

УДК 616.314-002-084:665.583.44]-08-036.8

Хоменко Л.О., Сороченко Г.В.  
Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця,  
каф. дитячої терапевтичної стоматології  
та профілактики стоматологічних захворювань  
(зав. — проф. Л.О. Хоменко)  
L.O. Khomenko, G.V. Sorochenko

## Порівняльна оцінка протикаріозної ефективності лікувально-профілактичних зубних паст з різними носіями фтору

### Comparative Estimation of Anticariogenic Efficiency Medical and Preventive Tooth-Pastes with Different Transmitters of Fluorine

**РЕЗЮМЕ** В умовах експерименту та клініки вивчено вплив лікувально-профілактичних зубних паст з різними носіями фтору на структурні та функціональні параметри емалі постійних зубів, яка є на етапі вторинної мінералізації. В експериментальній частині проведено якісний та кількісний хімічний аналіз поверхневого шару 80 зразків емалі. За допомогою методу вторинної іонної мас-спектрометрії визначали проникнення іонів фтору та фториду кальцію. Методом рентгенофотоелектронної спектроскопії в емалі визначали кількість фтору, кальцію та фосфору. Встановлено недостатній рівень мінералізації емалі постійних зубів після прорізування та зміни, що відбуваються під впливом різних носіїв фтору. Під спостереженням перебувало 88 школярів 12-річного віку. Вивчали вплив фторовмісних зубних паст на стан твердих тканин зубів, структурно-функціональну карієсорезистентність емалі, мінералізуючий потенціал ротової рідини. Встановлено залежність досліджуваних параметрів від носія фтору, його концентрації та терміну використання.

**Summary** In experimental and clinical conditions the influence of medioprophyllactic toothpastes with different fluoride compounds on enamel structural and functional characteristic of permanent teeth on the stage of secondary mineralization was studied. In the experimental part qualitative and quantitative chemical test of the superficial enamel layer in 80 samples was made. Using secondary ion mass spectrometry method the quality of fluoride and calcium ions enamel penetration was tested. Using radiophotoelectronic spectroscopy the number of fluoride, calcium and phosphorus ions was evaluated. The insufficient level of permanent teeth enamel mineralization after eruption and its changes due to the influence of different fluoride compound was shown. 88 schoolchildren of 12 years old were examined. The influence of fluoride containing toothpastes on hard tooth tissues, structural-functional enamel caries resistance and saliva mineralisation ability was studied. The correlation between studied parameters and fluoride compound, its concentration and the term of usage was found.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА** фтор, зубні пасты, амінофторид, фторид натрію, натрію монофторфосфат  
**KEY WORDS** fluoride, toothpastes, aninofluoride, sodium fluoride, sodium monofluorophosphate

Профілактика карієсу постійних зубів у дітей є однією з актуальних проблем дитячої стоматології, що зумовлено високим рівнем поширеності та інтенсивності цього захворювання [1 – 4]. Найнижчий рівень карієсорезистентності постійних зубів спостерігається в перший рік після їх прорізування. Підвищення рівня профілактики в цей період, зокрема застосування найефективніших засобів індивідуальної гігієни сприятиме зниженню рівня захворюваності.

Однією з основних властивостей фтору є здатність каталізувати процеси мінералізації емалі [3, 5, 6]. Проте, дані про ефективність впливу на ці процеси різних сполук фтору під час їх екзогенного застосування нерідко є суперечливими [7 – 9]. Це може бути пов'язано з тим, що протикаріозна ефективність зубних паст здебільшого оцінюється на підставі клінічних даних [7, 9, 10].

Мета дослідження – підвищення ефективності профілактики карієсу зубів у дітей на основі клініко-лабораторного обґрунтування вибору протикаріозних лікувально-профілактичних зубних паст для індивідуальної гігієни порожнини рота в період вторинної мінералізації постійних зубів.

## Матеріали та методи дослідження

В експериментальній частині роботи було досліджено 80 зразків емалі постійних зубів. Зразки емалі отримували з постійних зубів, які були видалені за ортодонтичними показаннями (премоляри та ікла дітей 12 – 13-річного віку, не пізніше, ніж 1 місяць після прорізування). Відразу після видалення постійні зуби зберігали в розчині «штучна слина», який готували за методикою Т. Fusayama (1975). Усі зразки емалі розділили на 3 основні та 1 контрольну групи, які

розмістили у 4 окремі герметичні бокси (по 20 зразків у боксі), заповнені штучною слиною. Надалі зразки емалі кожної основної групи обробляли двічі на день з інтервалом 12 годин упродовж 1, 3 і 6 місяців зубними пастами, які містили різні сполуки фтору. Алгоритм обробки зразків емалі усіх груп був ідентичним. Зразки 1-ої основної групи (1ОГ) обробляли лікувально-профілактичною зубною пастою, яка містить фторид натрію (1450 ppm F<sup>-</sup>). У 2-ій основній групі (2ОГ) для обробки зразків емалі використовували лікувально-профілактичну зубну пасту, яка містить натрію монофторфосфат (1000 ppm F<sup>-</sup>), у 3-ій ОГ – амінофторид (1400 ppm F<sup>-</sup>). Зразки емалі в контрольній групі не обробляли. Усі досліджувані пасти пройшли сертифікацію на території України.

Дослідження складу поверхневого шару емалі проводили за допомогою системи для вивчення поверхні LAS 2000 («Riber», Франція) методами вторинної іонної мас-спектрометрії та рентгенофотоелектронної спектроскопії. Склад поверхневого шару емалі досліджували на глибину 2000 ангстрем зі швидкістю 100 ангстрем на хвилину. За допомогою методу вторинної іонної мас-спектрометрії визначали якість проникнення іонів фтору і фториду кальцію. Для зручності та точності обчислювали два коефіцієнти: перший – співвідношення кількості іонів фтору до кількості іонів радикала Ca<sub>2</sub>O (як постійної величини), другий – співвідношення фториду кальцію до Ca<sub>2</sub>O. Методом рентгенофотоелектронної спектроскопії визначали кількість фтору, кальцію та фосфору. Результати обчислювали в атомних відсотках. Ступінь мінералізації емалі визначали за коефіцієнтом кальцій/фосфор.

У клінічних дослідженнях брало участь 88 школярів 12-річного віку. Досліджуваних порівну поділили на

4 групи (3 основні і контрольну). Пасти, які призначали в основних групах, були ідентичні пастам, які використовувалися в експерименті. Діти контрольної групи застосовували лікувально-профілактичну пасту без фтору (із вмістом 1,5 % гліцерофосфату кальцію). Перед початком дослідження для дітей та їхніх батьків провели груповий урок гігієни та інструктаж щодо стандартного методу чищення зубів. Кожна дитина отримувала зразок досліджуваної пасти та стандартну щітку. Чистити зуби рекомендували двічі на день по 3 хвилини за стандартним методом (Пахомов Г. Н., 1982).

Стан твердих тканин зубів оцінювали за допомогою індексу КПВ поверхонь. З метою визначення ефективності профілактичних заходів обчислювали показники приросту КПВ поверхонь та редукції приросту карієсу поверхонь. Для визначення карієсорезистентності емалі використали тест емалевої резистентності (ТЕР, Р. В. Окушко, 1978) у власній модифікації (патент України на корисну модель «Спосіб визначення ступеня мінералізації зуба» (№ 09301 від 10.09.2009 р.). Модифікація ТЕР-тесту полягала в об'єктивізації оцінки отриманих результатів за допомогою цифрової фотографії та подальшій комп'ютерній обробці отриманих знімків. Дослідження проводили на початку експерименту, через 3, 6, 12 та 24 місяці.

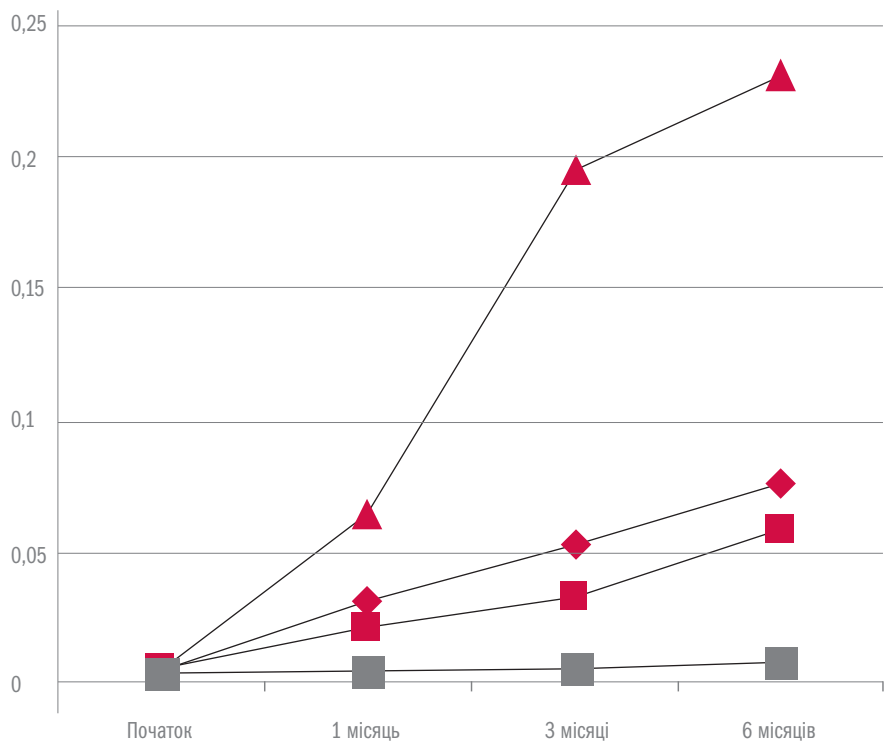
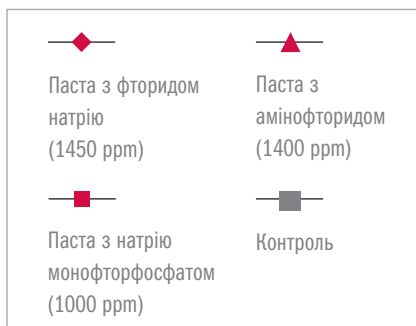
Для визначення впливу досліджуваних зубних паст на мінералізуючий потенціал ротової рідини проводили біохімічне дослідження вмісту фтору, кальцію та фосфору. Вміст загального фтору визначали фотометричним методом (Книпович Ю. М., 1989). Отримані результати вимірювали в мг/л. Вміст кальцію визначали методом А. Каркашова та Л. Вічева (1968) в модифікації В. К. Леонтьєва та В. Б. Смірнкової (1971), фосфору – фотометричним мето-

**Таблиця 1.** Зміни хімічного складу поверхневого шару емалі постійних зубів під впливом лікувально-профілактичних паст з різними носіями фтору

Група дослідження	Показники коефіцієнтів $F^- \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ та $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ , балів			
	Початок	1 місяць	3 місяці	6 місяців
Група 1 (паста з фторидом натрію (1450 ppm)) $F^- \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$		0,81±0,07* 0,44±0,06*	0,87±0,07* 0,83±0,07*	1,05±0,09* 0,76±0,06*
Група 2 (паста з натрію монофторфосфатом (1000 ppm)) $F^- \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$		0,47±0,03* 0,29±0,02*	0,23±0,01* 0,14±0,01*	1,34±0,15* 1,37±0,17*
Група 3 (паста з амінофторидом (1400 ppm)) $F^- \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$		1,091±0,05* 0,957±0,1*	18,785±2,03* 0,541±0,04*	15,171±1,71* 3,587±0,7*
Контрольна група $F^- \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$ $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O^{2-} \times 10^3$	0,038±0,001 0,005±0,0001	0,037±0,001 0,004±0,0001	0,035±0,001 0,003±0,0001	0,033±0,001 0,003±0,0001

Примітка: \* – різниця достовірна до аналогічного показника контрольної групи ( $p < 0,05$ ).

**Мал 1.** Динаміка фтору в поверхневому шарі емалі постійних зубів під впливом лікувально-профілактичних зубних паст з різними носіями фтору



дом. Концентрацію кальцію та фосфору в ротовій рідині визначали в ммоль/л.

Для статистичної обробки результатів лабораторних та клінічних досліджень застосовували програми МЕД-СТАТ. Обчислювали середню арифметичну (M) та стандартну помилку середньої арифметичної (m). Достовірність відмінностей середніх вели-

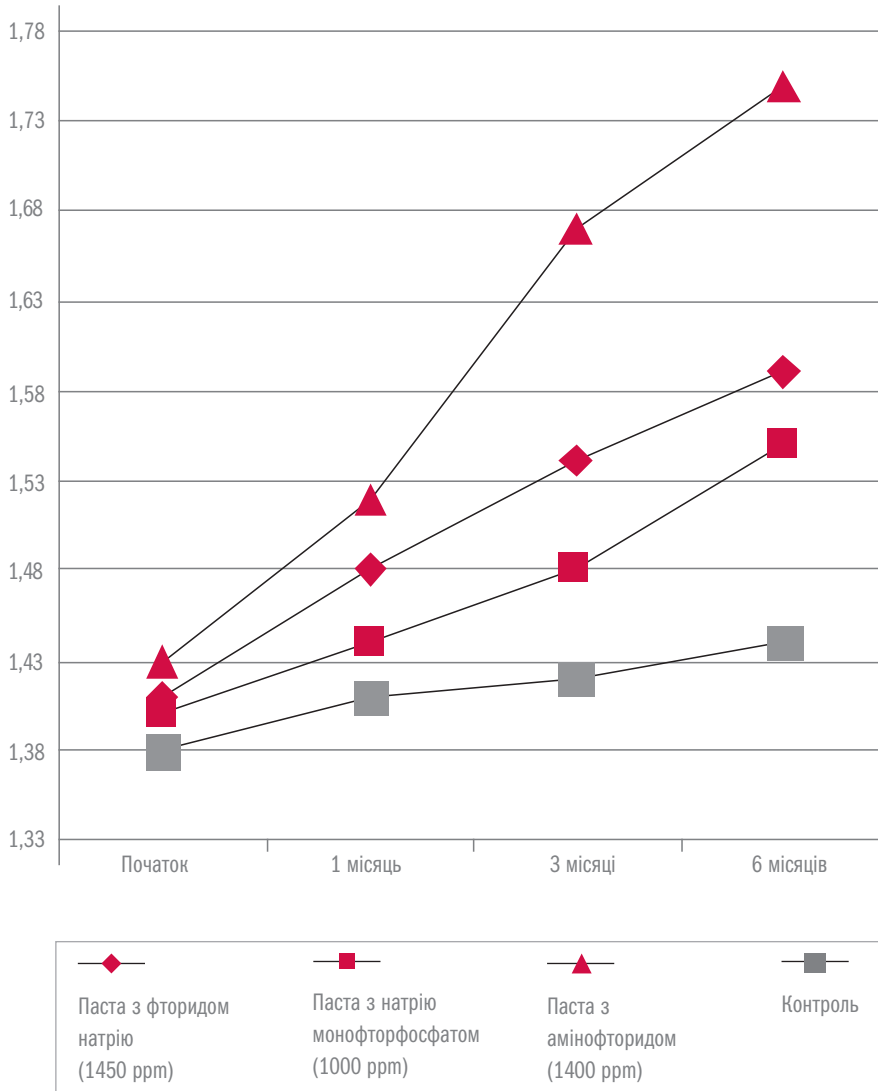
чин оцінювали за допомогою t-критерію Ст'юдента.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Найвищий коефіцієнт  $F \times 10^2 / Ca_2O \times 10^3$  спостерігався в групі, де застосовували пасту з амінофторидом (табл. 1). Через місяць після початку вико-

ристання він становив  $1,09 \pm 0,05$ , через 3 місяці дорівнював  $18,78 \pm 2,03$  та через 6 місяців знизився до  $15,17 \pm 1,71$  ( $p < 0,05$ ).

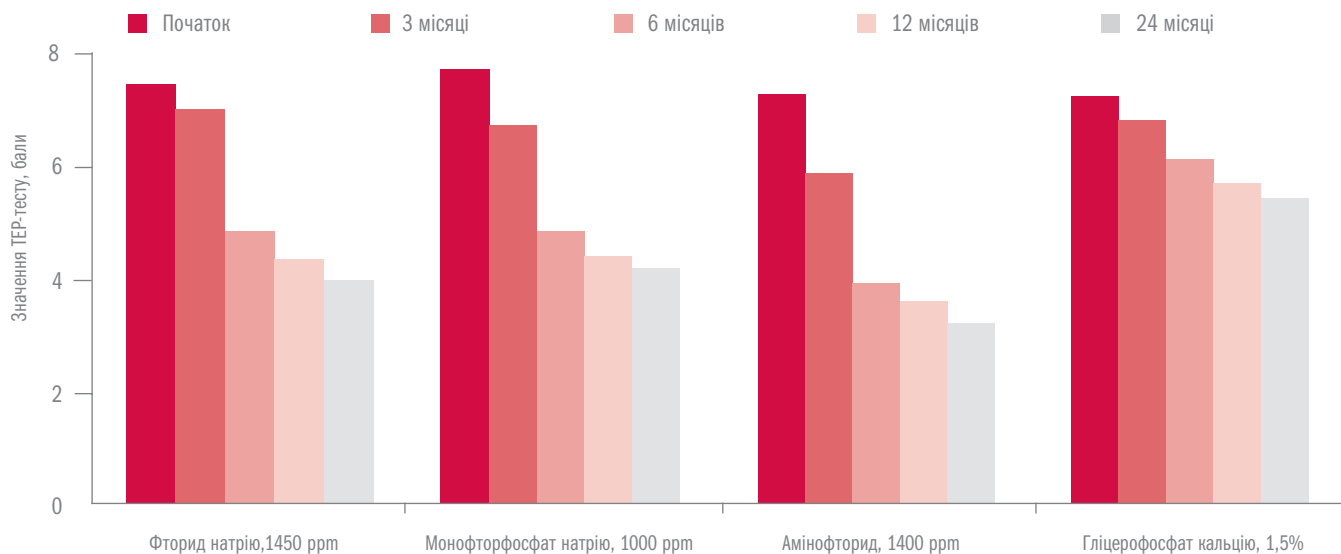
Обчислення коефіцієнта  $CaF_2 \times 10^2 / Ca_2O \times 10^3$  показало, що через місяць після початку експерименту найкращий результат зафіксовано в групі, де застосовували пасту з амінофторидом –  $0,96 \pm 0,1$  ( $p < 0,05$ ). Через 3



**Мал. 2.** Кількісна характеристика зміни співвідношення Са/Р під впливом лікувально-профілактичних зубних паст з різними носіями фтору

Група дослідження	Термін дослідження						
	Початок	6 місяців		12 місяців		24 місяці	
	КпПпВ	Приріст КпПпВ	Приріст КпПпВ	Редукція приросту КпПпВ, %	Приріст КпПпВ	Редукція приросту КпПпВ, %	
Група 1 (фторид натрію (1450 ppm))	3,84±0,5	0,32±0,02*	0,55±0,03*	25,7	0,8±0,05*	31,6	
Група 2 (натрію монофторфосфат (1000 ppm))	3,76±0,4	0,35±0,03	0,64±0,04	13,5	0,9±0,06	23,1	
Група 3 (амінофторид (1400 ppm))	3,89±0,5	0,16±0,01*	0,38±0,02*	48,6	0,67±0,04*	42,7	
Контрольна група (гліцерофосфат кальцію, 1,5 %)	3,81±0,5	0,41±0,02	0,74±0,04		1,17±0,07		

**Таблиця 2.** Динаміка приросту інтенсивності карієсу поверхонь (за даними індексу КпПпВ) залежно від виду зубної паст



Мал. 3. Динаміка показників модифікованого ТЕР-тесту при використанні зубних паст з різними носіями та різною концентрацією фтору

місяці найкращий результат було отримано після застосування паст з фторидом натрію –  $0,83 \pm 0,07$  ( $p < 0,05$ ). Найвище значення коефіцієнта  $\text{CaF}_2 \times 10^2 / \text{Ca}_2\text{O} \times 10^3$  через 6 місяців експерименту –  $3,59 \pm 0,54$  – було встановлено при використанні паст з амінофторидом ( $p < 0,05$ ).

Упродовж усього терміну експерименту кількість фтору в досліджуваних зразках емалі найбільше змінювалася під впливом зубної паст з амінофторидом (1400 ppm  $\text{F}^-$ , група 3) (мал. 1). Через 1 місяць рівень фтору зріс у 13 разів та становив  $0,068 \pm 0,005$  ( $p < 0,05$ ). Через 3 місяці його вміст зріс до  $0,195 \pm 0,015$  ( $p < 0,05$ ). Наприкінці експерименту кількість фтору становила  $0,231 \pm 0,011$ , що було у 46,2 разу вище, ніж на початку ( $p < 0,05$ ).

Під впливом паст з фторидом натрію кількість фтору через 6 місяців експерименту достовірно збільшилась у 15 разів, при застосуванні паст з монофторфосфатом натрію – у 10 разів ( $p < 0,05$ ).

Значення коефіцієнта кальцій/фосфор на початку експерименту становило 1,38 – 1,43, що може свідчити про недостатній рівень мінералізації емалі постійних зубів, які щойно прорізалися (мал. 2). Після першого

місяця експерименту коефіцієнт кальцій/фосфор мав тенденцію до зростання як в основних, так і в контрольній групах, але ці зміни були недостовірними ( $p > 0,05$ ).

Через 3 та 6 місяців експерименту ступінь мінералізації емалі постійних зубів найбільше зріс в групі 3 (амінофторид, 1400 ppm  $\text{F}^-$ ). Кількісне співвідношення кальцій/фосфор в досліджуваних зразках під впливом зубної паст з амінофторидом збільшилося, відповідно, до  $1,67 \pm 0,04$  (16,8 %) та  $1,75 \pm 0,04$  (22,4 %) ( $p < 0,05$ ).

Здатність неорганічних сполук фтору впливати на показники коефіцієнта  $\text{Ca/P}$  наприкінці експерименту істотно не відрізнялася. Значення коефіцієнта кальцій/фосфор у групі 1 (фторид натрію, 1450 ppm  $\text{F}^-$ ) збільшилося до  $1,59 \pm 0,03$  (12,8 %), а в групі 2 (натрію монофторфосфат, 1000 ppm  $\text{F}^-$ ) – до  $1,55 \pm 0,03$  (10,7%) ( $p < 0,05$ ).

Інтенсивність карієсу поверхонь найменше зростає в групі 3 (амінофторид, 1400 ppm  $\text{F}^-$ ) (табл. 2). Редукція приросту карієсу поверхонь у цій групі становила 48,6 % після 1-го року дослідження та 42,7 % через 2 роки. Нижчі показники приросту редукції КпПВ за весь період спосте-

реження також було відмічено після застосування паст з фторидом натрію (1450 ppm  $\text{F}^-$ ) ( $p < 0,05$ ).

На початку дослідження рівень мінералізації емалі постійних зубів (ікла та премоляри верхньої щелепи), які були на етапі вторинної мінералізації, дорівнював  $7,28 - 7,76$  балів за стандартною шкалою ТЕР-тесту (мал. 3).

Надалі найбільше достовірне підвищення емалевої резистентності було зафіксовано у групі 3 (амінофторид, 1400 ppm  $\text{F}^-$ ). У цій групі показник ТЕР-тесту за 24 місяці знизився на 56 % та становив  $3,23 \pm 0,11$  балів ( $p < 0,05$ ). Через 2 роки використання паст з фторидом натрію та монофторфосфатом натрію, карієсостійкість постійних зубів зростає, відповідно, на 46,3 % та 45,6 % ( $p < 0,05$ ).

Рівень фтору в ротовій рідині упродовж 24-х місяців збільшувався у дітей основних груп (табл. 3).

Достовірне збільшення кількості фтору в ротовій рідині спостерігалось при використанні паст з амінофторидом та фторидом натрію. Вміст фтору в ротовій рідині дітей групи 3 (амінофторид, 1400 ppm  $\text{F}^-$ ) через 2 роки зріс в 3,3 разу порівняно з початковим рівнем, у групі 1 (фторид

Група дослідження	Вміст фтору в ротовій рідині, мг/л			
	Початок	3 місяці	6 місяців	24 місяці
Група 1 (фторид натрію, 1450 ppm F <sup>-</sup> )	0,1±0,01	0,19±0,02*	0,23±0,02*	0,27±0,02*
Група 2 (натрію монофторфосфат, 1000 ppm F <sup>-</sup> )	0,11±0,01	0,14±0,008*	0,18±0,02*	0,22±0,02*
Група 3 (амінофторид, 1400 ppm F <sup>-</sup> )	0,11±0,008	0,28±0,02*	0,29±0,02*	0,33±0,025*
Контрольна група (гліцерофосфат кальцію, 1,5%)	0,09±0,008	0,1±0,006	0,1±0,007	0,1±0,005

Примітка: \* – різниця достовірна до показника контрольної групи (p<0,05).

натрію, 1450 ppm F<sup>-</sup>) – в 2,7 разу (p<0,05). Достовірних відмінностей впливу основних носіїв фтору у складі зубних паст на рівень кальцію та фосфору в ротовій рідині отримано не було (p>0,05).

Під час проведеного нами в умовах експерименту якісного та кількісного аналізу хімічного складу поверхневого шару емалі постійних зубів, які є на етапі вторинної мінералізації, початково відзначалася недостатня мінералізація емалі. Підвищення рівня мінералізації емалі відбувається за участю фтору, різні носії якого входять до складу лікувально-профілактичних зубних паст. Після максимального насичення поверхневого шару емалі іонами фтору, відбувається їх акумуляція у вигляді фториду кальцію. Найшвидше процеси метаболізму фтору в незрі-

лій емалі постійного зуба відбуваються при використанні амінофториду. Можливо, це пов'язано зі здатністю тривалішої адгезії органічного носія фтору на поверхні емалі порівняно з неорганічними носіями. Дані експериментального дослідження підтверджуються показниками клінічних (зниження приросту карієсу поверхонь та підвищення рівня функціональної карієсорезистентності) та біохімічних (підвищення рівня фтору в ротовій рідині) досліджень. Отримані результати свідчать про об'єктивність нових лабораторних методів дослідження (вторинної іонної мас-спектрометрії та рентгенфотоелектронного аналізу) та доцільність їх застосування з метою вивчення механізмів дії і ефективності засобів екзогенної профілактики карієсу.

Таблиця 3. Динаміка вмісту фтору в ротовій рідині під впливом зубних паст, які містять різні сполуки фтору

## Висновки

Отже, результати проведеного дослідження свідчать про те, що хімічний склад поверхневого шару емалі зуба, яка є на стадії вторинної мінералізації, змінюється під впливом лікувально-профілактичних паст, які містять фтор.

Зміни, що відбуваються в емалі під впливом фторовмісних зубних паст, сприяють збільшенню карієсорезистентності емалі. Здатність впливати на процеси мінералізації залежить від носія фтору, його концентрації та тривалості використання. Найвищого рівня мінералізації емаль постійних зубів, яка є на етапі вторинної мінералізації, досягає при використанні зубної пасти з амінофторидом в максимально допустимій концентрації.

## Література

1. Козичева Т.А. Клиническое обоснование применения средств профилактики основных стоматологических заболеваний в различных возрастных группах населения: дисс. ... канд. мед. наук / Т.А. Козичева. — М., 1999.
2. Кузьмина Э.М. Ситуационный анализ стоматологической заболеваемости как основа планирования программ профилактики: автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук автореф. дисс... д-ра мед. наук: спец. 14.00.21 / Э.М. Кузьмина. — М., 1995. — 46 с.
3. Леонтьев В.К. Профилактика стоматологических заболеваний / В.К. Леонтьев, Г.Н. Пахомов. — М., 2007. — 430 с.
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. Кузьмина Э.М. Профилактика стоматологических заболеваний / Э.М. Кузьмина. — Москва: Тонга-Принт, 2001. — 216 с.
6. Профилактика стоматологических заболеваний / Л.А. Хоменко, А.В. Савичук, Н.В. Биденко [и др.]. — К.: Книга плюс, 2007. — 126 с.
7. Аврамова О.Г. Сравнительная оценка влияния некоторых фторсодержащих зубных паст на состояние полости рта / О.Г. Аврамова // Стоматология для всех. — 2000. — №4. — С.44 — 46.
8. Садовский В.В. Клинические технологии блокирования кариеса / В.В. Садовский. — М., 2005. — 75 с.
9. Сарап Л.Р. Сравнительные клинические исследования зубных паст, содержащих аминфторид и фторид натрия / Л.Р. Сарап, Е.А. Подзорова, Н.В. Терентьева // Современная стоматология. — 2006 — №3. — С. 17—20.
10. Косенко К.Н. Новые данные по клиническим исследованиям зубной пасты «Аквафреш» среди детей 12-летнего возраста / К.Н. Косенко, Т.П. Терешина, О.В. Деньга // Современная стоматология. — 2000. — №3. — С. 6 — 8.