

БИОПЛЕНКИ: СТРОЕНИЕ, РЕГУЛЯЦИЯ И РОЛЬ В ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Лукьянова Я.М.

E-mail: yana_lukyanova_2002@mail.ru

Научный руководитель: Куклина Н.В., к.м.н., доцент кафедры

эпидемиологии, микробиологии и вирусологии, nvkuklina@list.ru

Введение

Изучение механизмов образования и существования бактериальных пленок (биоплёнок) в настоящее время весьма актуальны. Ранее было известно только о планктонном существовании бактерий, но оказалось, что основная форма их существования – биоплёнки. Образование биопленки является одним из основных способов защиты бактерий от повреждающих факторов окружающей их среды.

Цель исследования: изучить морфологическое строение и способы взаимодействия бактерий внутри биопленки, роль в воспалительных процессах организма человека, механизмы резистентности к антибактериальным препаратам.

Материалы и методы

Для обзора были собраны и проанализированы данные из научных электронных библиотек «КиберЛенинка», «Elibrary».

Результаты и обсуждения

Биопленка – это сообщество бактерий, которое плотно зафиксировано на субстрате и погружено в матрикс. От общего количества матрикса 3-35% массы приходится на бактерии.

Бактериальный состав представлен метаболически активными и так называемыми «спящими» бактериями. Персисторы («спящие» бактерии) - это незначительная часть бактерий, находящиеся в метаболически неактивном состоянии из-за недостатка питательных веществ и кислорода.

Такие бактерии в дальнейшем предотвращают гибель биоплёнки, являясь своеобразным резервом.

Основные компоненты матрикса:

- Полисахариды (экзополисахариды)
- Белки
- Внеклеточная ДНК.

Экзополисахариды составляют до 80% матрикса биопленки. Белки составляют до 40% от общего объема матрикса биопленок. Амилоидоподобные белки, по мнению многих авторов, являются основой биопленочного матрикса (придают прочность и устойчивость к смыванию).

Кроме того, выделяют белки, которые участвуют: в межклеточных контактах; адгезии по типу «клетка-клетка» и «клетка-субстрат»; связывают полисахариды в структуре биопленки. Внеклеточная ДНК выделяется при лизисе клеток или экскретируется при помощи везикулярного транспорта и участвует в горизонтальном переносе генов.

В своей структуре биоплёнка имеет водные каналы, которые проходят сквозь биопленку в различных направлениях. По этим каналам циркулируют питательные вещества, продукты жизнедеятельности и кислород. При этом биопленка остается не проницаема для высокомолекулярных веществ, в частности – антибиотиков.

Этапы формирования биопленки:

1. Адгезия или сорбция микроорганизмов на поверхности субстрата. Является обратимым процессом, так как бактерии на этом этапе способны открепляться от субстрата и продолжать планктонный образ жизни.

2. Продукция микробами внеклеточного полимера - матрикса, способствующего фиксации.

3. Образование (формирование) микроколонии. Бактерии активно делятся и вырабатывают матрикс.

4. Рост колонии и образование полноценной зрелой биопленки.

5. Дисперсия. В дальнейшем от биопленки могут отделяться бактерии, переходя к планктонному образу жизни.

Способ взаимодействия бактерий в биопленке (QUORUM SENSING) - это особый вид коммуникации бактерий, координирующий экспрессию генов.

Система кворума имеет два обязательных компонента:

1. Аутоиндукторы - низкомолекулярные сигнальные молекулы;
2. Рецепторные белки, с которыми связываются аутоиндукторы.

Функционирование системы зависит от плотности бактериальной популяции в матриксе. При низкой плотности бактерий, синтезируемый ими аутоиндуктор утрачивается в окружающей среде. Высокая плотность бактерий в матриксе позволяет аутоиндукторам быстрее взаимодействовать с другими бактериями.

Экспрессия определенных генов приводит к образованию вторичных метаболитов, токсинов, антибиотиков, внеклеточных гидролитических ферментов и экзополисахаридов (необходимых для бактериальной адгезии и развития биопленки), факторов вирулентности, а также обеспечивает конъюгацию и биолюминесценции бактерий.

Механизмы резистентности к антибактериальным препаратам.

1. Персисторы.
2. Экспрессия «молчащих» генов резистентности (гены кодирующие белки, определяющие антибиотикорезистентность).
3. Распространение генов резистентности между бактериями при помощи горизонтального переноса.
4. Наличие в матриксе свободных ферментов, инактивирующих антибиотики, продуцируемые метаболически активными бактериями (наиболее часто встречается выработка β -лактамаз).

Роль биоплёнок в воспалительных процессах организма человека.

Способность бактерий формировать биоплёнки на слизистых и серозных оболочках является основной причиной хронизации и рецидивов воспалительных заболеваний различной локализации. Колонизация стентов, контактных линз, сосудистых центральных катетеров, шовного материала и т.п. создаёт риски острых и хронических воспалительных

осложнений патологических состояний, требующих применения имплантируемых устройств.

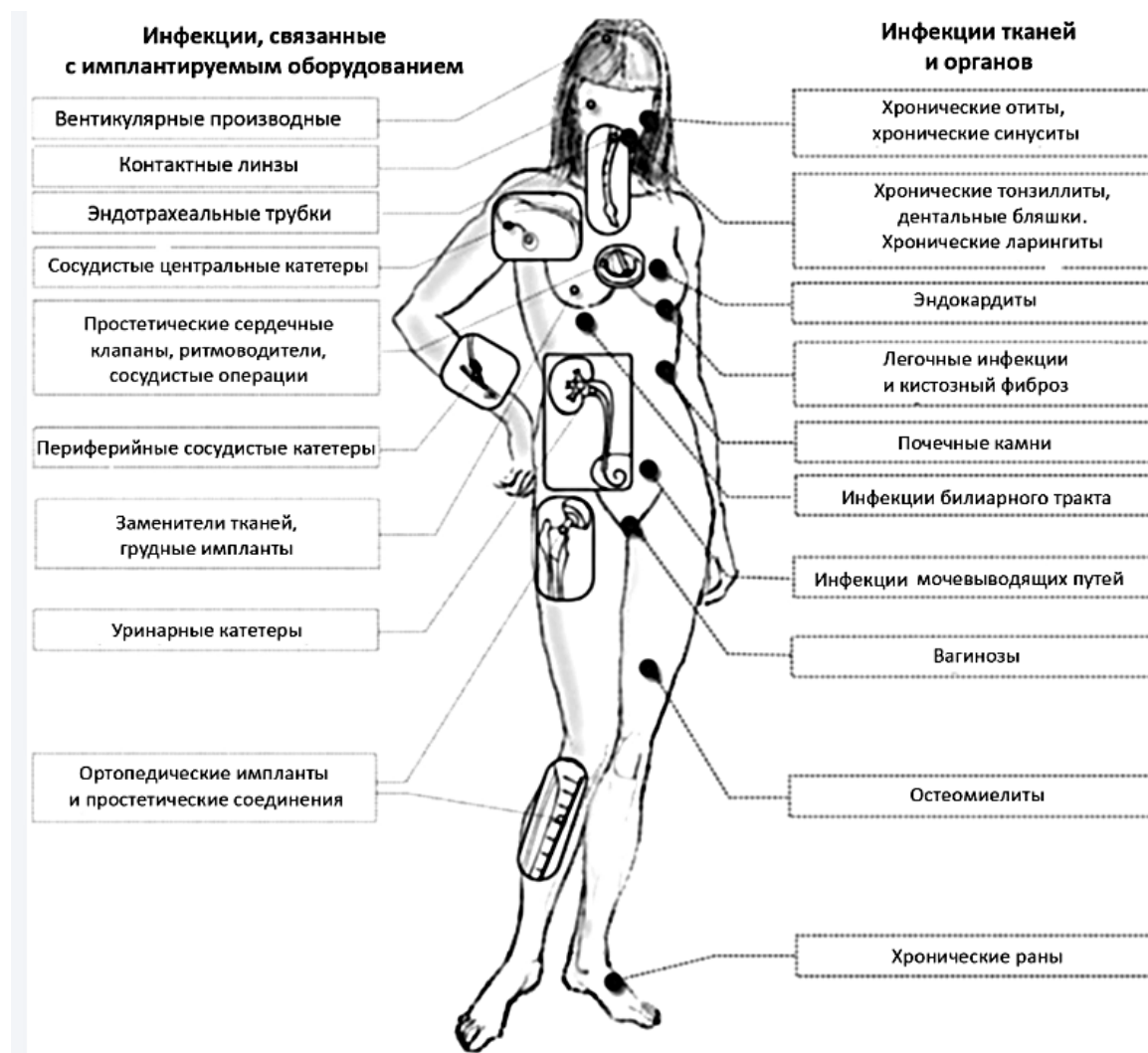


Рисунок 1. Инфекции, связанные со способностью бактерий формировать биопленки.

Выводы

Благодаря антибиотикорезистентности биопленки являются устойчивыми к терапии и профилактике воспалительных заболеваний. Знание способов взаимодействия бактерий внутри биопленки, механизмов резистентности к антибиотикам позволит оптимизировать подходы к антимикробной терапии хронических и рецидивирующих воспалительных процессов.

Список литературы:

1. Биопленки: основные методы исследования: учебно-методическое пособие. Марданова А.М. с соавт. Казань: К(П)ФУ. 2016; 42 с.

2. Бактериальные биопленки: роль в хронических инфекционных процессах и поиск средств борьбы с ними. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. Ильина Т.С., Романова Ю.М. 2021; 39(2): 14–24.

3. Бактериальные биопленки – новая цель терапии. Голуб А.В. Клиническая микробиологическая антимикробная химиотерапия. 2012; 14(1).

4. Биопленки микроорганизмов: современные представления. Хрянин А. А. Антибиотики и химиотерапия. 2020; 65; 5-6.

5. Микробные биопленки в клинической микробиологии и антибактериальной терапии. В.К. Окулич, А.А. Кабанова, Ф.В. Плотников. Витебск: ВГМУ. 2017; 300 с.

Как цитировать:

Лукьянова Я.М. Биопленки: строение, регуляция и роль в воспалительных процессах. *Scientist*. 2023; 23 (1): 90-94.
