

B.R. Schemehorn

Сравнение степеней поглощения фтора на начальных стадиях поражения эмали при использовании различных паст и гелей специального и общего пользования

Therametric Technologies, Inc.
J.C. DiMarino, DMD, MEd N. Movahed, MS
Premier Dental Products

Реферат

Цель – целью этого исследования *in vitro* было сравнение степеней поглощения фтора на начальных стадиях поражения эмали при использовании инновационного геля с концентрацией SnF_2 970 ppm F^- ion, который продается без рецепта (Enamelon® Preventive Treatment Gel), и зубной пасты с концентрацией SnF_2 1150 ppm F^- ion, которая продается без рецепта (Enamelon® Tothpaste), каждый из которых насыщает эмаль аморфным фосфатом кальция (АСР), со степенью поглощения фтора при использовании двух других средств для чистки зубов, которые назначаются по рецепту, имеют концентрацию 5000 ppm F^- ion и содержат трикальцийфосфат (ТСР), а также зубной пасты, которая назначается по рецепту, имеет концентрацию 900 ppm F^- ion и содержит фосфопептид-аморфный фосфат кальция казеина (СРР-АСР).

Использование зубной пасты с содержанием фтора рекомендовали еще более пятидесяти лет тому назад с целью профилактики и борьбы с зубным кариесом [1]. Фтор давно был признан элементом, который обеспечивает защиту от кариеса [2, 3]. Несмотря на использование фтора, кариес остается распространенным хроническим заболеванием как у детей, так и у взрослых, хотя его развитие и можно предупреждать [4].

Доказательств в пользу эффективности фтора при повседневном использовании в виде зубных паст для предотвращения кариеса довольно много [6], однако производители многих безрецептурных и рецептурных зубных паст и гелей стремятся включить в состав дополнительные ингредиенты в попытке наиболее безопасным способом сделать фторид более эффективным.

Появление, популярность и доступность новых технологий фтора в борьбе с кариесом предоставляют потребителям множество преимуществ, но не исключают и побочных явлений. Наряду со снижением кариеса было отмечено повышение распространенности заболеваемости флюорозом [7].

Исследователи гигиены полости рта постоянно ищут способы улучшить профилактику кариеса при минимизации системных рисков для пациента. В 1991 году химик научно-исследовательского центра Паффенбаргер при фонде Американской стоматологической ассоциации (АСА) и исследователь, доктор наук Мин С. Тунг продемонстрировали ценность аморфного фосфата кальция (АСР) в реминерализации зубов.

В 1991 году было доказано, что применение АСР является первой безфторидной терапией при реминерализации эмали и дентина [8].

Все большее количество литературы показывает, что применение аморфного фосфата кальция (АСР) повышает поглощение фтора [9, 10–13].

Обзор исследований этого вопроса показывает, что АСР, включенный в состав зубной пасты с фтором, обеспечивает более сильное поглощение фтора эмалью по сравнению со фторированной зубной пастой без АСР [14].

Поскольку ионы кальция и фосфата первично являются природными составляющими структуры зубной эмали, адекватное количество этих ионов должно присутствовать в средстве для того, чтобы произошла реминерализация. Слюна человека содержит различные количества этих ионов, но их может быть недостаточно для реминерализации в случаях, когда нарушаются нормальные физиологические условия. Поэтому были разработаны более продвинутые продукты с различными источниками ионов кальция и фосфата для обеспечения необходимого уровня этих ионов в слюне и повышения реминерализации [9].

Философия создания данных новых средств для чистки зубов заключалась в том, чтобы создавать продукты, которые используют вспомогательные свойства этих реминерализующих ионов и обеспечить большее поглощение фтора пораженной эмалью с наименьшим количеством ионов фторида. Проведенные исследования доказали, что включение существенных компонентов, которые помогут сохранить эти реминерализующие ионы в тканях в течение более длительного периода времени, могут способствовать дальнейшему усилению поглощения фтора эмалью.

Одним из способов определения того, подходят ли продукты «Enamelon®» для достижения этих целей, является определение их способности усиливать поглощение фтора пораженной зубной эмалью по сравнению с другими безрецептурными и рецептурными фторидными зубными пастами и гелями, которые также могут содержать различные источники кальция и фосфата (ТСР, СРР-АСР).

Интерес представляли два продукта: гель с концентрацией SnF_2 970 ppm F^- ion (Enamelon® Preventive Treatment Gel) и зубная паста с концентрацией SnF_2 1150 ppm F^- ion (Enamelon® Tothpaste), каждый из которых имеет в составе аморфный фосфат кальция (АСР). Оба продукта разработаны компанией «Premier Dental Products», США.

Добавление в данные продукты двух весьма существенных полимерных комплексов способствовало долгосрочной биодоступности реминерализующих ионов. Сочетание полимерных комплексов с реминерализующими ионами предназначено для формирования и создавало основы системы доставки фтора в зубную эмаль без необходимости увеличить концентрацию ионов фторида.

Материалы и методы

Здоровые верхние центральные резцы были отобраны и очищены от мягкой ткани. Ядро эмали размером 3 мм в диаметре изготовили из каждого зуба путем перпендикулярного разреза, выполненного по направлению к губе при помощи алмазного долота. Данная подготовка была выполнена под водой, чтобы предотвратить перегрев образца. Каждый образец был посажен на стержень из оргстекла (1/4" в диаметре и 2" в длину) с помощью метилметакрилата. Избыток акрила был обрезан так, чтобы обнажилась поверхность эмали. Образцы эмали были отполированы. В результате были получены образцы эмали в форме диска диаметром 3 мм, частично покрытые акрилом. Таким образом были подготовлены двенадцать образцов для каждой группы средств.

Каждый образец эмали был протравлен при помощи погружения в 0,5 мл 1-молярного раствора HCl₄ в течение 15-ти секунд. В течение травления растворы непрерывно перемешивали. Каждый раствор представлял собой смесь с pH = 5,2. Для расчета глубины травления было высчитано содержание Са атомно-адсорбционным методом. Эти данные показали уровень содержания фтора в каждом образце до начала обработки.

Образцы снова отшлифовали и отполировали, как описано выше. В каждом образце эмали было искусственно смоделировано начинающееся поражение эмали при помощи погружения в 0,1-молярный раствор молочной кислоты и 0,2-процентный раствор Caборол 907 на 24 часа при комнатной температуре. Затем образцы тщательно промыли дистиллированной водой и хранили во влажной среде до начала использования.

Обработку проводили с использованием суспензии средств для чистки зубов. Суспензии состояли из одной части средства для чистки зубов и трех частей дистиллированной воды (9 г : 27 мл). Тестируемыми продуктами были:

- два средства для чистки зубов «А», содержащие фторид натрия (NaF) в концентрации 5000 ppm F⁻ ion с ТСП;
- паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 900 ppm F⁻ ion с CPP-ACP;
- паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 1150 ppm F⁻ ion;
- паста «Enamelon», содержащая фторид олова (SnF₂) в концентрации 1150 ppm F⁻ ion с АСР;
- паста, содержащая фторид олова (SnF₂) в концентрации 1100 ppm F⁻ ion;
- профилактический лечебный гель «Enamelon», содержащий фторид олова (SnF₂) в концентрации 970 ppm F⁻ ion с АСР.

Каждую суспензию перемешивали в течение ровно одной минуты после добавления воды. Двенадцать образцов из каждой группы затем погрузили в 25 мл суспензии на 30 минут при постоянном перемешивании (350 оборотов в минуту). После обработки образцы были промыты дистиллированной водой. Затем с каждого образца удалили один слой эмали и определили содержание фтора и кальция, как описано выше (15-секундная протравка). Затем показатель уровня содержания фтора до обработки был вычтен из показателя уровня содержания фтора после обработки для определения изменения уровня содержания фтора вследствие обработки.

Средний показатель значения SD и SEM был рассчитан для каждой группы. Был проведен статистический анализ для сравнения всех групп образцов с использованием одностороннего анализа вариантной модели с использованием программного обеспечения Sigma Stat (3.1). Поскольку образцы показали значительные различия, данные об отдельных средствах каждой группы были обработаны при помощи метода Стьюдента Ньюмана-Келса.

Результаты

Результаты изменения уровня содержания фтора в пораженной эмали приведены в таблице.

Паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 900 ppm F⁻ ion, назначенная по рецепту и содержащая CPP-ACP, статистически не отличалась по результатам от негативного контроля.

Паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 1150 ppm F⁻ ion, которая продается без рецепта, была статистически значительно более эффективной, чем паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 900 ppm F⁻ ion, назначенная по рецепту и содержащая CPP-ACP.

Паста, содержащая фторид олова (SnF₂), была статистически значительно более эффективной, чем паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF), которая продается без рецепта. Два средства для чистки зубов, содержащие фторид натрия (NaF) в концентрации 5000 ppm F⁻ ion, назначенные по рецепту с ТСП, были статистически значительно более эффективными, чем все ранее упомянутые продукты, но не отличались друг от друга. Паста «Enamelon» значительно отличалась от всех ранее упомянутых продуктов. Профилактический лечебный гель «Enamelon» был наиболее эффективным в поглощении фтора поврежденной эмалью и значительно превосходил по показателям все другие тестируемые продукты.

Таблица

Концентрация фтора в эмали (ppm)

Средство обработки	ppm F ⁻ ion	До обработки	После обработки	Увеличение
Негативный контроль	0	37±2*	45±3**	8±2
Паста для чистки зубов с CPP-ACP	900	43±3	359±10	316±9
Паста для чистки зубов, содержащая NaF	1150	41±2	1511±39	1470±40
Паста, содержащая SnF ₂	1100	40±3	2686±55	2647±57
Средство для чистки зубов «Б» с ТСП	5000	37±3	3838±121	3801±121
Средство для чистки зубов «А» с ТСП	5000	41±3	4178±121	4138±120
Паста «Enamelon» с АСР	1150	38±2	7055±353	7016±353
Гель «Enamelon» с АСР	970	38±2	10300±295	10263±295

Примечания: * – среднее значение ± SEM (N = 12);

** – как показал метод Стьюдента Ньюмана-Келса, некоторые показатели в данной колонке не отличаются значительно (p > 0,05).

Обсуждение

Согласно этому исследованию, новинки «Enamelon» (зубная паста и гель) способствовали большему поглощению фтора пораженной эмалью, чем все другие тестируемые рецептурные и безрецептурные средства. Важно отметить, что профилактический лечебный гель «Enamelon» с АСР, содержащий фторид олова (SnF₂) в концентрации 970 ppm F⁻ ион, который продается без рецепта, с концентрацией F⁻ ион практически на 80 % меньшей, чем остальные средства, способствовал поглощению фтора эмалью почти в два с половиной раза лучше, чем два других средства для чистки зубов с ТСР, содержащих фторид натрия (NaF) в концентрации 5000 ppm F⁻ ион, назначенных по рецепту.

Результаты также свидетельствуют о способности профилактического лечебного геля «Enamelon» обеспечить в 30 раз большее поглощение фторида эмалью, чем паста для чистки зубов, содержащая фторид натрия (NaF) в концентрации 900 ppm F⁻ ион и назначенная по рецепту и содержащая СРР-АСР.

Таким образом, это исследование показывает, что профилактический лечебный гель и паста «Enamelon» обеспечивают значительно большее поглощение фтора эмалью и при этом содержат значительно меньшую концентрацию F⁻ ион, чем другие средства для чистки зубов с ТСР, содержащие фторид натрия (NaF) в концентрации 5000 ppm F⁻ ион и назначенные по рецепту. Причиной этого является большая биодоступность ионов кальция и фосфата в этих АСР-продуктах.

Фторсодержащая зубная паста, которая одновременно содержит соли кальция и фосфата, обеспечивает пораженную эмаль фтором примерно в два с половиной раза лучше, чем другие зубные пасты, имеющие подобное содержание фтора, но без АСР14.

С уверенностью можно утверждать, что различные формы солей кальция и фосфата не являются одинаково биологически доступными и, таким образом, одинаково эффективными. Большая биодоступность солей кальция и фосфата в составе АСР является причиной того, что продукты «Enamelon» значительно опережают по своему действию рецептурные и безрецептурные препараты, которые содержат менее биодоступные формы солей кальция и фосфата (ТСР, СРР-АСР).

ТСР является практически нерастворимой кристаллической формой фосфата кальция [9]. АСР не является кристаллической и не имеет систематическую структуру. В результате АСР является более растворимой, чем ТСР, и, следовательно, более биологически доступной (реактивной), чем другие кристаллические формы фосфата кальция [16]. Аморфный фосфат кальция имеет самые высокие показатели образования и растворения среди всех форм фосфата кальция и быстро гидролизуется *in situ* в апатит (зубной минерал) [17]. Данное исследование показывает, что АСР усиливает выделение и поглощение фтора, что подтверждается результатами, которые показали в данном исследовании продукты «Enamelon», содержащие АСР.

Кроме того, продукты «Enamelon» содержат полимерные добавки, которые уменьшают образование зубного налета на поверхности эмали и помогают сохранить реминерализационные агенты на поверхности зубов значительно дольше. Это новое сочетание в продуктах «Enamelon» и растущее количество исследований АСР в сочетании с результатами данного исследования показывают, что продукты «Enamelon» могут обеспечить более сильное поглощение фтора пораженной эмалью при значительно более низких дозировках фтора, чем другие средства для чистки зубов, назначенные по рецепту.

Результаты исследования показывают, что профилактический лечебный гель «Enamelon», содержащий фторид олова (SnF₂) в концентрации 970 ppm F⁻ ион с технологией АСР, и паста «Enamelon», содержащая фторид олова (SnF₂) в концентрации 1150 ppm F⁻ ион с технологией АСР, статистически значимо более эффективно усиливали поглощение фтора поврежденной эмалью, чем два других отпускаемых по рецепту средства для чистки зубов с ТСР, содержащих фторид натрия (NaF) в концентрации 5000 ppm F⁻ ион, – паста для чистки зубов, содержащая СРР-АСР, и другие безрецептурные зубные пасты. Вполне вероятно, что такой результат является результатом большей биодоступности ионов кальция и фосфата, а также благодаря содержанию полимеров в составе Enamelon.

Благодарность: данное исследование было профинансировано Premier Dental Products Co., Plymouth Meeting, Пенсильвания, США.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fluoride toothpaste efficacy and safety in children younger than 6 years: A systematic review. American Dental Association Council on Scientific Affairs // J. Am. Dent. Assoc. – 2014; 145: 182–9.
2. Marinho V.C., Higgins J.P., Sheiham A., Logan S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents // Cochrane Database Syst. Rev. – 2009; 1: CD002278.
3. Walsh T., Worthington H.V., Glenny A.M., Appelbe P., Marinho V.C., Shi X. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents // Cochrane Database Syst. Rev. – 2010; 1: CD007868.
4. <http://www.nidcr.nih.gov/DataStatistics/FindDataByTopic/DentalCaries>. Page last updated January 06, 2014.
5. Fiona M., Collins B.M. A Guide to Dentifrices. In: www.dentallearning.net, vol. 1, issue 1, 2012.
6. Topping G., Assaf A. Strong evidence that daily use of fluoride tooth-paste prevents caries // Evid. Based Dent. – 2005; 6: 32.
7. Mascarenhas A.K. Risk factors for dental fluorosis: A review of the recent literature // Ped. Dent. 2000; 22: 4, 269–7.
8. Garvin J. ACP: the next big thing // ADA News, 2007.
9. Schemehorn B.R., Wood G.D., McHale W., Winston A.E. Comparison of fluoride uptake into tooth enamel from two fluoride varnishes containing different calcium phosphate

- sources // J. Clin. Dent. – 2011; 22: 51–4.
10. Tung M.S., Malerman R., Huang S., McHale W.A. Reactivity of prophylaxis paste containing calcium, phosphate and fluoride salts // J. Dent. Res. – 2005; 84 (Spec. Iss. A): IADR Abstract 2156.
11. "Final Report: Enamel Fluoride Uptake Study #05-106, Modified FDA Method #40," Dental Products Testing, Indiana University Emerging Technologies Center, December 2005.
12. Source: "Final Report: Sound Enamel Fluoride Uptake Study #08-151, Method #40SV," Dental Products Testing Thermametric Technologies Inc., Indiana University Emerging Technologies Center, March 2008.
13. Source: "Final Report: Sound Enamel Fluoride Uptake Study #08-230, Method #40ST", Dental Products Testing, Indiana University Emerging Technology Center, September 2008.
14. Schemehorn B.R., Wood G.D., Winston A.E. Laboratory enamel solubility reduction and fluoride uptake from Enamelon dentifrice // J. Clin. Dent. – 1999; 10 (Spec. Iss.): 9–12.
15. Papas A., Russell D., Singh M., Kent R., Triol C., Winston A. Caries clinical trial of a remineralising toothpaste in radiation patients // Gerodontol. – 2008; 25: 76–88.
16. Tung M.S., Eichmiller F.C. Dental applications of amorphous calcium phosphates // J. Clin. Dent. – 1999; 10: 1–6.
17. Tung M.S., Eichmiller F.C. Amorphous calcium phosphates for tooth mineralization // Compend. Contin. Educ. Dent. – 2004; 25 (9 Suppl. 1): 9–13.



Эксклюзивный представитель «Premier Dental Products Company» в Украине:
 Проспект Свободы, 2-в, 04108, г. Киев, Украина.
 Тел.: +38 (044) 229-20-20; +38 (067) 996-35-77