

Верхневолжский медицинский журнал. 2024; 23(3): 3–7
Upper Volga Medical Journal. 2024; 23(3): 3–7
УДК 616.314-003.663.4-07:615.242

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЧЕТАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФИЛЬТРАНТА И НИЗКОМОДУЛЬНОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ФЛЮОРОЗЕ ЗУБОВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Светлана Сергеевна Набережнова, Наталья Викторовна Тиунова

*Кафедра пропедевтической стоматологии
ФГБОУ ВО Приволжский исследовательский медицинский университет
Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. В экспериментальном исследовании на 60 удаленных зубах с пятнистой формой флюороза изучены структурные особенности зоны адгезионного соединения текучего композитного пломбирочного материала к инфильтранту ICON и эмали зуба. Дана клиническая оценка результатов сочетанного применения инфильтрации смолой и композитного материала. Анализ морфологии адгезионного интерфейса показал равномерное проникновение слоя инфильтрант – низкомодульный композитный материал в структуру эмали, что наряду с минимальной толщиной данного слоя свидетельствует о более глубоком проникновении смолы и низкомодульного композитного материала в твердые ткани зуба. Оценка клинических результатов также показала отсутствие нарушения краевого прилегания в ближайшем и отдаленном периодах после проведенного лечения.

Ключевые слова: флюороз зубов, белые пятна, зона адгезионного соединения, низкомодульный композитный материал

Для цитирования: Набережнова С. С., Тиунова Н. В. Эффективность сочетанного использования инфильтранта и низкомодульного композитного материала при флюорозе зубов: экспериментально-клиническое течение. Верхневолжский медицинский журнал. 2024; 23(3): 3–7

EFFECTIVENESS OF THE COMBINED USE OF INFILTRANT AND FLOWABLE COMPOSITE MATERIAL FOR DENTAL FLUOROSIS: AN EXPERIMENTAL CLINICAL STUDY

S. S. Naberezhnova, N. V. Tiunova

Privolzhsky Research Medical University, Nizhniy Novgorod, Russia

Abstract. In an experimental study on 60 extracted teeth with a spotted form of fluorosis, the structural features of the zone of adhesive connection of a flowable composite filling material to the ICON infiltrant and tooth enamel were studied. A clinical evaluation of the results of the combined use of resin infiltration and composite material is given. Analysis of the morphology of the adhesive interface showed uniform penetration of the infiltrant layer — a flowable composite material into the enamel structure, which, along with the minimum thickness of this layer, indicates a deeper penetration of the resin and flowable composite material into the hard tissues of the tooth. Evaluation of clinical results also showed the absence of violation of the marginal seal in the immediate and long-term periods after treatment.

Key words: dental fluorosis, white spots, infiltration, adhesive zone, flowable composite material

For citation: Naberezhnova S. S., Tiunova N. V. Effectiveness of the combined use of infiltrant and flowable composite material for dental fluorosis: an experimental clinical study. Upper Volga Medical Journal. 2024; 23(3): 3–7

Введение

Флюороз зубов — некариозное поражение, развивающееся до прорезывания зубов при длительном приеме внутрь воды или продуктов с повышенным содержанием соединений фтора. Заболевание носит эндемический характер.

При флюорозе зубов изменяется цвет эмали, а именно, наблюдаются белые, жёлтые или тёмно-коричневые пятна и полосы, матовость эмали, появляются дефекты эмали, стираемость и разрушение коронки. Тяжесть изменений прямо пропорциональна концентрации фторидов воде.

Согласно Международной классификация стоматологических болезней на основе МКБ-10, флюороз обозначен кодом K00.30 (K00.3 — крапчатые зубы).

Нарушение процесса минерализации эмали при флюорозе обосновывает необходимость назначения реминерализирующей терапии. Из современных методов ремотерапии применяют аппликации в капках геля R.O.C.S. medical minerals, геля Biorepair, Tooth mousse геля, геля President Profi Rem Minerals. Однако данный вариант лечения не всегда обеспечивает немедленный эстетический результат, требует соблюдения пациентом чёткого режима нанесения аппликаций. Кроме того, реминерализация происходит только поверхностно, а тело поражения остается пористым, что и объясняет стойкость цвета белого пятна [1].

Для устранения дисколорита, ограниченного поверхностным слоем эмали, был предложен метод микроабразии, при котором за счет нанесения соляной кислоты и микрочастиц карбида кремния (гель Opalustre, Ultradent, США) на поверхность пораженного зуба удаляется до 200 мкм поверхностного изменённого слоя эмали [2]. Количество нанесений и втираний геля зависит от степени окрашивания эмали [3]. E. U. Celik et al. рекомендуют при легком окрашивании обрабатывать эмаль 5 раз, а при окрашивании от умеренной до сильной степени — проводить до 10 аппликаций [4]. А. В. Акулович и Р. К. Ялышев рекомендует проводить до 5 нанесений геля Opalustre за одну процедуру микроабразии. После курса микроабразии необходимо проведение курса реминерализирующей терапии в индивидуальных капках в течение 1 месяца [5].

Расположение подповерхностной зоны гипоминерализованной эмали под слоем хорошо минерализованной эмали при флюорозе обосновывает возможность проведения методики инфильтрации с применением концепции инфильтрации ICON (DMG), которая основана на удалении поверхностного слоя эмали 15 % соляной кислотой с последующим заполнением гипоминерализованного очага смолой с низкой вязкостью и высокой принимающей способностью. В результате пропитывания инфильтрантом и его полимеризации пористая деминерализованная эмаль заполняется полимерной смолой, что изменяет преломление света и обеспечивает достижение хорошего эстетического результата.

Глубокое расположение зоны гипоминерализации при флюорозе затрудняет процесс инфильтрации [6]. Поэтому для обеспечения хорошего доступа к гипоминерализованной зоне и последующего более глубокого проникновения инфильтранта обработку поверхности зуба соляной кислотой необходимо провести несколько раз до визуального изменения цвета пятна [7]. Кроме того, N. Gugnani et al. рекомендуют увеличить время воздействия соляной кислоты на эмаль [8].

При лечении глубоко расположенных белых пятен ряд авторов рекомендует сочетание микроабразии с последующей инфильтрацией [9].

Достижение эстетического результата при проведении методики инфильтрации при выявлении белых флюорозных пятен определяется глубиной расположения пятна, которую можно предварительно

оценить при проведении так называемого «спиртового теста» в процессе инфильтрации: после нанесения соляной кислоты (Icon etch) на обработанную поверхность эмали наносится этиловый спирт (Icon dry). Если пятно не визуализируется, наносят инфильтрат (Icon infiltrant) дважды — на 3 минуты и на 1 минуту, каждый слой полимеризуют и полируют поверхность. При визуализации пятна его поверхность обрабатывают порошком на основе оксида алюминия, затем проводят инфильтрацию по описанному алгоритму. После полимеризации второго слоя ICON Infiltrant закрывают поверхность композитным пломбирочным материалом [10].

В свете приведенных данных представляет интерес изучение зоны адгезионного соединения низкомодульных композитных материалов, инфильтранта, эмали и оценка полученных результатов в клинике.

Цель исследования — изучение в условиях эксперимента структурных особенностей зоны адгезионного соединения эмали и низкомодульного композитного материала, полученных при использовании адгезивной системы 5-го поколения, универсальной адгезивной системы, инфильтранта в различных комбинациях и оценка ближайших и отдаленных результатов проведенного лечения в клинике.

Материал и методы исследования

Для изучения структурных особенностей зоны адгезионного соединения эмали и низкомодульного композитного материала были отобраны 60 зубов с пятнистой формой флюороза. Методом случайной выборки они были разделены на 4 группы по 15 зубов в каждой.

С помощью пескоструйного аппарата (Rondoflex, CAVO, Германия) в течение 3 сек на расстоянии 1 см от исследуемой поверхности проводили ее обработку порошком на основе оксида алюминия с размером частиц 27 мкм в центре вестибулярной поверхности.

В 1-й группе зубов поверхность эмали обрабатывали ортофосфорной кислотой в течение 30 сек (гель Травекс, Омегадент, Россия), наносили адгезивную систему 5-го поколения Optibond solo plus (Kerr, Италия), проводили полимеризацию 20 сек, после чего наносили наноуплотненный жидкий (низкомодульный) композитный материал средней текучести stelite Flow Quick (Tokuyama Dental, Япония) с повышенным содержанием наполнителя (82 %) толщиной 2 мм, полимеризовали 20 сек.

Во 2-й группе поверхность эмали зубов обрабатывали ортофосфорной кислотой в течение 30 сек (гель Травекс, Омегадент, Россия), наносили адгезивную систему All-Bond Universal (Bisco, США), проводили полимеризацию 20 сек и наносили низкомодульный композитный материал Estelite Flow Quick толщиной 2 мм, затем полимеризовали 20 сек.

В 3-й группе зубов поверхность эмали обрабатывали ICON Etch три раза по 3 мин с помощью специальной насадки ICON vectibular, смывали водой и высушивали после каждого нанесения. Затем наносили ICON Dry на 30 сек и ICON Infiltrant на 3 мин, удаляли излишки материала и полимеризовали 40 сек. После этого повторно наносили ICON infiltrant на 1 мин, удаляли излишки материала, и полимеризовали 40 сек. Далее, не проводя полирование

поверхности, на поверхность инфильтранта наносили композитный материал Estelite Flow Quick толщиной 2 мм, затем полимеризовали в течение 20 сек.

В 4-й группе обрабатывали поверхность эмали ICON Etch три раза по 3 мин с помощью специальной насадки ICON vestibular, смывали водой и высушивали после каждого нанесения. Затем наносили ICON Dry на 30 сек и ICON Infiltrant на 3 мин, удаляли излишки материала и полимеризовали 40 сек. После этого наносили повторно ICON Infiltrant на 1 мин, удаляли излишки материала и полимеризовали 40 сек. Далее, не проводя полирование поверхности, на поверхность инфильтранта наносили низкомолекулярный композитный материал, содержащий MDP-мономер, Constic (DMG, Германия) толщиной 2 мм, затем полимеризовали 20 сек.

После подготовки образцов проводили подготовку продольных срезов зубов через середину вестибулярной поверхности в микротоме Mecatome T210 (Presi, Франция), после чего покрывали поверхность среза слоем золота для последующего изучения адгезионного соединения с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3 SBH (Чехия) и программного обеспечения VegaTC с вакуумированием образцов. В результате исследования были получены изображения, передающие морфологическую структуру адгезионного слоя. Размер зоны адгезионного соединения рассчитывали с использованием программного обеспечения VegaTC и выражали в нм.

При проведении клинической части исследования изучали результаты минимально-инвазивного лечения флюороза зубов у 20 пациентов с поражениями в виде пятен белого цвета, у которых проводили методику инфильтрации, и в процессе проведения «спиртового теста» получили отрицательный результат. Лечение включало следующие этапы:

- 1) проведение профессиональной гигиены полости рта;
- 2) изоляция рабочего поля с помощью латексного платка или жидкого коффердама;
- 3) обработка поверхности эмали ICON etch (DMG, Германия) три раза течение трех минут с помощью специальной насадки ICON vestibular (DMG, Германия) с механической активацией этой же насадкой;
- 4) смывание геля водой в течение 30 сек, высушивание поверхности эмали воздушной струей из пистолета;
- 5) нанесение на поверхность эмали ICON dry на 30 сек до полного пассивного высушивания поверхности эмали, затем подсушивание слабой воздушной струей.

При получении отрицательного «спиртового теста», т.е. при визуализации пятна после воздействия на него Icon-Dry, дальнейшее лечение включало следующие этапы:

- 1) обработка в области пятен порошком на основе оксида алюминия с размером частиц 27 мкм на расстоянии 1 см в течение 3 сек с помощью пескоструйного аппарата (Rondoflex, CAVO, Германия);
- 2) обработка поверхности эмали ICON etch (DMG, Германия) в течение трех минут с помощью специ-

- альной насадки ICON vestibular (DMG, Германия) с механической активацией этой же насадкой;
- 3) нанесение на поверхность эмали ICON dry на 30 сек до полного пассивного высушивания поверхности эмали, затем подсушивание слабой воздушной струей;
- 4) нанесение ICON infiltrant на 3 мин с помощью насадки ICON vestibular, втирающие движения этой же насадкой в течение 3 мин;
- 5) удаление излишков материала с помощью мягкой воздушной струи, разделение контактных поверхностей зубов флоссом, полимеризация светодиодной полимеризационной лампой в течение 40 сек.
- 6) повторное нанесение ICON infiltrant втирающими движениями на 1 мин с помощью новой насадки ICON vestibular, повторное удаление излишков материала и полимеризация 40 сек;
- 7) восстановление утраченного объема тканей низкомолекулярным композитным материалом на основе MDP-мономера Constic (DMG, Германия) и его полимеризация в течение 20 сек;
- 8) полирование поверхности материала.

Клиническая оценка результатов проведенного лечения флюороза зубов проводилась по системе анализа J.F. Cvar and G. Ryge (2005) в модификации Nathaniel C. Lawson и Augusto Robles (2015) по следующим критериям: краевое прилегание, окрашивание границы, вторичный кариес, чувствительность [11]. Контрольные осмотры проводили через 1 месяц и через 1 год после лечения.

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении зоны адгезионного соединения выявлено, что в 1, 2, и среднее значение, 4-й группах имелось нормальное распределение значений, поэтому для сравнения показателя размера зоны адгезионного соединения в исследуемых группах применяли непараметрические статистические методы (табл. 1). В 3-й группе зубов имелось нормальное распределение признака, среднее значение зоны адгезионного соединения составило 0,493 нм, при стандартном отклонении 0,19.

Таблица 1. Сравнение показателей размера зоны адгезионного соединения в исследуемых группах при распределении признака, отличном от нормального

Table 1. Comparison of indicators of the size of the adhesive junction zone in the studied groups with a distribution of the characteristic other than normal

Группа наблюдения	Размер зоны адгезионного соединения, нм				
	медиана	минимум	максимум	25-й процентиль	75-й процентиль
1-я	12,59	9,37	13,87	10,38	13,40
2-я	7,28	6,38	9,56	6,44	8,73
4-я	0,41	0,27	0,92	0,35	0,64

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что наибольший размер зоны адгезионного соединения (12,59 нм) наблюдается при применении обработки флюорозной эмали ортофосфорной кис-

лотой, нанесения Optibond solo plus и последующего нанесения Estelite flow quick. Размер зон адгезионного соединения ICON infiltrant – Estelite flow quick и ICON infiltrant – Constic минимальный (0,49 нм и 0,41 нм соответственно).

Для сравнения размера зоны адгезионного соединения в исследуемых группах мы использовали критерий Краскела – Уоллиса с использованием общепринятого уровня значимости $p < 0,05$. Значение критерия Краскела – Уоллиса составило 66,68, а соответствующего ему уровня значимости – $p < 0,0001$, что в целом свидетельствует о статистической значимости различий между группами.

Для определения, между какими конкретно группами присутствовали значимые различия, необходимо было провести попарное сравнение всех групп, в связи с чем использовали U-критерий Манна – Уитни с перерасчетом уровня значимости p в качестве поправки на множественные сравнения ($p2=0,05/6=0,0083$). Результаты попарного сравнения размера зон адгезионного соединения в группах и соответствующие уровни значимости $p2$ по каждому попарному сравнению приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты попарного сравнения размера зон адгезионного соединения в исследуемых группах

Table 2. Results of pairwise comparison of the size of adhesive junction zones in the study groups

Попарное сравнение/ группы наблюдения	Значение U-критерия Манна – Уитни	Значение p Сравнение с $p = 0,005$
1–2 группы	1,0	$< 0,0001$
1–3 группы	0,00	$< 0,0001$
1–4 группы	0,00	$< 0,0001$
2–3 группы	0,00	$< 0,0001$
2–4 группы	0,00	$< 0,0001$
3–4 группы	183,5	0,659

Таким образом, при использовании обработки флюорозной эмали ортофосфорной кислотой, нанесения Optibond solo plus и последующего нанесения Estelite flow quick размер зоны адгезионного соединения статистически значимо ($p < 0,0001$) отличался от адгезионного соединения при обработке эмали ортофосфорной кислотой, нанесения All-Bond universal и последующего нанесения Estelite flow quick, адгезионного соединения ICON infiltrant – Estelite flow quick и ICON infiltrant – Constic. Значение признака было в среднем больше при использовании травления ортофосфорной кислотой и нанесения Optibond solo plus (медианы 12,59; 7,28; 0,49 и 0,41 соответственно).

При использовании обработки флюорозной эмали ортофосфорной кислотой, нанесения All-Bond universal и последующего нанесения Estelite flow quick размер зоны адгезионного соединения статистически значимо ($p < 0,0001$) отличался от адгезионного соединения эмаль – ICON infiltrant – Estelite flow quick и эмаль – ICON infiltrant – Constic. Значение признака было в среднем больше при использовании

травления ортофосфорной кислотой и нанесения All-Bond universal и Estelite flow quick (медианы 7,28; 0,49 и 0,41 соответственно).

При сравнении зон адгезионного соединения эмаль – ICON infiltrant – Estelite flow quick и эмаль – ICON infiltrant – Constic в зубах с флюорозом не обнаружено статистически значимых отличий ($p = 0,659$).

Анализ морфологии адгезионного интерфейса показал равномерное проникновение слоя инфильтрант – низкомолекулярный композитный материал в структуру эмали, что наряду с минимальной толщиной данного слоя свидетельствует о более глубоком проникновении смолы и низкомолекулярного композитного материала в твердые ткани зуба, что согласуется с данными о более высоком коэффициенте пенетрации инфильтранта по сравнению с адгезивными системами.

Полученные в экспериментальном исследовании результаты позволили рассмотреть сочетание инфильтранта и низкомолекулярного композитного материала на основе MDP-мономера как перспективный вариант для применения в клинике при минимально-инвазивном лечении флюороза зубов. После проведенного лечения по ранее описанной схеме при осмотре через 1 месяц не выявлено нарушения краевого прилегания, окрашивания границы и вторичного кариеса, отмечен 1 случай чувствительности. При осмотре через 1 год не наблюдалось нарушения краевого прилегания и развития кариеса по границам проведенного лечения, а также не отмечено случаев развития чувствительности.

Заключение

Таким образом, результаты проведенного экспериментально-клинического исследования свидетельствуют о высокой эффективности минимально-инвазивного лечения флюороза зубов с применением сочетания инфильтрации и низкомолекулярного композитного материала на основе MDP-мономера.

Список источников

1. Zawaideh F. Resin infiltration technique: A new era in caries management. *Smile Dental Journal*. 2014; 9 (1): 22–27.
2. Croll T.P. Fluorosis. *J Am Dent Assoc*. 2009; 140(3): 278–279. doi: 10.14219/jada.archive.2009.0146
3. Nahsan F.P., da Silva L.M., Baseggio W., Franco E.B., Francisconi P.A., Mondelli R.F., Wang L. Conservative approach for a clinical resolution of enamel white spot lesions. *Quintessence Int*. 2011; 42(5): 423–426.
4. Celik E.U., Yildiz G., Yazkan B. Clinical evaluation of enamel microabrasion for the aesthetic management of mild-to-severe dental fluorosis. *J Esthet Restor Dent*. 2013; 25(6): 422–430. doi: 10.1111/jerd.12052
5. Акулович А.В., Ялышев Р.К. Возможности микроабразии эмали в сочетании с реминерализующей терапией при лечении флюороза. *Эстетическая стоматология*. 2015; 3–4: 56–59.

6. Shahroom N.S.B., Mani G., Ramakrishnan M. Interventions in management of dental fluorosis, an endemic disease: A systematic review. *J Family Med Prim Care*. 2019; 8(10): 3108–3113. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_648_19
7. Gugnani N., Pandit I.K., Gupta M., Josan R. Caries infiltration of noncavitated white spot lesions: A novel approach for immediate esthetic improvement. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3(Suppl 2): S199–202. doi: 10.4103/0976-237X.101092
8. Bharath K.P., Subba Reddy V.V., Poornima P., Revathy V., Kambalimath H.V., Karthik B. Comparison of relative efficacy of two techniques of enamel stain removal on fluorosed teeth. An in vivo study. *J Clin Pediatr Dent*. 2014; 38(3): 207–213. doi: 10.17796/jcpd.38.3.0h120nkl8852p568
9. Giannetti L., Murri Dello Diago A., Silingardi G., Spinis E. Superficial infiltration to treat white hypomineralized defects of enamel: clinical trial with 12-month follow-up. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2018; 32(5): 1335–1338.
10. Attal J.P., Atlan A., Denis M., Vennat E., Tirllet G. White spots on enamel: treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). *Int Orthod*. 2014; 12(1): 1–31. doi: 10.1016/j.ortho.2013.12.011
11. Cvar J.F., Ryge G. Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. 1971. *Clin Oral Investig*. 2005; 9(4): 215–232. doi: 10.1007/s00784-005-0018-z

Тиунова Наталья Викторовна (контактное лицо) — д.м.н., доцент кафедры пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России; 603000, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; natali5_@list.ru

Поступила в редакцию / The article received 02.06.2024.

Принята к публикации / Was accepted for publication 02.09.2024.