

Н.С. Тыщенко¹,
врач-стоматолог медицинского института

А.А. Копытов¹,
д.м.н., к.социол.н., доцент кафедры
ортопедической стоматологии

С.В. Поклад²,
специалист кафедры технологии химико-
фармацевтических и косметических
средств

П.И. Шаповалов³,
студент V курса кафедры челюстно-лицевой
и пластической хирургии

¹ БелГУ

² РХТУ им. Д. И. Менделеева

³ МГМСУ им. А.И. Евдокимова

Модификация кондиционера сополимером акриловой и малеиновой кислот как способ увеличения адгезионной прочности стеклоиономерных цементах в соединении с твердыми тканями зуба

Резюме. Улучшение эксплуатационно-технологических характеристик стеклоиономерных цементах для фиксации несъемных конструкций играет важную роль в повышении надежности ортопедического лечения. Цель исследования заключалась в нахождении способа увеличения адгезионной прочности цементах в соединении с твердыми тканями зуба. В результате работы достоверно доказано увеличение адгезионной прочности стеклоиономерного цемента «Полиакрилин» в соединении с твердыми тканями зуба после добавления в кондиционер сополимера акриловой и малеиновой кислот.

Ключевые слова: стеклоиономерный цемент, несъемные протезы, кондиционер, адгезия, сополимер, полиакриловая кислота

Summary. Improving the operational and technological characteristics of glass ionomer cements for fixing plays an important role in the reliability increase of orthopedic treatment. The purpose of study was to find way to increase the adhesion index of glass ionomer cements for fixation in combination with hard tooth tissues. The study revealed an increase in the adhesion strength of glass ionomer cements in conjunction with hard tooth tissues by adding acrylic and maleic acids to the conditioner of the copolymer.

Key words: glass ionomer cement, fixed prosthesis, conditioner, adhesion, copolymer, polyacrylic acid

Завершающим этапом восстановления дефектов зубов и зубных рядов с помощью несъемных протезов является закрепление искусственных коронок на культю зуба фиксирующим материалом. Использование качественного материала для фиксации ортопедических и ортодонтических конструкций обеспечивает не только их долгое удержание на естественных зубах, но и предупреждает возникновение вторичного кариеса, который является одной из причин удаления коронки и перелачивания зуба.

В настоящее время большинство стоматологов применяют для фиксации металлокерамических конструкций традиционные стеклоиономерные цементы (СИЦ) [1]. У СИЦ для фиксации есть такие достоинства, как биосовместимость, хорошая адгезия к металлу и к тканям зуба, тонкая фиксирующая пленка, пролонгированное выделение фтора и простота применения [2, 3].

Одной из главных клинико-технологических характеристик СИЦ является наличие истинной химической адгезии между

приведенными в контакт цементом и твердыми тканями зуба. Химическая адгезия СИЦ к твердым тканям зуба обеспечивается тремя механизмами:

1. Карбоксилатные группы макромолекул полиакриловой кислоты (ПАК; рис. 1) образуют хелатные соединения с кальцием, в частности с ионами кальция гидроксиапатита твердых тканей зуба.
2. Поликарбоновые кислоты могут образовывать связи водородного типа с азотом белковых молекул, в частности коллагена.
3. Фиксирующий материал способен проникать в микронеровности поверхности эмали и дентина, создавая тем самым микромеханическое удержание [2, 4, 5].

Для формирования ионообменного слоя отпрепарированная и очищенная поверхность культи зуба обрабатывается в течение 10–15 секунд кондиционером, представляющим собой 12% водный раствор ПАК, который растворяет смазанный слой и снижает поверхностное натяжение твердых тканей, улучшая их смачиваемость [6]. Оставшиеся следы

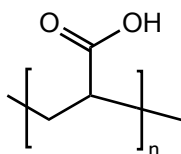


Рис. 1. Химическая формула полиакриловой кислоты

кондиционера не влияют отрицательно на адгезионную прочность и герметичность фиксирующего материала, так как ПАК входит в состав жидкости самого СИЦ.

Если кондиционировать твердые ткани зуба более 20 секунд, то ПАК деминерализует дентин и эмаль и закупоривает дентинные каналы, из которых возможно истечение дентинной жидкости, что в дальнейшем может снизить адгезию за счет растворения ионообменного слоя. Аналогичная проблема может возникнуть при использовании в качестве кондиционера геля для травления с 37% фосфорной кислотой, применяемого при работе с композитами [7].

Фиксирующий материал должен обеспечивать надежную краевую герметичность, образовывать прочную связь в месте контакта цемента с твердыми тканями зуба. Однако СИЦ для фиксации обладают сравнительно невысокими показателями адгезионной прочности. Исследования зарубежных авторов показали, что использование сополимера акриловой и малеиновой кислот в комбинации с ПАК может повысить адгезионную прочность [9–10].

Цель исследования: оценка влияния модификации кондиционера сополимером акриловой и малеиновой кислот на адгезионную прочность в соединении СИЦ с твердыми тканями зуба.



Рис. 2. Образец стеклоиономерного цемента в соединении с дентином зуба для испытания адгезионной прочности методом сдвига

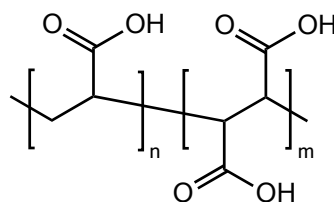


Рис. 3. Химическая формула сополимера акриловой и малеиновой кислот

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Фиксирующим материалом для исследования выбрали за его доступность СИЦ «Полиакрилин для фиксации» («ТехноДент», Россия), в комплекте с которым идет кондиционер — 12% раствор ПАК. Оценку адгезионной прочности проводили согласно ГОСТ Р 56924-2016 и ISO 4049:2009 «Стоматология. Материалы полимерные восстановительные», измеряя величину разрушающего напряжения при нагружении образца усилием, стремящимся сдвинуть образец фиксирующего материала относительно поверхности (эмаль, дентин).

Для приготовления образцов использовали удаленные по ортодонтическим показаниям у пациентов 18–25 лет интактные третьи моляры, хранившиеся после экстракции 2 недели в 0,5% растворе хлорамина-Т. Образцы зубов готовили по методике, предписанной стандартами ГОСТ Р 56924-2016 и ISO 4049:2009: каждый зуб распиливали, закрепляли в пластмассовом блоке (рис. 2) и наносили СИЦ на поверхность твердых тканей зуба, заполняя форму для получения образца в виде цилиндра диаметром 4 мм. Перед нанесением Полиакрилина образцы поделили на 3 группы по 20 зубов в каждой в зависимости от вида предварительной обработки зубов:

I — без кондиционирования;

II — кондиционером «Полиакрилин» (12% ПАК), который наносили на поверхность эмали и дентина с экспозицией 15 секунд, а затем тщательно промывали водой и слегка подсушивали;

III — комбинированным кондиционером из 9,6% ПАК и 2,4% сополимера акриловой и малеиновой кислот.

Комбинированный кондиционер получали добавлением к комплекту 50% водного раствора сополимера акриловой и малеиновой кислот молекулярной массы 3000 Да (Sigma Aldrich; рис. 3) в количестве 6% (масс.) и дистиллированной воды в количестве 19% (масс.).

После нанесения цемента образцы выдерживали в дистиллированной воде в течение 24 часов при $37 \pm 1^\circ\text{C}$ в термостате. Измерение адгезионной прочности проводили на испытательной машине «Инстрон»: образцы закрепляли в зажиме машины и нагружали по поверхности раздела до разрушения склеенного образца при скорости движения траверсы 1 мм/мин. Адгезионную прочность (в МПа) вычисляли по формуле:

$$A = F/S,$$

где F — предельная нагрузка, при которой происходит разрушение по месту сцепления материала с тканями зуба, Н; S — площадь поверхности, по которой происходит разрушение, мм^2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе определяли влияние кондиционирования на величину адгезионной прочности на сдвиг СИЦ к эмали зуба (см. таблицу).

Адгезионная прочность СИЦ «Полиакрилин» к тканям зуба в зависимости от вида предварительной обработки (в МПа)

Ткань зуба	Вид обработки		
	I	II	III
Эмаль	5,3±1,0	6,5±1,1	7,7±1,2
Дентин	4,4±0,9	5,3±0,8	5,9±0,9

После применения комплектного кондиционера с 12% ПАК адгезионная прочность СИЦ «Полиакрилин для фиксации» к эмали достоверно увеличилась на 22,6% по сравнению с необработанными образцами. С кондиционером из ПАК и сополимером акриловой и малеиновой кислот этот показатель достоверно вырос еще на 18,5%.

Такой прирост можно объяснить тем, что у сополимера более разветвленная молекулярная структура, и он образует более прочную молекулярную сшивку. Кроме того, большее количество карбоксильных групп

относительно общей молекулярной массы повышает их реакционную способность с ионами кальция гидроксиапатита твердых тканей зуба и, следовательно, увеличивает адгезию.

Далее аналогичным способом исследовали влияние кондиционирования на адгезионную прочность СИЦ к дентину (см. таблицу). Обработка кондиционером «Полиакрилин» (12% раствор ПАК) позволила увеличить этот показатель на 20,5% по сравнению с необработанными образцами, а обработка ПАК и сополимером акриловой и малеиновой кислот — еще на 11,3%.

ВЫВОДЫ

1. Предварительная обработка поверхности эмали и дентина кондиционером «Полиакрилин» (12% водный раствор ПАК) позволяет увеличить адгезионную прочность СИЦ «Полиакрилин для фиксации» к эмали и дентину на 22,6 и 20,5% соответственно.

2. Предварительная обработка кондиционером «Полиакрилин», модифицированным сополимером акриловой и малеиновой кислот, позволяет увеличить адгезионную прочность СИЦ «Полиакрилин для фиксации» к эмали и дентину еще на 18,5 и 11,3% соответственно.
3. Увеличение адгезионной прочности при применении водного раствора ПАК с сополимером акриловой и малеиновой кислот в качестве кондиционера объясняется разветвленной молекулярной структурой сополимера, обеспечивающей высокую прочность сшивки с поверхностями твердых тканей зубов.

Наше исследование подтвердило важность и необходимость подготовки культы зуба методом кондиционирования перед фиксацией ортопедической конструкции. Модификация кондиционера для предварительной обработки поверхности твердых тканей зуба добавлением сополимера акриловой и малеиновой кислот может быть рекомендована производителям стоматологических материалов для увеличения показателей адгезионной прочности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пешко А.А. Цементы для фиксации: что, где, когда и как? — *Проблемы стоматологии*. — 2007; 6: 57—60.
2. Копытов А.А., Тыщенко Н.С., Поклад С.В. Стеклоиономерный цемент «Полиакрилин» для надежной фиксации. — *Клиническая стоматология*. — 2017; 2 (82): 62—5.
3. Robertello F.J., Coffey J.P., Lynde T.A., King P. Fluoride release of glass ionomer-based luting cements in vitro. — *J Prosthet Dent*. — 1999; 82 (2): 172—6.
4. Нурт Р.В. Основы стоматологического материаловедения (пер. с англ.). Уч. пособ. — 2-е изд. — КМК-Инвест, 2004. — 304 с.
5. Tscymbalystov A.V., Kopytov A.A., Tyshchenko N.S., Poklad S.V., Ivanov S.Y. Estimation of changes in some hydrodynamic characteristics of glass ionomer cements for non-removable structures fixation. — *Journal of Engineering and Applied Sciences*. — 2017; 12 (spec. issue 10): 8949—53. <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=jeasci.2017.8949.8953>
6. Wilson A.D., McLean J.W. Glass ionomer cement. — Chicago: Quintessence, 1988.
7. Graham J., Mount A.M. Адгезия стеклоиономерных цементов. — *Новое в стоматологии*. — 2003; 4 (112): 1—4.
8. Hoshika S., De Munck J., Sano H., Sidhu S.K., Van Meerbeek B. Effect of conditioning and aging on the bond strength and interfacial morphology of glass-ionomer cement bonded to dentin. — *J Adhes Dent*. — 2015; 17 (2): 141—6.
9. Nicholson J.W., Abiden F. Changes in compressive strength on ageing in glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements prepared from acrylic/maleic acid copolymers. — *Biomaterials*. — 1997; 18 (1): 59—62.
10. Sidhu S.K., Nicholson J.W. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. — *J Funct Biomater*. — 2016; 7 (3), 16 p. DOI: 10.3390/jfb7030016



ПОЛИАКРИЛИН

стеклоиономерный цветной цемент

- Яркие цвета цемента позволяют визуализировать границы временной пломбы и тканей зуба, а также устья при лечении корневого канала
- Быстрое время отверждения – идеально для лечения детей и беспокойных пациентов
- Противокариесный эффект за счёт пролонгированного фторовыделения
- Идеален для временного пломбирования при длительном лечении
- Для взрослой и детской стоматологии
- Высокая адгезия к тканям зуба
- Хорошая конденсируемость
- Рентгеноконтрастен
- Биосовместим



Форма выпуска:
порошок 10 г, жидкость 8 г,
мерная ложка, блокнот

