

УДК 616.211-008.8:542.936:616.211-002.2:001.891.5
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-1-59-65>

Формирование текстурных признаков хронического воспаления околоносовых пазух (экспериментальное исследование)

Г. П. Захарова¹, В. В. Шабалин¹, А. А. Кривопапов^{1,2}, Н. И. Иванов¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи, Санкт-Петербург, 190013, Россия

² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Актуальность. Морфологическое исследование твердой фазы биологических жидкостей в целях диагностики патологического процесса в настоящее время достаточно широко используется в различных областях медицины. Современный этап развития морфологического исследования биологических жидкостей человека представляет применение новой технологии компьютерного статистического анализа биологических жидкостей в стадии твердого осадка. Технология основана на выявлении структурных маркеров патологического процесса в изображениях твердой фазы биологических жидкостей. В проведенных ранее исследованиях на базе программы Mathematica 13 (Wolfram Research) нами были обнаружены маркеры нарушения структуры твердой фазы секрета полости носа при хроническом риносинусите. Создана система компьютерных алгоритмов, выявившая основные текстурные признаки этих структурных маркеров при изучаемой патологии (энтропия, фрактальная размерность, степень однородности). Представленная нами в предшествующем исследовании статистическая обработка на базе применения системы компьютерных алгоритмов послужила основанием проведения автоматизированного анализа твердой фазы биологических жидкостей для диагностики патологического процесса. Однако до настоящего времени процесс образования структур, характерных для нормы и патологии при дегидратации биологической жидкости, недостаточно изучен. В связи с этим проведение экспериментального исследования процесса формирования текстурных признаков хронического риносинусита для научного обоснования их диагностического использования в практической оториноларингологии представляет в настоящее время несомненную актуальность. Цель исследования. Оценка динамики формирования текстурных признаков хронического риносинусита при дегидратации секрета полости носа. Материалы и методы. Проведено экспериментальное исследование динамики формирования текстурных признаков хронического риносинусита в процессе дегидратации секрета слизистой оболочки полости носа у 60 пациентов с данным заболеванием путем сравнительной морфологической оценки растровых изображений текстур. Использовались экспериментальные, биофизические, статистические методы, перевод жидкостей в твердую фазу (клиновидная дегидратация), видеомикроскопия и компьютерный математический анализ изображений. Результаты. Проведенные экспериментальные исследования позволили дать количественную оценку динамики формирования текстурных признаков воспалительного процесса в околоносовых пазухах (энтропии, фрактальной размерности, степени однородности) при системной самоорганизации секрета полости носа методом клиновидной дегидратации у пациентов с хроническим риносинуситом. Заключение. Представленные данные свидетельствуют, что полученные при статистической обработке текстурные признаки (энтропия, фрактальная размерность, степень однородности) представляют объективные характеристики формирующихся при дегидратации секрета полости носа при хроническом риносинусите структурных маркеров твердой фазы, что обосновывает использование статистического анализа текстур твердой фазы биологических жидкостей в автоматизированном режиме для диагностики хронического риносинусита в клинической оториноларингологической практике.

Ключевые слова: биологические жидкости, секрет полости носа, клиновидная дегидратация, хронический риносинусит, текстурные признаки, структурные маркеры, энтропия, фрактальная размерность, степень однородности.

Для цитирования: Захарова Г. П., Шабалин В. В., Кривопапов А. А., Иванов Н. И. Формирование текстурных признаков хронического воспаления околоносовых пазух (экспериментальное исследование). *Российская оториноларингология*. 2024;23(1):59–65. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-1-59-65>

Formation of textural features of chronic inflammation of paranasal sinuses (experimental study)

G. P. Zakharova¹, V. V. Shabalin¹, A. A. Krivopalov^{1,2}, N. I. Ivanov¹

¹ Saint Petersburg Scientific Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, Saint Petersburg, 190013, Russia

² Mechnikov Northwestern State Medical University, Saint Petersburg, 191015, Russia

Relevance. Morphological examination of the solid phase of biological fluids for the purpose of diagnosing a pathological process is currently quite widely used in various fields of medicine. The current stage of development of the morphological study of human biological fluids is the use of new technology for computer statistical analysis of biological fluids at the stage of solid sediment. The technology is based on identifying structural markers of a pathological process in images of the solid phase of biological fluids. In previous studies based on the Mathematica 13 program (Wolfram Research), we discovered markers of disturbances in the structure of the solid phase of nasal secretions in chronic rhinosinusitis. A system of computer algorithms was created that revealed the main textural features of these structural markers in the pathology under study (entropy, fractal dimension, degree of homogeneity). In a previous study, we presented the statistical processing based on the use of a system of computer algorithms served as the basis for automated analysis of the solid phase of biological fluids for diagnosing the pathological process. However, to date, the process of formation of structures characteristic of normal and pathological conditions during dehydration of biological fluid has not been sufficiently studied. In this regard, conducting an experimental study of the process of formation of textural signs of chronic rhinosinusitis for the scientific substantiation of their diagnostic use in practical otorhinology is currently of undoubted relevance. Objective. To assess the dynamics of the formation of textural signs of chronic rhinosinusitis during dehydration of nasal secretions. Materials and methods. An experimental study was conducted on the dynamics of the formation of textural signs of chronic rhinosinusitis in the process of dehydration of the secretion of the nasal mucosa in 60 patients with this disease through a comparative morphological assessment of raster images of textures. Experimental, biophysical, statistical methods, conversion of liquids into the solid phase (wedge-shaped dehydration), video microscopy, and computer mathematical analysis of images were used. Results. The experimental studies made it possible to quantify the dynamics of the formation of textural features of the inflammatory process in the paranasal sinuses (entropy, fractal dimension, degree of homogeneity) during the systemic self-organization of nasal secretions using the wedge-shaped dehydration method in patients with chronic rhinosinusitis. Conclusion. The presented data indicate that the textural features obtained during statistical processing (entropy, fractal dimension, degree of homogeneity) represent objective characteristics of structural markers of the solid phase formed during dehydration of nasal secretions in chronic rhinosinusitis, which justifies the use of statistical analysis of textures of the solid phase of biological fluids in automated mode for diagnosing chronic rhinosinusitis in clinical otorhinology practice.

Keywords: biological fluids, nasal secretion, wedge-shaped dehydration, chronic rhinosinusitis, textural features, structural markers, entropy, fractal dimension, degree of homogeneity.

For citation: Zakharova G. P., Shabalin V. V., Krivopalov A. A., Ivanov N. I. Formation of textural signs of chronic inflammation of the paranasal sinuses (experimental study). *Russian Otorhinology*. 2024;23(1):59-65. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-1-59-65>

Список сокращений

БЖ — биологическая жидкость
ОНП — околоносовые пазухи
ТФ — твердая фаза
ТФБЖ — твердая фаза биологических жидкостей
ХГРС — хронический гнойный риносинусит

Введение

Исследование твердой фазы биологических жидкостей в целях диагностики патологического процесса в настоящее время достаточно широко используется в стоматологии [1–3], акушерстве и гинекологии [4], геронтологии, онкологии [5], педиатрии [6, 7], оториноларингологии [8–10],

нефрологии [7], офтальмологии [11] и других областях медицины [12]. Становление нового направления в медицине морфологии биологических жидкостей человека прошло в своем развитии несколько этапов [13]. К первому этапу относится описательный период, когда диагностика различных заболеваний производится на

основании данных исследователями характеристик морфологической картины текстур твердой фазы различных биологических жидкостей (БЖ) и их отдельных компонентов в норме и при патологии [14]. В основе лежит визуальное микроскопическое исследование, которое выявляет отличие морфотипов текстур фаций пациентов с патологическим процессом от таковых у здоровых. При этом в диагностике учитываются как характерные для определенной патологии вновь образованные патологические структуры, так и изменения присутствующих в норме структур по форме, размерам, месту положения в текстуре фации. Существенным недостатком этого этапа диагностики является его субъективный характер.

Следующий этап основывается на геометрическом измерении структур образующих морфологическую картину твердой фазы БЖ у здоровых и пациентов с патологией [15].

Третий современный этап развития морфологического исследования БЖ человека представляет применение новой технологии компьютерного математического анализа текстур биологических жидкостей в стадии твердого осадка. Технология основана на выявлении структурных маркеров патологического процесса на растровых изображениях твердой фазы биологических жидкостей. Создание базы данных параметров структурных маркеров позволяет в автоматизированном режиме диагностировать наличие патологического процесса. Проведенный ранее текстурный анализ твердой фазы биологических жидкостей (ТФБЖ) секрета полости носа у пациентов с хроническим гнойным риносинуситом с использованием компьютерной и статистической обработки в автоматизированном режиме выявил текстурные признаки структурных маркеров хронического гнойного риносинусита (ХГРС): энтропию, фрактальную размерность и степень однородности. Сравнение текстурных признаков нормы и данной патологии позволило осуществить диагностику хронического риносинусита [Шабалин В. В. Биофизические механизмы формирования твердофазных структур биологических жидкостей человека: автореф. дис. д-ра биол. наук: 03.01.02. Санкт-Петербург, 2017. 48 с.]. Однако до настоящего времени процесс дегидратации БЖ, приводящий к образованию структур, характерных для нормы и патологии, изучен недостаточно. В связи с этим проведение экспериментального исследования формирования текстурных признаков хронического риносинусита при дегидратации БЖ (секрета околоносовых пазух) при данной патологии для научного обоснования и подтверждения использования их в диагностике представляет в настоящее время несомненную актуальность.

Материалы и методы исследования

Нами проведено экспериментальное исследование динамики формирования текстурных признаков хронического воспаления околоносовых пазух в процессе дегидратации секрета слизистой оболочки полости носа у 60 пациентов с хроническим гнойным риносинуситом путем сравнительной морфологической оценки растровых изображений текстур. В исследование были включены 60 пациентов с хроническим гнойным риносинуситом в стадии обострения. Возраст пациентов от 18 до 60 лет. У всех пациентов состояние определялось как легкой степени тяжести. Обследованные пациенты находились на амбулаторном консервативном лечении в Санкт-Петербургском НИИ уха, горла, носа и речи в период с 2000 по 2022 год. Контрольную группу составили 50 соматически здоровых людей в возрасте от 18 до 60 лет без патологии ЛОР-органов.

Для достижения поставленной цели нами использовались: экспериментальные, биофизические, статистические методы, перевод жидкостей в твердую фазу (клиновидная дегидратация), видеомикроскопия, компьютерный анализ и распознавание структур на цифровых изображениях. Обработка и анализ цифровых изображений со статистическим анализом полученных результатов выполнялись в программе Mathematica версия 13.0 фирмы Wolfram Research, выполняющей анализ структур изображений ТФБЖ. Материалом для работы служили файлы с изображениями, полученными путем видеозаписи процесса дегидратации. Основное внимание было уделено трем стадиям изучаемого процесса: стадии начала дегидратации, стадии начала формирования структур при испарении свободной воды, стадии окончательного формирования ТФБЖ. Регистрировалось время от начала дегидратации секрета до момента испарения свободной воды, общее время дегидратации секрета полости носа у здоровых и обследованных пациентов от начала до полного формирования структур твердой фазы. Статистические показатели исследуемых текстурных признаков регистрировались каждые пять минут процесса дегидратации.

Исследование элементов структур ТФБЖ проводили с помощью оптического микроскопа Olympus CX41. Изображения передавались в компьютер с помощью интерфейса USB от цифровой видеокамеры MMC 331C12M. Наблюдение проводилось в проходящем свете в режиме «светлого» поля. Видеозапись и отдельные фотоизображения регистрировались и обрабатывались автоматически в программе MMC Multimeter 2019 (MMCSoft, РФ). Разрешение изображений составляет 1024×720 пк.

Результаты исследования

Проведение статистического анализа динамики изменения значений текстурных признаков (энтропии, фрактальной размерности, степени однородности) при формировании структурных маркеров твердой фазы в ходе дегидратации секрета полости носа пациентов с ХГРС позволило выявить характерные особенности этого процесса. Время дегидратации секрета полости носа от начала до образования его ТФ у здоровых обследованных составило в среднем 40 мин. При хроническом воспалении околоносовых пазух (ОНП) среднее время дегидратации секрета полости носа составило 25 мин. Полученные данные обоснованы большей концентрацией белково-солевых элементов и меньшим количеством свободной воды в секрете у пациентов с хроническим гнойным риносинуситом по сравнению с составом секрета у здоровых обследованных.

Анализ динамики изучаемых текстурных признаков показал, что от начала до 15-й минуты процесса дегидратации направленное изменение их параметров происходило достаточно плавно (рис.).

Начиная с 15-й минуты дегидратации наблюдалось усиление направленного изменения показателей. Фаза перехода жидкой фазы капли БЖ к текстуре ТФ соответствовала времени испарения свободной воды и происходила начиная с 20-й минуты процесса дегидратации. Этой фазе соответствовало достаточно четко выраженное изменение показателей всех изучаемых текстур (табл.).

Соответственно данным, представленным в таблице, высокое значение энтропии, как меры беспорядочности, хаотичности термодинамической системы, в начале процесса дегидратации свидетельствует о хаотичном состоянии элементов БЖ с полным отсутствием структуры у здоровых ($7,0 \pm 0,05$) и у пациентов с ХГРС ($9,99,9 \pm 0,08$). Постепенное уменьшение энтропии в процессе дегидратации соответствует уменьшению хаотичного состояния элементов секрета при формировании структуры. Конечный этап дегидратации соответствовал полному формированию структуры твердой фазы и характеризовался уменьшением энтропии как у здоровых обследованных, так

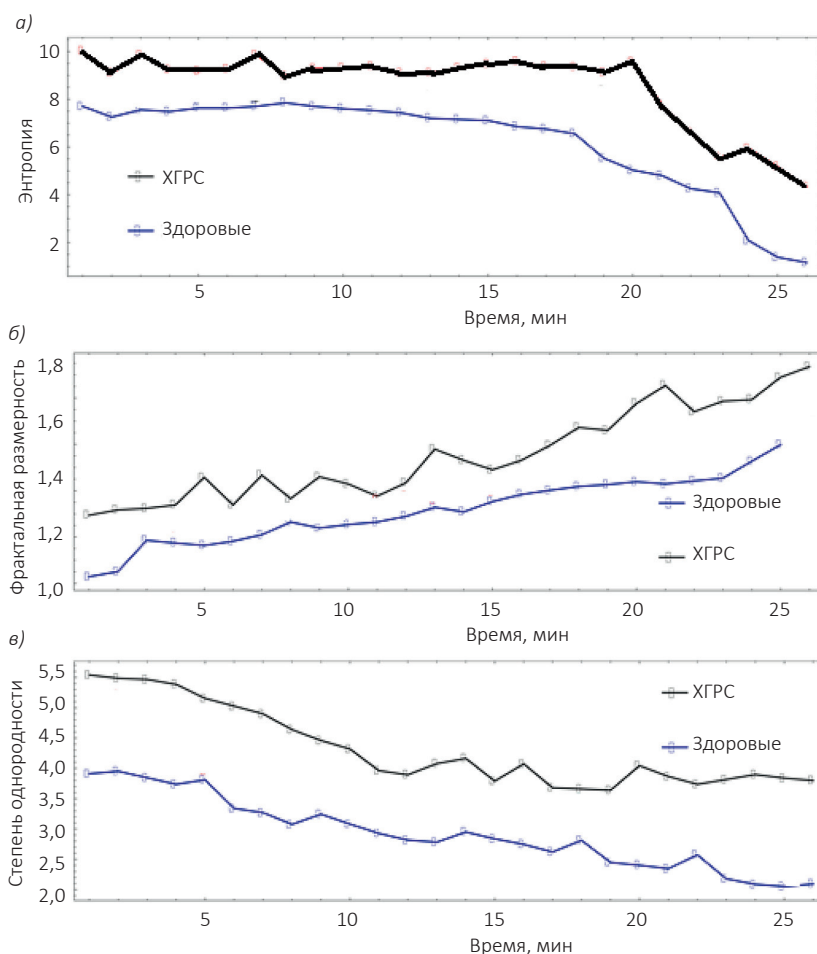


Рис. Показатели текстурных признаков структурных маркеров у здоровых и больных ХГРС за время формирования структур ТФ: а — энтропия; б — фрактальная размерность; в — степень однородности
Fig. Indicators of textural features of structural markers in healthy people and patients with chronic rhinosinusitis during the formation of structures of solid phase: а — entropy; б — fractal dimension; в — degree of homogeneity

Таблица

Численные значения показателей текстурных признаков структурных маркеров у здоровых и больных хроническим гнойным риносинуситом (ХГРС) до и после формирования структур твердой фазы секрета полости носа (энтропия, фрактальная размерность, степень однородности)

Table

Numerical values of indicators of textural characteristics of structural markers in healthy people and patients with chronic purulent rhinosinusitis (CPRS) before and after the formation of structures of the solid phase of the secretion of the nasal cavity (entropy, fractal dimension, degree of homogeneity)

	До дегидратации		После дегидратации		Разница после дегидратации Между нормой и ХГРС
	Норма	ХГРС	Норма	ХГРС	
Энтропия	7,0±0,05	9,9±0,08	1,8±0,04	4,0±0,05	2,2±0,04 $p < 0,05$
Фрактальная размерность	1,06±0,04	1,38±0,08	1,6±0,05	2,5±0,04	0,9±0,04 $p < 0,05$
Однородность	3,9±0,07	5,45±0,08	2,0±0,03	4,2±0,03	2,2±0,04 $p < 0,05$

и у пациентов с ХГРС. При этом, наблюдалось выраженное изменение энтропии (рис. а) в виде ее уменьшения с максимального значения в начале процесса дегидратации до минимума для здоровых и для пациентов с ХГРС. Разница между нормой и патологией на конечном этапе дегидратации составила $\approx 2,2 \pm 0,04$ $p < 0,05$. Полученные данные свидетельствуют о большей хаотичности расположения структур у пациентов с ХГРС. Достоверные различия для здоровых и пациентов с ХГРС в клинических группах, $p < 0,05$.

Исследование динамики фрактальной размерности, как меры сложности структуры и детализации объекта (рис. б) секрета полости носа обнаружило противоположное по сравнению с энтропией направление ее изменения в процессе дегидратации. На начальном этапе высыхания текстура исследуемой капли секрета была достаточно однородной у здоровых и у пациентов с ХГРС. По ходу процесса дегидратации наблюдалось постепенное образование структуры капли и ее усложнение, и фрактальная размерность увеличивалась в обеих группах обследованных. У здоровых пациентов фрактальная размерность капли секрета полости носа на 0–15-й минуте дегидратации была ниже, чем у пациентов с патологией, что свидетельствует о большей сложности и детализации образующихся структур при патологии. После 20-й минуты дегидратации (время испарения свободной воды), наблюдалось выраженное увеличение фрактальной размерности секрета полости носа пациентов с патологией по сравнению с ее менее выраженным изменением у здоровых обследованных без патологии. Разница между нормой и патологией на конечном этапе дегидратации составила $\approx 0,9 \pm 0,04$ $p < 0,05$. Полученные данные свидетельствуют о нарастании сложности структуры в процессе дегидратации с более выраженным усложнением у пациентов с ХГРС. Достоверные различия для здоровых и пациентов с ХГРС в клинических группах, $p < 0,05$.

Динамика в изменении степени однородности (различие в уровне однородности, обеспечива-

ющее достаточную точность статистических выводов для конкретного исследования) текстуры секрета полости носа (рис. в) характеризовалась ее уменьшением по мере процесса дегидратации, более выраженным при патологии. Разница между нормой и патологией после дегидратации составила $2,2 \pm 0,04$ $p < 0,05$. Полученные данные свидетельствуют о более выраженной неоднородности образовавшихся при дегидратации структур при патологии. Достоверные различия для здоровых и пациентов с ХГРС в клинических группах $p < 0,05$. Изменение количественных показателей текстуры фации происходило на фоне качественных изменений морфологической картины, находящихся в зависимости от физико-химических свойств исследуемого секрета.

Заключение

Проведенный нами анализ динамики изменения значений текстурных признаков хронического воспаления околоносовых пазух: энтропии, фрактальной размерности, степени однородности в процессе дегидратации секрета полости носа у обследованных здоровых и пациентов с ХГРС показал: длительность процесса дегидратации секрета полости носа у пациентов с ХГРС меньше, чем у здоровых соответственно 25 и 40 минут. Полученные данные обоснованы большей концентрацией белково-солевых элементов и меньшим количеством свободной воды в секрете у пациентов с хроническим гнойным риносинуситом, что способствует более быстрому испарению и образованию твердофазных структур по сравнению с составом секрета у здоровых обследованных.

Фаза перехода жидкой фазы капли БЖ к текстуре ТФ на этапе испарения свободной воды начинается с 20-й минуты процесса дегидратации и характеризуется быстрым изменением количественных показателей текстур соответственно их первоначальной направленности.

Конечная фаза дегидратации с окончательным формированием структур твердой фазы

характеризуется закономерным для системной самоорганизации: уменьшением энтропии и однородности и увеличением фрактальной размерности по сравнению с их исходными данными как у здоровых, так и у обследованных пациентов с ХГРС. При этом при патологии неупорядоченность, сложность, неоднородность вновь образованных структур были наиболее ярко выражены и объективно отличались от таковых у здоровых.

Представленные результаты экспериментального исследования свидетельствуют, что полученные при статистической обработке текстурные признаки (энтропия, фрактальная размерность,

степень однородности) служат объективными характеристиками формирующихся при дегидратации секрета полости носа при хроническом риносинусите структурных маркеров твердой фазы, что подтверждает обоснованность использования статистического анализа текстур твердой фазы биологических жидкостей в автоматизированном режиме для диагностики хронического риносинусита в клинической оториноларингологической практике.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Мартусевич А. К., Ковалева Л. К., Козлова Л. М., Тужилкин А. Н., Федотова А. С., Краснова С. Ю. Изучение дегидратационной структуризации ротовой жидкости человека на твердой подложке. *Клиническая стоматология*. 2020;3(95):4–9. https://doi.org/10.37988/1811-153X_2020_3_4
Martusevich A. K., Kovaleva L. K., Kozlova L. M., Tuzhilkin A. N., Fedotova A. S., Krasnova S. Yu. Study of dehydration structuring of human oral fluid on a solid support. *Clinical Dentistry*. (In Russ) https://doi.org/10.37988/1811-153X_2020_3_4
2. Донская О. С., Антонова И. Н., Горбачева И. А. Маркеры патологии в периферической зоне фаций ротовой жидкости у пациентов с биоминералопатиями. *Российская оториноларингология*. 2017;3(88):30–36. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2017-3-30-36>
Donskaya O. S., Antonova I. N., Gorbacheva I. A. Pathology markers in the peripheral area of oral fluid facies in patients with biomineralopathology. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2017;3:30–36. (In Russ). <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2017-3-30-36>
3. Vadzyuk S. N., Boliuk Yu. V., Luchynskiy M. A., Sluchyk V. M., Zukow W. Crystallographic features of oral fluid in young people with gingivitis. *Journal of education, health and sport*. 2020;10(9):172–82. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.09.019>
4. Шварев Е. Г., Дикарева Л. В., Оводенко Д. Л., Аюпова А. К., Зоева А. Р. Маркеры эндометриальных биологических жидкостей в диагностике опухолей придатков матки. *Российский вестник акушера-гинеколога*. 2021;21(3):25–30. <https://doi.org/10.17116/rosakush20212103125>
Shvarev E. G., Dikareva L. V., Ovodenko D. L., Ayupova A. K., Zueva A. R. Endometrial biological fluid markers in the diagnosis of the uterine appendage tumors. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist*. 2021;21(3):25–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/rosakush20212103125>
5. Nikanjam M., Kato S., Kurzrock R. Liquid biopsy: current technology and clinical applications. *J Hematol Oncol*. 2022; 15:131. <https://doi.org/10.1186/s13045-022-01351>
6. Шатохина С. Н., Чугунова О. Л., Голубева Н. Г., Шабалин В. Н. Новый метод диагностики кандидоза органов мочевой системы у детей неонатального периода. *Педиатрия*. 2001; 3:65–68.
Shatohina S. N., Chugunova O. L., Golubeva N. G., Shabalin V. N. A new method for diagnosing candidiasis of the urinary system in children of the neonatal period. *Pediatrics*. 2001;3:65–68. (In Russ.).
7. Шатохина С. Н. Новый способ диагностики гипоксическо-ишемического поражения почек у новорожденных детей. *Вопросы современной педиатрии*. 2002;1(3):18–21.
Shatohina S. N. A new method for diagnosing hypoxic-ischemic kidney damage in newborns. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2002;1(3):18–21. (In Russ.).
8. Шабалин В. В., Захарова Г. П., Мальцева Г. С., Чернушевич И. И., Алексанян Т. А. Биофизические механизмы дегидратации секрета полости носа при воспалительных заболеваниях верхних дыхательных путей. *Вестник оториноларингологии*. 2019;84(4):17–21. <https://doi.org/10.17116/otorino20198404117>
Shabalin V. V., Zakharova G. P., Mal'tseva G. S., Chernushevich I. I., Aleksanyan T. A. Biophysical mechanisms of dehydration of nasal cavity secretion in inflammatory diseases of the upper respiratory tract. *Vestnik Oto-Rinolaringologii*. 2019;84(4):17–21. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino20198404117>
9. Захарова Г. П., Шабалин В. В., Донская О. С. Современные подходы к морфологическому исследованию биологических жидкостей. *Российская оториноларингология*. 2017;1(86):121–134. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2017-1-121-134>
Zakharova G. P., Shabalin V. V., Donskaya O. S. The present-day approaches to morphologic study of biologic fluids. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2017;1:121–134. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2017-1-121-134>
10. Захарова Г. П., Шабалин В. В., Донская О. С. Функциональная морфология как основа системного подхода к исследованию биологических жидкостей. *РМЖ*. 2017;6:430–434.
Zakharova G. P., Shabalin V. V., Donskaya O. S. Functional morphology as the basis of a systematic approach to the study of biological fluids. *RMJ*. 2017;6:430–434. (In Russ.)

11. Федоров А. А. Морфологические основы научных исследований в офтальмологии. *Вестник офтальмологии*. 2013;129(5):10–21.
Fedorov A. A. Morphological basics of scientific research in ophthalmology. *Vestnik Oftalmologii*. 2013;129(5):10-21. (In Russ.)
12. Симонова Ж. Г., Мартусевич А. К., Шубина О. И., Эмануэль В. Л. Особенности структуризации биологических жидкостей пациентов с сочетанной патологией кардиоваскулярной системы и желудочно-кишечного тракта. *Современные технологии в медицине*. 2014; 6(3):64–71.
Simonova Zh. G., Martusevich A. K., Shubina O. I., Emanuel V. L. Structuring Characteristics of Biological Fluids of Patients with Combined Cardiovascular and Gastrointestinal Pathology. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2014; 6(3):64-71 (In Russ.)
13. Мартусевич А. К. Биокристалломика в России: краткий очерк этапов становления. *Вятский медицинский вестник*. 2011;3(4):54–60.
Martusevich A. K. Biocrystallomics in Russia: a brief outline of the stages of formation. *Vyatskii medicinskii vestnik*. 2011;3(4):54-60. (In Russ.)
14. Шабалин В. Н., Шатохина С. Н. Морфология биологических жидкостей человека. М.: Хризопраз, 2001. 304 с.
Shabalin V. N., Shatokhina S. N. Morphology of human biological fluids. Moscow: Chrysopraxe, 2001. 304 p. (In Russ.)
15. Булкина Н. В., Бриль Г. Е., Постнов Д. Э., Поделинская В. Т. Количественная характеристика кристаллографической картины ротовой жидкости в норме и при воспалительных заболеваниях пародонта. *Вестник новых медицинских технологий*. 2013;1:1–7.
Bulkina N. V., Brill' G. E., Postnov D. E., Podelinskaya V. T. Quantitative characteristics of the crystallographic picture of the oral fluid in normal conditions and in inflammatory periodontal diseases. *Vestnik novykh medicinskih tekhnologii*. 2013;1:1-7 (In Russ.)

Информация об авторах

Захарова Галина Порфирьевна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии верхних дыхательных путей, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Санкт-Петербург, Россия, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: GalinaZaharovaLOR@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4779-4058>; eLibrary SPIN: 1184-2498

Шабалин Владимир Владимирович — доктор биологических наук, научный сотрудник отдела патологии верхних дыхательных путей, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: vvshabalin@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8168-2343>; eLibrary SPIN: 1078-7807; Scopus ID: 57188959944

Кривопапов Александр Александрович — доктор медицинских наук, заведующий отделом патологии верхних дыхательных путей, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); доцент кафедры оториноларингологии, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова (191015, Россия, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 4);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>; eLibrary SPIN: 8135-9408

Иванов Никита Игоревич — клинический аспирант, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: n.ivanov@niilor.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0937-5370>; eLibrary SPIN: 5178-5987; AuthorID: 1156192

Information about authors

Galina P. Zakharova — MD, Leading Researcher of the Department of Pathology of the Upper Respiratory Tract, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: GalinaZaharovaLOR@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4779-4058>; eLibrary SPIN: 1184-2498

Vladimir V. Shabalin — MD, Leading Researcher of the Department of Pathology of the Upper Respiratory Tract, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: vvshabalin@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8168-2343>; eLibrary SPIN: 1078-7807; Scopus ID: 57188959944

Aleksandr A. Krivopalov — MD, Head of the Department of Pathology of the Upper Respiratory Tract, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); docent of the Department of ORL Diseases, Mechnikov North-Western State Medical University (4, Kirochnaya str., Saint Petersburg, Russia, 191015); e-mail: Krivopalov@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>; eLibrary SPIN: 8135-9408

Nikita I. Ivanov — Clinical Aspirant, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: n.ivanov@niilor.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0937-5370>; eLibrary SPIN: 5178-5987; AuthorID: 1156192

Статья поступила 17.11.2023

Принята в печать 11.01.2024