740-4>
41. Dias IE, Dias IR, Franchi-Mendes T, Viegas CA, Carvalho PP. A Comprehensive Exploration of Therapeutic Strategies in Inflammatory Bowel Diseases: Insights from Human and Animal Studies. *Biomedicine*. 2024;12(4):735. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicine12040735>
42. Li CH, Pan LH, Li CY, Zhu CL, Xu WX. Localization of ANP-synthesizing cells in rat stomach. *World J Gastroenterol*. 2006;12(35):5674-9. doi: <https://doi.org/10.3748/wjg.v12.i35.5674>
43. Zaporozhyan VM, Aryaev ML. [Bioethics and biosafety]. Kyiv: Zdorovia; 2013. 456 p. Ukrainian.
44. Mysula NI, Avdieiev OV, inventors; Applicant and patent owner Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine. A method of modeling inflammatory processes of the mucous membrane of the oral cavity [Sposib modeliuвання zapalnykh protsesiv slyzovoi obolonky porozhnyy rota]. Patent utility model № 98021 Ukraine, MPK G09B23/28, G01N33/48. 2015 April 10.
45. Aharinejad S, Hagen D, Gangler P, Firbas W. Studies on the microvascularization of the digestive tract by scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. 2. Bile duct in guinea pigs. *Acta Anat (Basel)*. 1992;144(2):172-4. doi: <https://doi.org/10.1159/000147302>
46. Giuvărășteanu I. Scanning electron microscopy of vascular corrosion casts--standard method for studying microvessels. *Rom J Morphol Embryol*. 2007;48(3):257-61. PMID: 17914492.
47. König HE, Liebich HG. Veterinary anatomy of domestic animals: textbook and colour atlas. 2020,7th (updated and extended ed.). Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag. ISBN 978-3-13-242933-8.
48. Norton NS. Netter's head and neck anatomy for dentistry. 3th edn., 813 p. Philadelphia, Pa.: Saunders Elsevier. ISBN: 9780323392280. eBook ISBN: 9780323462082. Available: <https://www.elsevierhealth.com.au/netters-head-and-neck-anatomy-for-dentistry-9780323392280.html>
49. Nanci A. Ten Cate's oral histology: development, structure, and function. 2017. 9th edn, 352 p. Elsevier, Montréal, Canada. ISBN: 9780323485241. Available: <https://lccn.loc.gov/2017028518>

Received 19.06.2024

Accepted 10.09.2024

Одержано 19.06.2024

Затверджено до друку 10.09.2024

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Гевкалюк Наталія Олександрівна<http://orcid.org/0000-0002-7718-4616>

доктор медичних наук, професор, професор закладу вищої освіти кафедри дитячої стоматології
Тернопільського національного медичного університету імені І.Я.Горбачевського МОЗ України

Контактний номер телефону: +38-(096) 560-14-45

Електронна пошта: gevkalyuk@tdmu.edu.ua**Древницька Роксана Олександрівна**<https://orcid.org/0000-0002-2156-8506>

доктор філософії, асистент закладу вищої освіти кафедри терапевтичної стоматології Тернопільського
національного медичного університету імені І.Я.Горбачевського МОЗ України

Контактний номер телефону: +38-(097)-852-64-86

Електронна пошта: drevnitska_ro@tdmu.edu.ua