

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm665>

Патоморфологические изменения в случае ингаляции гелия: случай из экспертной практики

Л.Г. Александрова¹, А.А. Анисимов^{1, 2}¹ Казанский государственный медицинский университет, Казань, Российская Федерация² Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Гелий, являясь инертным веществом, не оказывает существенного влияния на организм человека, но иногда при очень высоких концентрациях в воздухе может вызывать удушье и состояние кислородной недостаточности. Кислородно-гелиевая терапия зарекомендовала себя наиболее эффективным методом восстановления, реабилитации и лечения при любых видах поражения лёгких и сниженной сатурации и даже включена в рекомендации по профилактике, диагностике и лечению COVID-19.

Смертельные исходы ввиду вдыхания инертных газов, в частности гелия, в судебно-медицинской практике встречаются чрезвычайно редко. Как правило, вероятность наступления смерти в таких случаях чаще всего связывают с техногенными происшествными или нарушением техники безопасности при выполнении технологических процессов и операций, связанных с использованием газа.

Инструкции по технике безопасности при обращении с гелием предупреждают о возможном повреждении слизистой оболочки глаз и обморожении кожи, а также получении механической травмы при падении тяжеловесного баллона с газом.

Описание экспертного случая. Инертные газы, согласно общеизвестному факту, не вступают во взаимодействие с иными химическими веществами. Однако мы столкнулись со случаем суицида, где в качестве средства был выбран инертный газ: Вдыхание гелия вызвало макро- и микроморфологические изменения в организме человека, что привело к летальному исходу.

Случай из судебно-медицинской экспертной практики проиллюстрирован фотографиями микроскопических препаратов, которые наглядно демонстрируют отсутствие специфических признаков токсического воздействия на органы и ткани погибшего.

Заключение. Повреждение гелием происходит при воздействии сжатого газа низкой температуры, который и является основным поражающим фактором. Несмотря на чрезвычайную летучесть вещества, величина давления сжатого газа и очень низкая температура в момент его воздействия могут стать причиной различных телесных повреждений и даже смертельного исхода. Изучение общей патоморфологической картины может быть полезным при проведении судебно-медицинской экспертизы.

Ключевые слова: ингаляция гелия; морфологические изменения биологических тканей; бронхоспазм; экспертный случай.

Как цитировать

Александрова Л.Г., Анисимов А.А. Патоморфологические изменения в случае ингаляции гелия: случай из экспертной практики // Судебная медицина. 2021. Т. 7, № 4. С. XX–XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm665>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm665>

Pathomorphological changes due to helium inhalation: an expert case report

Liliya G. Aleksandrova¹, Andrei A. Anisimov^{1, 2}

¹ Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

² Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Helium, being an inert substance, does not have a significant effect on the human body, but sometimes at very high concentrations in the air, it can cause suffocation and a state of oxygen deficiency. Oxygen-helium therapy has proven to be the most effective recovery, rehabilitation, and treatment for all types of lung damage and reduced saturation. It is even included in the recommendations for preventing, diagnosing, and treating COVID-19.

Deaths due to inhalation of inert gases, especially helium, are sporadic in forensic practice. As a rule, the probability of death in such cases is most often associated with man-made accidents or violations of safety regulations when performing technological processes and operations related to the use of gas.

Safety instructions for handling helium warn of possible damage to the mucous membrane of the eyes and frostbite of the skin, as well as mechanical injury when a heavy gas cylinder falls.

CASE PRESENTATION: Inert gases do not interact with other chemicals. However, we encountered a suicide case where an inert gas was chosen as a means. Inhalation of helium caused macro- and micromorphological changes in the human body, which led to a fatal outcome.

The case is illustrated by photographs of microscopic preparations, which demonstrate the absence of specific signs of toxic effects on the organs and tissues of the deceased.

CONCLUSION: Despite the substance's extreme volatility, the compressed gas's pressure and low temperature can cause various injuries and even death. The study of general pathomorphology can be helpful in the conduct of a forensic medical examination.

Keywords: helium inhalation; morphological changes in biological tissues; bronchospasm; expert case.

To cite this article

Aleksandrova L.G., Anisimov A.A. Pathomorphological changes due to helium inhalation: an expert case report // *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(4):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm665>

Received: 27.10.2021

Accepted: 31.01.2021

Published: XX.XX.XXXX

ОБОСНОВАНИЕ

Смертельный исход ввиду вдыхания гелия чрезвычайно редко встречается в судебно-медицинской практике. Принимая во внимание инертность данного газа, вероятность наступления смерти чаще всего обусловлена техногенными происшествиями или нарушением техники безопасности при выполнении технологических процессов и операций, связанных с его использованием [1]. Инструкции по технике безопасности при обращении с гелием содержат предупреждение о возможном повреждении слизистой оболочки глаз и обморожении кожи, а также получении механической травмы при падении тяжеловесного баллона с газом. Однако повреждения данным веществом среди всех разнообразных видов травмы составляют лишь одиночные случаи. Одновременно с этим литературный анализ доступной литературы убедительно свидетельствует об увеличении в мире количества случаев суицида путём ингаляции гелия [2–4]. Авторы работ связывают этот факт с повсеместной доступностью вещества для детей и взрослых, в связи с чем изучение вопроса представляет особый интерес.

Цель исследования — описание морфологических изменений биологических тканей человека в случаях воздействия гелия.

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ

В нашей практике встретился случай с летальным исходом от воздействия гелия.

Обстоятельства клинического случая

Мужчина, 23 года, правильного телосложения и удовлетворительной упитанности покончил жизнь самоубийством, оставив на месте происшествия предсмертные записки. В квартире на месте происшествия были обнаружены баллоны с надписью «Гелий», трубка от которых,

длиною около 1 м, вела к труп под полиэтиленовый пакет, надетый на голову.

Результаты судебно-медицинского исследования трупа

В ходе судебно-медицинской экспертизы трупа при наружном исследовании выявлено следующее. Трупное окоченение резко выражено во всех группах мышц. Обнаружены подкожные точечные тёмно-красные кровоизлияния (экхимозы), кровоизлияния в соединительную оболочку глаз и слизистую губ. Телесных повреждений при наружном исследовании трупа не обнаружено. При внутреннем исследовании мягкие ткани и внутренние органы полнокровные, стояние жидкой крови в крупных сосудах и полостях сердца. Лёгкие на ощупь и на разрезах резко эмфизематозные, воздушные. По всем поверхностям под плеврой лёгких и эпикарде множественные точечные и мелкоочаговые тёмно-красные кровоизлияния.

При судебно-гистологическом исследовании препаратов лёгких просветы альвеол щелевидны или расширены с выпрямлением и разрывами межальвеолярных перегородок (рис. 1), расширением межальвеолярных пор и относительным запустеванием капилляров, укорочением альвеолярных мешочков, в отдельных полях зрения безвоздушны, выполнены гомогенными слабо-эозинофильными массами со значительной примесью эритроцитов, несколько увеличенных в объёме, относительно нечёткими контурами, дополненных обнаружением единичных десквамированных альвеолоцитов и клеток типа макрофагов, в том числе с бурым пигментом в цитоплазме. Просветы бронхиол фестончатые с гиперхромными нитевидными вытянутыми ядрами высоких клеток призматического эпителия с апикальной вакуолизацией и формированием «фигур колосьев» (рис. 2), содержат в небольшом количестве неравномерно распределённые слоистые массы

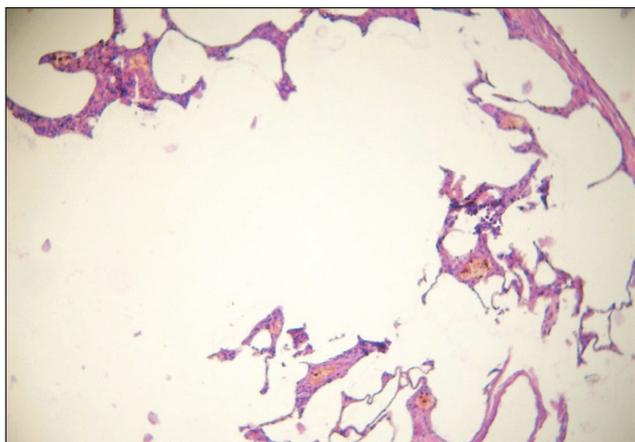


Рис. 1. Микропрепарат: гелий, эмфизема лёгких, разрывы межальвеолярных перегородок. Окраска гематоксилином и эозином; ув. 10.

Fig. 1. Micropreparation: helium, emphysema of the lungs, ruptures of the interalveolar septa; hematoxylin and eosin stain, x10.

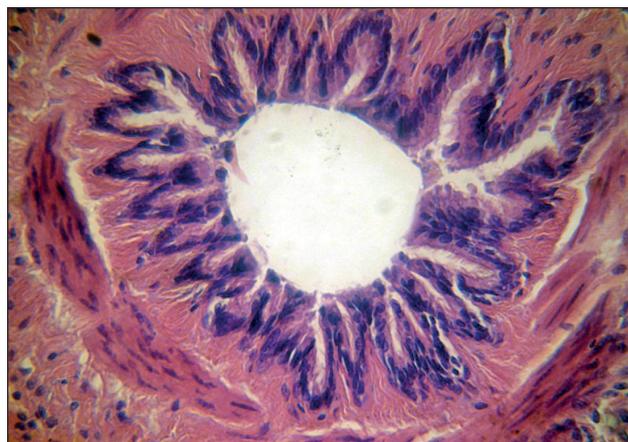


Рис. 2. Микропрепарат: гелий, спазм бронхиолы; окраска гематоксилином и эозином; ув. 40.

Fig. 2. Micropreparation: helium, bronchiole spasm; hematoxylin and eosin stain, x40.

слизи и слитно расположенные эритроциты. Перибронхиальные мелкие сосуды, прилегающие к просветам бронхиол в виде «клеточных тяжей», малоокровны, с переориентацией просветов вдоль окружности бронхиол.

Во всех препаратах исследуемых внутренних органов отмечаются острое венозное полнокровие и мелкоочаговые кровоизлияния (в головном мозге, миокарде, лёгких, печени, почках, надпочечнике); отёк мягкой мозговой оболочки; стромы сердца и надпочечника, плевры и лёгких, капсул клубочков в почках; спазм артериол и мелких артерий сердца; очаги фрагментации кардиомиоцитов (рис. 3); эритростазы в лёгких.

Гистологическое, токсикологическое, судебно-биохимическое исследование органов и тканей, как правило, входит в перечень стандартных диагностических процедур при производстве судебно-медицинских экспертиз. При биохимическом исследовании в крови из синуса твёрдой мозговой оболочки была обнаружена глюкоза в концентрации 1,7 ммоль/л, в крови из полости сердца — 3,8 ммоль/л. В судебно-медицинской литературе описан способ диагностики механической асфиксии в результате

сдавления органов шеи петлёй путём определения глюкозы в крови трупа [5]. При этом содержание глюкозы в сосудах головного мозга бывает в 3–4 раза ниже по сравнению с концентрацией в крови, взятой из сердца, что объясняют прекращением мозгового кровообращения [6]. В описываемом нами случае столь значительной разницы в содержании глюкозы не было выявлено. Иные биохимические исследования при выполнении исследований в отношении данного трупа не проводились. Методом судебно-химического исследования этиловый и другие алифатические спирты в крови и моче не обнаружены.

Резкий бронхоспазм стал результатом местного воздействия газовой смеси низкой температуры с раздражением рецепторов трахеи и бронхов, что в свою очередь оказало рефлекторное влияние на дыхательный центр и нервные окончания нервов, иннервирующих бронхи, дезорганизовав акт дыхания и вызвав развитие острой гипоксии. Стенозирование просвета дыхательных путей усугубилось отёком слизистых оболочек и гиперсекрецией бокаловидных клеток. На уровне микроциркуляторного русла также наблюдались местные (сосудистые,

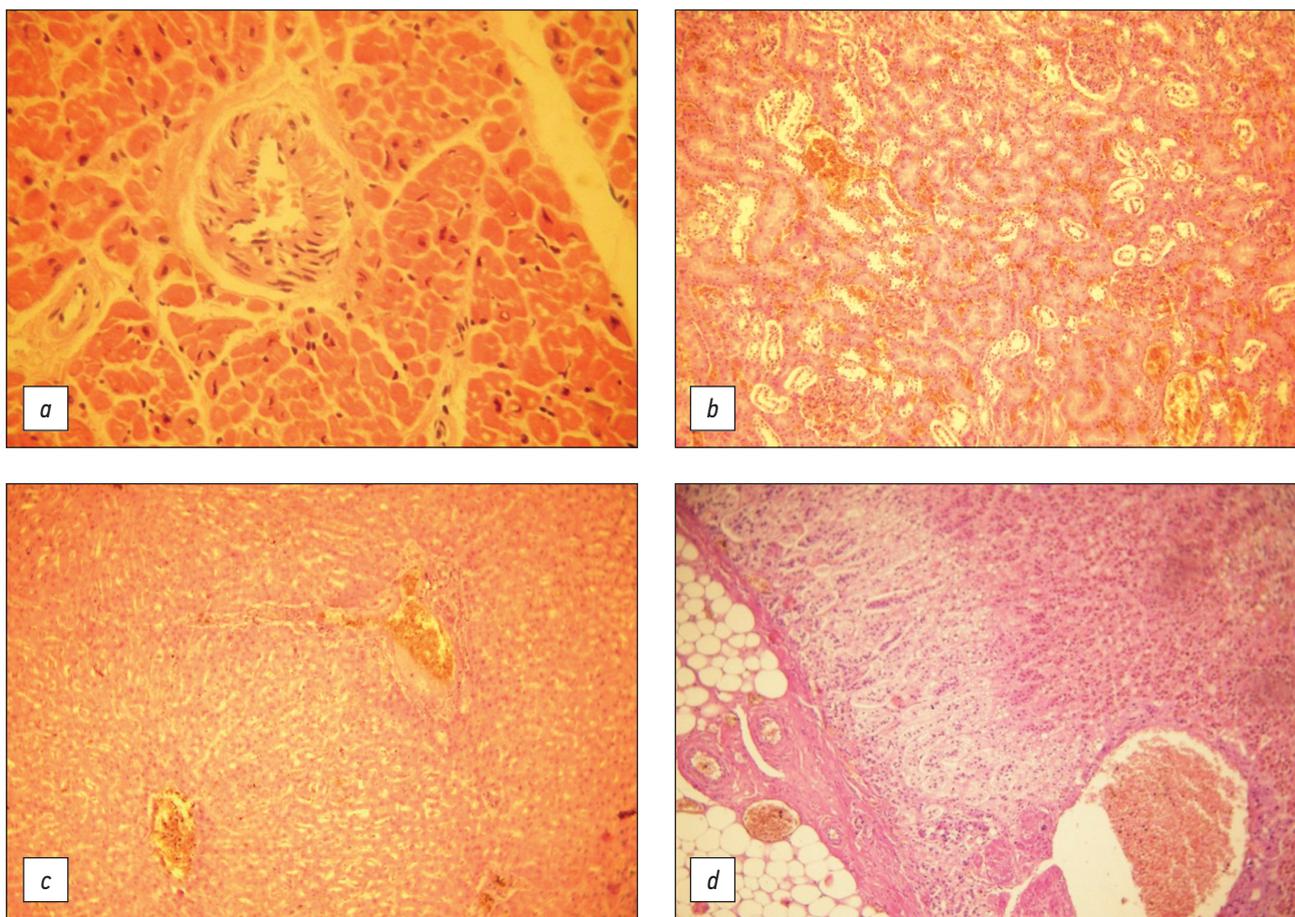


Рис. 3. Микропрепараты: *a* — гелий, сердце, артериолоспазм; окраска гематоксилином и эозином; ув. 40; *b* — гелий, печень, венозное полнокровие; окраска гематоксилином и эозином; ув. 10; *c* — гелий, почка, венозное полнокровие; окраска гематоксилином и эозином; ув. 10; *d* — гелий, надпочечник, венозное полнокровие; окраска гематоксилином и эозином; ув. 10.

Fig. 3. Micropreparations: *a* — helium, heart, arteriolar spasm; hematoxylin and eosin staining; x40; *b* — helium, liver, venous fullness; hematoxylin and eosin staining; x10; *c* — helium, kidney, venous fullness; hematoxylin and eosin staining; x10; *d* — helium, adrenal gland, venous fullness; hematoxylin and eosin staining; x10

вне- и внутрисосудистые) изменения: с неравномерностью величины и деформированием просветов перибронхиальных сосудов, периваскулярным отёком и кровоизлияниями, стазами, агрегацией эритроцитов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно общеизвестным данным, гелий не оказывает существенного влияния на организм человека, поскольку является инертным веществом, но иногда при очень высоких концентрациях в воздухе гелий может вызвать удушье и состояние кислородной недостаточности [1]. В то же время кислородно-гелиевая терапия зарекомендовала себя наиболее эффективным методом восстановления, реабилитации и лечения при любых видах поражения лёгких и сниженной сатурации и даже включена во временные методические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции COVID-19, утверждённые Министерством здравоохранения Российской Федерации [7, 8]. Гелий нашёл своё применение в разных сферах медицины, особенно в кардиологии, неврологии, хирургии при лечении постгипоксических состояний. Ведутся активные разработки новых технологий с его использованием в таких областях медицины, как радиология и микроскопия [9]. Однако в ситуации с изменённым сознанием человека, решившегося на суицид, использование гелиевых баллонов может иметь фатальные последствия. И хотя вещество не вызывает непосредственно токсикологического действия на организм, повреждение гелием происходит при воздействии сжатого газа низкой температуры, который и является основным поражающим фактором. Несмотря на чрезвычайную летучесть вещества, величина давления сжатого газа и очень низкая температура в момент его воздействия могут стать причиной различных телесных повреждений и даже смертельного исхода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведённый пример наглядно демонстрирует изменения органов и тканей, происходящих

при таком редком виде внешнего воздействия, как вдыхание инертного газа. Несмотря на отсутствие специфических признаков токсического воздействия гелия на организм, изучение общей патоморфологической картины может быть полезным при проведении судебно-медицинской экспертизы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование и публикация не имели спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А.А. Анисимов — сбор данных, написание черновика рукописи; Л.Г. Александрова — сбор данных, написание черновика рукописи, научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study had no sponsorship.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. A.A. Anisimov — data collection, drafting of the manuscript; L.G. Aleksandrova — data collection, drafting of the manuscript, critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approve the final manuscript. Authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Whitt A., Garland E.L., Howard M.O. Helium inhalation in adolescents: characteristics of users and prevalence of use // *J Psychoactive Drugs*. 2012. Vol. 44. P. 365–371. doi: 10.1080/02791072.2012.736803
2. Nowak K., Szpot P., Zawadzki M. Suicidal deaths due to helium inhalation // *Forensic Toxicol*. 2019. Vol. 37. P. 273–287. doi: 10.1007/s11419-019-00473-2
3. Byard R.W. Changing trends in suicides using helium or nitrogen – a 15-year study // *J Forensic Leg Med*. 2018. Vol. 58. P. 6–8. doi: 10.1016/j.jflm.2018.04.007
4. Chang S.S., Cheng Q., Lee E.S., Yip P.S. Suicide by gassing in Hong Kong 2005–2013: emerging trends and characteristics of suicide by helium inhalation // *J Affect Disord*. 2016. Vol. 192. P. 162–166. doi: 10.1016/j.jad.2015.12.026
5. Любвицкий А.В., Коротун В.Н., Чемурзиева Н.В. Изменение содержания глюкозы у погибших от механической асфиксии // 3-й Всероссийский съезд судебных медиков: сборник материалов. Ч. 2. Саратов, 1992. С. 312–314.
6. Александрова Л.Г., Нигматуллин Н.Ш. Изменение концентрации глюкозы в крови как диагностический тест прижизненного повешения // XIV Пленум Всероссийского общества судебных медиков (17–18 июня 1999 г.): сборник материалов. Москва, 1999. С. 48–49.
7. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. Версия 13 (14.10.2021) (утв. Минздравом России). Режим доступа: <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/>

attaches/000/058/211/original/BMP-13.pdf. Дата обращения: 15.11.2021.

8. Шогенова Л.В., Петриков С.С., Журавель С.В., и др. Термическая гелий-кислородная смесь в лечебном алгоритме больных

с COVID-19 // Вестник Российской академии медицинских наук. 2020. Т. 75, № 5S. С. 353–362. doi: 10.15690/vramn1412

9. Berganza C.J., Zhang J.H. The role of helium gas in medicine. *Med Gas Res*. 2013. Vol. 3. P. 18. doi: 10.1186/2045-9912-3-18

REFERENCES

1. Whitt A, Garland EL, Howard MO. Helium inhalation in adolescents: characteristics of users and prevalence of use. *J Psychoactive Drugs*. 2012; 44:365–371. doi: 10.1080/02791072.2012.736803
2. Nowak K, Szpot P, Zawadzki M. Suicidal deaths due to helium inhalation. *Forensic Toxicol*. 2019; 37:273–287. doi: 10.1007/s11419-019-00473-2
3. Byard RW. Changing trends in suicides using helium or nitrogen – a 15-year study. *J Forensic Leg Med*. 2018; 58:6–8. doi: 10.1016/j.jflm.2018.04.007
4. Chang SS, Cheng Q, Lee ES, Yip PS. Suicide by gassing in Hong Kong 2005–2013: emerging trends and characteristics of suicide by helium inhalation. *J Affect Disord*. 2016; 192:162–166. doi: 10.1016/j.jad.2015.12.026
5. Lyubovitsky AV, Korotun VN, Chemurzieva NV. Changes in glucose content in victims of mechanical asphyxia. In: 3rd All-Russian Congress of Forensic physicians: collection of materials. Part 2. Saratov; 1992. P. 312–314. (In Russ).

6. Alexandrova LG, Nigmatullin NS. Changes in blood glucose concentration as a diagnostic test of lifetime hanging. In: XIV Plenum of the All-Russian Society of Forensic Physicians (June 17–18, 1999): collection of materials. Moscow; 1999. P. 48–49. (In Russ).

7. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Temporary methodological recommendations. Version 13 (14.10.2021) (approved by the Ministry of Health of Russia). (In Russ). Available from: <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/058/211/original/BMP-13.pdf>. Accessed: 15.11.2021.

8. Shogenova LV, Petrikov SS, Zhuravel SV, et al. Thermal helium-oxygen mixture as part of a treatment protocol for patients with COVID-19. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2020;75(5S):353–362. (In Russ). doi: 10.15690/vramn1412

9. Berganza CJ, Zhang JH. The role of helium gas in medicine. *Med Gas Res*. 2013; 3:18. doi: 10.1186/2045-9912-3-18

ОБ АВТОРАХ

* **Александрова Лилия Гафаровна**, к.м.н.;
адрес: Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, д. 49;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6332-8757>;
eLibrary SPIN: 4392-6853;
e-mail: lilya-aleksandrova@yandex.ru

Анисимов Андрей Андреевич;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5323-7226>;
eLibrary SPIN: 8870-5382; e-mail: aa_anisimov@bk.ru

AUTHORS INFO

* **Liliya G. Aleksandrova**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 49, Butlerov street, Kazan, 420012, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6332-8757>;
eLibrary SPIN: 4392-6853;
e-mail: lilya-aleksandrova@yandex.ru

Andrei A. Anisimov, MD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5323-7226>;
eLibrary SPIN: 8870-5382; e-mail: aa_anisimov@bk.ru

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence