

ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЕНТИНА КОРНЕЙ ЗУБОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА МЕТОДОМ НАНОИМПРЕГНАЦИИ

Кариес зубов остается основной причиной раннего удаления зубов у населения России. Распространенность и интенсивность его не снижаются. Несмотря на внедрение в практику стоматологии новых технологий и материалов, эффективность лечения кариеса зубов остается недостаточной. Виной тому — рецидивирующий и вторичный кариес [1]. На перелечивание таких зубов расходуется треть рабочего времени стоматолога. При эндодонтическом лечении апикального периодонтита хорошо зарекомендовал себя метод «депофореза» гидроксида меди-кальция (ГМК), позволяющий за счет введения с помощью электрического тока в дентинные трубочки (ДТ) наночастиц препарата не только осуществлять их эффективную деконтаминацию, но и obturацию [6]. Используя в качестве источника тока гальваническую пару [2, 4], мы получили еще более выраженный эффект при лечении осложненных форм кариеса зубов [3, 5]. Известные на сегодняшний день способы не обладают достаточно выраженными пролонгированными противомикробным и obtурирующими действиями в отношении ДТ. Исходя из этого, мы предположили, что наноимпрегнация ГМК с помощью гальванофореза может оказаться эффективной в профилактике рецидивирующего кариеса и пульпита при кариозных поражениях дентина. Сообщений на эту тему в литературе нет.

Цель исследования: электронно-микроскопическая оценка управляемой наноимпрегнации дентина зубов *in vitro* препаратом гидроксида меди-кальция, используемым в перспективе для профилактики рецидивирующего кариеса и пульпита.

Материалы и методы: для исследования в лабораторной модели были подобраны 15 удаленных по разным показаниям у пациентов в возрасте от 16 до 35 лет, постоянных пораженных кариесом и интактных зубов с сохранившимися коронками. Среди изученных зубов были 5 резцов и клыков, 5 первых и вторых премоляров и 5 первых и вторых моляров, как верхней, так и нижней челюсти.

Кариозные полости препарировали, их дно обрабатывали 17 % раствором ЭДТА для удаления «смазанного» слоя и промывали дистиллированной водой. Наноимпрегнацию ГМК осуществляли с помощью гальванофореза в лабораторной модели — ванночке, заполненной физиологическим раствором, в которой подвешивались удаленные зубы, таким образом, что корень зуба до эмали-дентинной границы находился в растворе. Дно полости покрывали тонким слоем ГМК, сверху помещали алюминиевую фольгу и хлопчатобумажную нить, которая служила электролитическим мостиком к раствору в ванночке. Таким образом, алюминий фольги и медь ГМК создавали гальваническую пару. Зубы закрывали временной пломбой «Septopack» с выведением наружу дренажа из нити. Величину гальванического тока измеряли мультиметром. Она колебалась в разных зубах от 13 до 15 мкА. В качестве ГМК применяли «Купрал» (HumanchemieGmbH, Германия).

Через 3, 7 и 14 суток (всего 3 серии по 5 зубов в каждой) зубы вынимали из раствора, удаляли временные пломбы, полости промывали от остатков ГМК дистиллированной водой. Затем зубы раскалывали так, чтобы линия раскола проходила перпендикулярно дну полости (поперечный скол). Поверхности сколов тщательно шлифовали. Полученные образцы изучали на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) «Hitachi TM3030» (Япония) при ускоряющем напряжении 15 кВ, который позволяет не только получать увеличенное изображение, но и осуществлять элементный анализ исследуемого материала. Исследовали как поверхности поперечных сколов, так и поверхности сформированных полостей.

Результаты и обсуждение: показатели гальванического тока, полученные в эксперименте (13– 15 мкА) свидетельствуют о том, что он не должен ощущаться пациентом во время гальванофореза, поскольку эти величины меньше порога чувствительности пульпы зуба при кариесе. Изучение на электронном микроскопе первой серии сколов и поверхностей полостей зубов (спустя 3 суток наноимпрегнации) показало obturation единичных ДТ на глубину до 25 мкм. В среднем в полях зрения оказались obturированными 10–12 % ДТ. В дентине зубов после наноимпрегнации ГМК преобладает кальций, в меньшей степени такие элементы, как медь, цинк, сера и др.

Во второй серии исследований (спустя 7 суток наноимпрегнации) также наблюдалась единичная, но более интенсивная obturation ДТ ГМК на глубину 80 — 100 мкм (рисунок 1). В среднем число obturированных трубочек составило 35–40 %.

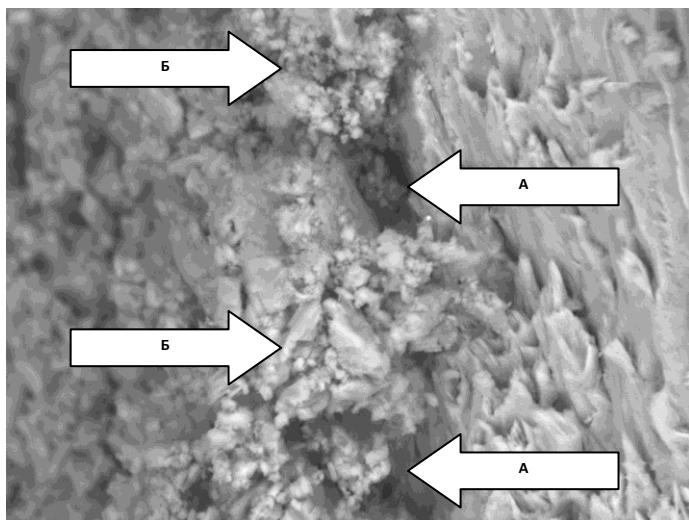


Рисунок 1. Поверхностный и интертубулярный дентин 2 серии зубов через 7 суток наноимпрегнации ГМК. Стрелками «А» показаны участки obturation ДТ ГМК.

Стрелками «Б» — отложения ГМК на поверхности дентина. Поверхность полости, СЭМ, ув. $\times 10\,000$.

При изучении третьей серии образцов зубов (на 14 сутки эксперимента) было выявлено значительное увеличение числа obturированных ГМК ДТ на глубину до 800 мкм. Их среднее число в полях зрения составило 85–90 %. Отмечено, что на эффективность наноимпрегнации влияет не только ее длительность, но и возраст зубов и наличие на их коронках кариозных поражений. Так, в зубах, удаленных у 16–20-летних пациентов при одной и той же длительности наноимпрегнации, по результатам СЭМ, в дентине содержалось в среднем на 17 % больше таких элементов, как медь, кальций и сера в сравнении с зубами, удаленными у пациентов в возрасте 30–35 лет. В дентине зубов, имеющих кариозные поражения, этих элементов было обнаружено в среднем на 22 % меньше, чем в первоначально intactных зубах. Это может объясняться как уменьшением с возрастом диаметра ДТ, так и отложением иррегулярного вторичного дентина. При кариозных поражениях имеет место выработка заместительного дентина одонтобластами в зоне, прилежащей к кариозному поражению, что также может затруднять процесс проникновения наночастиц ГМК в ДТ.

Результаты анализа элементного состава и топографического распределения элементов в дентине свидетельствуют о том, что спустя 14 суток наноимпрегнации в дентине наиболее заметно увеличивается количество кальция и фосфора. При этом количество меди, серы, магния и других элементов существенно не меняется. В то же время в этом спектре появляется алюминий.

Таким образом, проведенное исследование показало, что гальванофорез препарата ГМК с целью наноимпрегнации ДТ следует осуществлять в сроки не менее 14 суток. При этом удастся obturировать наночастицами препарата 85–90 % ДТ, что в дальнейшем может предупреждать развитие рецидивирующего кариеса и пульпита. Этому может

способствовать длительная деконтаминация и obturation ДТ наночастицами ГМК, то есть предупреждение роста микробной биопленки в пораженной дентине. В указанный срок глубина проникновения наночастиц ГМК в ДТ составляет в среднем 800 мкм. Учитывая, что патогенная микрофлора обнаруживается в ДТ на глубине 300 нм, это способно обеспечить надежную деконтаминацию дентина, но в то же время наночастицы ГМК не доходят до пульпы и не провоцируют ее раздражения.

Проведенный анализ элементного состава дентина показал, что под влиянием гальванофореза ГМК дентин зубов насыщается кальцием, что также можно рассматривать как положительный эффект, способствующий восстановлению его минерального состава, нарушенного в результате микробной деминерализации.

Представленные данные экспериментального исследования позволяют предположить, что предложенная методика таргетной гальванофоретической наноимпрегнации дентина может оказаться высокоэффективной при лечении кариеса зубов, однако требует еще детальной клинической оценки.

Выводы

1. Для профилактики рецидивирующего кариеса зубов и пульпита после инструментальной обработки кариозной полости наноимпрегнацию дентина путем гальванофореза гидроксида меди-кальция целесообразно проводить в течение 14 суток. За этот срок происходит obturation 85–90 % дентинных трубочек на глубину до 800 мкм.
2. Эффективность наноимпрегнации дентина гидроксидом меди-кальция снижается с увеличением возраста зубов.
3. Наноимпрегнация дентина зубов гидроксидом меди-кальция в течение 14 суток обеспечивает его насыщение кальцием, что способствует восстановлению его минерального состава, нарушенного в результате микробной деминерализации.

Литература

1. Полунина О. С., Румянцев В. А. Способ локального колориметрического определения критического снижения pH на поверхностях зубов / О. С. Полунина, В. А. Румянцев // Патент РФ № 2438588, 10.01.2012. А61В 10/00. Публикация 10.01.2012. — бюл. № 1.
2. Румянцев В. А., Бордина Г. Е., Ольховская А. В., Опешко В. В. Клинико-лабораторная оценка и обоснование способа гальванофореза гидроксида меди-кальция при эндодонтическом лечении апикального периодонтита / В. А. Румянцев, Г. Е. Бордина, А. В. Ольховская // Стоматология. — 2015. — Том 94. — № 1. — С. 14 — 19.
3. Румянцев В. А., Ольховская А. В., Задорожный Д. В., Николаян Э. А., Замотаев С. А. Наноимпрегнационные технологии в повышении качества эндодонтического лечения / В. А. Румянцев, А. В. Ольховская, Д. В. Задорожный // Эндодонтия today. — 2010. — № 3. — С. 46 — 49.
4. Румянцев В. А., Ольховская А. В., Задорожный Д. В., Родионова Е. Г., Панкин П. И. Способ эндодонтического наноимпрегнационного лечения пульпита, апикального и краевого периодонтита зубов // Патент РФ № 2481803, 20.03.2012. Публикация 20.05.2013. — бюл. № 14.
5. Румянцев В. А., Родионова Е. Г., Денис А. Г., Ольховская А. В., Цатурова Ю. В. Электронно-микроскопическая оценка эффективности гальванофореза / В. А. Румянцев, Е. Г. Родионова, А. Г. Денис // Стоматология. — 2013. — № 2. — С. 4 — 8.
6. Zhang N., Melo M. A., Chen C., Liu J., Weir M. D., Bai Y., Xu H. H. Development of a multifunctional adhesive system for prevention of root caries and secondary caries // Dent. Mater. — 2015. — Vol. 31. — № 9. — P. 1119 — 1131.