

COMPARATIVE STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE GLANDS OF THE MUCOUS MEMBRANE OF THE SEPTUM AND ANTERIOR WALL OF THE FRONTAL SINUS IN NORMAL CONDITIONS

¹Donetsk National Medical University (Lyman – Kropyvnyts'kyi, Ukraine)

²Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

tachserg@i.ua

The aim of our study was to establish the structural organization of the glands of the mucous membrane of the septum and the anterior wall of the frontal sinus (FS) in a normal person.

The material for the study was the mucous membrane of human FS. Cadaveric material from people of both genders aged 28 to 73 years (43 corpses: 27 male/16 female), who died from causes not related to the pathology of the paranasal sinuses, was studied in accordance with the international standards for biological research.

Complex branched alveolar-tubular glands, which were mixed on the anterior wall and protein-mucous on the septum and consisted of a system of excretory ducts with acini, were found in the mucous membrane of the FS of the anterior wall and septum. The acini of the glands of the mucous membranes of the anterior wall are formed by cylindrical cells, and the septum are formed by cuboids. We did not find any significant differences between the walls in terms of such a parameter as the outer diameter of the acini.

In the mucous membrane of the FS of the anterior wall and septum we detected the complex branched alveolar-tubular glands, which were mixed on the anterior wall and protein and mucous on the septum and consisted of a system of excretory ducts with acini.

The acini of the glands of the mucous membranes of the anterior wall were formed by the cylindrical cells, and the septum was formed by the cuboidal cells.

Morphometric study of the average thickness of the submucous layer of the mucous membrane of human FS has established quite pronounced differences in the thickness of the submucous layer on the anterior wall and septum. The thickness of the submucous layer on the anterior wall of the FS ($302.34 \pm 12.98 \mu\text{m}$ ($p < 0.05$)) was by 58% significantly greater compared to the thickness on the FS septum ($127.17 \pm 8.48 \mu\text{m}$ ($p < 0.05$)).

Key words: human subjects, frontal sinus, mucous membrane, histological structure, morphometric method.

Connection of the publication with planned research works.

The study is a part of the research project “Morpho-functional study of human internal organs and laboratory animals in various aspects of experimental medicine”, state registration number 0121U108258.

Introduction.

Morphological study of the frontal sinus (FS) is of great concern nowadays [1, 2, 3, 4]. The glands in the submucous layer of the FS mucosa have been identified years ago [5, 6, 7].

However, in the publications the authors report only a qualitative characteristic with functional data relating to the glands, not indicating their histotopographic and morphometric features. In the XXI century, the novel diagnostic, clinical and morphological features of the clinical course of frontitis have been registered [8, 9]

The investigations confirmed that the clinical manifestations of the inflammatory process in the abovementioned sinus do not always correspond to morphological changes in the mucous membranes [7, 10, 11].

Also, attention is paid to the immunohistochemical features of the glands of the mucous membrane of the frontal sinus [12].

Therefore, in our opinion, the study of histotopographic and morphometric features of the glands of the FS mucosa is of great practical importance for the contemporary morphology and clinical medicine.

The aim of study.

To determine the features of the structural organization of the glands of the mucous membrane of the septum and the anterior wall of the frontal sinus in health.

Object and research methods.

The material for the study was the mucous membrane of human FS. Cadaveric material from people of both genders aged 28 to 73 years (43 corpses: 27 male/16 female), who died from causes not related to the pathology of the paranasal sinuses, was studied in accordance with the international standards for biological research and methodological recommendations and the “Procedure for the removal of biological objects from the dead, whose bodies are subject to forensic examination and pathological examination, for scientific purposes”.

After obtaining the mucous membranes of the FS, their fragments were fixed in phosphate buffered 2.5% glutaraldehyde solution and embedded in the Epon-812 epoxy resin [7, 13, 14, 15].

To obtain the semi-thin sections, the “Selmi” UMTP-7 (Sumy PA) ultramicrotome was used. Evaluation of the quality of the obtained sections was carried out using a stereoscopic microscope. For high-quality attachment of histological sections to the surface of the slide glass, the latter together with sections were kept in a thermostat for 24 hours at a temperature of 45-50°C. The sections were stained with 0.1% toluidine blue solution and 1% methylene blue according to J.A. Lynn, or polychrome method of staining histological preparations was used [7, 16, 17, 18].

The obtained preparations were studied on the “Konus” light microscope, equipped with the Sigeta DCM-

900 9.0 MP digital microphoto attachment and the Biorex 3 (serial number 5604) software, adapted for the above studies [7].

To obtain morphometric parameters, the MOV-16 ocular-micrometer was used (Avtandilov G.G., 1990) [19]. Morphometric method was used to determine metric parameters, namely, the outer diameters of the acini of the glands of the human FS mucosa. Statistical processing of the resulting data was carried out on a personal computer using the Statistica 13 and Microsoft Excel 2016 software packages [20].

Research results and their discussion.

The findings of the study have shown that the mucous membrane of the anterior wall of human FS was characterized by the presence of submucous layer, formed by loose fibrous connective tissue with a pronounced micro-circulatory network, in which complex branched glands consisting of acini and a system of excretory ducts were found.

The acini of the glands are formed by the cylindrical cells. A significant number of secretory granules were found in the cytoplasm, which, when stained with toluidine blue, showed the α -reaction, which indicated the predominance of proteins in their composition. Additional morphological confirmation was the detection of cells at different stages of the secretory process, namely, the entry of secretory products from blood vessels, the synthesis and accumulation of secretory products, excretion and recovery. Nuclei, mostly orbicular in shape, sometimes with slight invaginations, contained mainly decondensed chromatin, indicating their functional activity, and small grains of condensed chromatin, which were diffusely located in the karyoplasm (fig. 1). The nucleolus, mostly one, had an eccentric localization.

As part of the acini, sporadic cambial cells were noted. Morphologically, they were characterized by an optically dark homogeneous cytoplasm and small orbicular nuclei, containing condensed chromatin. In the basal parts of individual acini, single lymphocytes were found, which provide the barrier function of the glands of the mucous membrane of the anterior wall of the frontal sinus. Externally, in the acini, nuclei of the fibroblasts were found, which formed a delicate capsule around the latter (fig. 1).

As shown in figure 2, excretory ducts of the glands collected the secretory products from the acini.

They were formed of 2-4 acini and excreted the secretory products to the surface of the mucous membrane of the frontal sinus. They were lined with 1-2 layers of cuboidal epithelial cells. Their basophilic cytoplasm had a structureless appearance at the light-optical level. The centric nucleus contained mainly decondensed chromatin and eccentric nucleolus. The lumens of the ducts were filled with homogeneous secretory products, which included undissolved basophilic secretory granules. The outer layer of the ducts was formed by disintegrated layer of myo-epithelial cells. The hemomicrocirculatory bed was represented by the capillary-type vessels. The loose connective tissue, adjacent to the glands, contained a predominantly fibrillar component with scarce fibroblasts.

In the submucous layer of the mucous membrane of the human frontal sinus, we have identified the alveolar-tubular glands. The acini of the glands of the first type were formed by the cuboidal epithelial cells; the nuclei were visualized in the central parts of the cells and contained mainly condensed chromatin. In the apical parts of the low-basophilic cytoplasm, secretory granules were located.

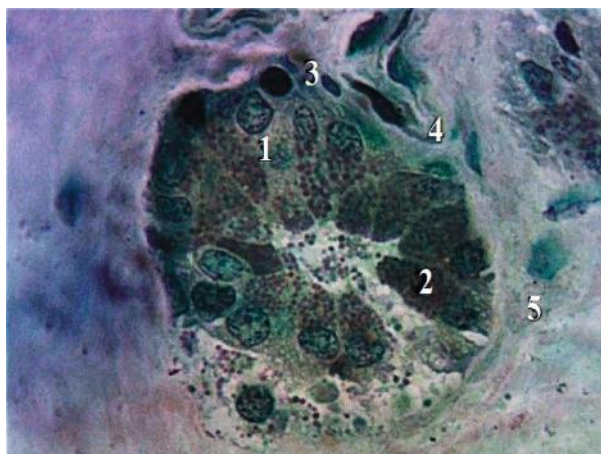


Figure 1 – The acini of the glands of the anterior wall of the human frontal sinus. Semi-thin section. Methylene blue staining. Magnification: oc. lens $\times 10$, obj. lens $\times 100$. Designations: 1 – glandulocyte, 2 – secretory granules, 3 – lymphocyte, 4 – fibroblast, 5 – collagen fibers.

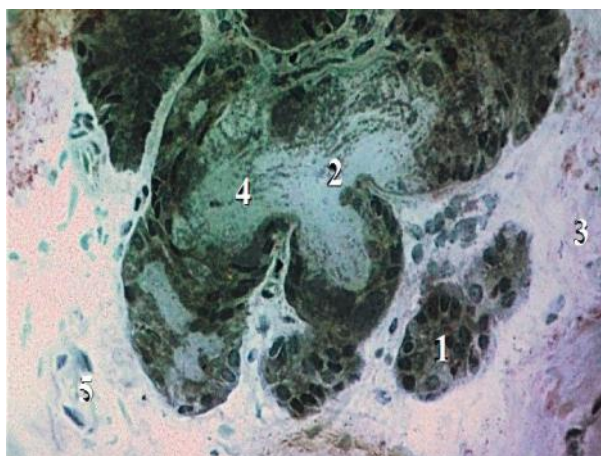


Figure 2 – Excretory ducts of the serous glands of the anterior wall of the human frontal sinus. Semi-thin section. Polychrome staining. Magnification: oc. lens $\times 10$, obj. lens $\times 40$. Designations: 1 – acini, 2 – lumen of the duct, 3 – loose connective tissue of the submucous layer, 4 – secretory products in the lumen of the duct, 5 – blood vessels.

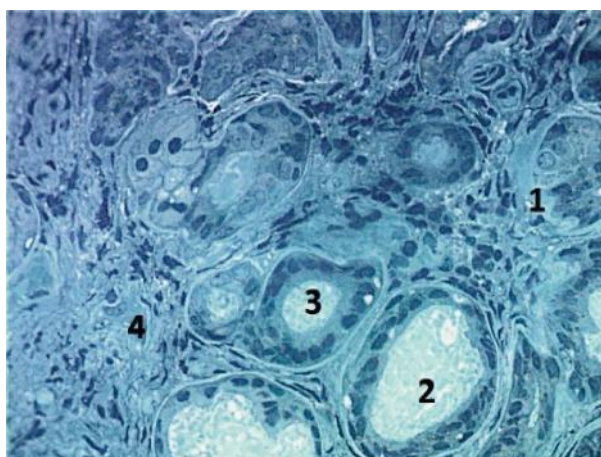


Figure 3 – Protein glands in the mucous membrane of the human frontal sinus. Semi-thin section. Methylene blue staining. Magnification: oc. lens $\times 10$, obj. lens $\times 40$. Designations: 1 – acinus of the gland, 2 – secretory products in the lumen of the excretory duct, 3 – excretory duct, 4 – connective tissue.

In the lumens, secretory products had a drop-shaped appearance (fig. 3).

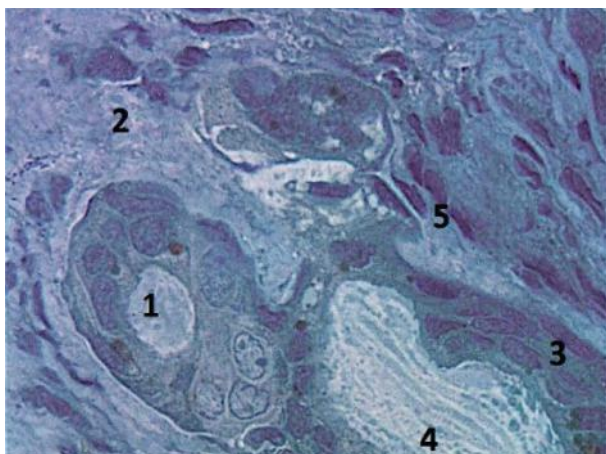


Figure 4 – Protein glands in the mucous membrane of the human frontal sinus. Semi-thin section. Toluidine blue staining. Magnification: oc. lens $\times 10$, obj. lens $\times 100$. Designations: 1 – the lumen of the acini, 2 – connective tissue, 3 – epithelial cells of the excretory duct, 4 – secretory products in the lumen of the excretory duct, 5 – nuclei of the fibroblasts.

The wall of the excretory ducts was formed by a layer of the cuboidal epithelial cells, among which we detected the “light” and “dark” cells by the optical density of the cytoplasm.

In the “light” cells, the nuclei were orbicular, contained mainly decondensed chromatin and two nucleoli. In the cytoplasm, secretory granules were found in the apical regions.

The nuclei of the “dark” epithelial cells were ovoid, with a long axis oriented perpendicular to the basement membrane. Optically dense cytoplasm was homogeneous. The obtained data make it possible to assign the latter cells a cambial role in the composition of the ductal epithelium of the glands of the first type (fig. 4).

The secretory products in the lumen were defined in the form of optically light and optically dense stripes. In the lumen of individual ducts, we discovered secretory products of high optical density, which completely filled the lumens. In the abovementioned ducts of the glands of the first type, we found areas of cistern-like dilatation with thinning of the wall.

The alveolar acini of the glands of the second type were formed by a single layer of cuboidal epithelial cells with a low-basophilic cytoplasm. The nuclei were located in the basal parts of the cells, were oval in shape and contained mainly decondensed chromatin. A characteristic feature of the acinar epithelial cells was the presence of small polymorphic osmiophilic secretory granules in the apical plasmalemma. The secretory products in the lumens had an average optical density, was heterogeneous due to osmiophilic drops.

The wall of the excretory ducts was formed by a multi-nucleate epithelium on the basement membrane. Among the cells, basal, prismatic and goblet epithelial cells were noted. Cuboidal basal cells contained ovoid nuclei oriented along a long axis parallel to the basement membrane. Prismatic epithelial cells reached the lumen of the ducts, basophilic secretory granules were localized in the apical part. Goblet cells were marked by a relatively high local-

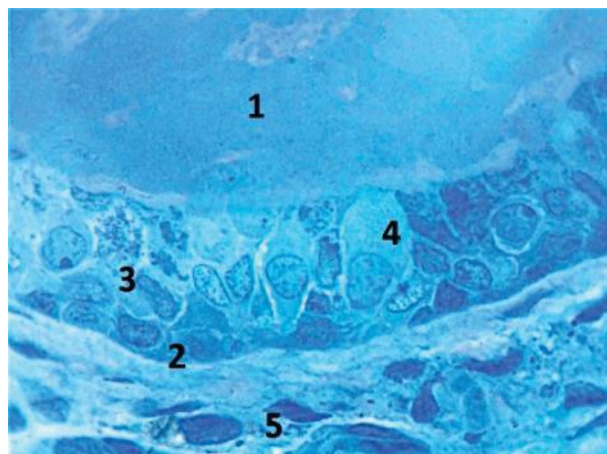


Figure 5 – Excretory duct of the mucous gland in the mucous membrane of the septum of the human frontal sinus. Semi-thin section. Methylene blue staining. Magnification: oc. lens $\times 10$, obj. lens $\times 100$. Designations: 1 – lumen of the duct, 2 – basal epithelial cell, 3 – interstitial epithelial cell, 4 – goblet cell, 5 – fibroblasts.

Table – The ratio of the morphometric parameters of the thickness of the submucous layer and the outer diameter of the acini of the glands of the anterior wall and the septum of the normal human frontal sinus, μm

Parameter	Anterior wall		Septum	
	on the left (n=10)	on the right (n=10)	on the left (n=10)	on the right (n=10)
The thickness of the submucous layer	299,65 \pm 14,63	302,34 \pm 12,98	127,17 \pm 8,48*	124,93 \pm 7,89*
Outer diameter of the acini of the glands	29,85 \pm 3,04	29,84 \pm 2,47	25,42 \pm 1,68 *	25,89 \pm 1,38 *

Notes: ∞ – $p < 0.05$ compared to the values of the opposite side; * – $p < 0.05$ compared to the values of the anterior wall.

ization of large orbicular nuclei and decondensed chromatin.

In the lumens, the secretory products were of a fairly high optical density (fig. 5).

No significant difference in the thickness of the submucous layer of the anterior wall of the FS on the left (299.65 \pm 14.63 μm) and right (302.34 \pm 12.98 μm) was found. Similarly, no significant differences in the thickness of the submucous layer on both sides was noted. Since we found glands in the submucous layer of the anterior wall of FS, we carried out a morphometric study of the outer diameters of the acini. The mean values of the outer diameter of the acini of the glands of the anterior wall of the human frontal sinus were 29.85 \pm 3.04 μm on the left and 29.84 \pm 2.47 μm on the right. No significant differences in the size of the acini on both sides were found (table).

No significant difference in the values of the average thickness of the submucous layer of the FS septum on the left (127.33 \pm 8.48 μm) and right (124.93 \pm 7.89 μm) was found. Morphometric analysis showed that the outer diameter of the acini of the glands of the human FS septum was on the average of 25.42 \pm 1.68 μm on the left and 25.89 \pm 1.38 μm on the right (table).

Conclusions.

In the mucous membrane of the FS of the anterior wall and septum we detected the complex branched alveolar-tubular glands, which were mixed on the anterior wall and protein and mucous on the septum and consisted of a system of excretory ducts with acini.

The acini of the glands of the mucous membranes of the anterior wall were formed by the cylindrical cells, and the septum was formed by the cuboidal cells.

Morphometric study of the average thickness of the submucous layer of the mucous membrane of human FS has established quite pronounced differences in the thickness of the submucous layer on the anterior wall and septum. The thickness of the submucous layer on the anterior wall of the FS ($302.34 \pm 12.98 \mu\text{m}$ ($p < 0.05$)) was by 58% significantly greater compared to the thickness on the FS septum ($127.17 \pm 8.48 \mu\text{m}$ ($p < 0.05$)).

The resulting metric parameters of the outer diameter of the acini of the glands of the anterior wall and the septum of the FS showed no significant differences with the thickness of the submucous layer.

Prospects for further research.

In the perspective of further research, it is planned to investigate the structural organization of the glands of the mucosa of the septum and the anterior wall of the frontal sinus in people with chronic frontitis.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-461-468

УДК 616.216.2:616.212-06-07

¹Сербін С. І., ¹Дубина С. О., ¹Бондаренко С. В., ²Свінцицька Н. Л.,

²Устенко Р. Л., ²Білаш В. П., ²Гринь В. Г.

ПОРІВНЯЛЬНА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАЛОЗ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ПЕРЕГОРОДКИ ТА ПЕРЕДНЬОЇ СТІНКИ ЛОБОВОЇ ПАЗУХИ ЛЮДИНИ У НОРМІ

¹Донецький національний медичний університет (м. Лиман – м. Кропивницький, Україна)

²Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

tachserg@i.ua

Метою нашого дослідження було встановлення структурної організації залоз слизової оболонки перегородки та передньої стінки лобової пазухи (ЛП) людини у нормі.

Матеріалом для дослідження була слизова оболонка ЛП людини. Трупний матеріал осіб обох статей віком від 28 до 73 років (43 трупи: 27 чоловіків / 16 жінок), померлих від причин, не пов'язаних з патологією приносних пазух носа, досліджено згідно з міжнародними стандартами біологічних досліджень.

У слизовій оболонці ЛП передньої стінки та перегородки виявлено складні розгалужені альвеолярно-трубчасті залози, які були змішані на передній стінці та білково-слизові на перегородці і склалися із системи вивідних проток з ацинусами. Ацинуси залоз слизових оболонок передньої стінки утворені циліндричними клітинами, а перегородки – кубоподібними. Достовірних відмінностей між стінками за таким параметром як зовнішній діаметр ацинусів нами не виявлено.

У слизовій оболонці ЛП передньої стінки та перегородки виявлено складні розгалужені альвеолярно-трубчасті залози, які були змішані на передній стінці та білково-слизові на перегородці і склалися із системи вивідних проток з ацинусами.

Ацинуси залоз слизових оболонок передньої стінки утворені циліндричними клітинами, а перегородки – кубоподібними.

Морфометричне дослідження середньої товщини підслизового шару слизової оболонки ЛП людини встановило досить виражені відмінності товщини підслизового шару на передній стінці та перегородці. Товщина підслизового шару на передній стінці ЛП ($302,34 \pm 12,98 \mu\text{m}$ ($p < 0,05$)) була на 58% вірогідно більшою порівняно з товщиною на перегородці ЛП ($127,17 \pm 8,48 \mu\text{m}$ ($p < 0,05$)).

Ключові слова: людина, лобова пазуха, слизова оболонка, гістологічна будова, морфометричний метод.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження є частиною наукового проекту «Морфофункціональне дослідження внутрішніх органів людини та лабораторних тварин у різних аспектах експериментальної медицини», державний реєстраційний номер 0121U108258.

Вступ.

Морфологічне дослідження лобової пазухи (ЛП) на сьогодні є досить актуальним [1, 2, 3, 4]. Залози у підслизовому шарі слизової оболонки ЛП були виявлені роками тому [5, 6, 7].

Однак у публікаціях автори повідомляють лише якісну характеристику з функціональними даними, які стосуються залоз, не вказуючи їх гістотопографічні та морфометричні особливості. У XXI столітті зареєстровано нові діагностичні, клініко-морфологічні особливості клінічного перебігу фронтиту [8, 9].

Дослідження підтвердили, що клінічні прояви запального процесу у вищезазначеній пазусі не завжди

відповідають морфологічним змінам слизових оболонок [7, 10, 11].

Також приділено увагу імуногістохімічним особливостям залоз слизової оболонки лобової пазухи [12].

Тому, на нашу думку, вивчення гістотопографічних і морфометричних особливостей залоз слизової оболонки ЛП має важливе практичне значення для сучасної морфології та клінічної медицини.

Мета дослідження.

Визначити особливості структурної організації залоз слизової оболонки перегородки та передньої стінки лобової пазухи у нормі.

Об'єкт і методи дослідження.

Матеріалом для дослідження була слизова оболонка ЛП людини. Трупний матеріал осіб обох статей віком від 28 до 73 років (43 трупи: 27 чоловіків / 16 жінок), померлих від причин, не пов'язаних з патологією приносних пазух носа, досліджено згідно з міжнародними стандартами біологічних досліджень та методичних рекомендацій і «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають

судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей».

Після отримання слизових оболонок ЛП їх фрагменти фіксували у 2,5% розчині глутарового альдегіду на фосфатному буфері та фіксували у епоксидній смолі ЕПОН-812 [7, 13, 14, 15].

Для отримання напівтонких зрізів використовували ультрамікромом «Selmi» УМТП-7 (Сумський ВО). Оцінку якості отриманих зрізів проводили за допомогою стереоскопічного мікроскопа. Для якісного прикріплення гістологічних зрізів до поверхні предметного скла останні разом із зрізами витримували у термостаті протягом 24 годин при температурі 45-50°C. Зрізи фарбували 0,1% розчином толюїдинового синього та 1% метиленового синього за J.A. Lynn або застосовували поліхромний метод фарбування гістологічних препаратів [7, 16, 17, 18].

Отримані препарати досліджували у світловому мікроскопі "Konus", оснащеному цифровою мікрофотопроставкою Sigeta DCM-900 9.0 MP та програмним забезпеченням Biorex 3 (серійний номер 5604), адаптованим для вищевказаних досліджень [7].

Для отримання морфометричних показників використовували окуляр-мікрометр МОВ-16 (Автандилов Г.Г., 1990) [19]. Морфометричним методом визначали метричні параметри, а саме зовнішні діаметри ацинусів залоз слизової оболонки ЛП людини. Статистичну обробку отриманих даних проводили на персональному комп'ютері з використанням пакетів програм Statistica 13 та Microsoft Excel 2016 [20].

Результати дослідження та їх обговорення.

Результати дослідження показали, що для слизової оболонки передньої стінки ЛП людини характерна наявність підслизового шару, утвореного пухкою волокнистою сполучною тканиною з вираженою мікроциркуляторною сіткою, у якій розташовані складні розгалужені залози, які складаються з ацинусів і системи вивідних проток.

Ацинуси залоз утворені циліндричними клітинами. У цитоплазмі виявлено значну кількість секреторних гранул, які при фарбуванні толюїдиновим синім виявляли α-реакцію, що свідчило про переважання у їх складі білків. Додатковим морфологічним підтвердженням стало виявлення клітин на різних етапах секреторного процесу, а саме надходження продуктів секреції з кровоносних судин, синтез і накопичення продуктів секреції, виділення та відновлення. Ядра переважно округлої форми, іноді з незначними інвагінаціями, містили переважно деконденсований хроматин, що вказує на їх функціональну активність, і дрібні зерна конденсованого хроматину, які дифузно розташовувалися в каріоплазмі (рис. 1). Ядерце, переважно одне, мало ексцентричну локалізацію.

У складі ацинусів відзначені спорадичні камбіальні клітини. Морфологічно вони характеризувалися оптично темною однорідною цитоплазмою і дрібними круглими ядрами, що містять конденсований хроматин. У базальних відділах окремих ацинусів виявлені поодинокі лімфоцити, які забезпечують бар'єрну функцію залоз слизової оболонки передньої стінки ЛП. Зовні в ацинусах виявлені ядра фібробластів, які утворювали ніжку капсулу навколо останніх (рис. 1).

Як показано на рис. 2, вивідні протоки залоз збирають секреторні продукти ацинусів.

Вони утворені з 2-4 ацинусів і виводять продукти секреції на поверхню слизової оболонки ЛП. Вони вистелені 1-2 шарами кубоподібних епітеліальних

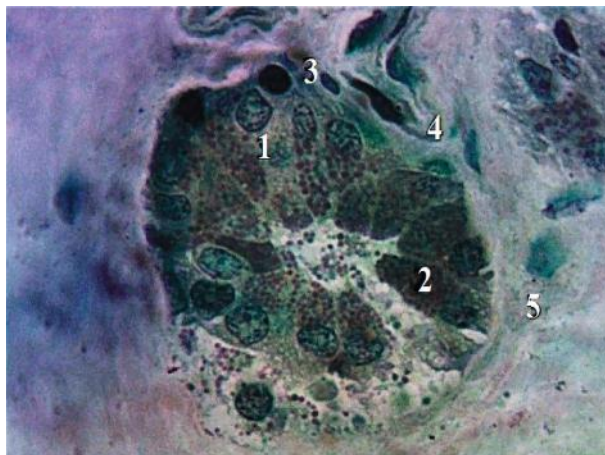


Рисунок 1 – Ацинуси залоз передньої стінки лобової пазухи людини. Напівтонкий зріз. Забарвлення метиленовим синім. Збільшення: ×10, об. ×100. Позначення: 1 – glandулоцит, 2 – секреторні гранули, 3 – лімфоцит, 4 – фібробласт, 5 – колагенові волокна.

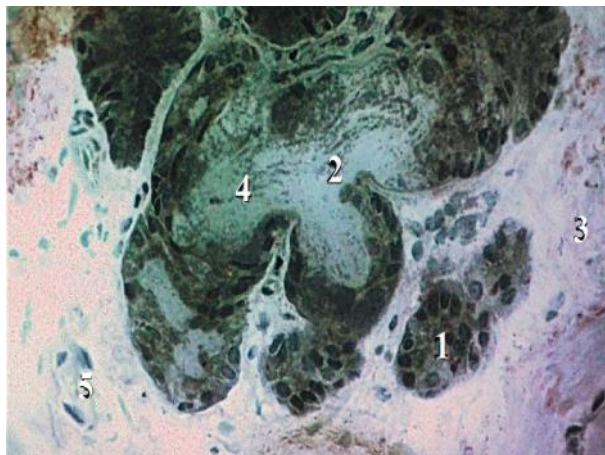


Рисунок 2 – Вивідні протоки серозних залоз передньої стінки лобової пазухи людини. Напівтонкий зріз. Поліхромне забарвлення. Збільшення: ×10, об. ×40. Позначення: 1 – ацинуси, 2 – просвіт протоки, 3 – пухка сполучна тканина підслизового шару, 4 – продукти виділення у просвіті протоки, 5 – кровоносні судини.

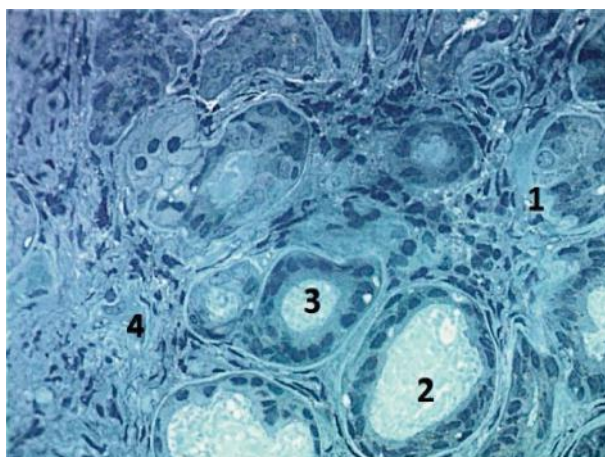


Рисунок 3 – Білкові залози в слизовій оболонці лобової пазухи людини. Напівтонкий зріз. Забарвлення метиленовим синім. Збільшення: ×10, об. ×40. Позначення: 1 – ацинуси залози, 2 – продукти виділення у просвіті вивідної протоки, 3 – вивідна протока, 4 – сполучна тканина.

клітин. Їх базофільна цитоплазма мала безструктурний вигляд на світлооптичному рівні. Центричне ядро містило в основному деконденсований хроматин і

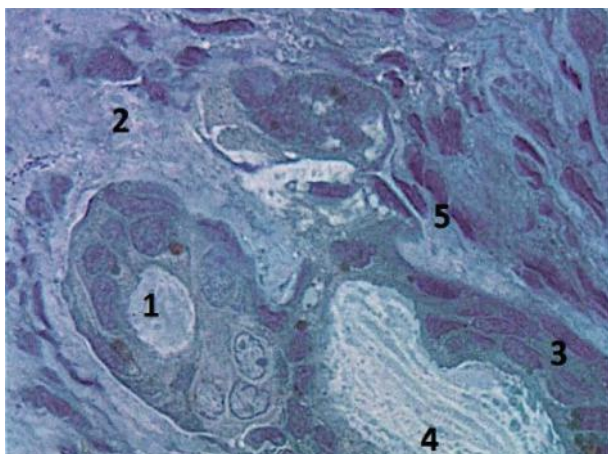


Рисунок 4 – Білкові залози у слизовій оболонці лобової пазухи людини. Напівтонкий зріз. Фарбування толуїдиновим синім. Збільшення: $\times 10$, об. $\times 100$. Позначення: 1 – просвіт ацинусів, 2 – сполучна тканина, 3 – епітеліальні клітини вивідної протоки, 4 – продукти виділення у просвіті вивідної протоки, 5 – ядра фібробластів.

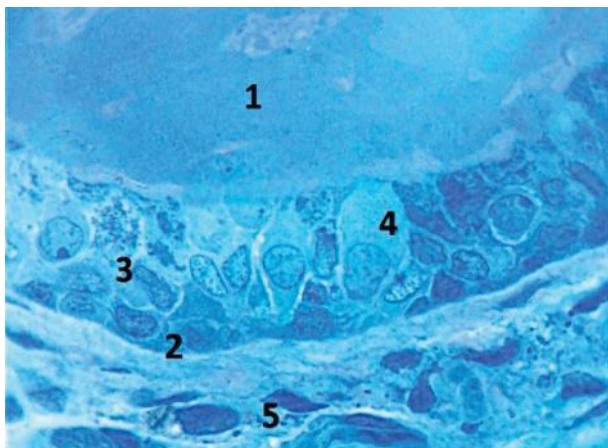


Рисунок 5 – Вивідна протока слизової залози у слизовій оболонці перегородки лобової пазухи людини. Напівтонкий зріз. Забарвлення метиленовим синім. Збільшення: $\times 10$, об. $\times 100$. Позначення: 1 – просвіт протоки; 2 – базальна епітеліальна клітина; 3 – інтерстиціальна епітеліальна клітина; 4 – келихоподібна клітина; 5 – фібробласти.

ексцентричне ядрце. Просвіти проток були заповнені однорідними секреторними продуктами, до складу яких входили нерозчинені базофільні секреторні гранули. Зовнішній шар проток утворений розпадом шару міоепітеліальних клітин. Гемомікроциркуляторне русло представлено судинами капілярного типу. Пухка сполучна тканина, що прилягала до залоз, містила переважно фібрилярний компонент з мізерною кількістю фібробластів.

У підслизовому шарі слизової оболонки ЛП людини ми виявили альвеолярно-трубчасті залози. Ацинуси залоз першого типу утворені клітинами кубоподібного

Таблиця – Співвідношення морфометричних параметрів товщини підслизового шару та зовнішнього діаметра ацинусів залоз передньої стінки та перегородки лобової пазухи людини у нормі, мкм

Параметр	Передня стінка		Перегорodka	
	зліва (n=10)	справа (n=10)	зліва (n=10)	справа (n=10)
Товщина підслизового шару	299,65 \pm 14,63	302,34 \pm 12,98	127,17 \pm 8,48*	124,93 \pm 7,89*
Зовнішній діаметр ацинусів залоз	29,85 \pm 3,04	29,84 \pm 2,47	25,42 \pm 1,68 *	25,89 \pm 1,38 *

Примітки: ∞ – $p < 0,05$ порівняно зі значеннями протилежної сторони, * – $p < 0,05$ порівняно зі значеннями передньої стінки

епітелію; ядра візуалізувалися в центральних частинах клітин і містили переважно конденсований хроматин. В апікальних відділах низькобазофільної цитоплазми розташовані секреторні гранули.

У просвітах продукти виділення мали краплеподібний вигляд (рис. 3).

Стінка вивідних проток утворена шаром кубоподібних епітеліальних клітин, серед яких за оптичною щільністю цитоплазми ми виділили «світлі» та «темні» клітини.

У «легких» клітинах ядра були круглими, містили переважно деконденсований хроматин і два ядерця. У цитоплазмі в апікальних ділянках виявлені секреторні гранули.

Ядра «темних» епітеліальних клітин були овальними, з довгою віссю, орієнтованою перпендикулярно базальній мембрані. Оптично щільна цитоплазма була однорідною. Отримані дані дають змогу віднести останнім клітинам камбіальну роль у складі епітелію проток залоз першого типу (рис. 4).

Продукти виділення у просвіті визначалися у вигляді оптично світлих і оптично щільних смуг. У просвітах окремих проток виявляли секреторні продукти високої оптичної щільності, які повністю заповнювали просвіти. У вищевказаних протоках залоз першого типу виявлені ділянки цистерноподібного розширення з потоншенням стінки.

Альвеолярні ацинуси залоз другого типу утворені одношаровими клітинами кубічного епітелію з низькобазофільною цитоплазмою. Ядра розташовувалися в базальних частинах клітин, мали овальну форму і містили переважно деконденсований хроматин. Характерною ознакою ацинарних епітеліальних клітин була наявність дрібних поліморфних осміофільних секреторних гранул в апікальній плазмалемі. Продукти виділення в просвітах мали середню оптичну щільність, були неоднорідними за рахунок осміофільних перепадів.

Стінка вивідних проток утворена багатоядерним епітелієм на базальній мембрані. Серед клітин відзначені базальні, призматичні та келихоподібні епітеліальні клітини. Кубоподібні базальні клітини містили овоїдні ядра, орієнтовані вздовж довгої осі, паралельної базальній мембрані. Призматичні епітеліоцити досягали просвіту проток, в апікальній частині локалізувалися базофільні секреторні гранули. Келихоподібні клітини відзначалися відносно високою локалізацією великих круглих ядер і деконденсованим хроматином.

У просвітах секреторні продукти мали досить високу оптичну щільність (рис. 5).

Достовірної різниці у товщині підслизового шару передньої стінки ЛП зліва (299,65 \pm 14,63 мкм) і справа (302,34 \pm 12,98 мкм) не виявлено. Так само не було відзначено істотних відмінностей у товщині підслизового шару з обох сторін. У зв'язку з виявленням залоз

у підслизовому шарі передньої стінки ЛП проводили морфометричне дослідження зовнішніх діаметрів ацинусів. Середні значення зовнішнього діаметра ацинусів залоз передньої стінки лобової пазухи людини становили ліворуч 29,85 \pm 3,04 мкм, справа – 29,84 \pm 2,47 мкм. Достовірних відмінностей у розмірах ацинусів з обох боків не виявлено (табл.).

Достовірної різниці у значеннях середньої товщини підслизового шару перегородки ЛП зліва (127,33±8,48 мкм) та справа (124,93±7,89 мкм) не виявлено. Морфометричний аналіз показав, що зовнішній діаметр ацинусів залоз перегородки ЛП людини становив у середньому 25,42±1,68 мкм зліва та 25,89±1,38 мкм справа (табл.).

Висновки.

У слизовій оболонці ЛП передньої стінки та перегородки виявлено складні розгалужені альвеолярно-трубчасті залози, які були змішані на передній стінці та білково-слизові на перегородці і складалися із системи вивідних проток з ацинусами.

Ацинуси залоз слизових оболонок передньої стінки утворені циліндричними клітинами, а перегородки – кубоподібними.

Морфометричне дослідження середньої товщини підслизового шару слизової оболонки ЛП людини встановило досить виражені відмінності товщини підслизового шару на передній стінці та перегородці. Товщина підслизового шару на передній стінці ЛП (302,34±12,98 мкм (p<0,05)) була на 58% вірогідно більшою порівняно з товщиною на перегородці ЛП (127,17±8,48 мкм (p<0,05)).

Отримані метричні параметри зовнішнього діаметра ацинусів залоз передньої стінки та перегородки ЛП не показали достовірних відмінностей від товщини підслизового шару.

Перспективи подальших досліджень.

У перспективі подальших досліджень планується дослідити структурну організацію залоз слизової оболонки перегородки та передньої стінки лобової пазухи людини при хронічних фронтитах.

References / Література

- Kolsi N, Zrig A, Chouchène H, Bouatay R, Harrathi K, Koubaa J. Imaging of complicated frontal sinusitis. Pan Afr Med J. 2017;26:209. DOI: [10.11604/pamj.2017.26.209.11817](https://doi.org/10.11604/pamj.2017.26.209.11817).
- Pronina YeN, Dovbnya YuN, Yeroshenko GA. Morphological and functional features of human frontal sinus anterior wall glands. Cambridge Journal of Education and Science. 2016;1(15):89-92.
- Pronina OM, Koptev MM, Vynnyk NI, Proskurnya SA, Filenko BM. Current view on the structure and function of the frontal sinus: literature review. Wiad Lek. 2018;71(6):1215-1218.
- Şahin S. Pott's puffy tumor secondary to frontal sinusitis. Rev Soc Bras Med Trop. 2023;56:e0622. DOI: [10.1590/0037-8682-0622-2022](https://doi.org/10.1590/0037-8682-0622-2022).
- Negus V. The function of the paranasal sinuses. AMA Arch Otolaryngol. 1957;66(4):430-42. DOI: [10.1001/archotol.1957.03830280060007](https://doi.org/10.1001/archotol.1957.03830280060007).
- Zaveleva ZA. Zhelezny slizistoy obolochki pridatochnykh pazukh nosa. Arkh. anat. gistol i embriol. 1961;40(1):41-46.
- Serbin SI, Yeroshenko HA, Svintsytska NL, Sovhyrya SM, Vynnyk NI. Histotopografichni osoblyvosti lobovoy pazukhy lyudyny v normi. Poltava: UMSA; 2019. 118 s. [in Ukrainian].
- Leung AK, Hon KL, Chu WC. Acute bacterial sinusitis in children: an updated review. Drugs Context. 2020;9:2020-9-3. DOI: [10.7573/dic.2020-9-3](https://doi.org/10.7573/dic.2020-9-3).
- Soudry E, Hwang PH. The Frontal Sinus. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2016. Chapter, Acute frontal sinusitis; p. 63-76 DOI: [10.1007/978-3-662-48523-1_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-48523-1_6).
- Ramadan HH. Revision endoscopic sinus surgery in children: surgical causes of failure. Laryngoscope. 2009;119(6):1214-7. DOI: [10.1002/lary.20230](https://doi.org/10.1002/lary.20230).
- Serbin S, Dubyna S, Bondarenko S, Sovgyrya S, Koptev M. Generalized histostructural and morphometric characteristics of the frontal sinus of human in health. Aktualni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayinskoyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2023;23(3):99-104. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.3.99>.
- Pronina OM, Bilash SM, Koptev MM, Pirog-Zakaznikova AV, Kononov BS, Oliinichenko YaO, et al. Immunohistochemical characterization of mucosal glands of the human frontal sinus septum mucosa in normal state. Azerbaijan Medical Journal. 2023;4:134-140. DOI: [10.34921/amj.2023.4.019](https://doi.org/10.34921/amj.2023.4.019).
- Kostilenko YuP, Boyko IV, Starchenko II. Metod izgotovleniya gistologicheskikh preparatov, ravnotsennykh polutonkim srezam bolshoy obzornoy poverkhnosti, dlya mnogotselevykh morfologicheskikh issledovaniy. Morfologiya. 2007;5:94-6.
- Belokon SA, Vitko YuN, Tkachenko PI, Starchenko II, Hryn VH. Optimizatsiya issledovaniya strukturnykh elementov biologicheskikh tkaney na gistotopograficheskikh shlifakh. Molodoy uchenyy. 2014;15(74):134-7.
- Hryn VH, Sherstyuk OO, Starchenko II, Prylutskyi OK, Svintsytska NL, vynakhidnyky; Vyshchyy derzhavnyy navchalnyy zaklad Ukrayiny "Ukrayinska medychna stomatolohichna akademiya", patentovlasnyk. Sposib kompleksnoho morfologichnoho doslidzhennya chervopodibnykh vidrostkiv lyudyny v epoksydnyy smoli "EPON-812". Patent Ukrayiny № 112472. 2016 Hrud 26. [in Ukrainian].
- Lynn JA. Rapid toluidine blue staining of epon-embedded and mounted "adjacent" sections. Am J Clin Pathol. 1965;44:57-8. DOI: [10.1093/ajcp/44.1.57](https://doi.org/10.1093/ajcp/44.1.57).
- Shepitko VI, Yeroshenko HA, Yakushko OS, Vilkhova OV, vynakhidnyky; Vyshchyy derzhavnyy navchalnyy zaklad Ukrayiny "Ukrayinska medychna stomatolohichna akademiya", patentovlasnyk. Sposib zabarvlennya napivtonkykh zriziv. Patent Ukrayiny № 75669. 2012 Hrud 10. [in Ukrainian].
- Yakushko OS, Shepitko VI, Yeroshenko HA, Yeromina NF. Polikhromnyy sposib zabarvlennya histolohichnykh preparativ. Svit medytsyny ta biolohiyi. 2013;3(39):61-64. [in Ukrainian].
- Avtandilov GG. Meditsinskaya morfometriya. M.: Meditsina; 1990. 384 s.
- Tanavalee C, Luksanaprukpa P, Singhatanadgige W. Limitations of Using Microsoft Excel Version 2016 (MS Excel 2016) for Statistical Analysis for Medical Research. Clinical spine surgery. 2016;29(5):203-4. DOI: [10.1097/BSD.0000000000000382](https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000382).

ПОРІВНЯЛЬНА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАЛОЗ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ПЕРЕГОРОДКИ ТА ПЕРЕДНЬОЇ СТІНКИ ЛОБОВОЇ ПАЗУХИ У НОРМИ

Сербін С. І., Дубина С. О., Бондаренко С. В., Свінцицька Н. Л., Устенко Р. Л., Білаш В. П., Гринь В. Г.

Резюме. Метою нашого дослідження було встановлення структурної організації залоз слизової оболонки перегородки та передньої стінки лобової пазухи (ЛП) людини у нормі.

Об'єкт і методи дослідження. Матеріалом для дослідження була слизова оболонка ЛП людини. Трупний матеріал осіб обох статей віком від 28 до 73 років (43 трупи: 27 чоловіків / 16 жінок), померлих від причин, не пов'язаних з патологією приносних пазух носа, досліджено згідно з міжнародними стандартами біологічних досліджень.

Результати дослідження. У слизовій оболонці ЛП передньої стінки та перегородки виявлено складні розгалужені альвеолярно-трубчасті залози, які були змішані на передній стінці та білково-слизові на перегородці і склалися із системи вивідних проток з ацинусами. Ацинуси залоз слизових оболонок передньої стінки утворені циліндричними клітинами, а перегородки – кубоподібними.

Отримані нами метричні дані такого показника як середня товщина підслизового шару слизової оболонки ЛП показала суттєву різницю між вивчаємими нами стінками зазначеного синусу (на 58% більший на передній стінці). А що стосується такого параметру як – зовнішній діаметр ацинусів, то достовірних відмінностей між стінками нами не виявлено.

Висновки. У слизовій оболонці ЛП передньої стінки та перегородки виявлено складні розгалужені альвеоларно-трубчасті залози, які були змішані на передній стінці та білково-слизові на перегородці і склалися із системи вивідних проток з ацинусами.

Ацинуси залоз слизових оболонок передньої стінки утворені циліндричними клітинами, а перегородки – кубоподібними.

Морфометричне дослідження середньої товщини підслизового шару слизової оболонки ЛП людини встановило досить виражені відмінності товщини підслизового шару на передній стінці та перегородці. Товщина підслизового шару на передній стінці ЛП ($302,34 \pm 12,98$ мкм ($p < 0,05$)) була на 58% вірогідно більшою порівняно з товщиною на перегородці ЛП ($127,17 \pm 8,48$ мкм ($p < 0,05$)).

Отримані метричні параметри зовнішнього діаметра ацинусів залоз передньої стінки та перегородки ЛП не показали достовірних відмінностей від товщини підслизового шару.

Ключові слова: людина, лобова пазуха, слизова оболонка, гістологічна будова, морфометричний метод.

COMPARATIVE STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE GLANDS OF THE MUCOUS MEMBRANE OF THE SEPTUM AND ANTERIOR WALL OF THE FRONTAL SINUS IN NORMAL CONDITIONS

Serbin S. I., Dubyna S. O., Bondarenko S. V., Svintsyts'ka N. L., Ustenko R. L., Bilash V. P., Hryn V. H.

Abstract. *The aim of our study* was to establish the structural organization of the glands of the mucous membrane of the septum and the anterior wall of the frontal sinus (FS) in a normal person.

Object and research methods. The material for the study was the mucous membrane of human FS. Cadaveric material from people of both genders aged 28 to 73 years (43 corpses: 27 male/16 female), who died from causes not related to the pathology of the paranasal sinuses, was studied in accordance with the international standards for biological research.

Research results. Complex branched alveolar-tubular glands, which were mixed on the anterior wall and protein-mucous on the septum and consisted of a system of excretory ducts with acini, were found in the mucous membrane of the FS of the anterior wall and septum. The acini of the glands of the mucous membranes of the anterior wall are formed by cylindrical cells, and the septum are formed by cuboids.

The metric data obtained by us for such an indicator as the average thickness of the submucosal layer of the mucous membrane of the FS showed a significant difference between the walls of the specified sinus that we studied. As for such a parameter as the outer diameter of the acini, we did not find any significant differences between the walls.

The metric data obtained by us for such an indicator as the average thickness of the submucosal layer of the mucous membrane of the FS showed a significant difference between the walls of the specified sinus we studied (by 58% greater on the anterior wall). As for such a parameter as the outer diameter of the acini, we did not find any significant differences between the walls.

Conclusions. In the mucous membrane of the FS of the anterior wall and septum we detected the complex branched alveolar-tubular glands, which were mixed on the anterior wall and protein and mucous on the septum and consisted of a system of excretory ducts with acini.

The acini of the glands of the mucous membranes of the anterior wall were formed by the cylindrical cells, and the septum was formed by the cuboidal cells.

Morphometric study of the average thickness of the submucosal layer of the mucous membrane of human FS has established quite pronounced differences in the thickness of the submucosal layer on the anterior wall and septum. The thickness of the submucosal layer on the anterior wall of the FS (302.34 ± 12.98 μm ($p < 0.05$)) was by 58% significantly greater compared to the thickness on the FS septum (127.17 ± 8.48 μm ($p < 0.05$)).

The resulting metric parameters of the outer diameter of the acini of the glands of the anterior wall and the septum of the FS showed no significant differences with the thickness of the submucosal layer.

Key words: human, frontal sinus, mucous membrane, histological structure, morphometric method.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Serbin S. I.: <https://orcid.org/0000-0003-4162-9377>^{ABDF}
 Dubyna S. O.: <https://orcid.org/0000-0003-0721-0855>^{ADF}
 Bondarenko S. V.: <https://orcid.org/0000-0002-6554-0724>^{CD}
 Svintsyts'ka N. L.: <https://orcid.org/0000-0002-6342-6792>^{CE}
 Ustenko R. L.: <https://orcid.org/0000-0001-9021-4472>^{BC}
 Bilash V. P.: <https://orcid.org/0000-0002-7178-3394>^{DE}
 Hryn V. H.: <https://orcid.org/0000-0001-5894-4416>^{ABDF}

Conflict of interests / Конфлікт інтересів:

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

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Serbin Serhiy Ihorovych / Сербін Сергій Ігорович
 Donetsk National Medical University / Донецький національний медичний університет
 Ukraine, 25031, Kropyvnyts'kyi, 4a Yuriya Kovalenka str. / Адреса: Україна, 25031, м. Кропивницький, вул. Юрія Коваленка 4а
 Tel.: +380508572012 / Тел.: +380508572012
 E-mail: tachserg@i.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 статистичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті

Received 17.09.2024 / Стаття надійшла 17.09.2024 року
Accepted 07.02.2025 / Стаття прийнята до друку 07.02.2025 року