

## АНАЛИЗ ЭТИОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МИКРОФЛОРЫ У ПАЦИЕНТОВ С ГНОЙНЫМИ РАНАМИ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Довнар Р.И.<sup>1</sup>, Федянин С.Д.<sup>2</sup>, Окулич В.К.<sup>2</sup>, Конопелько Е.А.<sup>3</sup>, Ставчиков Е.Л.\*<sup>2,4</sup>

DOI: 10.25881/20728255\_2025\_20\_1\_94

<sup>1</sup> УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup> УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Республика Беларусь

<sup>3</sup> УЗ «Витебская областная клиническая больница», Витебск, Республика Беларусь

<sup>4</sup> УЗ «Могилевская областная клиническая больница», Могилев, Республика Беларусь

**Резюме.** Цель: Сравнить этиологическую структуру возбудителей у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска.

Материал и методы: выполнен анализ результатов микробиологических исследований у пациентов с гнойными ранами, которые находились на лечении в УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Гродно» и в УЗ «Витебская областная клиническая больница» в 2016–2023 гг. Произведен комплекс бактериологических исследований. Определение видовой принадлежности производилось на биохимическом анализаторе АТВ Expression bioMerieux (Франция).

Результаты: анализ высеваемой микрофлоры у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска показал, что ведущую роль в качестве этиологического фактора занимают представители рода *Staphylococcus*, семейства Enterobacteriaceae, *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. *K. pneumoniae* лидирует среди энтеробактерий. В Гродно чаще встречаются коагулазоотрицательные стафилококки, энтеробактерии, а в Витебске – *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. ESKAPE-патогены преобладают в Витебске.

Заключение: в различных регионах Республики Беларусь имеются индивидуальные различия в видовой структуре возбудителей гнойных процессов мягких тканей, однако в целом наблюдается общая тенденция роста наиболее опасных для пациентов возбудителей группы «ESKAPE-патоген». Это свидетельствует о постепенном снижении эффективности антибиотикотерапии, что диктует необходимость поиска новых средств борьбы с такими микроорганизмами, одним из вариантов которых могут быть наночастицы металлов.

**Ключевые слова:** микробная флора, гнойные раны, инфекция, резистентность, антибиотики.

На сегодняшний день известно около 100 000 видов бактерий и это только те виды, которые были идентифицированы и описаны. Человеческое тело существует в симбиозе с микроорганизмами, включая бактерии, которые обитают на нашей коже, в кишечнике, в ротовой полости и других частях организма. Эта микробиота участвует в пищеварении, иммунных реакциях и других процессах [1].

Микрофлора играет важную роль в развитии гнойно-воспалительных заболеваний и осложнений у пациентов хирургического профиля. Научные исследования за последние 20–30 лет значительно расширили знания об этиологической структуре различных представителей

### ANALYSIS OF THE ETIOLOGICAL STRUCTURE OF MICROFLORA IN PATIENTS WITH PURULENT WOUNDS IN VARIOUS REGIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Dovnar R.I.<sup>1</sup>, Fedzianin S.D.<sup>2</sup>, Okulich V.K.<sup>2</sup>, Konopelko E.A.<sup>3</sup>, Stavchikov E.L.\*<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

<sup>2</sup> Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

<sup>3</sup> Vitebsk Regional Clinical Hospital, Vitebsk, Belarus

<sup>4</sup> Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Belarus

**Abstract.** Aims: To compare the etiological structure of pathogens in patients with purulent wounds in hospitals in Grodno and Vitebsk.

Methods: The analysis of the results of microbiological studies in patients with purulent wounds who were treated at the Municipal Clinical Hospital of Emergency Medicine of Grodno and the Vitebsk Regional Clinical Hospital in 2016–2023 was performed. A complex of bacteriological studies has been carried out. The species was determined on the ATB Expression BioMerieux biochemical analyzer (France).

Results: The analysis of the seeded microflora in patients with purulent wounds in hospitals in Grodno and Vitebsk showed that the leading role as an etiological factor is occupied by representatives of the genus *Staphylococcus*, the family Enterobacteriaceae, *P. aeruginosa* and *A. baumannii*. *K. pneumoniae* is the leader among enterobacteria. Coagulase-negative staphylococci and enterobacteria are more common in Grodno, and *P. aeruginosa* and *A. baumannii* are more common in Vitebsk. ESKAPE pathogens predominate in Vitebsk.

Conclusion: In different regions of the Republic of Belarus, there are individual differences in the species structure of pathogens of purulent processes of soft tissues, however, in general, there is a general tendency for the growth of the most dangerous pathogens of the "ESKAPE pathogen" group for patients. This indicates a gradual decrease in the effectiveness of antibiotic therapy, which dictates the need to search for new means of combating such microorganisms, one of the variants of which may be metal nanoparticles.

**Keywords:** microbial flora, purulent wounds, infection, resistance, antibiotics.

микромиира. Гноеродные микроорганизмы больше не рассматриваются как единственные агенты инфекционных заболеваний. Новые исследования подтверждают, что простейшие, вирусы и грибы также занимают важное место в развитии инфекций человека. Кроме того, часто наблюдаются микробные ассоциации, когда несколько видов микроорганизмов взаимодействуют друг с другом, усиливая воспалительную реакцию [2–4].

Изучение роли микрофлоры в возникновении воспалительных процессов кожи и мягких тканей является весьма важным. Неравновесие в микробиоте может привести к развитию гнойной инфекции, которая зна-

\* e-mail: stavchikov3@yandex.ru

чительно увеличивает сроки госпитализации пациентов, смертность, выход на инвалидность [5; 6].

В настоящее время весьма проблемными являются экзогенные аэробные и факультативно-анаэробные, часто нозокомиальные микроорганизмы, которые характеризуются многообразием возбудителей, низкой чувствительностью к антибиотикам и антисептикам, высокими темпами роста резистентности и множественной лекарственной устойчивостью [7; 8].

В 40-е годы прошлого столетия стрептококки и стафилококки были основными представителями у пациентов с гнойными ранами, с последующим уменьшением доли стрептококков к началу 50-х годов. Затем, в конце 70-х и начале 80-х гг., основную роль начала играть грамотрицательная микрофлора. Однако, к концу 80-х гг. представители грамположительной микрофлоры снова стали доминировать, в частности, благодаря широкому применению цефалоспоринов 3-го поколения. В настоящее время грамположительные микроорганизмы, такие как стафилококки, стрептококки и энтерококки, продолжают оставаться важными возбудителями микробных инфекций. Среди них *S. aureus* и *S. pyogenes* занимают ведущие позиции. Среди неферментирующих бактерий чаще всего выделяется *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. Энтеробактерии, в основном, представлены штаммами *K. pneumoniae* и *E. coli*. Высока доля выделения микробных ассоциаций, состоящих из двух и более микроорганизмов [8; 9].

Использование антибиотиков и антисептиков в лечебно-профилактических учреждениях оказывает существенное влияние на состав микробиоты, появление антибиотикорезистентных штаммов [10].

В последние годы в мировой литературе часто используется такой термин как «ESKAPE-патоген» – аббревиатура, состоящая из заглавных букв латинских названий 6-ти наиболее вирулентных и устойчивых к антибиотикам бактериальных патогенов, включающих *E. faecium*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa* и виды рода *Enterobacter*. Именно они часто являются причиной тяжелых внутрибольничных инфекций и характеризуются множественной лекарственной устойчивостью, повышающей летальность, длительность лечения и его стоимость [11; 12]. К примеру, в Республике Беларусь ежегодные потери из-за наличия антибактериальной устойчивости патогенных микроорганизмов составляют от 93,5 до 131,5 млн. рублей ежегодно (от 36,2 до 51,0 млн. долларов США на дату расчета) [13].

Для повышения эффективности инфекционного контроля необходим локальный мониторинг микрофлоры в каждом учреждении, занимающемся лечением хирургических инфекций, так как эпидемиологические данные могут различаться в различных регионах, стационарах [14].

### Цель исследования

Сравнить этиологическую структуру возбудителей у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска.

### Материал и методы

Выполнен анализ результатов микробиологических исследований у пациентов с гнойными ранами, которые находились на лечении в УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Гродно» и в УЗ «Витебская областная клиническая больница» в 2016–2023 гг.

Взятие материала производилось во время операции или перевязки. Материалом служили пораженные ткани, забранные при биопсии и/или аспират из гнойно-воспалительного очага, полученный с помощью шприца. Забор осуществлялся до начала антибиотикотерапии либо перед введением очередной дозы антибиотика. Кусочки тканей помещали в стерильные пробирки с небольшим количеством стерильного 0,9% раствора хлорида натрия, аспират – в стерильные пробирки.

Для выделения стафилококков применялся желточно-солевой агар Чистовича, энтеробактерий – среда Эндо, псевдомонад – среда ЦПХ, стрептококков – кровяной агар.

Определение видовой принадлежности производилось в автоматическом режиме на биохимическом анализаторе АТВ Expression bioMerieux (Франция) с использованием тест-систем: ID 32 STAPH – для стафилококков, ID 32 E – для энтеробактерий, ID 32 GN – для грамотрицательных палочек (Франция).

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием пакета лицензионных программ Statistica (версия 10.0.1011.6, StatSoft Inc, США, серийный номер AXAR207F394425FA-Q) и Microsoft Excel 2007 (версия 12.0.4518.1014, серийный номер 89388-707-1528066-65902). В качестве описательной статистики количественных признаков указывалось абсолютное или процентное значение. Для оценки достоверности различий нормально распределенных данных в независимых выборках использовался t-тест Стьюдента. Уровень достоверности нулевой гипотезы ( $p$ ) для принятия решения о значимости полученных результатов статистической обработки был принят равным 0,05. При значениях  $p < 0,05$  различия считались статистически значимыми.

### Результаты и их обсуждение.

Микробный пейзаж аэробных и факультативно-анаэробных возбудителей у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска представлен в таблице 1.

Анализ высеваемой микрофлоры у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска показал, что в общей структуре микроорганизмов доминировали стафилококки – 42,66% (Витебск) и 41,83% (Гродно). Объясняется это тем, что несмотря на более чем 140-летнюю борьбу с этим микроорганизмом, многие ученые до настоящего времени называют его «врагом номер один», выдержавшим все битвы с антибиотиками. Легкость возникновения у стафилококков устойчивости

**Табл. 1.** Микробный пейзаж аэробных и факультативно-анаэробных возбудителей у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска

Микроорганизм	Гродно		Витебск		Достоверность различий, p
	n	%	n	%	
Стафилококки	863	41,83	2846	42,66	p>0,05
<i>S. aureus</i>	730	35,38	2522	37,8	p>0,05
КОС	133	6,45	324	4,86	p<0,05
Энтеробактерии	703	34,08	1923	28,8	p<0,05
<i>P. mirabilis</i>	96	4,65	448	6,72	p<0,05
<i>E. cloacae</i>	55	2,67	111	1,67	p<0,05
<i>E. coli</i>	223	10,81	373	5,59	p<0,05
<i>K. pneumoniae</i>	307	14,88	962	14,41	p>0,05
<i>Citrobacter spp.</i>	22	1,07	29	0,43	p<0,05
<i>P. aeruginosa</i>	180	8,73	962	14,41	p<0,05
<i>A. baumannii</i>	146	7,08	730	10,94	p<0,05
<i>S. pyogenes</i>	83	4,02	36	0,54	p<0,05
<i>E. faecalis</i>	77	3,73	119	1,78	p<0,05
<i>E. faecium</i>	11	0,53	57	0,85	p>0,05
Итого	2 063	100	6 673	100	

к антибактериальным препаратам объясняется тем, что они не ведут строгий паразитический образ жизни, а часто встречаются на поверхности здоровой кожи, на слизистой зева и носа, в воздухе, а также на различных предметах. Постоянный контакт с применяемыми антибиотиками и предрасполагает к возникновению антибиотикорезистентных форм. Наиболее патогенным для человека является его вид *Staphylococcus aureus*, который высевался у 37,8% случаев в Витебске и в 35,38% в Гродно. Традиционно считавшиеся менее патогенными коагулазоотрицательные стафилококки (КОС), постепенно становятся более клинически значимыми в связи с распространением инвазивных медицинских технологий и изменением структуры пациентов, в частности, с повышением среднего возраста пациентов, ростом числа иммунокомпрометированных групп и сопутствующей патологии. При этом КОС в Гродно высевались чаще (6,45%), чем в Витебске (4,86%), энтеробактерии – чаще в Гродно (34,08%). Огромной проблемой современной медицины и хирургии, в частности, является лечение заболеваний, вызванных полиантибиотикорезистентной формой *Klebsiella pneumoniae*. Смертность у таких пациентов может достигать 40–50%, особенно у лиц, имеющих факторы риска, тяжелую сопутствующую патологию либо принимающих иммунодепрессанты, например, в связи с перенесенной трансплантацией органов. Следует подчеркнуть, что данный патоген преобладал в структуре семейства *Enterobacteriaceae* в обеих группах. Однако значимых различий по частоте встречаемости *K. pneumoniae* как в Витебске, так и в Гродно не получено.

В обычных условиях штаммы кишечной палочки являются важной составляющей нормальной микрофлоры кишечника человека, однако в последние годы инфекции, вызванные *Escherichia coli*, стали серьезной

клинической проблемой из-за быстрого распространения устойчивости последней к антибиотикам. В ходе выполненных исследований было показано, что *E. coli* наряду с *E. cloacae*, и *Citrobacter spp.* чаще высевались в Гродно, чем в Витебске.

Несмотря на то, что протей встречается в кишечнике человека и животных, распространен в почве, навозе или в сточных водах, данный микроорганизм способен вызывать гнойные поражения ран, ожогов, мочеполового тракта, менингит, остеомиелит и даже сепсис. У человека чаще всего заболевания вызывают *P. mirabilis* и *P. vulgaris*, при этом на первый вид приходится 90% всех протейных инфекций. *P. mirabilis* чаще высевался у пациентов Витебска (6,72%), чем Гродно (4,65%).

Проблема лечения заболеваний, вызванных современными клиническими штаммами *P. aeruginosa* заключается в полиантибиотикорезистентности последних, способности образовывать биопленки, низкой проницаемостью ее внешней мембраны и экспрессией оттоковых насосов. Более часто штаммы синегнойной палочки высевались в Витебске (14,41%), чем в Гродно (8,73%).

*A. baumannii*, который практически не упоминался в качестве возбудителя гнойных процессов у хирургических пациентов пару десятилетий назад, сегодня ответственен за множество случаев внутрибольничных инфекций по всему миру. Данный патоген известен своей способностью выживать в течение длительного периода времени в госпиталях, склонен к развитию множественной устойчивости к антибиотикам, также несомненна его роль в развитии серьезных инфекций у тяжелых пациентов. *A. baumannii* лидировал в Витебске (10,94%) в сравнении с Гродно (7,08%). Реже встречающиеся возбудители, в частности, *S. pyogenes* и *E. faecalis* чаще высевались в Гродно (4,02% и 3,73%), чем в Витебске (0,54% и 1,78%, соответственно).

ESKAPE-патогены преобладали в Витебске в сравнении с Гродно (92,82% и 85,8%, соответственно).

Таким образом, при детальном изучении этиологическая структура нозокомиальной хирургической инфекции различается в зависимости от географической локализации стационара. Однако при более грубом рассмотрении, общая структура, а также общемировые процессы, наблюдаемые в различных медицинских учреждениях характерны как для стационаров Витебска, так и Гродно. В частности высок процент высеваемости золотистого стафилококка, бактерий группы «ESCAPE», роста полиантибиотикорезистентности и ряд других. Все это требует разработки новых методов и средств борьбы с такими микроорганизмами. Продолжается работа над совершенствованием схем антибактериального лечения, исключением необоснованного назначения антибиотиков, предупреждением распространения госпитальных полиантибиотикорезистентных форм. В то же время параллельно следует проводить работу по разработке и поиску как новых антибиотиков, так и средств, которые могут составить им альтернативу, как, например, наночастицы металлов.

## Заключение

1. Главную роль в качестве этиологического фактора у пациентов с гнойными ранами в стационарах Гродно и Витебска занимают представители рода *Staphylococcus*, семейства *Enterobacteriaceae*, *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. *K. pneumoniae* лидирует среди энтеробактерий. В Гродно чаще встречаются КОС, энтеробактерии, а в Витебске – *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. ESKAPE-патогены преобладают в Витебске. Выявленные различия, вероятно, связаны с особенностями миграции населения, применения антибиотиков, антисептиков, дезинфектантов.
2. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в различных регионах Республики Беларусь имеются индивидуальные различия в видовой структуре возбудителей гнойных процессов мягких тканей, однако в целом наблюдается общая тенденция роста наиболее опасных для пациентов возбудителей группы «ESKAPE-патоген», что следует учитывать при проведении антибиотикотерапии.
3. Увеличение количества возбудителей группы «ESKAPE-патоген» свидетельствует о постепенном снижении эффективности традиционно применяемых антибиотиков, что диктует необходимость поиска новых средств борьбы с такими микроорганизмами, одним из вариантов которых могут быть наночастицы металлов.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Хайтович А.Б., Воеводкина А.Ю. Микробиом и его влияние на здоровье человека // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2019. – Т.9. – №1. – С.61-70. [Hajtovich AB, Voevodkina AYU. Mikrobiom i ego vliyanie na zdorov'e cheloveka. Krymskij zhurnal eksperimental'noj i klinicheskoy mediciny. 2019; 9(1): 61-70. (In Russ.)]
2. Воробьева О.Н. и др. Анализ этиологической структуры и чувствительности к антибиотикам возбудителей инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в хирургических стационарах // Медицина в Кузбассе. – 2022. – Т.21. – №3. – С.19-26. [Vorob'eva ON, et al. Analiz etiologicheskoy struktury i chuvstvitel'nosti k antibiotikam vozбудitelej infekcij, svyazannyh s okazaniem medicinskoj pomoshchi, v hirurgicheskikh stacionarah. Medicina v Kuzbasse. 2022; 21(3): 19-26. (In Russ.)]
3. Евдокимова Н.В. и др. Спектр возбудителей осложненных абдоминальных инфекций у пациентов хирургического профиля // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2023. – Т.12. – №1. – С.51-56. [Evdokimova NV, et al. Spekr vozбудitelej oslozhnennyh abdominal'nyh infekcij u pacientov hirurgicheskogo profilya. Zhurnal im. N. V. Sklifosovskogo "Neotlozhnaya medicinskaya pomoshch". 2023; 12(1): 51-56. (In Russ.)]
4. Bandy A, Wani FA, Mohammed AH, et al. Bacteriological profile of wound infections and antimicrobial resistance in selected gram-negative bacteria. African health sciences. 2022; 22(4): 576-586. doi: 10.4314/ahs.v22i4.63.
5. Bouza E, Burillo A. Current international and national guidelines for managing skin and soft tissue infections. Current opinion in infectious diseases. 2022; 35(2): 61-71. doi: 10.1097/QCO.0000000000000814.
6. Blanes HR, Rodríguez PM, Fernández NJ, Salavert LM. Current approach to skin and soft tissue infections. Thinking about continuity of care. Rev Esp Quimioter. 2023; 36(1): 37-45. doi: 10.37201/req/s01.10.2023.
7. Farzin A, Rahman MM, Mollika FA, et al. Bacteriological Profile of Hospital Acquired Infection and Their Antimicrobial Susceptibility Patterns in a Tertiary Care Hospital. Mymensingh Med J. 2023; 32(3): 787-793.
8. Шипицына И.В., Осипова Е.В. Мониторинг ведущей грамположительной микрофлоры и ее антибиотикочувствительности у лиц с хроническим остеомиелитом за трехлетний период // Гений ортопедии. – 2022. – Т.28. – №2. – С.189-193. [Shipicyna IV, Osipova EV. Monitoring vedushchej grampolozhitel'noj mikroflory i ee antibiotikochuvstvitel'nosti u lic s hronicheskim osteomielitom za trekhletnij period. Genij ortopedii. 2022; 28(2): 189-193. (In Russ.)]
9. Jasemi S, Douraghi M, Adibhesami H, et al. Trend of extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* and the remaining therapeutic options: a multicenter study in Tehran, Iran over a 3-year period. Lett Appl Microbiol. 2017; 63(6): 466-72. doi: 10.1111/lam.12669.
10. Gillespie BM, Harbeck E, Rattray M. Worldwide incidence of surgical site infections in general surgical patients: A systematic review and meta-analysis of 488,594 patients. Int J Surg. 2021; 95: 106136. doi: 10.1016/j.ijsu.2021.106136.
11. Земляной А.Б., Зеленина Т.А., Салухов В.В. Параллели особенностей антибиотикорезистентности инфекций синдрома диабетической стопы на стационарном и амбулаторном этапах лечения // Медицинский совет. – 2022. – Т.16. – №6. – С.234-242. [Zemlyanoj AB, Zelenina TA, Saluhov VV. Paralleli osobennostej antibiotikorezistentnosti infekcij sindroma diabeticheskoy stopy na stacionarnom i ambulatornom etapah lecheniya. Medicinskij sovet. 2022; 16(6): 234-242. (In Russ.)]
12. Аль-Канани ЭСХ. и др. Инфекционные осложнения после плановых операций в многопрофильном стационаре // Актуальные проблемы медицины. – 2024. – Т.47. – №1. – С.99-118. [Al'-Kanani ESH, et al. Infekcionnye oslozhneniya posle planovyh operacij v mnogoprofil'nom stacionare. Aktual'nye problemy mediciny. 2024; 47(1): 99-118. (In Russ.)]
13. Довнар Р.И. и др. Наночастицы меди и селена как новое средство борьбы с антибиотикорезистентными патогенными микроорганизмами // Хирургия. Восточная Европа. – 2022. – Т.11. – №3. – С.315-328. [Dovnar RI, et al. Nanochasticy medi i selena kak novoe sredstvo bor'by s antibiotikorezistentnymi patogennymi mikroorganizmami. Hirurgiya. Vostochnaya Evropa. 2022; 11(3): 315-328. (In Russ.)]
14. Аубакирова А.Т. и др. Микробиологический мониторинг внутрибольничной инфекции в хирургическом стационаре // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2021. – №3. – С.235-239. [Aubakirova AT, et al. Mikrobiologicheskij monitoring vnutribol'nichnoj infekcii v hirurgicheskom stacionare. Vestnik Kazahskogo Nacional'nogo medicinskogo universiteta. 2021; 3: 235-239. (In Russ.)]