

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЗОНИРОВАНИЯ КАРИОЗНЫХ ПОЛОСТЕЙ ПРИШЕЕЧНОЙ
ЛОКАЛИЗАЦИИ НА ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗУБА**

Власова М.И.¹, Зайцев Д.В.², Мандра Ю.В.¹

¹ – Уральская Государственная Медицинская Академия,

² – Уральский Федеральный Университет. Институт Естественных Наук.
г. Екатеринбург

АННОТАЦИЯ

В работе оценено влияние озонирования кариозных полостей пришеечной локализации на деформационное поведение зуба при одноосном сжатии. Механические испытания проводились на разрывной машине Shimadzu AG-X 50 kN.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прочность, дентин, озон, адгезив

ABSTRACT

In this study we estimate the effect of ozonation cavities cervical localization on the deformation behavior of the tooth under uniaxial compression. Mechanical tests were carried out on a tensile testing machine Shimadzu AG-X 50 kN.

KEYWORDS: strength, dentin, ozone, adhesive.

В последние годы произошел большой технологический прорыв в развитии стоматологического оборудования и материалов. Однако не все технологии и материалы мы можем с легкостью применить в работе; это связано с их негативным влиянием, как на твердые ткани зубов, так и на мягкие ткани полости рта (токсические, аллергические реакции). Эффективное лечение кариеса зубов продолжает оставаться одной из важнейших проблем практической стоматологии [5].

Технология использования современных пломбировочных материалов предусматривает обработку тканей зуба активными химическими веществами. Процессы, происходящие при этом в эмали и дентине на микроуровне, остаются на сегодняшний день практически не изученными. Важную диагностическую роль играют микроструктура и топология поверхности. Не следует также забывать о гибридной зоне, формирующейся в процессе пломбирования кариозной полости. Формирование тотального соединения пломбировочного материала с тканями зуба предполагает проникновение адгезива внутрь дентинных канальцев и формирование полноценной гибридной зоны. Однако условия для такого проникновения существуют не всегда и не всегда они идеальны. На формирование гибридной зоны оказывают влияние многочисленные факторы. Это индивидуальное расположение, структура, плотность на единицу площади дентинных канальцев. Классическое представление о расположении дентинных канальцев является плоскостным и необъемным, а традиционная схема формирования гибридной зоны не учитывает разнообразное направление дентинных канальцев [3, 4].

Важным этапом в формировании качественного соединения на границе пломба-зуб является антибактериальная обработка кариозной полости.

Одной из характерных особенностей проведения антисептической обработки в комплексе лечения различных стоматологических заболеваний является сложность доставки антибактериального вещества в обрабатываемую область [8]. Этому способствует не только сложный доступ, но и многочисленные механизмы защиты бактерий, а также специфика организации их жизнедеятельности в полости рта: тенденция к образованию биопленки на поверхности зуба, в кариозной полости или корневом канале, а также наличие некротизированных тканей или глубоких пародонтальных карманов. Этим и объясняется поиск новых средств борьбы с патогенной микрофлорой полости рта, разработка новых методик и аппаратов [7]. Одной из новых методик борьбы с патогенными микроорганизмами является применение озона. Озон обладает высокой реактивной

способностью и активно вступает в реакции с разными биологическими объектами, в частности со структурами клеток [1]. Наблюдается разнообразие терапевтических эффектов: антибактериальный, фунгицидный, противовирусный, иммуномодулирующий, стимуляция антиоксидантной защиты, репарации и микроциркуляции, а также оптимизация обменных процессов при проведении озонотерапии, которые позволяют широко и эффективно применять её при многих заболеваниях.

Однако в литературе нет описания воздействия озона на прочностные характеристики соединения, возникающего на границе пломба-зуб.

Цель исследования – в эксперименте выявить изменение прочности соединения (гибридной зоны) на границе пломба-зуб в зависимости от применяемого вида антибактериальной обработки кариозной полости пришеечной локализации.

Материалы и методы исследования

Материалом для экспериментального исследования служили образцы 10 зубов (40 образцов) пациентов, проживающих в Уральском регионе и имеющих кариозные полости пришеечной локализации, удаленных по ортопедическим и ортодонтическим показаниям.

Для изучения влияния применения озонирования при реставрации зубов, было изготовлено 4 группы образцов по 10 штук. Образцы обладали формой параллелепипеда и состояли из блока дентина, на котором с помощью адгезива фиксировался блок, изготовленный из пломбирочного материала (рис. 1). Зубы подвергались препарированию при водяном охлаждении, после чего их обрабатывали на абразивной бумаге с различной степенью абразивности, для снятия поврежденного слоя, возникшего в процессе резки, и придания более точной геометрии образцов. Окончательно образцы дентина имели размеры $2,5 \times 2,5 \times 0,7$ мм³. Затем методом случайной выборки образцы были разделены по группам в зависимости от вида применяемой антибактериальной обработки и используемой адгезивной системы.

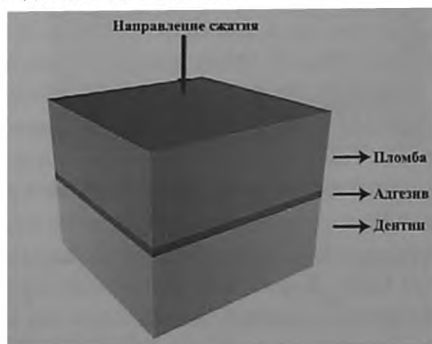


Рис. 1. Схематическое изображение геометрии нагружения образцов

В первой группе образцов использовалась современная система антибактериальной обработки кариозной полости – кислотное протравливание, озонирование (аппарат prozone, W&H DENTALWERK) в шестисекундном режиме, нанесение адгезивной системы (Adper Single Bond 2).

Во второй группе образцов – озонирование (аппарат prozone, W&H DENTALWERK) в шестисекундном режиме, нанесение самопротравливающейся адгезивной системы (Adper Prompt-L-Pop).

Третья группа – использование стандартной методики антибактериальной обработки, кислотное протравливание, нанесение адгезивной системы (Adper Single Bond 2).

Четвертая группа – стандартной методики антибактериальной обработки, нанесение самопротравливающейся адгезивной системы (Adper Prompt-L-Pop).

Далее на обработанные поверхности всех групп образцов наносили пломбирочный материал Filtek Ultimate оттенка А3В. После этого образцы обрабатывали на шкурках и окончательно они имели размеры $2 \times 2 \times 1,3$ мм³ (рис. 2). Испытания на одноосное сжатие проводили на разрыв-

ной машине Shimadzu AG-X 50 kN при комнатных условиях, скорость перемещения траверсы 0,1 мм/мин. Результаты измерений обрабатывали на стандартном программном обеспечении для этой машины Tripezium X. Аттестацию боковых поверхностей образцов до и после испытаний выполняли на увеличении $\times 20$.

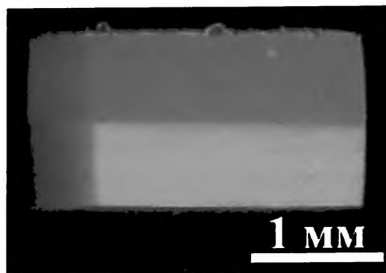


Рис. 2. Боковая поверхность образца

Результаты исследования и их обсуждение

Аттестация образцов четырех групп при увеличении $\times 20$ перед сжатием, показала, что после обработки, на их боковых поверхностях отсутствовали трещины и поры, а соединение дентина с пломбой является прямым, без каких либо нарушений сплошности или неоднородностей (рис. 2). Механические нагрузки при проведении испытания на сжатие останавливали, когда на деформационных кривых возник перелом, что соответствовало появлению трещины в образце – начала процесса разрушения (рис. 3). Во всех случаях распада образцов на части после испытания не происходило. Трещины в образцах распространялись вдоль направления нагружения и возникали преимущественно в пломбе (рис. 4). Они росли по направлению от внешней границы образца к границе соединения пломбы с дентином, но в некоторых случаях, когда напряжения в образце превышали предел прочности дентина (406 ± 25 МПа), трещина проходила сквозь границу соединения и проникала в дентин [5]. После проникновения трещины в дентин она останавливалась, не доходя до внешней границы образца, тогда как трещины в возникающие в пломбе, как правило, доходили до соединения с дентином. Такое поведение связано с высокой упругостью и пластичностью дентина и как следствие способностью эффективно подавлять рост трещин [5]. Тогда как, материал Filtek Ultimate оттенка АЗВ в свою очередь разрушается хрупко, после испытаний на сжатие образцы полностью разрушались [6]. Появление трещин растущих по границе соединения ни в одном случае обнаружено не было. Форма деформационных кривых была одинаковой для всех четырех групп образцов. На кривых можно было выделить три характерных участка. Первый участок был нелинейным, он начинался из начала координат и заканчивался при напряжении ~ 100 МПа и $\sim 4\%$. Нелинейность на этом участке связана, как с несовершенством и сложностью образца, так и особенностями деформационного поведения материалов на основе полимеров, когда, как правило, на деформационных кривых отсутствует линейный участок [10]. Действительно при сжатии Filtek Ultimate также наблюдается подобный нелинейный участок на начальной стадии нагружения, но меньшей величины [6]. Увеличение длины первого участка возможно связано с более сложным деформационным поведением образца, когда два материала с различными механическими свойствами жестко связаны друг с другом. Второй участок линейный и заканчивался при ~ 250 МПа и $\sim 5\%$. По наклону этого участка были рассчитаны модуль Юнга. Понятно, что в данном случае модуль Юнга имеет условное значение и определяет только наклон деформационной кривой и вводится для их сравнения. Как правило, в случае деформационных кривых не подчиняющихся закону Гука, например, полимеров, его называют касательным или эффективным модулем [2]. Третий участок был опять нелинейный и заканчивался перегибом на графике при напряжении и деформации ~ 400 МПа и $\sim 12\%$, соответственно. Точка перегиба на графике соответствовала максимальному напряжению при испытании и принималась, как предел прочности,

а величина деформации, как полная деформация. Результаты механических испытаний на сжатие для четырех групп образцов приведены в таблице 1. Различий между второй и четвертой группой обнаружено не было, тогда как в первой группе предел прочности ниже на ~25 МПа, а в третьей образцы менее деформируемы ~1%.

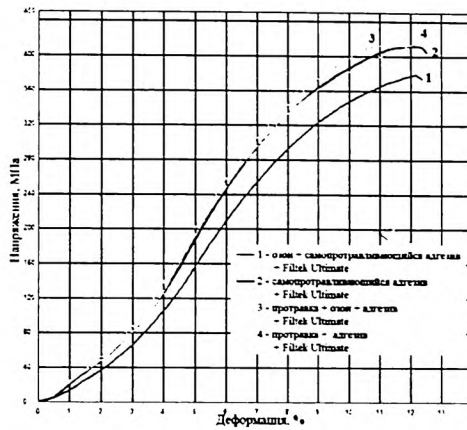


Рис. 3. Деформационные кривые при сжатии для четырех групп образцов

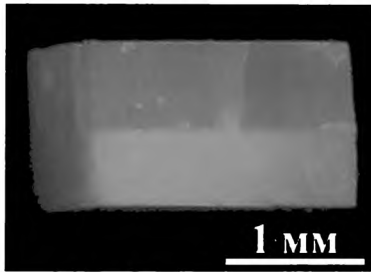


Рис. 4. Боковая поверхность образца после сжатия

Таблица 1

Механические величины при сжатии четырех групп образцов

№	Метод	E, ГПа	σ_y , МПа	ϵ , %
11	Озон+самопротравливающийся адгезив+Filtek Ultimate	5,25±0,44	379±23	12,3±0,8
22	Самопротравливающийся адгезив+Filtek Ultimate	5,05±0,30	407±27	12,5±1,1
33	Протравливание+озон +адгезив+Filtek Ultimate	5,61±0,26	405±30	11,5±1,9
44	Протравливание+адгезив+Filtek Ultimate	5,49±0,35	404±26	12,4±1,2

Можно отметить, что значимых отличий качества реставраций по клиническим и деформационным показателям с учетом применяемой адгезивной системы не обнаружено, что свидетельствует об эффективности их клинического использования [9].

Снижение предела прочности в первой же группе можно объяснить менее равномерным распределением адгезива в дентинных канальцах, однородным гибридным слоем, образующимся при применении самопротравливающих систем.

Полученные результаты исследования третьей группы образцов позволяют говорить о наилучшей степени однородности структуры соединения дентина и материала Filtek Ultimate в случае

использования озона для проведения антибактериальной терапии кариозной полости. Клинически это означает хорошее краевое прилегание, снижение риска повторного бактериального заражения и изменения цвета реставрации, а также высокую степень ретенции реставрации, зафиксированной в третьей группе исследования. Можно предположить, что после проведенного этапа протравливания и озонирования поверхности дентина, адгезив обладает большей однородностью и глубиной проникновения.

Выводы

В образцах зубов исследована область взаимодействия тканей зуба и пломбировочного материала.

1. Результаты проведенного экспериментального исследования свидетельствуют о высоком качестве гибридации, однородности структуры соединения дентина и материала Filtek Ultimate в случае использования озона для проведения антибактериальной терапии кариозной полости.

2. Полученные данные экспериментального исследования позволяют рекомендовать использование озона в комплексном лечении кариеса зубов. Способность озона стимулировать реминерализацию повышает эффективность лечения кариеса.

Работа выполнена при поддержке проекта ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН № 12-5-022-УМА, а также гранта РФФИ для молодых ученых № 12-05-31225 мол-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование медицинского озона в стоматологии / И.В.Безрукова, А.И.Грудянов // Стоматология, 2001; 2:61. – С.63.
2. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров: Учеб. для хим. – технолог. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / В.Е.Гуль, В.Н.Кулезнев. – М.: Издательство «Лабиринт», 1994. – 367 с.
3. Дубова М.А. Расширение возможностей эстетической реставрации зубов. Нанокompозиты. Учебное пособие / М.А.Дубова, А.В.Салова, Ж.П.Хиора. – Санкт-Петербург, 2005. – 144 с.
4. Зайцев Д.В., Григорьев С.С., Антонова О.В., Панфилов П.Е. [Текст]/ Деформация и разрушение человеческого дентина//Деформация и разрушение материалов. – 2011. – том 6. – С. 37-44.
5. Зависимость прочностных свойств современных композиционных материалов при сжатии от температуры полимеризации / А.С.Ивашов, Д.В.Зайцев, Ю.В.Мандра // Проблемы стоматологии, 2011, т. 5. – С. 30-34.
6. Применение озона в комплексном лечении стоматологических заболеваний / М.К.Макеева// Дентал Таймс. – С. 14-16.
7. Николаев А.И. Практическая терапевтическая стоматология. Учебное пособие / А.И.Николаев, Л.М.Цепов.- М., Медпресс-информ, 2007. – 928 с.
8. Опыт клинического применения новой наноуполненной адгезивной системы Adper Single bond 2 и самопротравливающей адгезивной системы Adper P-L-P / Ж.П. Хиора, М.А.Жубова// Проблемы стоматологии, 2006, №2. – С.83-87.
9. Riande E., Diaz-Calleja R., Prolongo M.G., Masegosa R.M., Saldm C. Polymer viscoelasticity: stress and strain in practice / E.Riande, R.Diaz-Calleja, M.G.Prolongo, R.M.Masegosa, C.Saldm. – Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, 2000. – p. 879.