УДК 616.314.13-085:546.16 :612.08

Г.В. Сороченко

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЛИБОКОГО ФТОРУВАННЯ ЕМАЛІ В ПЕРІОД ВТОРИННОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ЕМАЛІ ПОСТІЙНИХ ЗУБІВ

Національний медичний університет імені О.О.Богомольця

Актуальність.

Необхідність розробки, поглибленого вивчення та широкого впровадження в щоденну практику лікарів-стоматологів сучасних методів і засобів профілактики карієсу постійних зубів зумовлена високими показниками поширеності й інтенсивності цього захворювання серед дітей різних регіонів України [1-2].

Підвищений ризик розвитку карієсу постійних зубів у дитячому віці припадає на період вторинної мінералізації (5-15 років) [2-4]. Особливостями будови та складу емалі зубів одразу після прорізування є низький ступінь мінералізації (знижений уміст кальцію, фосфору та фтору в поверхневому шарі), підвищений уміст води й органічної складової, висока проникність (за рахунок великої кількості мікропор, щілин тощо), значно виражений мікрорельєф поверхні [3;5-7].

Ключовим патогенетично обґрунтованим напрямом профілактики карієсу в цей період є підвищення ступеня мінералізації емалі зубів, що реалізується шляхом систематичного місцевого застосування засобів профілактики, які містять сполуки кальцію, фосфору, фтору, магнію тощо [2-6;8].

Висока ефективність методів фторопрофілактики карієсу зубів пов'язана зі впливом фтору на різні ланки патогенезу карієсу, зокрема і на кінетику процесу мінералізації [2;3;5;6;8-11]. Сполуки фтору в складі засобів екзогенної профілактики карієсу зубів застосовують у вигляді паст, гелів, лаків, розчинів, пінок тощо [2-6;8-12].

Одним зі шляхів насичення поверхневого шару незрілої емалі зубів сполуками фтору є методика глибокого фторування емалі (А.Кнаппвост, 1986). У результаті проведення цієї методики в емалі на глибині до 10 мкм утворюються нанокристали фтористих кальцію, міді та магнію, які занурені в гель кремнієвої кислоти, що створює умови для пролонгованої мінералізуючої та ремінералізуючої дії на емаль [6;12;13]. Перевагами цього методу також є неболючість, швидкість проведення (3 хв) і кратність (1 раз за 6 місяців) процедури.

Окрім оригінального засобу для глибокого фторування емалі (“Емальгерметизуючий ліквід”, Humanchemie, Німеччина), на ринку України також представлені аналогічні препарати (“Ftorcalcit E”, Latus, Україна; “Глуфторед”, ВладМиВа, Росія; “Фтор-Люкс”, TehnoDent, Росія), ефективність яких досі залишається маловивченою [6;13].

Тому актуальним є вивчення ефективності сучасних засобів екзогенної профілактики карієсу в період інтенсивної вторинної мінералізації.

Метою дослідження було вивчення in vitro змін хімічного складу та морфологічної структури поверхневого шару емалі постійних зубів, які щойно прорізалися, під впливом глибокого фторування емалі.

Об'єкт і методи дослідження.

Для проведення дослідження було використано 15 зразків емалі постійних зубів, що прорізалися в однаковий термін.

Зразки емалі отримували з постійних зубів, які були видалені за ортодонтичними показаннями (премоляри 12-13-річних дітей, не пізніше 6 місяців після прорізування). Одразу після видалення корені зубів відрізали на рівні емалево-цементного з'єднання та видаляли залишки м'яких тканин. Коронарні сегменти очищували за допомогою ультразвуку та полірувальної пасти і щітки.

Усі зразки емалі були довільно розподілені порівну на три групи. Вони були розміщені в трьох окремих герметичних боксах (по 5 зразків у боксі), заповнених штучною слиною (T. Fusayama, 1975). Зразки емалі першої групи досліджували одразу на початку експерименту. Зразки емалі другої групи обробляли засобом для глибокого фторування емалі "Ftorcalcit E" (склад: рідина 1 (фторосилікат магнію, фторосилікат міді, дистильована вода), рідина 2 (високодисперсний гідроокис кальцію, гідроокис міді, загусники, дистильована вода)) (Україна). Обробку зразків цьєї групи проводили на початку дослідження та через 6 місяців згідно з рекомендаціями виробника. Зразки третьої групи слугували контролем, їх нічим не обробляли. Зразки емалі другої та третої груп досліджували наприкінці експерименту.

Зразки емалі для досліджень зрізали з вестибулярної та оральної поверхонь коронкової частини зубів за допомогою алмазного диска товщиною 0,2 мм під струменем води, очищували за допомогою ультразвуку, знежирювали та вакуумували. Поверхні зразків не напилювали для максимальної достовірності результату. Дослідження поверхневого шару емалі проводили через 6 місяців у 2 етапи. Спочатку поверхню зразків аналізували за допомогою вторинного електронного методу в сканувальному електронному мікроскопі (SEM, INCA PENTA FET×3, Oxford Instruments, Co., UK) із збільшенням від 200 до 5000. На другому етапі визначали кількісний хімічний склад поверхневого шару емалі методом рентгенофотоелектронної спектроскопії (X-ray, EDS) за допомогою Оже-мікрозонда JAMP-9500F (Field Emission Auger Mi-

croprobe) апарата JEOL JSM 5310LV (Японія). Для кожного зразка проводили аналіз у 5-7 точках поверхні. Результати обчислювали у вагових відсотках. Дослідження виконані у відділі фізико-хімічних досліджень матеріалів (завідувач відділу – академік НАН України Г. М. Григоренко) Інституту електрозварювання імені Є.О.Патона НАН України. Особливу подяку висловлюємо відповідальному науковому співробітнику відділу Л.М. Капітанчуку.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням програм МЕДСТАТ. Ураховували середню арифметичну (M) та стандартну похибку середньої арифметичної (m). Достовірність відмінностей середніх величин оцінювали з використанням t -критерію Ст'юдента.

Результати дослідження хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів методом рентгенофотоелектронної спектроскопії представлені в табл. 1.

Результати дослідження свідчать про те, що найбільш представленими хімічними елементами емалі є оксиген (O), кальцій (Ca), фосфор (P) та карбон (C). Також було виявлено 6 елементів, кількість яких перевищувала 0,01 % вагових: нітроген (N), натрій (Na), магній (Mg), фтор (F), хлор (Cl) та силіцій (Si) (табл. 1).

Таблиця 1

Зміни хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів після глибокого фторування емалі

Група і час дослідження	Уміст хімічних елементів (% вагові)											
	C	O	F	Na	Mg	P	Cl	Cu	Ca	Si	N	Ca/P
Група 1 Початок Дослідження	8,22± 0,73*	54,09± 6,08	0,1± 0,03	0,58± 0,07	0,21± 0,04	14,83± 0,41	0,46± 0,08	-	20,47± 1,07	0,02± 0,009	1,02± 0,25	1,38± 0,08
Група 2 (Ftorcalcit E) 6 місяців	5,7± 0,52*	35,5± 3,75*	12,5± 1,97*	0,3± 0,05*	0,7± 0,09*	13,5± 0,56	0,47± 0,05	0,8± 0,1	28,5± 1,05*	1,33± 0,17*	0,7± 0,08	2,11± 0,12*
Група 3 (контроль) 6 місяців	8,06± 0,57	53,37± 4,97	0,11± 0,01	0,56± 0,05	0,25± 0,02	14,98± 0,41	0,43± 0,05	-	21,12± 0,84	0,02± 0,009	1,1± 0,15	1,41± 0,04

** - достовірність відмінностей (p<0,05) порівняно з показниками груп 1 та*

Аналіз хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів свідчить про те, що після глибокого фторування в поверхневому шарі емалі відбуваються достовірні зміни вмісту оксигену, карбону, фтору, натрію, магнію, купруму, силіцію, кальцію та співвідношення кальцій/фосфор у порівнянні з групою контролю.

Достовірне збільшення кількості кальцію в зразках емалі постійних зубів було отримано в групі 2 (Ftorcalcit E) після 6 місяців експерименту. У цей період уміст кальцію в досліджуваних зразках становив 28,5±1,05, що було на 38,2% та 34,9 % відповідно більше, ніж аналогічні показники груп на початку (група 1) - 20,47±1,07 - та наприкінці дослідження (група 3) - 21,12±0,84 (p<0,05).

Уміст оксигену в зразках емалі на початку експерименту (група 1) дорівнював 54,09±6,08. У групі 2 через 6 місяців рівень оксигену знизився до 35,5±3,75, що було достовірно нижче за аналогічний показник групи контролю 3 (53,37±4,97, 33,5%) (p<0,05).

Установлено достовірне зменшення кількості карбону в зразках емалі групи 2 (Ftorcalcit E). Уміст карбону в емалі зразків цієї групи після 6 місяців дорівнював 5,7±0,52 і був достовірно нижчим за подібний результат початкового дослідження (група 1) (8,22±0,73, 30,7 %) та в групі контролю 3 (8,06±0,57, 29,3 %) (p<0,05).

Рівень фтору в зразках емалі постійних зубів у групі 2 (Ftorcalcit E) достовірно підвищився наприкінці експерименту. Через 6 місяців уміст фтору в зразках емалі групи 2 становив 12,5±1,97 (p<0,05). На початку експерименту (група 1) та через 6 місяців у групі контролю 3 аналогічні результати були достовірно меншими - 0,1±0,03 та 0,11±0,01 відповідно (p<0,05).

Кількість магнію в зразках емалі групи 1 (початок) дорівнювала 0,21±0,04. Через 6 місяців після глибокого фторування емалі (група 2) вміст магнію в досліджуваних зразках достовірно зріс до 0,7±0,09, що було достовірно вище за аналогічний результат у групі 3 (контролю) - 0,25±0,02 (p<0,05).

Установлено, що вміст натрію в зразках незрілої емалі постійних зубів дорівнював 0,58±0,07. Після обробки зразків емалі препаратом “Ftorcalcit E” через 6 місяців зафіксовано достовірне зменшення кількості натрію майже в 2 рази (0,3±0,05) (p<0,05). У групі контролю 3 після 6 місяців експерименту достовірних змін кількості натрію встановлено не було (p>0,05).

Через 6 місяців після глибокого фторування емалі в зразках групи 2 було зафіксовано наявність купруму – 0,8±0,1, тоді як ознак наявності купруму в зразках емалі груп 1 (початок) та 3 (контроль) у концентрації вище 0,01 % вагових установлено не було.

Уміст силіцію в зразках емалі групи 2 (Ftorcalcit E) після 6 місяців експерименту (1,33±0,17) був достовірно вищим за початковий рівень (0,02±0,009) та відповідний показник групи 3 (контролю) – 0,02±0,009 (p<0,05).

Значення коефіцієнта кальцій/фосфор у групі 1 (початок) - 1,38±0,08 – та 3 (контроль) - 1,41±0,04 - підтверджує відомі дані про недостатній рівень мінералізації емалі постійних зубів у період вторинної мінералізації [3-6]. Через 6 місяців після глибокого фторування емалі в зразках групи 2 (Ftorcalcit E) показник кальцій-фосфорного коефіцієнта достовірно збільшився до 2,11±0,12 (p<0,05).

Достовірне збільшення кількості кальцію, фтору, купруму та коефіцієнта кальцій/фосфор і зменшення кількості карбону через 6 місяців після глибокого фторування, за даними різних авторів [2;3;5;6;8;12;15], може вказувати на підвищення карієсрезистентності емалі.

Водночас, достовірне підвищення вмісту силіцію та магнію залишає привід для дискусії, оскільки ці елементи входять до групи карієсогенних [5]. Збільшення кількості кремнію може бути пов'язане насамперед із утворенням гелю кремнієвої кислоти, що забезпечує ефективність проникнення і пролонгацію дії наносполук фтору [6;12;13]. З цим, можливо, пов'язана ефективність використання засобів на основі кремнієвмісного біоактивного скла для ремінералізації твердих тканин зубів [16;17]. Підвищення вмісту магнію після глибокого фторування, за даними літератури [12;13], пояснюється утворенням фториду магнію за достовірного зростання кількості фтору.

Даних щодо вивчення впливу оксигену та натрію на структурно-функціональну карієсрезистентність твердих тканин зубів у доступній літературі ми не виявили, що спонукає до подальшого вивчення цього питання.

Отже, дослідження поверхневого шару незрілої емалі методом рентгенофотоелектронної спектроскопії встановило достовірні зміни хімічного складу після глибокого фторування емалі засобом “Ftorcalcit E”. Отримані дані можуть свідчити про те, що під впливом глибокого фторування емаль постійних зубів, які щойно прорізалися, може досягти оптимального рівня мінералізації (>1,67) через 6 місяців застосування.

Підвищення рівня мінералізації емалі постійних зубів після глибокого фторування підтверджувалося даними сканувальної електронної мікроскопії (рис.1-3). На електронних мікрофотографіях під різним збільшенням помітні зміни ультраструктури поверхні емалі в групі 2 (Ftorcalcit E) порівняно з групою 1 (початок) та 3 (контроль).

На поверхні емалі зразків контрольної групи після 6 місяців експерименту чітко простежуються перикимати (лінії Ретціуса) (рис. 1а), на межі яких помітний вихід емалевих призм аркадоподібної форми (рис. 1а, 2а), поверхня емалі тьмяна, зерниста. Це свідчить про низький рівень мінералізації поверхневого шару емалі, відсутність захисного шару на поверхні, високу проникність незрілої емалі, наявність умов для додаткової ретенції мікроорганізмів. Наведені фактори зумовлюють низьку карієсрезистентність незрілої емалі в період вторинної мінералізації.

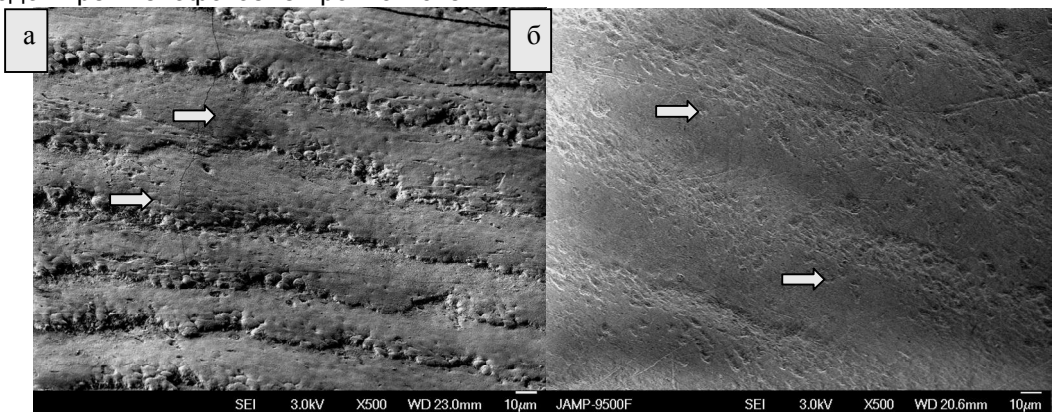

Рис. 1. Поверхня незрілої емалі постійних зубів через 6 місяців у групі контролю (а) і після глибокого фторування емалі (б) (SEM, ×500) (стрілками відмічено перикимати)

Після глибокого фторування (група 2) рельєф емалі згладжувався, поверхня виглядала світлішою, блискучішою і гладкою (рис. 1б, 2б). При збільшенні у 2000 разів на поверхні емалі контури перикиматів стають невиразні, помітні поодинокі контури емалевих призм та заглиблення, що свідчать про місце виходу емалевих призм на поверхню (рис. 2б).

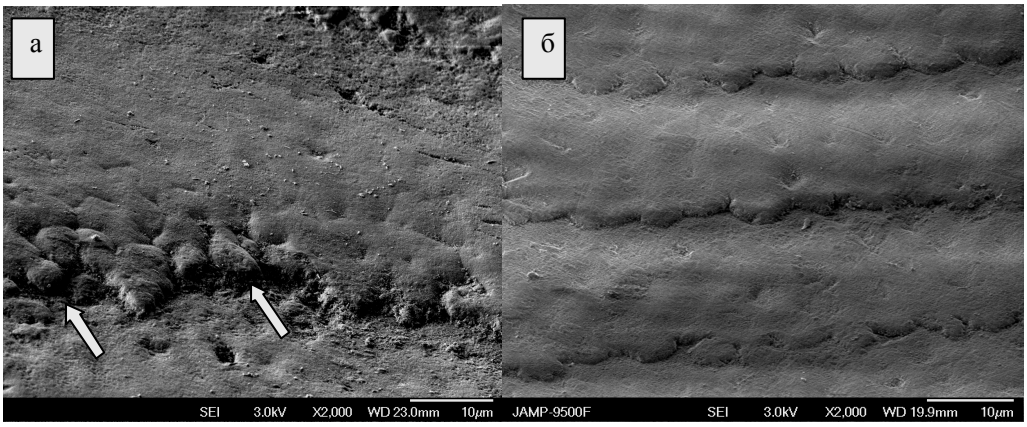

Рис. 2. Поверхня зразків незрілої емалі постійних зубів через 6 місяців у групі контролю (а) і після глибокого фторування емалі (б) (SEM, ×2000) (стрілками відмічено місця виходу на поверхню емалевих призм)

При збільшенні у 5000 разів установлено детальнішу різницю в місці виходу на поверхню емалевих призм протягом 6 місяців експерименту. На поверхні зразків емалі на початку дослідження (група 1) спостерігалася велика кількість заглибин, які вказують на місце виходу емалевих призм (рис. 3а). Кратери майже плоскі, їхнє дно шерехате.

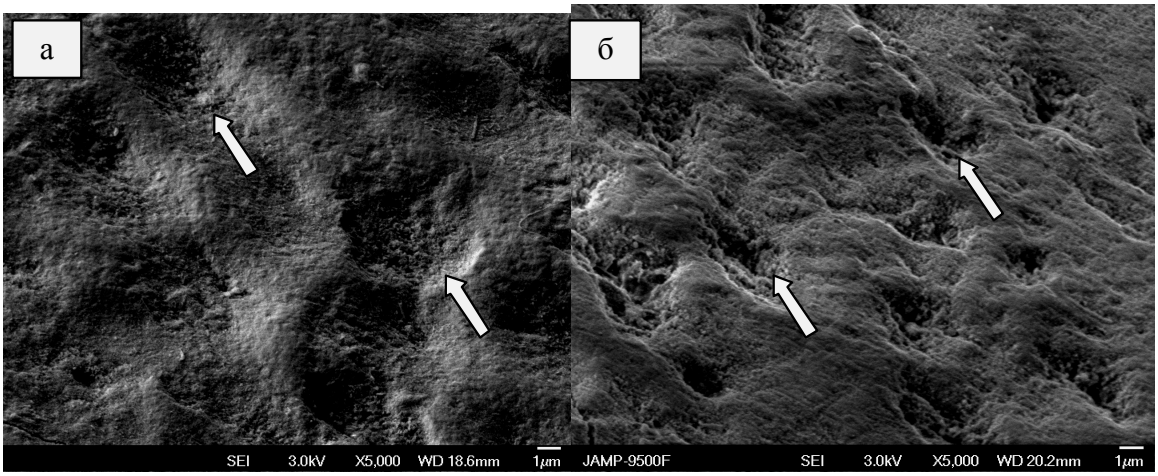

Рис. 3. Поверхня зразків незрілої емалі постійних зубів на початку дослідження (а) і після глибокого фторування емалі (б) (стрілками відмічено місця виходу на поверхню емалевих призм)(SEM, ×5000)

Під впливом глибокого фторування через 6 місяців спостерігається закриття більшості кратерів або суттєве зменшення незакритих площин кратерів у порівнянні з початковим рівнем. Кратери виходу на поверхню емалевих призм у порівнянні з аналогічною ділянкою в групі контролю візуально гладші та глибші (рис.3).

Отримані морфологічні дані підтверджують гіпотезу про відкладання і тривале збереження на поверхні емалі шару додаткових хімічних сполук (фториду кальцію) [12;13], особливо після глибокого фторування емалі, навіть після механічного й ультразвукового очищення поверхні при підготовці зразків. Такі зміни на поверхні емалі створюють умови для її повноцінної мінералізації та, відповідно, зростання рівня карієсрезистентності.

Тому в період до 12 місяців після прорізування постійних зубів необхідно застосовувати засоби, які сприяють підвищенню мінералізації. Засоби для глибокого фторування емалі можуть бути рекомендовані для клінічного застосування одразу після прорізування постійних зубів протягом 12 місяців (1-2 рази за рік).

Висновки.

Таким чином, результати нашого дослідження свідчать про те, що емаль зубів, які щойно прорізалися, є недостатньо мінералізованою та, відповідно, має недостатній рівень карієсрезистентності. Хімічний склад поверхневого шару емалі зубів змінюється після методики глибокого фторування емалі. Досягнення оптимального рівня мінералізації під впливом глибокого фторування відбувається в умовах експерименту через 6 місяців. Отже, засоби екзогенної профілактики карієсу зубів для глибокого фторування емалі можуть бути рекомендовані для клінічного застосування одразу після прорізування постійних зубів протягом 12 місяців (1-2 рази за рік).

Література

1. Хоменко Л. О. Стоматологічне здоров´я дітей України, реальність, перспектива / Л. О. Хоменко // Науковий вісник Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. – 2007. - №4. – С. 11 – 14.
2. Контроль над карієсом зуба: еволюція концепції / Л.О.Хоменко, Н. В. Біденко, О.І. Остапко [та ін.] // Стоматология: от науки к практике. – 2013. - №1. - С. 53-65.
3. Леонтьев В. К. Профилактика стоматологических заболеваний / В.К.Леонтьев, Г. Н. Пахомов. - М., 2007. – 430 с.
4. Жаркова О.А. Реминерализирующая терапия с использованием GC TOOTH MOUSSE / О.А. Жаркова, О.С. Лобкова // Современная стоматология. – 2011. - №2. – С. 43 – 46.
5. Боровский Е.В. Биология полости рта / Е.В. Боровский, В.К.Леонтьев. – Н. Новгород, 2001. – 304 с.
6. Терапевтична стоматологія дитячого віку. Т.1. Карієс зубів та його ускладнення / [Л.О. Хоменко, Ю.Б. Чайковський, Н.І. Смоляр та ін.]; за ред. Л.О. Хоменко. – Книга-плюс, 2014. – 432 с.
7. Дослідження in vitro поверхневого шару емалі постійних зубів в період вторинної мінералізації / Г.М.Григоренко, Л.О.Хоменко, Г.В.Сороченко [та ін.] // Український стоматологічний альманах. – 2015. – № 1. – С. 11–15.
8. Попруженко Т.В. Профилактика кариеса зубов с использованием средств, содержащих фториды, кальций и фосфаты: учеб.- метод. пособие / Т.В. Попруженко, М.И. Кленовская. – Минск: БГМУ, 2010. – 258 С.
9. Рейзвих О. Э. Фториды в стоматологии / О. Э. Рейзвих, Т.П.Терешина // Дентальные технологии. – 2008. - № 1(36). – С. 44-47.
10. Влияние фтора и его соединений на формирование и устойчивость твердых тканей зуба. Профилактика кариеса / О.Д.Бакуменко, Т. В. Камина, Н. А. Пикуль [та ін.] // Стоматолог. – 2007. - №5. – С. 14 -17.

11. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents / T.Walsh, H.V.Worthington, A.M.Glenny [et al.] // Cochrane database Syst. Rev. – 2010; 1: CD007868.
12. Садовский В. В. Клинические технологии блокирования кариеса / В. В. Садовский. - М.:Медицинская книга,2005. - 74 с.
13. Хоменко Л. О. Глибоке фторування – метод профілактики карієсу зубів. Частина 1 / Л. О. Хоменко, Г.І. Шаповалова // Профілактична та дитяча стоматологія. - 2011. – № 2 (4). – С. 23–28.
14. Чепуряев О.С. Сравнительная характеристика препаратов для глубокого фторирования эмали зубов / О.С. Чепуряев, В.В. Ветютнев // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: материалы 67-й открытой науч.-практ.конф. молодых учен. и студ. с междунар. уч. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2009. – 364 с.
15. Ішутко І.Ф. Вплив хімічних елементів на структуру і властивості емалі (огляд літератури) / І.Ф. Ішутко // Стоматология: от науки к практике. – 2014. - №1(2). – С. 29-37.
16. Gjorgievska E. A preliminary study of enamel remineralization by dentifrices based on recaldent™ (cpp-acp) and novamin® (calcium-sodium-phosphosilicate) / E.Gjorgievska, J.W. Nicholson // Acta Odontol. Latinoam. – 2010. – Vol.23, №3.- P. 234-239.
17. Comparing the Remineralising Potential of Novamin and Casein phosphopeptide – Amorphous Calcium Phosphate using Qvantitative Light induced Fluorescence / T.Preethee, D.Kandaswamy, H.Rosaline [et al.] // Amrita Journal of medicine. – 2011. - Vol.7, №2.- P. 28-32.

Стаття надійшла
26.02.2016 р.

Резюме

За допомогою сканувальної електронної мікроскопії і рентгенофотоелектронної спектроскопії вивчені in vitro зміни хімічного складу і морфологічної структури поверхневого шару 15 зразків емалі постійних зубів, які щойно прорізалися, під впливом глибокого фторування. Аналіз хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів свідчить про те, що протягом експерименту під впливом глибокого фторування відбуваються достовірні зміни вмісту кальцію, карбону, фтору, силіцію, оксигену, магнію, купруму, натрію та співвідношення кальцій/фосфор. Підвищення рівня мінералізації емалі постійних зубів, які щойно прорізалися, під впливом глибокого фторування підтверджувалося даними сканувальної електронної мікроскопії. Досягнення оптимального рівня мінералізації під впливом глибокого фторування відбувається в умовах експерименту через 6 місяців.

Ключові слова: емаль, постійні зуби, мінералізація, глибоке фторування, профілактика карієсу.

Резюме

При помощи сканирующей электронной микроскопии и рентгенофотоэлектронной спектроскопии изучены in vitro изменения химического состава и морфологической структуры поверхностного слоя 15 образцов эмали постоянных зубов, которые только что прорезались, под воздействием глубокого фторирования. Анализ химического состава поверхностного слоя незрелой эмали постоянных зубов свидетельствует о том, что в течение эксперимента под влиянием глубокого фторирования происходят достоверные изменения содержания кальция, углерода, фтора, кремния, кислорода, магния, меди, натрия и соотношения кальций/фосфор. Повышение уровня минерализации эмали постоянных зубов, которые только что прорезались, под влиянием глубокого фторирования подтверждалось данными сканирующей электронной микроскопии. Достижение оптимального уровня минерализации под воздействием глубокого фторирования происходит в условиях эксперимента через 6 месяцев.

Ключевые слова: эмаль, постоянные зубы, минерализация, глубокое фторирование, профилактика кариеса.

UDC 616.314.13-085:546.16 :612.08

EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECTIVENESS OF DEEP FLUORIDATION OF ENAMEL DURING SECONDARY MINERALIZATION OF THE PERMANENT TEETH ENAMEL

H. V. Sorochenko
O.O. Bohomolets National Medical University (Kyiv)

Summary

Introduction. Increased risk of dental caries of permanent teeth in childhood corresponds to the period of secondary mineralization (5-15 years). The main pathogenetic direction of caries prevention in this period is to increase the level of mineralization of tooth enamel. High efficiency of caries prevention with fluoride preparations is associated with exposure to fluoride at different stages of dental caries pathogenesis, including the kinetics of the process of mineralization. Among the advantages of method of deep fluoridation of enamel (A.Knappvost, 1986) there are its painlessness, duration (3 minutes) and multiplicity of procedures (once every 6 months).

The aim of the research was in vitro investigation of changes in chemical composition and morphological structure of the superficial layer of just erupted permanent teeth enamel under the influence of deep fluoridation.

Object and methods of the research. We examined 15 samples of permanent teeth enamel (erupted not

later than 6 months before research, premolars of children aged 11-13). All samples were randomly divided into 3 groups and stored in 3 separately sealed boxes (5 in each box) with artificial saliva (T. Fusayama, 1975). Enamel samples of the first group were investigated at the beginning of the experiment. Enamel samples of the second group were treated with medication for deep fluoridation of enamel "Ftorcalcit E". Samples were treated at the beginning of experiment and after 6 month of experiment. Enamel samples of the third group were the control ones and they were not treated. Enamel samples of the second and third group were investigated at the end of experiment.

Enamel samples were studied at the beginning of the experiment and 6 months later. Surface of the samples at the first stage of the research was analyzed by scanning electron microscope (SEM, INCA PENTA FET×3, Oxford Instruments, Co., UK), at the second stage quantitative chemical composition was determined by X-ray photoelectron spectroscopy (X-ray, EDS) with Auger microprobe JAMP -9500F (Japan). The results were calculated in weight percentage.

The research results prove that 6 months after the procedure of deep fluoridation significant changes in content of calcium (from 20.47±1.07 to 28.5±1.05), oxygen (from 54.09±6.08 to 35.5±3.75), carbon (from 8.22±0.73 to 5.7±0.52), fluorine (from 0.1±0.03 to 12.5±1.97), magnesium (from 0.21±0.04 to 0.7±0.09), sodium (from 0.58±0.07 to 0.3±0.05), silicon (from 0.02±0.009 to 1.33±0.17), calcium/phosphorus ratio (from 1.38±0.08 to 2.11±0.12) take place in the superficial layer of immature permanent teeth enamel ($p<0.05$).

Increased mineralization of the permanent teeth enamel after deep fluoridation was confirmed by scanning electron microscopy data. After deep fluoridation of enamel, the relief of enamel smoothed, surface looked lighter. There was closure of significant part of craters of enamel prisms or substantial reduction of unclosed surfaces as compared to the initial level.

Conclusions. Thus, the results of the study indicate that enamel of just erupted teeth is not mineralized and thus has insufficient resistance to caries. The chemical composition of the superficial layer of tooth enamel changed after using of methods of deep fluoridation of enamel. Achieving of the optimal level of mineralization under the influence of deep fluoridation occurs within 6-months of the experiment. Thus, exogenous agents for the prevention of dental caries (deep fluoridation of enamel) can be recommended for clinical use immediately after the eruption of the teeth within 12 months (1-2 times per year).

Keywords: enamel, permanent teeth, mineralization, deep fluoridation, caries prevention.