

Определение спектра возбудителей остеомиелита в Южном Федеральном округе России как основополагающего фактора при создании локальных протоколов оказания помощи (эмпирической антибиотикотерапии)

С.Т. Иванян^{1,2}✉, О.Б. Джерелей^{2,3}, Г.В. Лобанов³, Л.С. Губарь^{1,4},
Н.С. Алексеева⁴, В.В. Алексеев⁴, О.Ю. Куцевалова⁵

¹ Ростовская клиническая больница, Ростов-на-Дону, Россия

² Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Донецк, Россия

³ Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького, Донецк, Россия

⁴ Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

⁵ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии, Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. Введение: остеомиелит является серьезным осложнением заболеваний опорно-двигательного аппарата. **Материалы и методы.** Обследовано 332 пациента в возрасте от 18 до 65 лет с остеомиелитом костей конечностей. Проведен комплекс исследований, в том числе микробиологическое с определением антибиотикочувствительности. **Результаты.** По локализации патологического процесса преваляло поражение большеберцовой кости – 113 (34 %) пациентов. В этиологии остеомиелита преобладают стафилококки. Хронизация процесса происходит за счет грамотрицательных бактерий с высоким уровнем резистентности. **Выводы:** мониторинг возбудителей – важное звено при создании локальных протоколов антибактериальной эмпирической терапии остеомиелита конечностей.

Ключевые слова: остеомиелит, инфекционное осложнение, антибиотики, антибактериальная эмпирическая терапия

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2025-22-1-150-156>

Determination of the spectrum of osteomyelitis pathogens in the Southern Federal District of Russia as a fundamental factor in creating local protocols for providing care (empirical antibiotic therapy)

S.T. Ivanyan^{1,2}✉, O.B. Jerelei^{2,3}, G.V. Lobanov³, L.S. Gubar^{1,4},
N.S. Alekseeva⁴, V.V. Alekseev⁴, O.Yu. Kutsevalova⁵

¹ Rostov Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia

² Republican Center of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Donetsk, Russia

³ Donetsk Gorky State Medical University, Donetsk, Russia

⁴ Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

⁵ National Medical Research Center of Oncology, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. Introduction: Osteomyelitis is a serious complication of diseases of the musculoskeletal system. **Materials and methods:** 332 patients aged 18 to 65 years with osteomyelitis of the extremity bones were examined. A set of studies was carried out, including microbiological studies with determination of antibiotic sensitivity. **Results:** According to the localization of the pathological process, damage to the tibia prevailed – 113 (34 %) patients. The etiology of osteomyelitis is dominated by staphylococci. Chronification of the process occurs due to gram-negative bacteria with a high level of resistance. **Conclusions:** Monitoring of pathogens is an important link in creating local protocols for empirical antibacterial therapy for osteomyelitis of the extremities.

Keywords: osteomyelitis, infectious complication, antibiotics, empirical antibacterial therapy

Остеомиелит относится к ряду тяжелых и трудноизлечимых заболеваний опорно-двигательного аппарата. В развитых странах заболеваемость им достигает 21,8 случаев на 100 000 взрослых жителей [1]. В развивающихся же странах этот показатель выше и до-

стигает 200 случаев на 100 000 жителей [2]. Наиболее часто данное заболевание возникает как осложнение открытых переломов, достигая 30 % [3, 4, 5]. Кроме того, статистика свидетельствует о неуклонном росте количества ортопедических хирургических вмешательств

на костях и суставах, после которых в 1–17 % случаев развиваются инфекционные осложнения [3]. В наши дни наблюдается возрастание частоты коморбидной патологии, которая увеличивает риск развития инфекционных осложнений после остеосинтеза, особенно у пациентов с сахарным диабетом, ожирением, атеросклерозом, алкоголизмом, курением [6].

Хотя достижения в понимании патогенеза остеомиелита, применение антибиотиков и усовершенствование методов визуализации значительно снизили смертность при остеомиелите [7], результаты его лечения остаются неудовлетворительными и количество осложнений достигает 50–90 %, с высокой долей инвалидизации [8].

Появление антибиотикорезистентных штаммов микробов возвращает хирургов к необходимости пересмотра и более глубокого исследования как свойств микробной биоты, вызывающей рассматриваемую патологию, так и эффективных методов нехирургического воздействия на нее [9].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение локализации остеомиелитического процесса, изучение спектра возбудителей, вызывающих остеомиелит костей конечностей среди взрослого населения Южного федерального округа России (ЮФО РФ), их чувствительности к антибиотикам для повышения эффективности эмпирической терапии.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 332 пациента в возрасте от 18 до 65 лет с остеомиелитом костей конечностей, проходивших стационарное лечение в травматолого-ортопедическом отделении № 2 РКБ ЮОМЦ ФМБА России (г. Ростов-на-Дону) в период с 01.07.2022 г. по 01.07.2024 г. Средний возраст пациентов составил 48 лет, мужчин было 239 (72 %), женщин – 93 (2 %).

Всем пациентам было проведено комплексное обследование, включающее рентгенологическое, общеклиническое и микробиологическое исследование с определением антибиотикочувствительности.

Видовую идентификацию микроорганизмов проводили с помощью времяпролетной масс-спектрометрии (TOFMS) с матрично-ассоциированной лазерной десорбцией/ионизацией (MALDI-TOF MS) с использованием системы Microflex LT и программного обеспечения MALDI Biotyper Compass 4.1.80 (BrukerDaltonics, Германия).

Определение чувствительности к антимикробным препаратам включенных в исследование изолятов проводили диско-диффузионным методом; интерпретация результатов определения чувствительности проводилась в соответствии Российскими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» Версия 2024-02 [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При обследовании 332 пациентов с хроническим остеомиелитом возбудитель был идентифицирован у 309 (93,1 %). Соответственно, без роста остались 23 (6,9 %) образца.

По локализации патологического процесса превалировало поражение большеберцовой кости – 113 (34 %) пациентов. Остеомиелит костей стопы выявлен у 53 (16 %) пациентов. Бедренная и плечевая кости были поражены остеомиелитом у 46 (14 %) и 43 (13 %) пациентов соответственно. Поражение костей остальных сегментов конечностей в исследуемой группе встречалось реже: предплечья и голеностопного сустава по 20 (6 %) пациентов соответственно, остеомиелит костей тазобедренного и коленного суставов по 17 (5 %) пациентов, ключицы – у 3 (1 %) пациентов.

Основными возбудителями хронической костно-суставной инфекции были стафилококки 236 (76,4 %): *Staphylococcus aureus* 192 (62,1 %) и *Staphylococcus epidermidis* 44 (14,2 %). Грамотрицательные возбудители составили 73 (23,6 %) случая. Чаще они выделялись из очага инфекции у пациентов с остеомиелитом, течение которого сопровождалось наличием дефекта мягких тканей. Наиболее частым представителем были: *Escherichia coli* – 30 (9,7 %), *Pseudomonas aeruginosa* – 18 (5,8 %), *Proteus spp.* – 13 (4,2 %). Из них *Proteus vulgaris* – 12 (3,9 %) и *Proteus rettgeri* – 1 (0,3 %). Прочие – 12 (3,8 %) были представлены *Acinetobacter baumannii* – 6 (1,9 %), *Klebsiella pneumoniae* – 4 (1,3 %) и *Enterobacter cloacae* – 2 (0,7 %). Эти результаты представлены на рисунке.

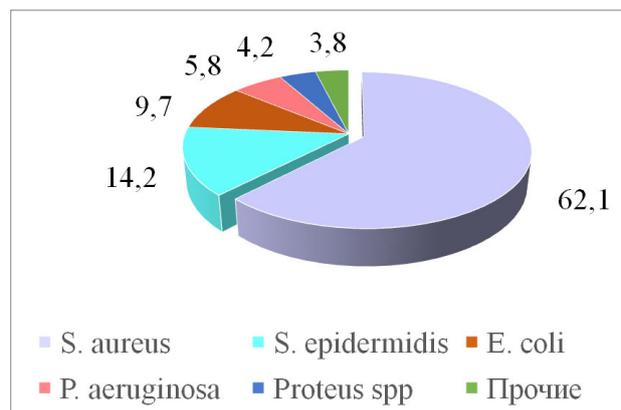


Рис. Этиологическая картина возбудителей остеомиелита конечностей

У 13 (4,2 %) пациентов была обнаружена полимикробная ассоциация. Основная причина ее развития была прямо пропорционально связана с длительностью остеомиелитического процесса, наличием дефекта мягких тканей и количеством ранее проведенных оперативных вмешательств. Необходимо отметить,

что у 10 (3,2 %) пациентов с полимикробной ассоциацией был остеомиелит большеберцовой кости, сопровождающийся дефектом мягких тканей.

В полимикробной этиологии доминировал *S. aureus* в ассоциации с грамотрицательными бактериями у 9 (69,2 %) пациентов. У 2 (15,4 %) пациентов – в ассоциации с *S. epidermidis*, что подтверждает причастность стафилококков к развитию остеомиелита. И только у 2 (15,4 %) пациентов была ассоциация *P. aeruginosa* с *E. coli* и *P. vulgaris*.

Для анализа антибиотикочувствительности возбудителей были использованы антимикробные препараты с учетом клинических рекомендации и биодоступности. При этом установлено, что все штаммы *S. aureus* ($n = 192$) были чувствительны (100 %) к ванкомицину, линезолиду, тигециклину и триметоприм-сульфаметоксазолу. Для выявления резистентности к фторхинолонам в качестве скрининга использовали норфлоксацин.

К остальным антибиотикам штаммы *S. aureus* проявляли более умеренную активность – от $n = 81$ (42,2 %) для доксициклина, до $n = 140$ (72,9 %) для цефокситина. Метициллин-резистентные штаммы *S. aureus* были обнаружены у 52 (27,1 %) пациентов (табл. 1).

Все штаммы *S. epidermidis* $n = 44$ (100 %) были чувствительны к ванкомицину, линезолиду, тигециклину и триметоприм-сульфаметоксазолу. Выделено по 17 (38,6 %) штаммов, чувствительных к клиндамицину и норфлоксацину, по 20 (45,5 %) штаммов – к гентамицину. Менее активным оказался доксициклин – 36 (81,8 %) штаммов. Метициллин-резистентные штаммы *S. epidermidis* обнаружены у 24 (54,5 %) пациентов. К остальным антибиотикам штаммы *S. Epidermidis* проявляли более умеренную активность – от $n = 81$ (42,2 %) для доксициклина до $n = 140$ (72,9 %) для цефокситина (табл. 2).

Таблица 1

Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам
изолятов *S. aureus* ($n = 192$)

Антибиотик	Ч		Р	
	абс.	%	абс.	%
Цефокситин	140	72,9	52	27,1
Гентамицин	103	53,6	89	46,4
Доксициклин	81	42,2	111	57,8
Ванкомицин	192	100,0	0	0
Линезолид	192	100,0	0	0
Клиндамицин	118	61,5	74	38,5
Норфлоксацин	118	61,5	74	38,5
Тигециклин	192	100,0	0	0
Триметоприм-сульфаметоксазол	192	100,0	0	0

Таблица 2

Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам
изолятов *S. epidermidis* ($n = 44$)

Антибиотик	Ч		Р	
	абс.	%	абс.	%
Цефокситин	20	45,5	24	54,5
Гентамицин	20	45,5	24	54,5
Доксициклин	36	81,8	8	18,2
Ванкомицин	44	100,0	0	0
Линезолид	44	100,0	0	0
Клиндамицин	17	38,6	27	61,4
Норфлоксацин	17	38,6	27	61,4
Тигециклин	44	100,0	0	0
Триметоприм-сульфаметоксазол	44	100,0	0	0

Результаты исследования показали значительную распространенность стафилококков и достаточно высокий уровень их чувствительности к клинически доступным антимикробным препаратам. Грамотрицательные бактерии были причастны к полимикробной ассоциации в основном при длительно незаживающих ранах. Все изоляты *Enterobacteriales* проявляли высокий уровень чувствительности к карбапенемам (эртапенему, меропенему и имипенему) и амикацину (46 (93,9 %), 45 (91,8 %), 44 (89,8 %) и 40 (81,6 %) соответственно). Менее чувствительными были к цефепиму – 21 (42,9 %), цефтазидиму и ципрофлоксацину – по 13 (26,5 %) штаммов, триметоприм-сульфаметоксазолу 18 (36,7 %) штаммов. С низким уровнем чувствительности к грамотрицательным бактериям был цефотаксим – 3 (6,1 %) штамма. Эти результаты представлены в табл. 3.

Продукция бета-лактамаз расширенного спектра (БЛРС) была обнаружена у 22 (73,3 %) штаммов *E. coli*

и 3 (75,0 %) штаммов *K. pneumoniae*. Штаммы *E. coli* с продукцией карбапенемаз выявлены не были. Среди штаммов *K. pneumoniae* обнаружены два продуцента карбапенемаз, относящиеся к ОХА-48.

Установлено, что *A. baumannii* и *P. aeruginosa* являются одними из основных возбудителей нозокомиальных инфекций с низкой природной чувствительностью к большинству антибактериальных препаратов, в том числе к β -лактамным антибиотикам и высоким уровнем резистентности к оставшимся препаратам. Колонизация *A. baumannii* и *P. aeruginosa* на коже у здоровых людей является первичным фактором риска возникновения раневых инфекций. В связи с этим список препаратов для лечения инфекций, вызванных *A. baumannii* и *P. Aeruginosa*, ограничен, что затрудняет выбор лечения. Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам изолятов *A. baumannii* представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 3

Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам изолятов *Enterobacteriales* (n = 49)

Антибиотик	Ч		Р	
	абс.	%	абс.	%
Цефотаксим	3	6,1	46	93,9
Цефтазидим	13	26,5	36	73,5
Цефепим	21	42,9	23	57,1
Имипенем	44	89,8	5	10,2
Меропенем	45	91,8	4	8,2
Эртапенем	46	93,9	3	6,1
Гентамицин	24	49,0	20	51,0
Амикацин	40	81,6	4	18,4
Ципрофлоксацин	13	26,5	36	73,5
Триметоприм-сульфаметоксазол	18	36,7	31	63,3

Таблица 4

Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам изолятов *A. Baumannii* (n = 6)

Антибиотик	Ч		Р	
	абс.	%	абс.	%
Имипенем	2	33,0	4	67,0
Меропенем	2	33,0	4	67,0
Гентамицин	1	16,7	5	83,3
Тобрамицин	3	50,0	3	50,0
Амикацин	1	16,7	4	83,3
Ципрофлоксацин	0	0	6	100,0
Колистин	6	100	0	0
Триметоприм-сульфаметоксазол	2	33,0	4	67,0

Результаты определения чувствительности к антибактериальным препаратам
изолятов *P. aeruginosa* (n = 18)

Антибиотик	Ч		Р	
	абс.	%	абс.	%
Цефтазидим	0	0	18	100,0
Цефепим	0	0	18	100,0
Имипенем	3	16,7	15	83,3
Меропенем	7	38,9	11	61,1
Тобрамицин	9	50,0	9	50,0
Амикацин	10	55,6	8	44,4
Ципрофлоксацин	1	5,6	17	94,4
Колистин	18	100,0	0	0

Полученные результаты показали низкий уровень чувствительности к гентамицину и амикацину – по 1 (16,7 %) штамму, имипенему, меропенему и триметоприм-сульфаметоксазолу – по 2 (33,0 %). Наибольшую активность проявил тобрамицин – 3 (50,0 %) штамма и колистин – 6 (100,0 %). Штаммов, чувствительных к ципрофлоксацину, обнаружено не было.

Среди выделенных штаммов *A. baumannii* выявлены гены приобретенных карбапенемаз, относящиеся к группам ОХА-24/40 – 3 изолята (50,0 %), ОХА-23 – 1 изолят (16,7 %). Обнаружены 2 изолята (33,0 %) с продукцией генов молекулярного класса металло-бета лактомаз (МБЛ), группы NDM.

В отношении *P. aeruginosa* получены результаты, которые свидетельствуют о низком уровне чувствительности к ципрофлоксацину – 1 (5,6 %) штамм, имипенему – 3 (16,7 %) штамма, меропенему – 7 (38,9 %) штаммов. Достаточный уровень активности проявили амикацин – 10 (55,6 %) штаммов, тобрамицин – 9 (50,0 %) штаммов. Высокий уровень активности характерен для колистина $n = 6$ (100,0 %). Изолятов, чувствительных к цефтазидиму и цефепиму, не обнаружено. Резистентность за счет генов, приобретенных МБЛ VIM групп, была обнаружена у 6 штаммов *P. aeruginosa* и составила 33,3 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследуемой группе 34 % случаев остеомиелита длинных трубчатых костей пришлось на большеберцовую кость, а в случае наличия дефекта мягких тканей и длительного течения патологического процесса преобладает микст- и полирезистентная микрофлора.

Полученные нами данные свидетельствуют о преобладании в этиологии остеомиелита стафилококков и хронизации процесса за счет грамотрицательных бактерий с высоким уровнем резистентности.

Мониторинг возбудителей и изучение антибиотикорезистентности являются основополагающими

предпосылками при создании локальных протоколов антибактериальной эмпирической терапии у больных с остеомиелитом конечностей, а результаты проведенного исследования могут использоваться в качестве их основы.

Выбор антибактериального препарата для назначения эмпирической терапии является важным звеном в цепочке лечения остеомиелита конечностей, и назначаться он должен согласно протоколам, разработанным на основании локального анализа возбудителей и данных об их чувствительности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Римашевский Д., Ахтямов И., Федулечев П. и др. Патогенетические особенности лечения хронического остеомиелита. *Гений ортопедии*. 2021;27(5):628–635. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-628-635.
2. Alvares P.A., Mimica M.J. Osteoarticular infections in pediatrics. *Jornal de Pediatria (Rio J)*. 2020;96(1):58–64. doi: 10.1016/j.jped.2019.10.005.
3. Линник С.А. Травматический и послеоперационный остеомиелит при сочетанных и множественных повреждениях нижних конечностей. *Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*. 2014;1(185):99–104.
4. Волотовский П.А. Инфекционные осложнения после остеосинтеза длинных трубчатых костей нижних конечностей: этиология, классификация и диагностика. *Военная медицина*. 2018;1:83–89.
5. Ma X., Han S., Ma J. et al. Epidemiology, microbiology and therapeutic consequences of chronic osteomyelitis in northern China: A retrospective analysis of 255 Patients. *Scientific Reports*. 2018;8(1):14895. doi: 10.1038/s41598-018-33106-6.
6. Bonneville P. Operative treatment of early infection after internal fixation of limb fractures (exclusive of severe open fractures). *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2017;103(1S):S67–S73. doi: 10.1016/j.otsr.2016.06.019.

7. Asperges E., Albi G., Truffelli F. et al. Fungal Osteomyelitis: A Systematic Review of Reported Cases. *Microorganisms*. 2023;11(7):1828. doi: 10.3390/microorganisms11071828.

8. Деркачев В.С. К вопросу о комплексном лечении хронического посттравматического остеомиелита. *Травматология и ортопедия*. 2015;3(4):43–44.

9. Куцевалова О.Ю., Покудина И.О., Розенко Д.А. и др. Современные проблемы антибиотикорезистентности грамотрицательных возбудителей нозокомиальных инфекций в Ростовской области. *Медицинский вестник Юга России*. 2019;10(3):91–96. doi: 10.21886/2219-8075-2019-10-3-91-96.

10. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Российские рекомендации. 2024. URL: <https://www.antibiotic.ru/library/ocmap2024?token=73193fbc65321035bfe817723bbbd1f> (дата обращения: 30.03.2025).

REFERENCES

1. Rimashevskiy D., Akhtyamov I., Fedulichev P. et al. Pathogenetic features of chronic osteomyelitis treatment. *Genij Ortopedii*. 2021;27(5):628–635. (In Russ.) doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-628-635.

2. Alvares P.A., Mimica M.J. Osteoarticular infections in pediatrics. *Jornal de Pediatria (Rio J)*. 2020;96(1):58–64. doi: 10.1016/j.jped.2019.10.005.

3. Linnik S.A. Traumatic and postoperative osteomyelitis with combined and multiple injuries of the lower extremities. *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadzhikistan. Otdelenie biologicheskikh i meditsinskikh nauk = News of the Academy of*

Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences. 2014;1(185):99–104. (In Russ.).

4. Volotovskiy P.A. Infectious complications after osteosynthesis of long tubular bones of the lower extremities: etiology, classification and diagnosis. *Voennaya meditsina = Military medicine*. 2018;1:83–89. (In Russ.).

5. Ma X., Han S., Ma J. et al. Epidemiology, microbiology and therapeutic consequences of chronic osteomyelitis in northern China: A retrospective analysis of 255 Patients. *Scientific Reports*. 2018;8(1):14895. doi: 10.1038/s41598-018-33106-6.

6. Bonneville P. Operative treatment of early infection after internal fixation of limb fractures (exclusive of severe open fractures). *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2017;103(1S):S67–S73. doi: 10.1016/j.otsr.2016.06.019.

7. Asperges E., Albi G., Truffelli F. et al. Fungal Osteomyelitis: A Systematic Review of Reported Cases. *Microorganisms*. 2023;11(7):1828. doi: 10.3390/microorganisms11071828.

8. Derkachev V.S. On the issue of complex treatment of chronic post-traumatic osteomyelitis. *Travmatologiya i ortopediya = Traumatology and orthopedics*. 2015;3(4):43–44. (In Russ.).

9. Kutsevalova O.Yu., Pokudina I.O., Rozenko D.A. et al. Modern problems of antibiotic resistance gram-negative nosocomial infections in the Rostov region. *Meditsinskii vestnik Yuga Rossii = Medical Herald of the South of Russia*. 2019;10(3):91–96. (In Russ.) doi: 10.21886/2219-8075-2019-10-3-91-96.

10. Determination of the sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs. Russian recommendations. 2024. (In Russ.) URL: <https://www.antibiotic.ru/library/ocmap2024?token=73193fbc65321035bfe817723bbbd1f> (accessed: 30.03.2025).

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

Информация об авторах

Сергей Таризлович Иванян – заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 2, Ростовская клиническая больница, Ростов-на-Дону; врач – травматолог-ортопед отделения костно-гнойной инфекции, Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Донецк, Россия; gavat@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1700-1416>

Олег Борисович Джерелей – кандидат медицинских наук, заведующий отделением костно-гнойной инфекции Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Донецк; доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького, Донецк, Россия; oleg.djereley@yandex.ru

Григорий Викторович Лобанов – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького, Донецк, Россия; Lgv-don@mail.ru

Леонид Сергеевич Губарь – врач – травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 2, Ростовская клиническая больница, Ростов-на-Дону, Россия; gubar.l@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7639-7951>

Наталья Сергеевна Алексеева – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; alekseeva_ns@rostgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5280-6511>

Владимир Вячеславович Алексеев – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; alekseev_vv@rostgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8055-2184>

Ольга Юрьевна Куцевалова – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией клинической микробиологии, врач-бактериолог, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии, Ростов-на-Дону, Россия; olga_kutsevalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7452-6994>

Статья поступила в редакцию 26.09.2024; одобрена после рецензирования 13.12.2024; принята к публикации 14.03.2025.

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

Information about the authors

Sergey T. Ivanyan – Head of the Traumatology and Orthopaedic Department No. 2, Rostov Clinical Hospital, Rostov-on-Don; orthopedic traumatologist of the Department of Bone Purulent Infection, Republican Center of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Donetsk, Russia; ✉ gavat@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1700-1416>

Oleg B. Jerelei – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Bone Purulent Infection, Republican Center of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Donetsk; Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme Situations, Donetsk Gorky State Medical University, Donetsk, Russia; oleg.djereley@yandex.ru

Grigory V. Lobanov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme Situations, Donetsk Gorky State Medical University, Donetsk, Russia; Lgv-don@mail.ru

Leonid S. Gubar – Orthopedic traumatologist at the Traumatology and Orthopaedic Department No. 2, Rostov Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia; gubar.l@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7639-7951>

Natalya S. Alekseeva – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; alekseeva_ns@rostgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5280-6511>

Vladimir V. Alekseev – MD, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; alekseev_vv@rostgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8055-2184>

Olga Yu. Kutsevalova – PhD in Biology, Head of the Laboratory of Clinical Microbiology, Bacteriologist, National Medical Research Center of Oncology, Rostov-on-Don, Russia; olga_kutsevalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7452-6994>

The article was submitted 26.09.2024; approved after reviewing 13.12.2024; accepted for publication 14.03.2025.