

DOI: <https://doi.org/10.34921/amj.2025.1.025>**DIABETİK PƏNCƏ SİNDROMU OLAN XƏSTƏLƏRDƏ İRİNLİ-NEKROTİK
AĞIRLAŞMALARIN İNKİŞAFINDA ŞƏRTİ-PATOGEN MİKROORQANİZMLƏRİN
ROLU****G.M.Seyidova¹, S.V.Hacıyeva¹, S.A.Muradova¹, G.F.Vəkilova¹, İ.Ö.Ömərov²***Azərbaycan Tibb Universitetinin Tibbi mikrobiologiya və immunologiya
kafedrası¹; Hərbi cərrahiyyə kafedrası², Bakı, Azərbaycan*

Məqalədə şəkərli diabetin ağır fəsadlarından biri – diabetik pəncə sindromu olan xəstələrdə şərti-patogen mikrobiotanın iştirakı ilə törənən irinli-nekrotik infeksiya ocaqlarında yayılan mikroorqanizmlərin növlərini və onların antibiotiklərə həssaslığını öyrənmək məqsədilə aparılmış tədqiqat haqqında məlumat verilmişdir. Tədqiqatda 51 xəstədən alınmış nümunələrin bakterioloji analizi aparılmış və alınmış mikroorqanizmlərin antibiotiklərə həssaslığı araşdırılmışdır. Müayinələr zaman müxtəlif mikroorqanizmlər, o cümlədən *S. aureus* (42,8%), *Klebsiella* spp. (21%), *Ps.aeruginosa* (9,8%) və *Candida* göbələkləri (10,4%) aşkar edilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, diabetik pəncə sindromunu törədən mikroorqanizmlər çoxmənbəli xarakter daşıyır və törədicilər çoxsaylı antibiotiklərə qarşı davamlılıq nümayiş etdirir. Əsas törədicilər *S. aureus* və *Klebsiella* spp. bakteriyalarıdır. İnfeksiya ocaqlarındakı mikrobiotanın tədqiqi və onun antibiotiklərə həssaslığı antibakterial terapiyanın optimallaşdırılmasına, müalicənin effektivliyinin artırılmasına və amputasiya riskinin azaldılmasına kömək edə bilər.

Açar sözlər: diabetik pəncə sindromu, irinli-nekrotik proseslər, mikroorqanizmlər, antibiotiklərə həssaslıq

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, этиологическая структура гнойно-некротических поражений

Key words: diabetic foot syndrome, purulent-necrotic infections, microorganisms, antibiotic susceptibility

**РОЛЬ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В РАЗВИТИИ
ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У БОЛЬНЫХ
С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ****Г.М.Сеидова¹, С.В.Гаджиева¹, С.А.Мурадова¹, Г.Ф.Векилова¹, И.О.Омаров²***Кафедра медицинской микробиологии и иммунологии¹, Кафедра Военной хирургии²
Азербайджанского Медицинского Университета, г. Баку, Азербайджан*

В статье представлены сведения о научном исследовании проведенного с целью изучения роли микроорганизмов в гнойно-некротических очагах инфекции с участием условно-патогенной микрофлоры и выяснения антибиотикочувствительности выявленной условно-патогенных микроорганизмов. В исследовании проводили бактериологический анализ проб, полученных от 51 пациента, и изучена чувствительность выделенных микроорганизмов к антибиотикам. В ходе исследований были выявлены различные микроорганизмы, в том числе *S. aureus* (42,8%), *Klebsiella* spp. (21%), *Ps. aeruginosa* (9,8%) и грибы рода *Candida* (10,4%). Результаты показали, что инфекции при синдроме диабетической стопы имеют полимикробный характер, а возбудители демонстрируют значительную устойчивость к множеству антибиотиков. Основными возбудителями являются бактерии *S. aureus* и *Klebsiella* spp. Изучение микробиоты инфекционных очагов и ее чувствительности к антибиотикам может способствовать оптимизации антибактериальной терапии, повышению эффективности лечения и снижению риска ампутации.

Несмотря на значительные успехи в изучении этиологии и патогенеза синдрома диабетической стопы (СДС), совершенст-

зование методов диагностики и лечения, статистика частоты и исхода гнойно-некротических поражений нижних конечностей

по-прежнему остается неутешительной. Синдромом диабетической стопы развивается у большинства больных сахарным диабетом 2 типа может быть с начала заболевания [1]. При синдроме диабетической стопы принимает участие целый комплекс нарушений нейрососудистых, костных, мягких тканей стопы и проявляется макро- и микроангиопатией, нейропатией, остеоартропатии с развитием трофических нарушений в пораженных тканях при синдроме диабетической стопы [2] в связи с развитием гнойно-некротических осложнений и в 6-22% они же и становятся причиной летальных исходов [3].

В основе современной концепции комплексного мультидисциплинарного лечения гнойно-некротических осложнений нейропатической формы синдрома сахарного диабета лежат следующие принципы: полная разгрузка поражений конечности, радикальная хирургическая обработка, гнойного очага, местное лечение и контроль раневой инфекции, рациональная антибактериальная, сахар понижающая и метаболическая терапия [4,5]. Вместе с тем недостаточная эффективность лечения при гнойно-некротических осложнениях синдрома диабетической стопы во многом обусловлена значительным снижением антиинфекционной резистентности у этой категории больных [6].

При исследовании патологического материала у больных с синдромом диабетической стопы обнаруживаются как бактерии, так и грибы в ассоциации аэробных и анаэробных микроорганизмов. организм больных сахарным диабетом часто колонизирован условно-патогенными микроорганизмами, среди которых преобладают грамположительные кокки: *S.aureus* и бета-гемолитические стрептококки, играющие этиологическую роль в развитии инфекций [1].

Совершенствование тактики диагностики, диспансеризации, методов лечения позволяет повысить эффективность лечение и снизить частоту ампутаций у больных с СДС на 43-85% [7]. Все это определяет целесообразность изучения роли микроорганизмов при синдроме диабетической стопы.

Материалы и методы исследования проводили в лаборатории Центрального Клинического госпиталя Министерства обороны Азербай-

джанской Республики. Исследование микрофлоры очагов гнойной инфекции осуществляли при помощи как микроскопического, так и бактериологического методов, применяемых в клинко-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений [5]. Забор материала для микробиологического исследования проводился стерильным тампоном на питательные среды. В ходе микроскопического исследования рассматривали мазки, окрашенные по методу Грама, Ожешко, а также капсульные бактерии по методу Гинс-Бурри.

При исследовании гнойного содержимого ран, бактериологическим методом использовали мясопептонный и кровяной агар, среду Сабуро (для исследования грибов), а также желточно-солевой и молочно-солевой агар для идентификации *S. aureus*. Микроорганизмы идентифицировали по морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам. Биохимический метод включал изучение сахаролитической и протеолитической активности микроорганизмов на среде Гисса. Антибиотикочувствительность выделенных культур оценивали диск-диффузионным методом (Kirby-Bauer) или автоматической системой (VITEK2, Merius, France).

Патологический материал отбирался у 51 пациента с СДС, средний возраст которых составил $59,4 \pm 4,5$ года, из которых 31 женщин, что составило 53,6% и 20 мужчин 42,4%.

У больных сахарным диабетом 2 типа существенно изменялась частота выделения *S.epidermidis*, *S.saprophyticus*, а также повышалась частота выделения с *S.aureus*. Изучение характера микрофлоры очагов гнойно-некротических поражений при синдроме диабетической стопы показала наибольшую частоту обнаружения *S.aureus* 42,8%, в то время как капсульные бактерии рода *Klebsiella* spp. составили 14,6% выделенных культур. Кроме того, в раневом отделяемом обнаружены и другие грамотрицательные бактерии семейства *Enterobacteriaceae*.

Бактерии родов *Proteus* spp., *Escherichia coli* были выделены в 4,9% случаев, в 9,8% была выделена аэробная культура *Ps.aeruginosa*, среди обнаруженных нами бактерий 10,4% составляли грибы рода *Candida*, которые принимают особое значение при СДС, так как у иммунокомпромированных пациентов они создают оппортунистические инфекции наряду с бактериями. Но основная роль в данном процессе принадлежит *S.aureus* (у 42,8% больных) и бактериям рода *Klebsiella* spp. (у 21% больных), вызывающих особую опасность при гнойно-некротических процессах.

Таблица. Микроорганизмы, принимающие участие в гнойно-некротических процессах при синдроме диабетической стопы

	Микроорганизмы	Количество исследованных больных
1	<i>S.aureus</i>	22 (42,8%)
2	<i>S. epidermidis</i>	3 (4,6%)
3	<i>E.coli</i>	4 (5,1%)
4	<i>Proteus</i>	2 (4,9%)
5	<i>Klebsiella spp.</i>	20 (21%)
6	<i>Enterobacter spp.</i>	8 (9,8%)
7	<i>Ps.aeruginosa</i>	7 (9,8%)
8	<i>Candida spp.</i>	9 (10,4%)

Одной из важнейших причин развития осложнений при СДС, является биопленка на поверхности ран. Биопленка – сообщество микроорганизмов, перечисленных выше, которое прикрепляется к поверхности раны или друг к другу, заключенные в матрикс синтезированных или внеклеточных полимерных веществ [7].

Бактерии составляют лишь 5-35% массы биопленки, большую часть которой составляет межбактериальный матрикс, являющийся фактором устойчивости к факторам неспецифического иммунитета и предоставляющий собой слизисто-полимерный слой, вырабатываемый сразу после адгезии [6]. Такая форма существования предоставляет бактериям массу преимуществ в условиях воздействия неблагоприятных факторов физической, химической и биологической природы. В то время, как внеклеточный матрикс надежно защищает

микроорганизмы от воздействия УФ излучения, дегидратации и самое главное, от действия антибиотиков.

В данной статье также был изучен спектр чувствительности выделенных культур к цефалоспорином, карбапенемам, аминогликозидам, фторхинолонам, тетрациклинам, макролидам и гликопептидам. Результаты показали, что микроорганизмы отличались полиантибиотико-резистентностью, проявляя как природную, так и приобретенную антибиотикорезистентность.

Частота выделения чувствительных к антибиотикам штаммов *S.aureus* была в пределах 75% в отношении к цефалоспорином, к карбапенемам и фторхинолонам проявляли чувствительность к 83% культур, а к аминогликозидам – 41%. Культуры *Ps.aeruginosa* проявляли чувствительность к карбапенемам (50% штаммов), фторхинолонам (75%) (рис.).

Представители рода *E.coli* были чувствительны к цефалоспорином 25%, карбапенемам в 50%, фторхинолонам в 75%, аминогликозидам в 50% случаев. В качестве *S.aureus*, на фоне ослабленного иммунитета, которые могут играть ведущую роль в развитии гнойно-некротического процесса при синдроме диабетической стопы. Наряду со всем этим, наличие в патологическом материале грамотрицательных бактерий, основных продуцентов эндотоксина способствуют также развитию этого процесса.

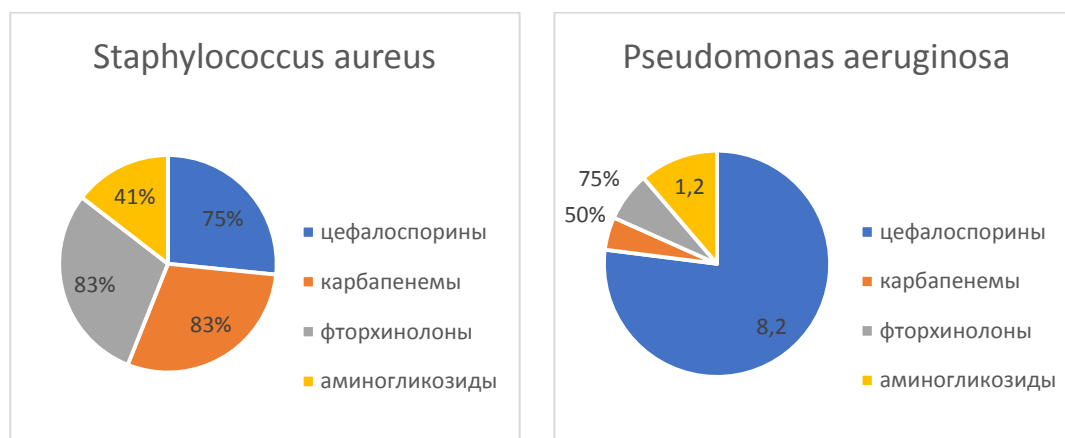


Рис. Частота выделения чувствительности *S.aureus* и *Ps.aeruginosa* к антибиотикам

Проведенные исследования показали, что у больных с синдромом диабетической стопы наблюдается колонизация раневой поверхности условно-патогенными микроорганизмами. Изучение характера микрофлоры в раневом отделяемом показало, что ведущую роль в развитии гнойно-некротического процесса играют *S.aureus* и условно-патогенные микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae*. Как уже было указано выше, основная роль принадлежит микроорганизмам, колонизирующим организм больных сахарным диабетом и составляющим в 80% случаев нормальную микрофлору кожи, к которым присоединяется условно-патогенные, как грамположительные, так и грамотрицательные бактерии. Также, возбудители инфекции отличались

выраженной полиантибиотикорезистентностью.

Таким образом включение в комплексную программу лечения больных с гнойно-некротическим процессом при синдроме диабетической стопы соответствующих антибиотиков, которые проявляли высокую чувствительность к микроорганизмам, выделенных индивидуально у каждого пациента, а также проведение своевременного микробиологического анализа на наличие основных групп бактерий, вызвавших данный процесс, позволяет сократить сроки очищения раны и перехода гнойно-некротического процесса в репаративную стадию, что позволяет в конечном итоге в более ранние сроки, избежать генерализацию инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлаев Петр Петрович, Гриценко В.А., Белозерцева Ю.П. "Современные подходы к антибактериальной терапии гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы" Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН, no. 2, 2016, pp. 11. [Kurlaev Petr Petrovich, Gricenko V.A., Belozerceva Ju.P. "Sovremennye podhody k antibakterial'noj terapii gnojno-nekroticheskikh oslozhnenij sindroma diabeticheskoy stopy" B'ulleten' Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN, no. 2, 2016, pp. 11.]
2. Ахмедов Г. Распространённость хронических осложнений у больных сахарным диабетом, зарегистрированных в г. Баку // *Azerbaijan Medical Journal*, 2022, №3, 77–82. <https://doi.org/10.34921/amj.2022.3.012>
3. Lipsky B.A., Berendt A.R., Cornia P.B. et al. Comprehensive Management of Diabetic Foot Infections // *Clinical Infectious Diseases*, 2012; 54(12): e132–e173. DOI: 10.1093/cid/cis346
4. American Diabetes Association. Consensus. Development Conference on Diabetes Foot Wound Care: 7-8 april 1999, Boston, Massachusetts, Diabetes Care, vol.22, p.1354-1360.
5. Melissa F., Zarrentaj Aliabadi, Bryan T. Yreen. Diabetic foot: Evaluation and management // *South Med. J.*, 2002; 95(1): p.95-101.
6. "2012 Infectious Diseases Society of America Clinical Practice Guideline for the Diagnosis and Treatment of Diabetic Foot Infections" Авторы: Lipsky BA, Berendt AR, Cornia PB, et al. Журнал: *Clinical Infectious Diseases*, 2012; 54(12): e132–e173. DOI: 10.1093/cid/cis346
7. Белин Б.М., Чумбуридзе И.П., Штильман М.Ю., Явруян О.А., Совченко Ю.П. комплексное лечение больных с гнойно-некротическими осложнениями при нейропатической форме синдрома диабетической стопы // *Хирургия. Журнал им. Н.П.Пирогова* 2020; (4), 81-87. [Belin B.M., Chumburidze I.P., Shtil'man M.Ju., Javrujan O.A., Sovchenko Ju.P. kompleksnoe lechenie bol'nyh s gnojno-nekroticheskimi oslozhnenijami pri nejropaticheskoy forme sindroma diabeticheskoy stopy // *Hirurgija. Zhurnal im. N.P.Pirogova* 2020; (4), 81-87.]

THE ROLE OF OPPORTUNISTIC MICROORGANISMS IN THE DEVELOPMENT OF PURULENT-NECROTIC COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH DIABETIC FOOT SYNDROME

G.M.Seidova¹, S.V.Gadzhieva¹, S.A.Muradova¹, G.F.Vekilova¹, I.O.Omarov²

Department of Medical Microbiology and Immunology¹,

Department of Military Surgery², Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Summary. The article presents a study investigating the microbial composition and antibiotic susceptibility of microorganisms isolated from purulent-necrotic infections in patients with diabetic foot syndrome, a severe complication of diabetes mellitus. The study aimed to identify the species of conditionally pathogenic microbiota involved in these infections and assess their antibiotic resistance profiles. Bacteriological analysis was performed on samples obtained from 51 patients, and the antibiotic

susceptibility of the isolated microorganisms was evaluated. The results revealed the presence of various microorganisms, including *Staphylococcus aureus* (42.8%), *Klebsiella spp.* (21%), *Pseudomonas aeruginosa* (9.8%), and *Candida fungi* (10.4%). The findings indicate that diabetic foot syndrome has a polymicrobial etiology, with the causative agents exhibiting multidrug resistance. The predominant pathogens identified were *S. aureus* and *Klebsiella spp.* The study underscores the importance of analyzing the microbial composition of infection sites and their antibiotic susceptibility patterns, as this knowledge can contribute to optimizing antibacterial therapy, enhancing treatment efficacy, and reducing the risk of lower limb amputations.

Müəlliflə əlaqə üçün:

Günəl Vəkilova – Azərbaycan Tibb Universitetinin Mikrobiologiya və immunologiya kafedrası, Bakı, Azərbaycan

E-mail: vakilova.gunel@gmail.com