

УДК 616.314-002-08-74:615.46: 541.64: 546.16

Е.Н. Рябоконт, Т.В. Камина

ФТОРВЫДЕЛЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ФОТООТВЕРЖДАЕМЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Харьковский медицинский национальный университет

Современная стратегия ВОЗ по вопросам фторпрофилактики включает два направления:

- постоянное воздействие низких концентраций фторидов;

- периодическое профессиональное апплицирование фторидов высокой концентрации для индивидуумов с высоким риском кариеса зубов [1].

Фторсодержащие соединения ускоряют реминерализацию эмали, нарушают процесс гликолиза, в ходе которого кариесогенные бактерии продуцируют кислоту, обладают бактерицидным действием. Доказано, что присутствие в биологической пленке молекулярной толщины ионов фтора, даже в незначительной концентрации, оказывает бактериостатическое действие и стимулирует процессы реминерализации [2, 3].

Фотоотверждаемые композитные материалы (ФКМ) с фторсодержащим наполнителем (ФН) довольно широко представлены на современном стоматологическом рынке. ФН должен обеспечивать кариеспротекторный эффект. Работ, которые анализируют свойства фторсодержащих композитов, немного. Особое внимание привлекли публикации, в которых ученые делятся своими сомнениями по поводу эффективности фторсодержащего компонента композита, что свидетельствует о недостаточном изучении данной проблемы. [4, 5, 6, 10, 11]. Результаты исследования, которое анализирует выход ионов фтора из композитов, позволят обоснованно подходить к выбору ФКМ с ФН.

Материалы и методы

Для исследования были выбраны высоконаполненные ФКМ с ФН, где полимерной составляющей являются олигоэфиракрилаты: «Стомазит LC» (АО «Стома», Украина), отечественный аналог «Tetric Ecom» («Vivadent»), с ФН наполнителем - трифторид иттербия и «Charisma» («Hereus Kulzer»), содержащий тонкодисперсное барийалюминийфтористое стекло. Образцы материалов изготовлены согласно МУ 25.1-001-86 [7].

Массовую концентрацию фторид-ионов в искусственной слюне [7] определяли в конце цикла

экспозиции образца отвержденного материала. Использовали чувствительный спектрофотометрический метод, который основан на образовании тройного (1:1:1) комплекса фторид-иона с ализаринкомплексом и лантаном (III) [8]. Цикл экспозиции составлял 21 день каждый. Всего было проведено 5 циклов общей продолжительностью 105 дней.

Результаты исследования

На первый цикл (21 сутки) исследования приходятся наиболее высокие значения медианы, показателя, характеризующего центральную тенденцию, имела значение у «Стомазит LC» – 2,440 мг/мл, у «Charisma» – 4,012 мг/мл ($p = 0,0003$). Первый цикл соотносим с первыми неделями эксплуатации пломбы и завершением процессов ее стабилизации (водопоглощение, выход остаточного мономера) в полости рта.

Во втором цикле (42 суток) количество диффундировавших ионов фтора уменьшилось более чем наполовину у «Стомазит LC» – 1,063 мг/мл, и в четыре раза - у «Charisma» – 1,081 мг/мл. Концентрация обеих растворов соответствует одному уровню. Различия недостоверны ($p = 0,8253$). При этом разница в изменении интенсивности выхода ионов фтора между 1 и 2 циклом у «Стомазит LC» – (-0,564), у «Charisma» – (-0,731), различия достоверны ($p = 0,0003$).

В 3 - й (63 суток) медиана диффузии ионов фтора из образцов материала «Стомазит LC» – 0,506 мг/мл, а выход из «Charisma» – 0,256 мг/мл. Различия достоверны ($p = 0,0003$). Разница в изменении интенсивности выхода ионов фтора между 2 и 3 циклом у «Стомазит LC» – (-0,518), у «Charisma» – (-0,748), различия достоверны ($p = 0,0003$).

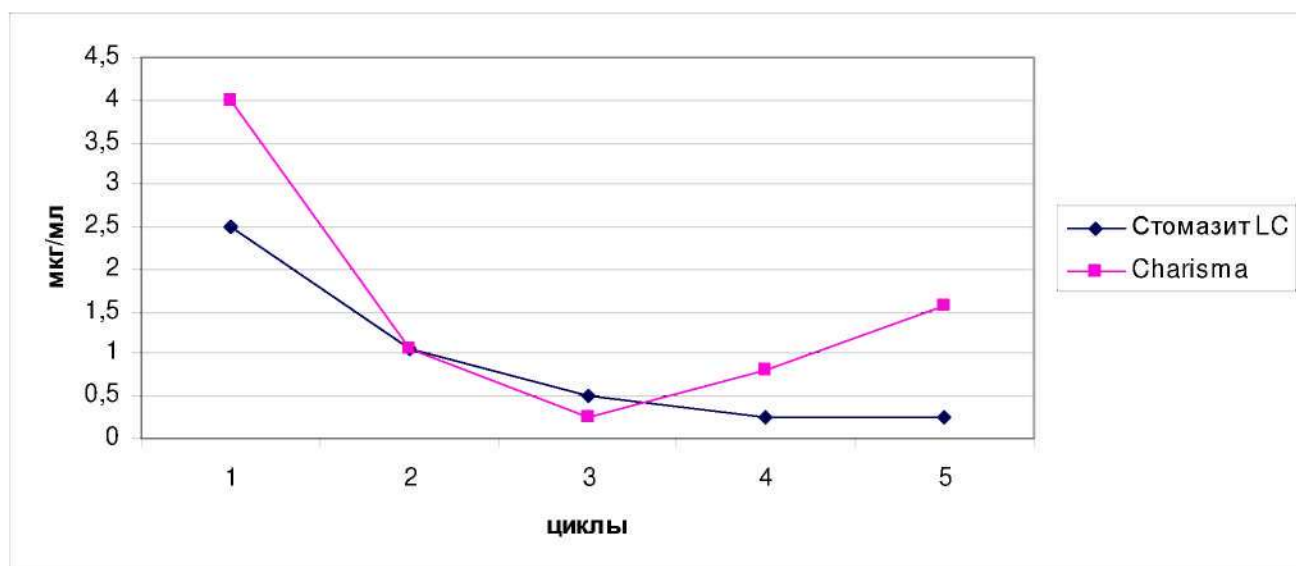


Рис. 1. Диффузия ионов фтора в модельную среду из ФКМ

По результатам 4-го цикла (84 суток) более высокая концентрация диффундировавших ионов фтора наблюдалось из образцов материала «Charisma» – 0,797 мг/мл. У «Стомазита LC» концентрация фторид ионов в омывающей среде понизилась в два раза – 0,243 мг/мл ($p = 0,0003$). Интенсивность выхода ионов фтора между 3 и 4 циклом у «Стомазит LC» – (-0,528), у «Charisma» – 1,934, различия достоверны ($p = 0,0003$).

В пятом цикле (105 суток) видно, что повышение диффузии ионов фтора наблюдалась из образцов материала «Charisma» – 1,570 мг/мл, а у «Стомазита LC» отмечены прежние результаты концентрации – 0,231 мг/мл, различия достоверны ($p = 0,0003$). Изменение интенсивности выхода ионов фтора между 4 и 5 циклом у «Стомазит LC» – 0,004, у «Charisma» – 0,975, различия достоверны ($p = 0,0003$).

Таким образом, формы кривых, отражающих динамику диффузии ионов фтора (рис. 1) из ФКМ с ФН, имеют одинаковый характер. Однако, количественные показатели содержания ионов фтора в искусственной слюне были различные.

Изменение динамики выхода ионов фтора отличалось малым разбросом значений выборок в первые циклы исследования. В третьем вычислении изменения динамики отмечается большой разброс значений выборки у «Стомазит LC». В четвертом вычислении изменения динамики отмечается большой разброс значений выборки у «Charisma» (рис. 2). Данное наблюдение свидетельствует о неоднозначном состоянии каждого конкретного образца, которое изменяется с течением времени.

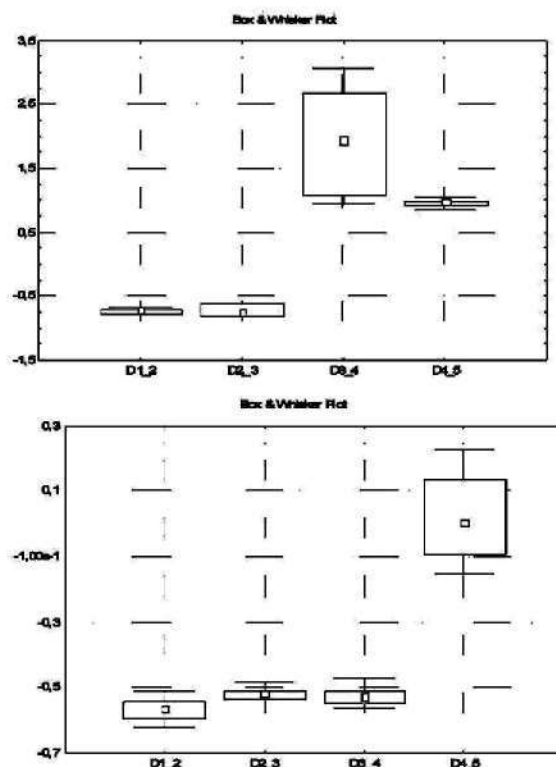


Рис. 2. Изменение динамики выхода фтора в группе «Стомазит LC» (слева) «Charisma» (справа)

Объясняет полученные данные механизм проникновения физически агрессивных сред (искусственная слюна) в полимеры. Данный механизм подробно исследован и описан в литературе [9]. Процесс переноса низкомолекулярных веществ в полимере осуществляется, в основном, по механизму активированной диффузии, а также по механизму субмикрокапиллярного потока, обусловленного наличием в структуре полимера микропор, мельчайших каналов и т.п. Установлено, что проницаемость полимеров зависит от структуры полимера и агрессивной среды (растворителя), гибкости цепей полимера, размера молекулы

растворителя и ее конфигурации, физического состояния полимера, наличия наполнителя и пространственной сетки.

Для выявления общей тенденции и прогнозирования изменения выхода ионов фтора из ФКМ мы использовали метод экономико-математического моделирования функции. Были использованы первичные данные всех циклов исследования для максимально адекватного графического отображения динамики диффузии ионов фтора

из образцов пломбировочного материала в модельную среду (рис. 3 и 4). При прогнозировании выхода ионов фтора у обоих материалов на следующие три цикла исследования графики показали монотонную тенденцию к снижению диффузии ионов фтора в омывающую среду на 7 (147 дней) цикле и прекращение выхода ионов фтора с поверхности экспериментального образца на 8 - 9 цикле.

charisma

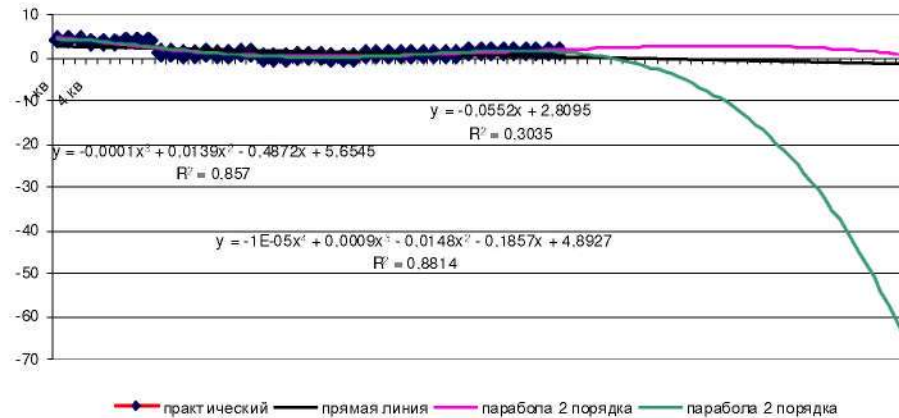


Рис. 3. Математическое моделирование диффузии ионов фтора и ФКМ «Charisma»

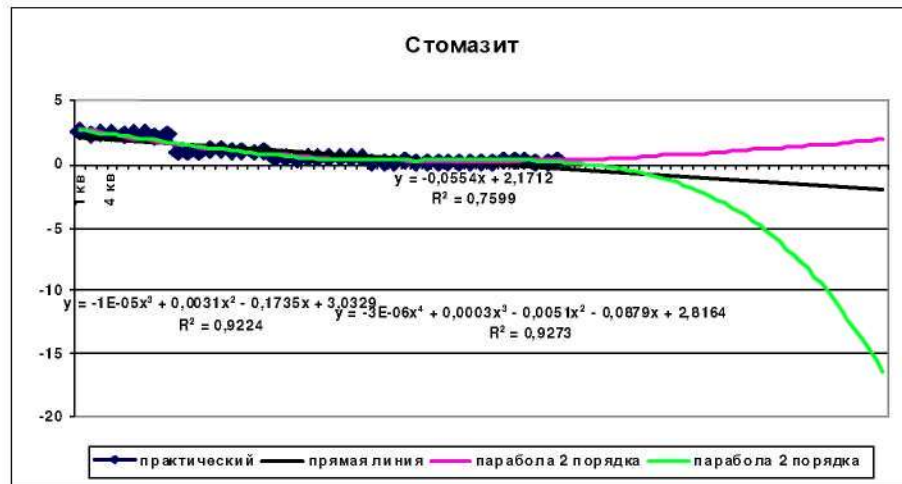


Рис. 4. Математическое моделирование диффузии ионов фтора из ФКМ «Stomazit LC»

Ионы фтора пломб из ФКМ с ФН наиболее активно диффундируют в полость рта в первые три недели после постановки, в последующие полгода происходит постепенное снижение и сходит «на нет» к 8 - 9 циклу исследования (168 – 189 дни). Если провести аналогию данного исследования с полостью рта, то можно утверждать, что фторсодержащие композиты насыщают субстрат, который находится на поверхности пломбы, ионами фтора в ранний период после наложения пломбы. Что, несомненно, важно, так как именно в этот период происходят все процессы стабилизации в пломбе (водопоглощение, выход остаточного мономера) и формирование состава зубной бляшки. Длительное и в малой концентрации на-

сыщение ионами фтора пространства вокруг реставрации обуславливает кариеспротекторный эффект фторсодержащего композита и соответствует стратегии ВОЗ по вопросам фторпрофилактики кариеса и его рецидива.

Литература

1. Хамадаева А. М. К вопросу о выборе зубных паст / А. М. Хамадаева, Н. М. Сергеева, Салим А. М. Махмед // Новое в стоматологии. – 2008. – № 3. – С. 35–37.
2. Fejerskov O. Strategies in design of preventive programmes / O. Fejerskov // Adv Dent Res. – 1995. – Vol. 9. – P. 82–86.

3. Featherstone J.D. The science and practice of caries prevention / Featherstone J.D. // JADA.- 2000. - Vol.131. - P. 88-89.
4. Биоповреждения: учеб. пособие [для биол. спец. вузов] / [В. Д. Ильичев, Б. В. Бочаров, А. А. Анисимов и др.]; под. ред. В. Д. Ильичева. - М.: Высшая школа, 1987. - 352 с.
5. Каневская И. Г. Биологическое повреждение промышленных материалов / И. Г. Каневская. - Л., 1984. - С. 83-147.
6. Результати клінічних та лабораторних досліджень застосування гібридного композитного матеріалу Herculite XRV / Т. Метьюз-Бзожовська, В. Ф. Макеев, Т. Ф. Нерепеха [та ін.] // Новини стоматології. - 1999. - №4 (21). - С.214-217.
7. Методические указания. Устойчивость изделий медицинской техники к воздействию агрессивных биологических жидкостей. Методы испытаний. МУ 25.1-001-86 // Министерство приборостроения средств автоматизации и систем управления, 1986. - 274 с.
8. Гайдук О. В. Определение фторсодержащих соединений / О. В. Гайдук, Л. И. Филипович // Заводская лаборатория. - 1997. - № 3. - С. 11 - 12.
9. Голованов И. Б. Влияние окружения на гидрофобность различных групп молекул биополимеров: докл. Акад. наук / И. Б. Голованов, И. Г. Циганова, Г. Р. Иваницкий. - М.: Наука, 1998. - Т. 360, № 1 (май). - С. 43-46.
10. Дослідження властивостей фтору при застосуванні композитного матеріалу «Еста – Ф» в ортодонтічній практиці / [П. С. Фліс, Г. М. Григоренко, Д. В. Васильченко, Г. В. Новаківська] // Новини стоматології. - 1995. - №1 (2). - С. 20-23.
11. Грютцнер А. Дайрект ЭйПи / А. Грютцнер // Дент Арт.- 1997. - № 3. - С. 31-39.
12. Грэхем Дж. Маунт. Скорость перемен набирает обороты / Дж. Маунт Грэхем // ДентАрт. - 2005. - № 2. - С. 74-80.
13. Азбука пломбировочных материалов; под ред. проф. Л. А. Дмитриевой. - М.: Медпресс-информ, 2006. - 237 с.
14. Клемин В. А. Комбинированные зубные пломбы / В. А. Клемин, А. В. Борисенко, П. В. Ищенко. - М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. - 304 с.
15. Томанкевич Марек. Современные композитные материалы в стоматологической практике: [пер. с польск.] / Марек Томанкевич ; под. ред. проф. А. В. Борисенко. - Львів : ГалДент, 2001. - 132 с.
16. Карасев А. И. Теория вероятностей и математическая статистика / А. И. Карасев. - М.: Статистика, 1970. - 344 с.
17. Случанко И. С. Санитарная статистика: учебн. пособие / И. С. Случанко. - М., 1981. - 117 с.

**Стаття надійшла
21.02.2013 р.**

Резюме

Виявлено, що дифузія іонів фтора з фотоотверждаємих фторсодержащих композитних пломбировочних матеріалів в омиваєму біологічну рідину нерівномірна (більш активна в перші тижні, потім, поступово знижується). Динаміка дифузії фтор-іонів статистично достовірно відрізняється для кожного з матеріалів та залежить від складу фторсодержащого фотокомпозита.

Ключевые слова: фторсодержащий наполнитель, фотоотверждаемые композитные пломбировочные материалы, фтор.

Резюме

Виявлено, що дифузія іонів фтору з фототвердіючих фторовмісних композитних пломбувальних матеріалів у омиваючу біологічну рідину нерівномірна (активніша в перші тижні, потім, упродовж півроку, поступово знижується). Динаміка дифузії фтор-іонів статистично достовірно відрізняється для кожного з матеріалів та залежить від складу фторовмісного фотокомпозиту.

Ключові слова: фторовмісний наповнювач, фототвердіючі композитні пломбувальні матеріали, фтор.

Summary

It was revealed that the diffusion of fluoride ions from photopolymerized fluorinated composite filling materials in the biological liquid is irregular (most active during the first week, then a gradual decrease within six months). The dynamics of diffusion of fluoride ions is significantly different for each material and depends on the composition of fluorinated photopolymerized composite.

Key words: fluorinated filler, photopolymerized composite filling materials photopolymerized composite filling materials, flour.