

Сергеев Назар Алексеевич, студент,
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Белгород

Дувиряк Дмитрий Андреевич, студент,
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Белгород

Бочарова Ксения Александровна,
доцент, кандидат медицинских наук,
заведующий кафедрой микробиологии и вирусологии
с курсом клинической иммунологии, Белгородский государственный
национальный исследовательский университет, Белгород

Шванова Татьяна Александровна, ассистент кафедры
микробиологии и вирусологии с курсом клинической иммунологии,
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Белгород

РОЛЬ БИОПЛЕНОК В ВОЗНИКНОВЕНИИ ВБИ

Аннотация: В статье рассматривается важная роль биопленок в возникновении внутрибольничных инфекций. Обзор современных методов очистки и дезинфекции, а также исследования инновационных технологий предотвращения образования биопленок на медицинском оборудовании подчеркивают необходимость эффективных стратегий по борьбе с этим явлением.

Ключевые слова: биопленки, внутрибольничные инфекции, дезинфекция, инновационные технологии, медицинское оборудование, профилактика.

Введение. В современном мире вопросы обеспечения безопасности и эффективного лечения пациентов в больничных учреждениях занимают центральное место в системе здравоохранения. Одним из серьезных вызовов, стоящих перед медицинским сообществом, является проблема внутрибольничных инфекций. Внутрибольничные инфекции представляют собой серьезную угрозу для пациентов, пребывающих в стационаре, и часто становятся причиной дополнительных осложнений, а иногда и смерти [3].

Анализируя значение проблемы внутрибольничных инфекций, необходимо обратить внимание на их высокую распространенность в медицинских учреждениях по всему миру. Статистика свидетельствует о том, что до 10% пациентов, находящихся в больницах, сталкиваются с риском заражения различными патогенами, что подчеркивает необходимость эффективных стратегий предотвращения и контроля.

В последние десятилетия внимание исследователей и практикующих врачей все чаще привлекается к роли биопленок в возникновении инфекций. Биопленки, сложные микробные сообщества, образующиеся на поверхностях и внутри медицинского оборудования, могут играть ключевую роль в устойчивости микроорганизмов к антимикробным средствам и способствовать формированию очагов инфекции [8].

Биопленки: основные понятия и характеристики. Биопленки представляют собой сложные трехмерные структуры, образуемые микроорганизмами на поверхностях различных материалов. Эти структуры представляют собой соединение микроорганизмов с



биополимерами, такими как полисахариды, белки и нуклеиновые кислоты. Биопленки обладают высокой стойкостью к воздействию антимикробных средств и других воздействий, что делает их особенно проблематичными в контексте внутрибольничных инфекций.

Структура биопленок варьирует в зависимости от типа микроорганизмов, состава подложки и условий окружающей среды. Общими элементами структуры биопленок являются внутренняя сложная сеть микроорганизмов, покрытая экстраклеточной матрицей. Эта матрица состоит из полимеров, вырабатываемых микроорганизмами, и включает в себя слои полисахаридов, белков и ДНК [1].

Биопленки играют ключевую роль в микробиологии, обеспечивая микроорганизмам защиту от антимикробных средств, изменения окружающей среды и других стрессовых факторов. Эти структуры способствуют выживанию и размножению микроорганизмов, обеспечивают коммуникацию между клетками и предоставляют плодородную среду для обмена генетической информацией [7].

Биопленки в медицинских учреждениях. Больничные помещения предоставляют уникальные условия для формирования биопленок, представляя собой среду, насыщенную различными поверхностями, влажностью и постоянным потоком пациентов и медицинского персонала. Факторы, такие как присутствие катетеров, мониторов, искусственной вентиляции, а также повышенная температура и влажность, способствуют образованию плотных биопленок на различных поверхностях, включая стены, мебель и медицинское оборудование.

Медицинское оборудование, такое как катетеры, протезы, интубационные трубки и хирургические инструменты, становятся идеальными субстратами для образования биопленок. Микроорганизмы быстро прикрепляются к поверхностям этих устройств, начинают секретировать экстраклеточные полимеры, и, в конечном итоге, формируют устойчивые биопленки. Это явление становится особенно проблематичным, поскольку биопленки на медицинском оборудовании могут стать источником распространения инфекций среди пациентов [2].

Биопленки на медицинском оборудовании могут значительно увеличивать риск внутрибольничных инфекций у пациентов. Присутствие устойчивых микробных сообществ способствует формированию резистентных к антимикробным препаратам штаммов, что усложняет лечение и повышает вероятность развития осложнений. Воздействие биопленок на пациентов может привести к хроническим инфекциям, длительным периодам выздоровления и увеличенной потребности в медицинском обслуживании [5].

Механизмы образования биопленок. Процессы адгезии являются первоначальным этапом формирования биопленок. Микроорганизмы активно взаимодействуют с поверхностями медицинских устройств и структур, используемых в больничной среде, через различные механизмы адгезии. Это включает физическое притяжение, химические взаимодействия и специфические биологические связи. Процесс адгезии создает основу для последующего формирования структурной основы биопленок [9].

Внутри биопленок микроорганизмы проявляют высокую активность, включая метаболические процессы, обмен веществ и секрецию экстраклеточных полимеров. Эти деятельности способствуют устойчивости микроорганизмов к воздействию антимикробных средств и создают защитный микроокружающий микроклимат внутри биопленок. В результате активности микроорганизмов в биопленках происходит формирование сложных микробных сообществ, что повышает их способность к выживанию и размножению.

Формирование биопленок в больничной среде возможно благодаря воздействию различных факторов. Эти факторы включают в себя состав и структуру поверхностей медицинского оборудования, параметры окружающей среды (температура, влажность), а также использование антисептиков и антибиотиков. Нарушения стандартов санитарии, плохая



профилактика инфекций и несоблюдение правил стерильности также способствуют образованию биопленок в больницах [3].

Внутрибольничные инфекции и биопленки: доказательства. Клинические исследования предоставляют ценные данные о взаимосвязи между наличием биопленок и внутрибольничными инфекциями у пациентов. Анализ случаев инфекций, длительность пребывания в больнице, степень тяжести заболеваний и эффективность терапии позволяют установить корреляции между формированием биопленок на медицинском оборудовании и развитием инфекционных процессов. Результаты клинических исследований могут также выявить особенности устойчивости микроорганизмов в биопленках к антимикробным препаратам, что существенно влияет на ход лечения [1].

Лабораторные исследования направлены на более глубокое понимание механизмов взаимодействия микроорганизмов в биопленках и их влияния на формирование инфекций. Эксперименты с моделями биопленок в лабораторных условиях позволяют изучать динамику роста микроорганизмов, эффективность различных антисептических средств и принципы воздействия на формирование биопленок. Лабораторные исследования подтверждают биологическую активность биопленок и предоставляют научные данные для разработки инновационных методов их предотвращения.

Анализ связи между наличием биопленок и распространением инфекций является ключевым компонентом доказательств. Исследования, основанные на сравнительном анализе инфицированных и незараженных областей больницы, а также мониторинг распространения инфекций в зависимости от степени загрязнения биопленками, подтверждают прямую связь между этими факторами [6].

Профилактика и борьба с биопленками в ЛПУ. В контексте профилактики и борьбы с биопленками в медицинских учреждениях применяются разнообразные стратегии, охватывающие современные методы очистки и дезинфекции, инновационные технологии, а также обучение медицинского персонала.

Современные методы очистки и дезинфекции являются первостепенным аспектом предотвращения формирования биопленок в больницах. Эффективное использование дезинфицирующих средств, способных бороться с широким спектром микроорганизмов, а также регулярная обработка поверхностей и медицинского оборудования помогают минимизировать риск адгезии и образования биопленок [2].

Инновационные технологии предотвращения образования биопленок включают в себя различные подходы. Это включает в себя использование антимикробных покрытий на поверхностях, которые препятствуют адгезии микроорганизмов, а также биотехнологии, в том числе применение энзимов и пробиотиков, для разрушения и предотвращения биопленок. Нанотехнологии также находят свое применение, где наноматериалы с антимикробными свойствами внедряются в дизайн медицинского оборудования.

Обучение медицинского персонала является неотъемлемой частью системы профилактики. Проведение регулярных тренингов по правильным методам очистки и дезинфекции, а также обучение применению инновационных технологий, направлено на повышение осведомленности и навыков персонала в вопросах борьбы с биопленками. Это включает в себя не только практические аспекты, но и обучение теоретическим основам формирования биопленок и их воздействия на распространение инфекций в больничной среде.

Эффективное внедрение и соблюдение всех этих компонентов способствует улучшению стандартов безопасности в медицинских учреждениях, снижает риск внутрибольничных инфекций и улучшает общую защиту пациентов и персонала от возможных осложнений, связанных с биопленками [7].



Заключение. Сводные выводы о роли биопленок в возникновении внутрибольничных инфекций позволяют сформировать ясное представление о значимости этого феномена в сфере здравоохранения. Биопленки, сложные трехмерные структуры, образующиеся на поверхностях и внутри медицинского оборудования, играют ключевую роль в устойчивости микроорганизмов к антимикробным средствам и создают опасную среду для формирования инфекций внутри стационара.

Систематический обзор клинических исследований подтверждает прямую связь между наличием биопленок и увеличенным риском внутрибольничных инфекций. Микроорганизмы, заселенные в биопленках, проявляют повышенную устойчивость к антимикробным препаратам и способны образовывать резистентные сообщества, что создает серьезные трудности в лечении инфекций у пациентов.

Неоспоримо, что современные методы очистки и дезинфекции остаются важным компонентом профилактики образования биопленок в больницах. Однако, с учетом динамичного характера микробиологической среды, внедрение инновационных технологий, таких как антимикробные покрытия, биотехнологии и нанотехнологии, становится неотъемлемым шагом в направлении более эффективной борьбы с этим проблемным явлением.

Перспективы исследований и разработок в данной области открывают широкий простор для новаторских подходов. Дальнейшие исследования могут сосредотачиваться на более глубоком понимании молекулярных механизмов формирования биопленок, что, в свою очередь, позволит разработать более точные и эффективные стратегии их предотвращения. Интеграция современных методов анализа и технологий в области медицинской микробиологии и материаловедения обещает внести значительный вклад в улучшение стандартов безопасности в медицинских учреждениях.

Заключительно, понимание и борьба с биопленками в больницах представляют собой важное направление для обеспечения высокого уровня безопасности пациентов и сотрудников здравоохранения. Развитие современных технологий и интеграция их в повседневную практику станут ключевыми факторами в предотвращении внутрибольничных инфекций и повышении эффективности лечебных процессов.

Список литературы:

1. Costerton JW, Lewandowski Z. Microbial biofilms. *Annu Rev Microbiol.* 1995;49:711–45.
2. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science.* 1999;284:1318–22.
3. Donlan RM. Biofilm formation: a clinically relevant microbiological process. *Clin Infect Dis.* 2001;33 (8):1387–92.
4. Donlan RM. Biofilms and device-associated infections. *Emerg Infect Dis.* 2001;7 (2):277–81.
5. Khatoon Z, McTiernan CD, Suuronen EJ, Mah TF, Alarcon EI. Bacterial biofilm formation on implantable devices and approaches to its treatment and prevention. *Heliyon.* (2018) 4:e01067. doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e01067
6. Гавриченко, С.С. Микробиология: учеб. пособие / С. С. Гавриченко, С.И. Якубовская. – Минск: РИПО, 2022. – 270 с. – ISBN 978-985-895-024-8. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789858950248.html>.
7. Зверев, В.В. Микробиология: учебник / под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – 2-е изд., перераб. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 616 с. – ISBN 978-5-9704-6396-3. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970463963.html>.



8. Маннапова, Р.Т. Микробиология, микология и основы иммунологии: учебник / Р.Т. Маннапова. – Москва: Проспект, 2023. – 616 с. – ISBN 978-5-392-37534-9. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392375349.html>.

