**Оценка прочности сцепления при сдвиге и антибактериальной активности ортодонтического адгезива, содержащего наночастицы серебра**

**Исследование in vitro**

**Введение**

При лечении с использованием брекет-систем в области зубов появляются дополнительные ретенционные поверхности, способствующие накоплению бактериальной биопленки, затрудняется проведение гигиены полости рта. У 96% пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, возникают признаки поверхностной деминерализации эмали, характеризующейся появлением меловидных пятен [1-4\*]. В литературе описаны различные способы профилактики и лечения кариеса в стадии пятна, включающие обучение гигиене полости рта, телемониторинг, использование фторидсодержащих средств, техники селективного протравливания [5,6\*].

Применение фторидсодержащих средств способствует поступлению ионов фтора к поверхности эмали и позволяет образоваться устойчивому к действию кислот фторапатиту [7\*]. Источниками ионов фтора могут быть фторидсодержащие ополаскиватели для полости рта, зубные пасты, гели, фторлак, фторидсодержащие адгезивы и цементы для ортодонтии [2,8-12\*].

Недавно в состав ортодонтических адгезивов стали включать наночастицы серебра [2\*]. Наночастицы серебра обладают свойствами химической стабильности, каталитической активности, высокой проводимости, локализованного поверхностного плазмонного резонанса, а также обладают уникальным антибактериальным и противогрибковым действием [14,15\*].

**Цель**

Целью исследования являлась оценка влияния включения наночастиц серебра (AgNP) в обычный ортодонтический адгезив на его антибактериальную активность и адгезионную прочность при сдвиге при использовании для фиксации брекетов из нержавеющей стали.

**Материалы и методы**

*Подготовка нано-адгезива*

Нано-адгезив был получен путем смешивания светоотверждаемого ортодонтического адгезива (Transbond XT) с наночастицами серебра (Sigma-Aldrich Biotechnology, Сент-Луис, Миссури, США, серебряные наносферы со средним размером частиц 50 нм, массовая доля серебра 0,3%) до получения гомогенной массы (Рисунок 1).

Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) нано-адгезива

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*Методы исследования*

34 ранее удаленных интактных премоляра были случайным образом разделены на две группы (n = 17).

Адгезивный протокол включал: протравливание щечной поверхности образцов с использованием 37% фосфорной кислоты в течение 30 секунд, промывание обработанной поверхности водой в течение 15 секунд, высушивание обрабатываемого участка до появления меловидной поверхности, нанесения праймера Transbond XT.

В **группе 1** фиксация брекетов из нержавеющей стали проводилась с использованием светоотверждаемого ортодонтического адгезива (Transbond XT, 3M Unitek, Калифорния, США).

**В группе 2** фиксация брекетов проводилась с использованием нано-адгезива.

Перед световой полимеризацией излишки адгезива удалялись с помощью зонда. Время световой полимеризации составляло 40 секунд.

После фиксации брекетов все образцы подвергались термоциклированию.

Измерение адгезионной прочности на сдвиг проводилось с использованием универсальной испытательной машины.

Для оценки эффективности бондинга проводилось определение участков разрыва между эмалью, адгезивом и основанием брекета с использованием индекса остаточного количества бонда, описанного Artun и Bergland [18\*].

Остатки адгезива на поверхности оценивали путем исследования срезов поверхности образцов при двадцатикратном увеличении с помощью стереомикроскопа (Olympus, SZX9, Япония).

Индекс остаточного количества бонда:

0 - на зубе не осталось адгезива;

1 - на зубе осталось менее половины адгезива;

2 - на зубе осталось больше половины адгезива;

3 - весь адгезив остался на зубе.

Антибактериальная активность содержащего наносферы серебра адгезива в отношении Streptococcus mutans оценивалась с помощью теста диффузии в агар с использованием дисков. Оценка включала измерение диаметра зоны ингибирования бактериального роста вокруг каждого образца через 24 часа и 30 дней после посева.

**Результаты**

*Адгезионная прочность на сдвиг*

По результатам теста Манна-Уитни выявлена выраженная разница в показателях прочности на сдвиг между группой 1 [17,72 (10,55), МПа] и группой 2 [10,51 (7,15) МПа]. Однако показатели были выше клинически рекомендованных значений прочности на сдвиг в 5,9–7,8 МПа.

*Индекс остаточного количества бонда (ARI)*

Результаты оценки остаточного количества адгезива на поверхности образцов показаны в Таблице 1.

Таблица 1. Индекс остаточного количества бонда на поверхности эмали зубов в группе 1 и группе 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Баллы** | **0** | **1** | **2** | **3** | **Всего** |
| Группа 1  (Transbond XT) | 1 (5,9%) | 5 (29,4%) | 10 (58,8%) | 1 (5,9%) | 17 |
| Группа 2  (нано-адгезив) | 0 | 4 (23,5%) | 10 (58,8%) | 3 (17,6%) | 17 |
| **Всего** | 1 (2,9%) | 9 (26,5%) | 20 (58,8%) | 4 (11,8%) | 34 |

По результатам теста Манна-Уитни статистически значимой разницы в показателях *ARI* между группами 1 и 2 не выявлено.

*Антибактериальная активность*

Средний диаметр зон ингибирования в группе 1 составлял 4,82 мм через 24 часа и 4,70 мм через 30 дней. Средний диаметр зон ингибирования в группе 2 составлял 7,94 мм через 24 часа и 7,88 мм через 30 дней.

В группе нано-адгезива с наночастицами серебра через 24 часа и 30 дней после посева выявлена выраженная антибактериальная активность в отношении Streptococcus mutans.

Через 30 дней после посева в обеих группах не выявлено значительного снижения зон ингибирования.

**Выводы**

По данным исследования включение наночастиц серебра в состав адгезивов снижает адгезионную прочность на сдвиг, однако показатели остаются выше клинически рекомендованных значений 5,9–7,8 МПа. Нано-адгезив обладает выраженным антибактериальным действием, которое сохраняется в течение 30 дней с незначительным снижением активности.

\*Указатели ссылок в квадратных скобках соответствуют списку литературы в первоисточнике.