

УДК 616.314-002-084:616.314.13-008.9

©Л. О. Хоменко, Г. В. Сороченко

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

## **Зміни хімічного складу емалі постійних зубів під впливом сучасних засобів екзогенної профілактики карієсу**

**Резюме.** За допомогою рентгенфотоелектронної спектроскопії вивчено *in vitro* зміни хімічного складу поверхневого шару 35 зразків емалі постійних зубів, які щойно прорізалися, під впливом ремінералізуючого гелю, який містить кальцію гліцерофосфат, магнію хлорид і ксиліт та водорозчинного крему, який містить казеїнфосфопептидаморфний фосфат кальцію. Встановлено, що емаль зубів, які щойно прорізалися, є недостатньо мінералізованою та, відповідно, має недостатній рівень карієсрезистентності; протягом експерименту під впливом досліджуваних засобів екзогенної профілактики в поверхневому шарі відбуваються достовірні зміни вмісту карбону, магнію, фтору, сіліцію та кальцію, а також співвідношення кальцій/фосфор ( $p < 0,05$ ).

**Ключові слова:** емаль, постійні зуби, мінералізація, казеїнфосфопептидаморфний фосфат кальцію, кальцію гліцерофосфат, магнію хлорид, профілактика карієсу.

**Л. А. Хоменко, Г. В. Сороченко**

Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г. Киев

## **Изменения химического состава эмали постоянных зубов под воздействием современных средств экзогенной профилактики кариеса**

**Резюме.** С помощью рентгенфотоэлектронной спектроскопии изучены *in vitro* изменения химического состава поверхностного слоя 35 образцов эмали постоянных зубов, которые только что прорезались, под воздействием реминерализующего геля, который содержит кальция глицерофосфат, магния хлорид, ксилит и водорастворимого крема, который содержит казеинфосфопептидаморфный фосфат кальция. Установлено, что эмаль зубов, которые только что прорезались, является недостаточно минерализованной и, соответственно, имеет недостаточный уровень кариесрезистентности; в течение эксперимента под воздействием исследуемых средств экзогенной профилактики в поверхностном слое происходят достоверные изменения содержания углерода, магния, фтора, кремния и кальция, а также соотношения кальций/фосфор ( $p < 0,05$ ).

**Ключевые слова:** эмаль, постоянные зубы, минерализация, казеинфосфопептидаморфный фосфат кальция, кальция глицерофосфат, магния хлорид, профилактика кариеса.

**L. O. Khomenko, H. V. Sorochenko**

National Medical University by O. O. Bohomolets, Kyiv

## **Changes of chemical composition of permanent teeth enamel under the influence of modern means of exogenous caries prevention**

**Summary.** Changes of chemical composition of superficial layer of 35 enamel samples of just erupted permanent teeth influenced by remineralizing gel containing calcium glycerophosphate, magnesium

chloride, xylitol and cream containing casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate were studied in vitro with X-ray photoelectron spectroscopy. It is proved that enamel of just erupted teeth is poorly mineralized and, accordingly, has insufficient level of cariesresistance; statistically significant changes in content of carbon, magnesium, fluorine, silicon, calcium and calcium/phosphorus ratio ( $p < 0.05$ ) influenced by means of exogenous prevention were found in the superficial layer during the experiment.

**Key words:** enamel, permanent teeth, mineralization, casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate, calcium glycerophosphate, magnesium chloride, caries prevention.

**Вступ.** Пріоритетним стратегічним напрямком стоматологічної науки залишається попередження розвитку стоматологічних захворювань. Одним з найбільш поширених захворювань порожнини рота є карієс твердих тканин зубів [1 – 3]. Рівень поширеності та інтенсивності карієсу постійних зубів у дітей різних регіонів України впродовж останніх років за даними багатьох досліджень оцінюється як «середній», «високий» та «дуже високий». Серед дітей постійно зростає група ризику розвитку карієсу та питома вага ускладненого карієсу зубів [4 – 6].

Превалюючими місцевими факторами ризику карієсу є низький вихідний рівень мінералізації, відсутність профілактичних заходів, незадовільна гігієна, наявність ортодонтичної патології та надмірне вживання вуглеводів [7].

Рівень мінералізації твердих тканин зуба є провідним фактором для прогнозування розвитку карієсу. Найбільш низький рівень мінералізації твердих тканин зуба постійних зубів спостерігається в перші роки після їх прорізування [8].

Одним з основних патогенетично обґрунтованих напрямків профілактики карієсу є підвищення ступеня мінералізації емалі зубів шляхом місцевого застосування засобів профілактики, які містять у своєму складі кальцій, фосфор, фтор, магній та інші хімічні елементи. Проведені дослідження встановили достовірний ремінералізуючий вплив засобів, які містять різні сполуки кальцію [8 – 12]. Однак за наявності на ринку великої кількості засобів профілактики, подібних за механізмом дії, питання вибору є особливо актуальним для практичних стоматологів. Тому обґрунтування вибору найбільш ефективних засобів екзогенної профілактики, особливо в період інтенсивної вторинної мінералізації, сприятиме підвищенню карієсрезистентності емалі зубів.

**Метою дослідження** стало вивчення in vitro змін хімічного складу поверхневого шару емалі постійних зубів, які щойно прорізулися, під впливом засобів екзогенної профілактики, що містять різні сполуки кальцію.

**Матеріали і методи.** Для проведення дослідження було використано 35 зразків емалі постійних зубів, що прорізулися в однаковий термін.

Зразки емалі отримували з постійних зубів, які були видалені за ортодонтичними показаннями (премоляри 11 – 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.

5 зразків емалі склали групу контролю на початку дослідження. Інші 30 зразків довільно поділили порівну на три групи. Вони були розміщені у трьох окремих герметичних боксах (по 10 зразків у боксі), які були заповнені штучною слиною (Т. Fusayama, 1975). У подальшому зразки емалі першої групи обробляли зубним гелем «R.O.C.S.® Medical minerals» (CaPMgX) (активні компоненти – Calcium Glycerophosphate, Magnesium Chloride, Xylitol; формулу запатентовано EA011254) (WDS, Росія-Швейцарія), другої – водорозчинним кремом «TOOTH MOUSSE» (активний компонент – 10 % казеїнофосфопептид-аморфний фосфат кальцію (RECALDENT™, CPP-ACP). Зразки третьої групи слугували контролем, їх нічим не обробляли. Обробку зразків першої та другої груп проводили на початку дослідження, через 3, 6 та 9 місяців курсами по 10 днів, двічі на день по 30 хв згідно з рекомендаціями виробників.

Зразки емалі для подальших досліджень зрізали з вестибулярної та оральної повер-

хонь коронкової частини зубів за допомогою алмазного диска товщиною 0,2 мм під струменем води, очищували за допомогою ультразвуку, знежирювали та вакуумували. Дослідження поверхневого шару емалі проводили на початку експерименту, через 6 та 12 місяців.

Кількісний хімічний склад поверхневого шару емалі визначали методом рентгенфотоелектронної спектроскопії (X-ray, EDS) за допомогою Оже-мікросонда JAMP-9500F (Field Emission Auger Microprobe) апарату JEOL JSM 5310LV (Японія). При проведенні дослідження поверхні зразків не напилювали для максимальної достовірності результату. Для кожного зразка проводили аналіз в 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. Особлива подяка висловлюється відповідальному науковому співробітнику відділу Л. М. Капітанчуку.

Статистичну обробку результатів лабораторних та клінічних досліджень проводили з використанням програм МЕДСТАТ. Враховували середню арифметичну (M) та стандартну похибку середньої арифметичної (m). Достовірність відмінностей середніх величин оцінювали з використанням t-критерію Стьюдента.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результати дослідження хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів методом рентгенфотоелектронної спектроскопії представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1.** Зміни хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів під впливом засобів екзогенної профілактики карієсу, які містять різні сполуки кальцію

Група та час дослідження	Вміст хімічних елементів (% вагові)										
	C	O	F	Na	Mg	P	Cl	Ca	Si	N	Ca/P
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 1 (СаРМgХ) 6 місяців	5,59± 0,5*	51,06± 5,26	0,16± 0,04	0,53± 0,07	0,49± 0,06*	15,63± 0,76	0,4± 0,05	25,01± 0,98*	0,12± 0,01*	1,01± 0,17	1,6± 0,05*
Група 1 (СаРМgХ) 12 місяців	5,25± 0,43*	48,15± 5,07	0,15± 0,03	0,63± 0,07	0,54± 0,05*	16,32± 0,62	0,45 0,04	27,25± 0,83*	0,15± 0,02*	1,11± 0,12	1,67± 0,05*
Група 2 (10% СРР-АСР) 6 місяців	5,77± 0,44*	49,23± 4,48	0,27± 0,04*	0,68± 0,06	0,28± 0,03	15,53± 0,57	0,42± 0,07±	26,4± 1,11*	0,35± 0,02*	1,07± 0,12	1,7± 0,07*
Група 2 (10% СРР-АСР) 12 місяців	5,23± 0,4*	48,5± 4,73	0,22± 0,04	0,67± 0,08	0,25± 0,02	15,87± 0,48	0,33± 0,04	27,46± 1,05*	0,25± 0,01*	1,22± 0,14	1,73± 0,08*
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
Група 3 (контроль) 12 місяців	7,23± 0,51	53,59± 5,12	0,13± 0,01	0,54± 0,06	0,22± 0,01	15,12± 0,53	0,45± 0,06	21,62± 0,71	0,03± 0,007	1,07± 0,17	1,43± 0,05

*Примітка.* \* — достовірність відмінностей ( $p < 0,05$ ) порівняно з початковим рівнем та показниками контрольної групи в аналогічні терміни експерименту.

Результати дослідження свідчать про те, що найбільш представленими хімічними елементами емалі є кисень (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).

Аналіз хімічного складу поверхневого шару незрілої емалі постійних зубів свідчить про те, що протягом усього експерименту під впливом досліджуваних засобів екзогенної профілактики в поверхневому шарі відбуваються достовірні зміни вмісту карбону, магнію, силіцію та кальцію, а також співвідношення кальцій/фосфор ( $p < 0,05$ ).

Вміст кальцію в поверхневому шарі емалі на початку дослідження дорівнював  $20,47 \pm 1,07$ . Достовірні зміни кількості кальцію в зразках емалі постійних зубів були отримані в групах 1 та 2 (CaPMgX та CPP-ACP) після 6-ти та 12-ти місяців експерименту. Рівень кальцію у досліджуваних зразках групи 1 (CaPMgX) зріс відповідно до  $25,01 \pm 0,98$  (22,18 %) та  $27,25 \pm 0,83$  (33,12 %), групи 2 (CPP-ACP) – відповідно до  $26,4 \pm 1,11$  (25 %) та  $27,46 \pm 1,05$  (27,1 %) ( $p < 0,05$ ). Вміст кальцію в поверхневому шарі емалі в групі 2 (контроль) достовірно не змінився і дорівнював  $21,12 \pm 0,84$  після 6-ти місяців та  $21,62 \pm 0,71$  через 12 місяців ( $p > 0,05$ ).

Встановлено достовірне зниження кількості карбону в зразках емалі груп 1 (CaPMgX) та 2 (CPP-ACP). Кількість карбону в емалі зразків на початку експерименту дорівнювала  $8,22 \pm 0,73$ . Після 6 місяців експерименту в зразках емалі групи 1 (CaPMgX) вміст карбону достовірно зменшився до  $5,59 \pm 0,5$  (32 %), групи 2 (CPP-ACP) – до  $5,77 \pm 0,44$  (28,4%) ( $p < 0,05$ ). Через 12 місяців кількість карбону в зразках емалі групи 1 (CaPMgX) достовірно знизилась на 36,1 % ( $5,25 \pm 0,43$ ), групи 2 (CPP-ACP) – на 36,4 % ( $5,23 \pm 0,4$ ) ( $p < 0,05$ ). В групі контролю рівень карбону через 6 та 12 місяців поступово зменшувався –  $8,06 \pm 0,57$  (1,9%) та  $7,23 \pm 0,51$  (12,04%) – проте результати були статистично недостовірними ( $p > 0,05$ ).

Результати дослідження доводять достовірне підвищення вмісту магнію в зразках емалі постійних зубів у групі 1 (CaPMgX) впродовж 12-ти місяців дослідження. Кількість магнію в емалі зразків цієї групи після 6-ти місяців експерименту дорівнювала  $0,49 \pm 0,06$ , через 12 місяців –  $0,54 \pm 0,05$ , що було достовірно вище за початковий рівень ( $0,21 \pm 0,04$ ) та показники групи 2 (CPP-ACP) –  $0,28 \pm 0,03$  та  $0,25 \pm 0,02$  – та групи контролю –  $0,25 \pm 0,02$  та  $0,22 \pm 0,01$  – в аналогічні періоди ( $p < 0,05$ ).

Кількість силіцію в зразках емалі групи 2 (CPP-ACP) після 6-ти ( $0,35 \pm 0,02$ ) та 12-ти місяців експерименту ( $0,25 \pm 0,01$ ) була достовірно вищою за початковий рівень ( $0,02 \pm 0,009$ ) та відповідні показники груп 1 (CaPMgX) –  $0,12 \pm 0,01$  та  $0,15 \pm 0,02$  – та 3 (контролю) –  $0,02 \pm 0,009$  та  $0,03 \pm 0,007$  ( $p < 0,05$ ). Відмінність відповідних показників вмісту силіцію в групах 1 (CaPMgX) та 3 (контролю) також була достовірною впродовж експерименту ( $p < 0,05$ ).

Достовірне збільшення кількості фтору в емалі постійних зубів було зафіксовано тільки в групі 2 (CPP-ACP) після шести місяців експерименту. За цей період вміст фтору в зразках емалі групи 2 (CPP-ACP) збільшився у 2,45 раза та становив  $0,27 \pm 0,04$  проти  $0,11 \pm 0,01$  в групі 2 (контролю) ( $p < 0,05$ ).

Значення коефіцієнта кальцій/фосфор на початку експерименту становило  $1,38 \pm 0,08$ , що підтверджує існуючі дані про недостатній рівень мінералізації емалі постійних зубів, які щойно прорізилися. Під впливом гелю з вмістом гліцерофосфату кальцію, хлориду магнію та ксиліту (група 1) рівень мінералізації зразків емалі достовірно зріс через 6 місяців до  $1,6 \pm 0,05$  (на 15,9 %) та через 12 місяців до  $1,67 \pm 0,05$  (на 21 %) ( $p < 0,05$ ). Під впливом водорозчинного крему, який містить казеїнфосфопептидаморфний фосфат кальцію (група 2), ступінь мінералізації зразків емалі достовірно збільшився через 6 місяців на 23,2 % (до  $1,7 \pm 0,07$ ) та через 12 місяців на 25,4 % (до  $1,73 \pm 0,08$ ) ( $p < 0,05$ ). В групі 3 (контролю) відповідні показники зросли до  $1,41 \pm 0,04$  через 6 місяців та  $1,43 \pm 0,05$  через 12 місяців дослідження, проте результати були статистично недостовірними порівняно з початковим рівнем ( $p > 0,05$ ). Тому в період до 18 місяців після прорізування постійних зубів необхідним є додаткове застосування засобів, які сприяють підвищенню мінералізації. Для клінічного застосування одразу після прорізування постійних зубів можуть бути рекомендовані засоби екзогенної профілактики карієсу зубів, що містять казеїнфосфопептидаморфний фосфат кальцію, на період не менше шести місяців та засоби, які містять гліцерофосфат кальцію, магнію хлорид та ксиліт, на період не менше дванадцяти місяців (2 – 4 курси на рік по 10 днів двічі на день по 30 хв).

**Висновки.** Результати проведеного дослідження свідчать про те, що емаль зубів, які щойно прорізалися, є недостатньо мінералізованою та, відповідно, має недостатній рівень карієсрезистентності. Без застосування додаткових засобів профілактики рівень карієсрезистентності емалі залишається недостатнім навіть через 12–18 місяців після прорізування.

Хімічний склад поверхневого шару емалі зубів, які щойно прорізалися, змінюється під впливом досліджуваних засобів екзогенної профілактики карієсу, які містять різні сполуки кальцію. Досягнення оптимального рівня мінералізації під впливом: водорозчинного кремню, який містить казеїнфосфопептид-аморфний фосфат кальцію, відбувається в

умовах експерименту через 6 місяців застосування; гелю, який містить гліцерофосфат кальцію, магнію хлорид та ксиліт через 12 місяців застосування.

Отже, засоби екзогенної профілактики карієсу зубів, що містять казеїнфосфопептид-аморфний фосфат кальцію, можуть бути рекомендовані для клінічного застосування одразу після прорізування постійних зубів на період не менше шести місяців (2–4 курси на рік по 10 днів двічі на день по 30 хв). Засоби, які містять гліцерофосфат кальцію, магнію хлорид та ксиліт, можуть бути рекомендовані для клінічного застосування одразу після прорізування постійних зубів на період не менше дванадцяти місяців (2–4 курси на рік по 10 днів двічі на день по 30 хв).

#### Список літератури

1. Контроль над карієсом зуба: еволюція концепції / Л. О. Хоменко, Н. В. Біденко, О. І. Остапко [та інші] // Стоматологія: от науки к практике. — 2013. — № 1. — С. 53–65.
2. Савичук Н. О. Стан та перспективи запровадження заходів масової профілактики стоматологічних захворювань дитячого населення, в тому числі в організованих дитячих колективах / Н. О. Савичук, Л. О. Хоменко // Современная стоматология. — 2012. — № 3(62). — С. 151–153.
3. Cummins D. The impact of research and development on the prevention of oral diseases in children and adolescents: an industry perspective / D. Cummins // *Pediatr. Dent.* — 2006. — Vol. 28. — P. 118–127.
4. 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.
5. Остапко О. І. Наукове обґрунтування шляхів та методів профілактики основних стоматологічних захворювань у дітей в регіонах з різним рівнем забруднення довкілля : дис. ... д. мед. наук : 14.01.22 / Остапко Олена Іванівна. — Київ, 2011. — 356 с.
6. Савичук Н. О. Інноваційні підходи до профілактики карієсу зубів у дітей та вагітних жінок / Н. О. Савичук // Современная стоматология. — 2013. — № 5. — С. 50–54.
7. Трачук Ю. М. Прогнозування карієсу постійних зубів та його індивідуальна профілактика : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.22 / Трачук Юлія Михайлівна. — Київ, 2008. — 157 с.
8. Боровский Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев. — Н. Новгород : Издательство НГМА, 2001. — 304 с.
9. 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.
10. Oshiro M. Effect of CPP-ACP paste on tooth mineralization: an FE-SEM study / M. Oshiro, K. Yamaguchi, K. Takamizawa [et al.] // *Journal of Oral Science.* — 2007. — Vol. 49(2). — P. 115–120.
11. Федоров Ю. А. Клинические возможности применения современных реминерализующих составов у взрослых / Ю. А. Федоров, В. А. Дрожжина, С. К. Матело, С. А. Туманова // Клиническая стоматология. — 2008. — № 3(47). — С. 32–34.
12. Саран Л. Р. Эффективность реминерализующей терапии с использованием аппликационного геля «R.O.C.S. Medical Minerals» для профилактики кариеса зубов у детей 12–13 лет / Л. Р. Саран, С. К. Матело : материалы X ежегодного научного форума «Стоматология 2008» и научно-практической конференции «Современные технологии в стоматологии». — Москва, 2008. — С. 50–54.

Отримано 16.01.15