

Биопленка как эндодонтическая инфекция

М.Е. Соломонов,
отделение эндодонтии Еврейского Иерусалимского университета Хадасса (Израиль),
руководитель отделения эндодонтии «Немецкого стоматологического центра» (Москва)

Резюме:

В данной статье разбираются базовые аспекты актуальной сегодня для эндодонтистов темы биопленки в корневом канале. Подробное изучение этого вопроса позволяет осознать сложность микробиологических и иммунологических процессов, происходящих в канале зуба. Понимание этого вопроса поможет стоматологам еще раз осознать важность тщательной механической и антисептической обработки корневого канала.

Ключевые слова: биопленка, обработка корневых каналов, микробиология корневых каналов.

▲ Важным аспектом каждодневной деятельности стоматолога–эндодонтиста является, на мой взгляд, четкое понимание биологии происходящих процессов. Долгие годы многие такие аспекты, как микробиология или иммунология, казались очень далекими от клинической работы. Накопленные сегодня знания подталкивают нас к изменению наших клинических решений. Одна из наиболее изучаемых и дискутируемых сегодня тем – это тема биопленки.

Биопленка – это конгломерат колоний микроорганизмов, которые погружены во внеклеточный матрикс и прикреплены к поверхности. Микроколонии занимают примерно 15% от общей массы биопленки.

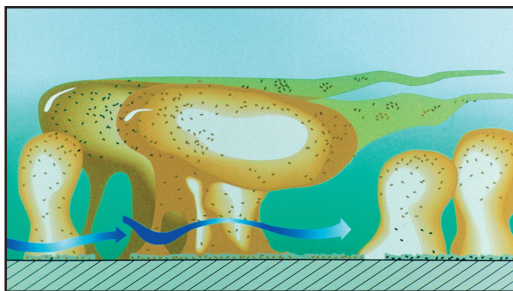
Экстрацеллюлярный матрикс, состоящий из экзополисахаридов, выделяемый микробами и несущий важные функции в жизнедеятельности биопленки, занимает 85% массы биопленки. Несмотря на название биопленка не является однородной субстанцией, она гетерогенна в пространстве и во времени, сквозь биопленку проходят

водные каналы, несущие питательные вещества и вымывающие продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

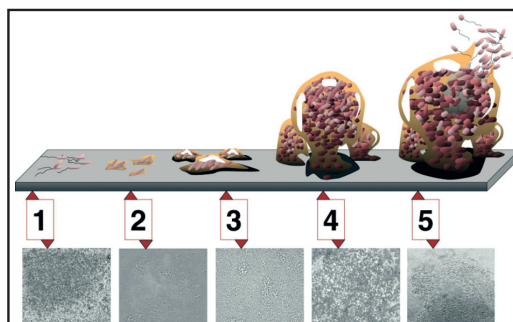
Экстрацеллюлярный матрикс является мощным биологическим клеем, с помощью которого биопленка прочно прикрепляется к поверхности. В области стоматологии речь идет о эмали зубов, если мы обсуждаем начальный кариес, и о поверхности корня, если говорим о патологии пародонта. В области эндодонтии мы говорим о биопленке, прикрепляющейся к поверхности дентина канала корня. Кроме того, экстрацеллюлярный матрикс может являться и питательным субстратом для бактерий. Кстати, в эндодонтии биопленка была описана уже в 1987 году *Nair P.* как конгломерат микробов различной формы, погруженный в экстрацеллюлярный аморфный матрикс [1], однако термин «биофильм» в то время не звучал, и на это наблюдение не обратили внимание.

Сегодня медики уверены, что более чем в 80% случаев инфекционные поражения организма проходят в форме биопленочной инфекции. В такой ситуации предложение *Nair P.* «относиться к хроническому апикальному периодонтиту, как к инфекционному заболеванию, вызванному внутриканальной биопленкой» абсолютно логично [2].

Чем же так интересна эта структура? Внутри биопленки создаются уникальные условия с точки зрения взаимодействия между микроорганизмами: близкий контакт позволяет резко усилить обмен генетической информацией, соответственно, образование резистентных штаммов микроорганизмов происходит намного быстрее, чем у микроорганизмов, находящихся в форме планктона. Между колониями микробов возникает свой язык общения по типу феромонов: сиг-



▲ Рис. 1. Структура биопленки.



▲ **Рис. 2.** Стадии образования биопленки:
 1 - первичное прикреплeние
 2 - необратимое прикреплeние
 3 - созревание
 4 - стадия полного созревания
 5 - распространение.

нальные молекулы вызывают изменение в поведении микроколоний и влияют на скорость размножения микробов и проявления тех или иных фенотипических свойств [3]. И, наконец, внутри биопленки возникают сложнейшие пищевые цепочки, где продукты жизнедеятельности одних микроорганизмов являются основой для существования других. Экстрацеллюлярный матрикс защищает микробов от воздействия внешних факторов, к которым относятся и наши попытки их уничтожения. Как выяснилось, большинство международных микробиологических исследований изучало микробов в форме планктона, и поэтому часто исследователи не понимали, в чем такая большая разница результатов исследований *in vitro* и конечного эффекта *in vivo*. Характерным примером являются данные о возможной разнице резистентности микробов к амоксициллину в форме планктона и биопленки в 1000 раз [4].

Понимание взаимодействия микробов в биопленке помогает нам ответить на старый вопрос микробиологов: все ли микробы, что мы находим в инфицированном канале, нужны для возникновения апикального периодонтита или есть *главные игроки*, а часть микробов просто попала в канал и никакой роли в патогенезе не играет? Учитывая наши знания о биопленке, мы понимаем, что безобидные, на первый взгляд, микробы несут такие важные функции, как образование экстрацеллюлярного матрикса, и являются незаменимыми в пищевых цепочках [5]. Все эти данные рисуют непростую картину борьбы с инфекционными заболеваниями как в области общей медицины, так и в стоматологии. Наиболее логичным путем является механическое удаление биопленки с поверхности. В терапевтической стоматологии мы часто совмещаем удаление биопленки с подлежащей поверхности. Пародонтологи уже много лет говорят о необходимости качественного удаления зубного камня и полировки

корня как об основе любого пародонтологического лечения. Абсолютно естественно, что мы акцентируем наше внимание на инструментальной обработке канала как на основном этапе борьбы с биопленкой. Однако данные последних десятилетий неутешительны: даже при агрессивной обработке канала при использовании вращающихся никель–титановых инструментов 25–35% поверхности каналов остаются необработанными [6]. Мы не должны забывать, что основной целью инструментальной обработки канала является придание ему формы, а за очистку в основном ответственны ирригация и внутриканальная антисептическая обработка.

С вхождением в обиход термина «биопленка» многие исследователи начали поиски антидотов. Различают два основных направления: поиск новых методик и средств и проверка старых известных игроков на поле боя с инфекциями в новых лабораторных условиях. Одно из самых интересных направлений – фотоактивируемая дезинфекция (*PTD, PAD*). Эта процедура была разработана в области онкологии: нетоксичные маркеры, называемые фотосенситаизерами, наносились на злокачественные или предраковые ткани и затем активировались низкоэнергетическим лазером, вследствие чего образовывался активный кислород и свободные радикалы, приводящие к гибели раковой клетки [7]. В эндодонтии корневой канал прокрашивается, как правило, метиленовым синим или толуидиновым синим, и эти фотосенситаизеры прикрепляются к наружной поверхности микробов. После этого канал облучается низкоэнергетическим лазером (CO_2) с длиной волны 665 нм. Данная процедура вызывает уничтожение бактерий. Естественно, что если бактерии находятся в форме планктона, такая система работает со 100%-ной эффективностью, но биопленка не позволяет красителям достичь внутренних слоев, и поэтому многие исследователи [8] показывают невозможность полного уничтожения микробной биопленки такими системами и как вывод пишут о создании мощной дополнительной антибактериальной системы, но не альтернативной [9].

Другие новые направления, такие как электрохимически активированная вода [10] или озонные системы [11], к сожалению, показали свою несостоятельность в борьбе с биопленкой. Группы исследователей, изучающих взаимодействие между «старыми» ирригантами и биопленкой, пришли к однозначному выводу, что лучшим является раствор гипохлорита натрия [12, 13]. Огромное значение играет его способность растворять органический матрикс, в данной ситуации это растворение экстрацеллюлярного матрикса биопленки, и за счет этого – проникновение $NaOCl$ в глубокие слои биопленки. Без ирригации

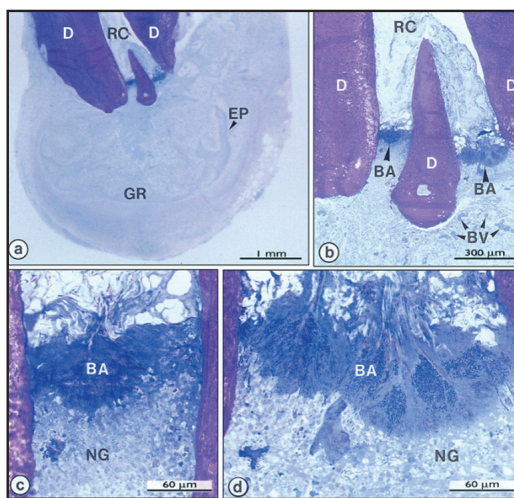


Рис. 3. Биопленка, прикрепленная в области апикального отверстия зуба при верхушечном периодонтите. а, b - апикальная дельта, с, d - латеральные каналы. BA - скопления бактерий, NG - нейтрофильные гранулоциты, EP - эпителий (По Nair, 2002).

NaOCl современная качественная эндодонтия невозможна. И естественно, что методики, повышающие эффективность ирригаций NaOCl, – в центре внимания исследователей. Рекомендуем обратить ваше внимание на направление пассивной ультразвуковой ирригации.

На базе научных данных о том, что $\text{Ca}(\text{OH})_2$ обладает свойством растворять органическую ткань [14], можно предположить, что его использование в случаях с зубами со сложным анатомическим строением и хроническими инфекционными состояниями тоже имеет смысл.

В будущем наиболее интересное решение – это поиск биологических методов борьбы с инфекцией, в основе которых будет лежать расширение языка микробов и управление биопленкой путем использования сигнальных молекул или воздействие на ключевые бактерии с точки зрения функционирования биопленки.

Итак, мы должны продолжать внимательно изучать новые данные о биопленке, следя за достижениями не только исследователей в области стоматологии, но также экстраполировать достижения микробиологов и общих врачей в нашу специальность.

При анализе современных исследований, описывающих результаты антибактериального воздействия тех или иных препаратов, следует обращать внимание на то, проверялись ли эти материалы, методики на биопленке или нет. †

ЛИТЕРАТУРА

1. Nair PNR. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod* 1987, 13:29–39.
2. Nair PNR. Pathobiology of the periapex. In: *Pathways of the pulp*. 8th ed. Cohen S, Burns RC, editors. 2002, St Louis: CV Mosby.
3. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms, *Clinical Microbiology Reviews*, April 2002, p. 167–193, Vol. 15, No. 2.
4. Larsen, T., and N.-E. Fiehn. 1996. Resistance of *Streptococcus sanguis* biofilms to antimicrobial agents. *APMIS* 104:280–284.
5. Socransky, S. S., and A. D. Haffajee. 1992. The bacteriology of destructive periodontal disease: current concepts. *J. Periodontol.* 63:322–331.
6. Paque F, Musch U, Hulsmann M., Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni–Ti instruments. *Int Endod J.* 2005 Jan;38(1):8–16.
7. Dougherty TJ, Gomer CJ, Henderson BW, Jori G, Kessel D, Korbelik M, Moan J, Peng Q., Photodynamic therapy. *J Natl Cancer Inst.* 1998 Jun 17;90(12):889–905.
8. Bergmans L, Moisiadis P, Huybrechts B, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens *ex vivo*. *Int Endod J.* 2008 Mar;41(3):227–39.
9. Fimple JL, Fontana CR, Foschi F, Ruggiero K, Song X, Pagonis TC, Tanner AC, Kent R, Doukas AG, Stashenko PP, Soukos NS. Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection *in vitro*. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):728–34. Epub 2008 Apr 25.
10. Gulabivala K, Stock CJ, Lewsey JD, Ghorri S, Ng YL, Spratt DA. Effectiveness of electrochemically activated water as an irrigant in an infected tooth model. *Int Endod J.* 2004 Sep;37(9):624–31.
11. Muller P, Guggenheim B, Schmidlin PR. Efficacy of gasiform ozone and photodynamic therapy on a multispecies oral biofilm *in vitro*. *Eur J Oral Sci.* 2007 Feb;115(1):77–80.
12. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. *J Endod.* 2006 May;32(5):434–7.
13. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod.* 2006 Jun;32(6):527–31.
14. Zehnder M, Grawehr M, Hasselgren G, Waltimo T. Tissue-dissolution capacity and dentin-disinfecting potential of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Nov;96(5):608–13.

Biofilm as Endodontic Infection

M.E. Solomonov

Abstract

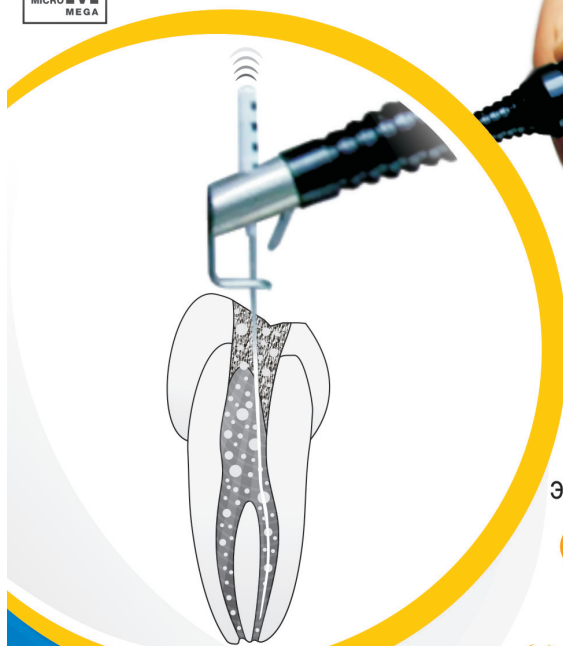
The base aspects of today actual for endodontists theme - biofilm in the root canal understand in given article. The detailed study of this question allows to realize complexity microbiological and immunological processes occurring in the tooth canal. The understanding of this question will help for dentist once again to realize importance careful mechanical and antiseptical processing of the root canal.

Key words: biofilm, root canal processing, root canal microbiology.

ультразвуковой наконечник
для ЭНДОДОНТИИ Производитель: Франция



1500 Sonic Air



- 1 Удобная схема фиксации эндодонтического инструмента
- 2 Применяется для ультразвуковой очистки и механической обработки корневых каналов
- 3 Совместим с разъемами ISO "Midwest" (4-х канальными)



**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР**

ООО «Дистрибьютерский и технический центр "Корал"». 191119, Санкт-Петербург, Звенигородская ул., 2/44-9, тел./факс: (812) 712-43-04, 327-21-77, (495) 737-09-33 www.coralspb.ru