

**Khomenko Larisa, Sorochenko Grigoriy.** Изучение морфологических изменений поверхности эмали постоянных зубов in vitro под воздействием современных средств экзогенной профилактики кариеса = Investigation of morphological changes of permanent teeth enamel surface in vitro influenced by modern means for exogenous caries prevention. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(6):384-394. ISSN 2391-8306. DOI [10.5281/zenodo.18809](https://doi.org/10.5281/zenodo.18809)  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%286%29%3A384-394>  
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/568425>  
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.18809>  
Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011 – 2014  
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.  
Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.  
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.  
The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).  
© The Author (s) 2015;  
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 21.04.2015. Revised 28.05.2015. Accepted: 20.06.2015.

УДК 616.314.13 -091:616.314-002-084  
**ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ IN VITRO  
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ  
ЭКЗОГЕННОЙ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА**

**Л. А. Хоменко, Г. В. Сороченко**

**Национальный медицинский Университет имени А. А. Богомольца, Киев,  
Украина (03680, г. Киев, ул. Зоологическая,1.)  
Кафедра детской терапевтической стоматологии и профилактики  
стоматологических заболеваний (Зав. кафедры – д. мед. н., проф. Хоменко Л.А.)  
E-mail - [sorochenkogw@mail.ru](mailto:sorochenkogw@mail.ru)**

**INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL CHANGES  
OF PERMANENT TEETH ENAMEL SURFACE  
IN VITRO INFLUENCED BY MODERN MEANS  
FOR EXOGENOUS CARIES PREVENTION**

**L. Khomenko, G. Sorochenko**

**Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, (1, Zoologichna str., Kyiv,  
03680)**

**The department of pediatric and preventative dentistry (Head of the department of  
pediatric and preventative dentistry - M.D. in dentistry, professor L. Khomenko)  
E-mail - [sorochenkogw@mail.ru](mailto:sorochenkogw@mail.ru)**

**Хоменко Лариса Александровна**

д. мед. н., профессор, заведующий кафедры детской терапевтической стоматологии и профилактики стоматологических заболеваний Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца.

Адрес: г. Киев 03680, ул. Зоологическая, 1, тел.(факс) +380444831703

E-mail : [nmu.dts@gmail.com](mailto:nmu.dts@gmail.com)

**Larisa Khomenko**

M.D. in dentistry, Professor

Head of the department of pediatric and preventative dentistry

Bogomolets national medical university

1, Zoologichna str., Kyiv, 03680, tel.(fax) +380444831703

**Сороченко Григорий Валериевич**

кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской терапевтической стоматологии и профилактики стоматологических заболеваний Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца.

03680, г. Киев, ул. Зоологическая, 1, каб. 325, тел. +380667226456

E-mail - [sorochenkogw@mail.ru](mailto:sorochenkogw@mail.ru)

**Grigoriy Sorochenko**

Ph.D in dentistry

Professor assistant, department of pediatric and preventative dentistry

Bogomolets national medical university

1, Zoologichna str., Kyiv, 03680, tel. +380667226456

**Резюме.** Методом сканирующей электронной микроскопии изучены *in vitro* морфологические изменения поверхностного слоя 35 образцов эмали постоянных зубов, которые только что прорезались, под воздействием водорастворимого крема, который содержит казеинфосфопептид-аморфный фосфат кальция и зубной пасты, которая содержит 5000 ppm фтора. Установлено, что эмаль зубов, которые только что прорезались, имеет визуальные признаки недостаточной минерализации и, соответственно, имеет недостаточный уровень кариесрезистентности; в течение эксперимента под воздействием исследуемых средств экзогенной профилактики на поверхности эмали наблюдаются морфологические изменения, которые свидетельствуют об увеличении степени минерализации.

**Ключевые слова:** эмаль, постоянные зубы, минерализация, казеинфосфопептид-аморфный фосфат кальция, зубные пасты, фтор, профилактика кариеса.

**Summary.** Using scanning electron microscopy we studied *in vitro* morphological changes of the superficial layer of 35 just erupted permanent teeth enamel samples under the influence of a water-soluble cream containing casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate and a toothpaste with 5000 ppm of fluoride ions. We found that the enamel of just erupted teeth has visual signs of insufficient mineralization and, therefore, has insufficient level of caries resistance; during the experiment we observed morphological changes of enamel surfaces that indicate an increase in the degree of mineralization under the influence of investigated agents for exogenous prevention.

**Key words:** enamel, permanent teeth, mineralization, casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate, fluoride, toothpastes, caries prevention.

**Введение.** Высокие уровни распространенности и интенсивности кариеса зубов у детей разных регионов Украины [1] предопределяют необходимость разработки современных эффективных методов профилактики кариеса с учетом влияния

разнообразных факторов развития этого заболевания. Наиболее весомыми местными факторами риска развития кариеса являются низкий исходный уровень минерализации, отсутствие профилактических мероприятий, неудовлетворительная гигиена полости рта, наличие ортодонтической патологии и чрезмерное употребление углеводов [2,3].

Наиболее низкий уровень минерализации твердых тканей постоянных зубов наблюдается в первые годы после их прорезывания [4]. Это подтверждается значительным ростом показателей прироста распространенности и интенсивности кариеса постоянных зубов в период от 6 до 15 лет [5]. Кариесрезистентность эмали постоянных зубов остается недостаточной даже через 18 месяцев после прорезывания [6].

Достижение оптимальных показателей минерализации эмали зубов возможно за счет дополнительного применения средств экзогенной профилактики кариеса [4,7]. С этой целью используют средства, которые содержат соединения кальция, фтора, фтора, магния и т. п. [3,4,7,8]. Проблема изучения эффективности и выбора различных по механизму действия реминерализующих средств является чрезвычайно актуальной как для научных работников, так и для практикующих врачей [3,5,9-11].

Поэтому обоснование выбора наиболее эффективных средств экзогенной профилактики, особенно в период вторичной минерализации, будет способствовать повышению кариесрезистентности эмали зубов.

**Цель исследования** - изучение *in vitro* морфологических изменений поверхностного слоя эмали постоянных зубов, которые только что прорезались, под воздействием средств экзогенной профилактики кариеса зубов, которые содержат соединения кальция и фтора.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследования было использовано 35 образцов эмали постоянных зубов, которые прорезались в одинаковый срок. Они были удалены по ортодонтическим показаниям (премоляры 10-12-летних детей, не позже 6 месяцев после прорезывания).

Сразу после удаления корни зубов отрезали на уровне эмалево-цементного соединения и удаляли остатки мягких тканей. Коронарные сегменты очищали при помощи ультразвука и полировочной пасты и щетки.

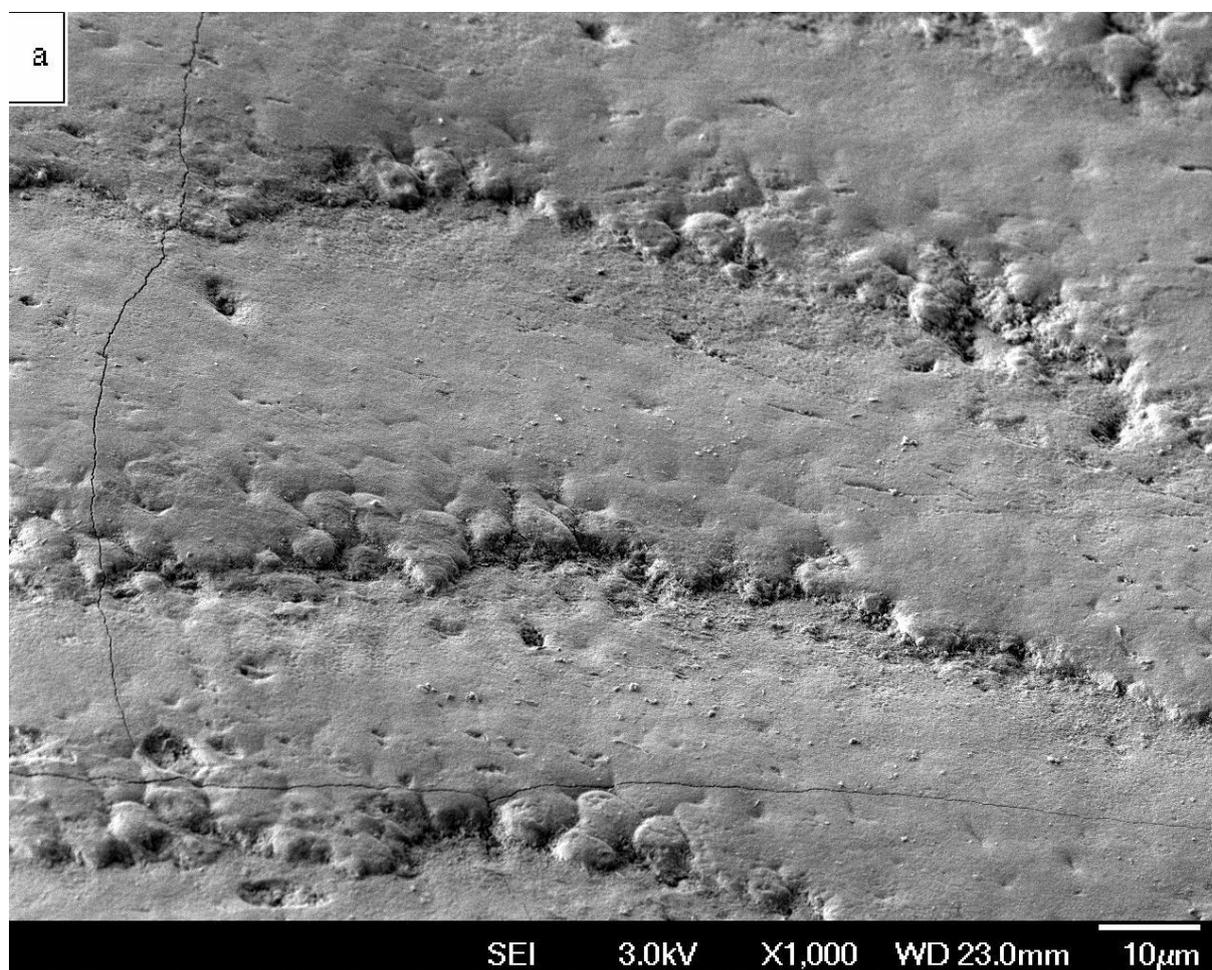
5 образцов эмали были исследованы в начале эксперимента. Другие 30 образцов было произвольно распределены поровну на три группы. Они были размещены в трех отдельных герметичных боксах (по 10 образцов в боксе), которые были заполнены искусственной слюной (Т. Fusayama, 1975). В дальнейшем образцы эмали первой группы обрабатывали зубной пастой "R.O.C.S.® Medical 5000 ppm toothpaste with high fluoride content", которая содержит 5000 ppm фтора (WDS, Россия-Швейцария), второй - водорастворимым кремом "TOOTH MOUSSE" (активный компонент - 10% казеинфосфопептид-аморфный фосфат кальция (RECALDENT™, CPP - ACP) (GC, Япония). Образцы третьей группы служили контролем, их ничем не обрабатывали. Обработку образцов первой группы проводили в начале исследования, через 3, 6 и 9 месяцев курсами по 30 дней, дважды в день по 3 минуты согласно рекомендации производителя; второй группы - в начале исследования, через 3, 6 и 9 месяцев курсами по 10 дней, дважды в день по 5 минут согласно рекомендации производителя.

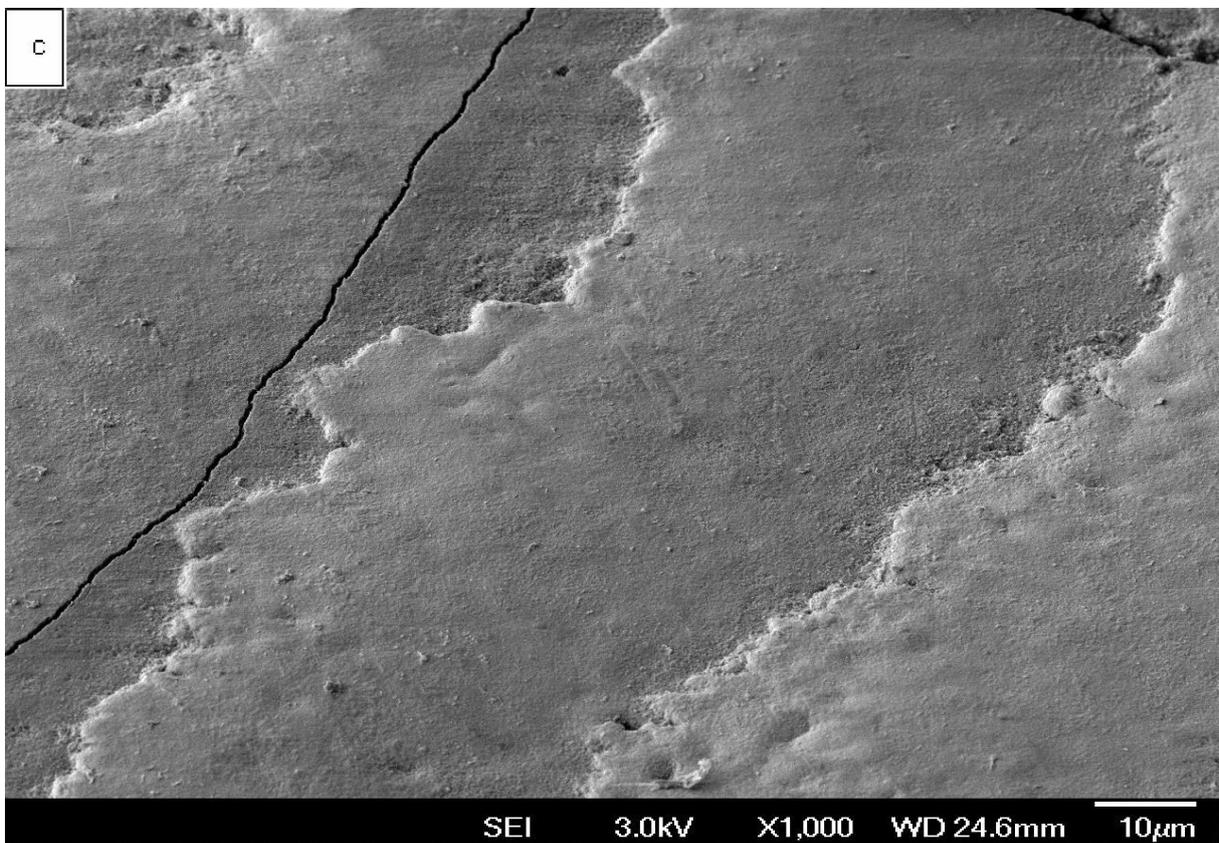
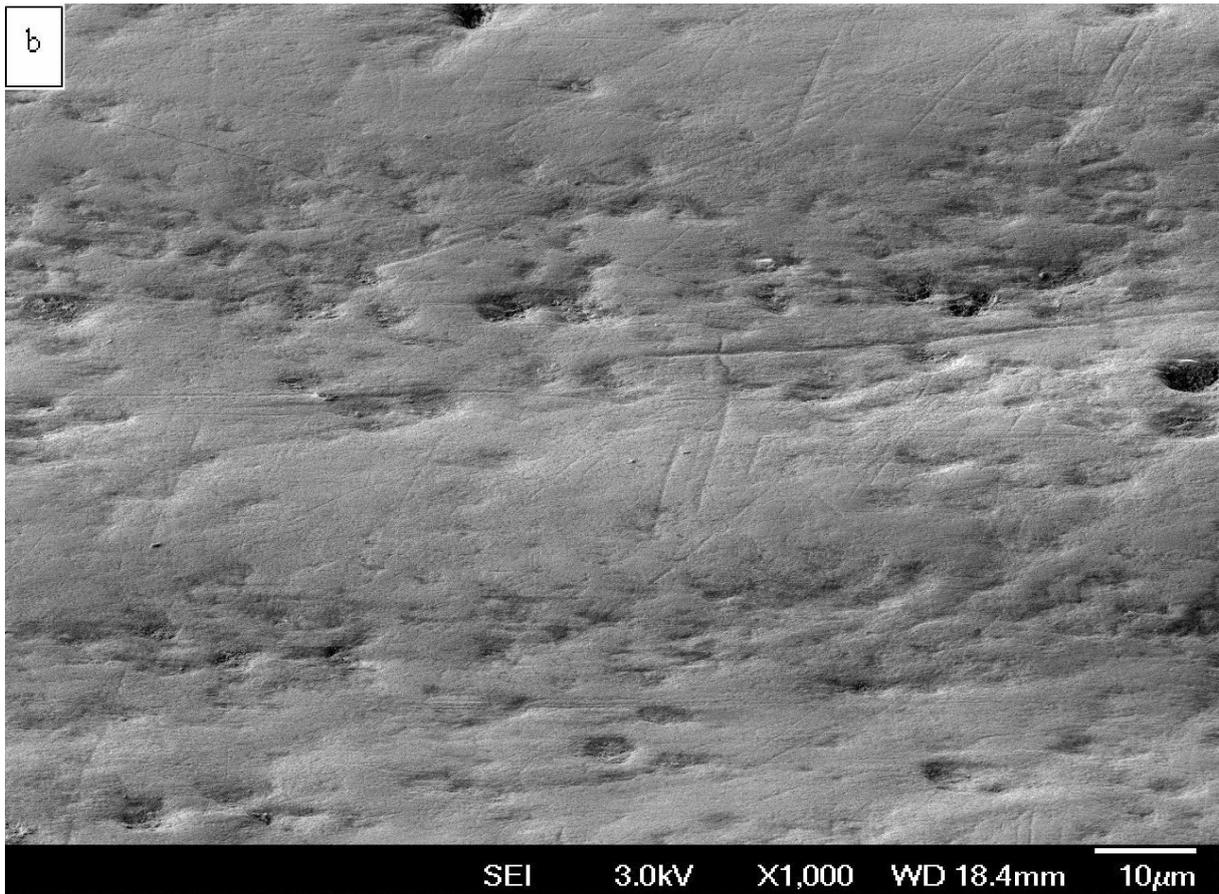
Образцы эмали для дальнейших исследований срезали с вестибулярной и оральной поверхностей коронковой части зубов на уровне экватора с помощью алмазного диска толщиной 0,2 мм под струей воды, очищали при помощи ультразвука, обезжиривали и вакуумировали. Исследования поверхности эмали проводили в начале эксперимента, через 6 и 12 месяцев.

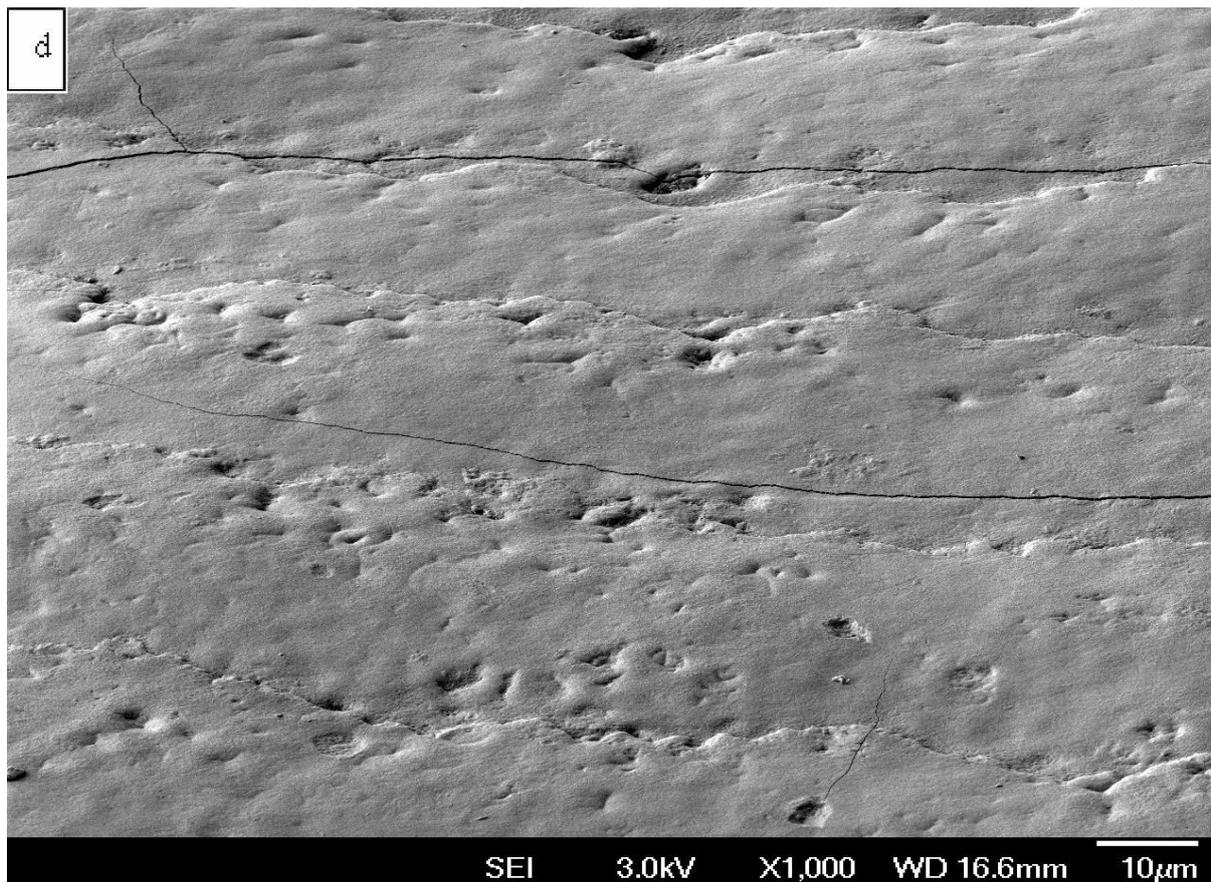
Структуру поверхности образцов изучали на уровне экватора в сканирующем электронном микроскопе (SEM, INCA PENTA FET×3, Oxford Instruments, Co., UK) с увеличением от 1000 до 5000. При проведении исследования поверхности образцов не напыляли для максимальной достоверности результата. Исследования выполнены в отделе физико-химических исследований материалов (заведующий отдела - академик НАН Украины Г. М. Григоренко) Института электросварки имени Е.О. Патона НАН Украины. Особенная благодарность высказывается ответственному научному сотруднику отдела Л. М. Капитанчуку.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Во время проведения исследования были установлены морфологические изменения, которые происходят на поверхности незрелой эмали постоянных зубов под воздействием исследуемых средств экзогенной профилактики (рис. 1, 2).

Figure 1a	Figure 1b
Figure 1c	Figure 1d







**Рис. 1. Поверхность незрелой эмали постоянных зубов: а - в начале исследования, б - через 12 месяцев в группе контроля, с - под воздействием зубной пасты с содержанием 5000 ppm фтора через 6 месяцев, d - под воздействием водорастворимого крема с содержанием казеинфосфопептида-аморфного фосфата кальция через 6 месяцев (SEM, ×1000).**

**Figure 1. Surface of permanent teeth immature enamel: a – at the start of experiment, b – 12 months later in control group, c – treated with toothpaste with 5000 ppm of fluoride ions 6 months later, d - treated with water-soluble cream with casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate 6 months later (SEM, ×1000).**

В начале эксперимента на поверхности эмали образцов группы контроля при увеличении в 1000 раз четко прослеживаются перикиматы (линии Ретциуса), на границе которых отмечается выход эмалевых призм аркадоподобной формы, поверхность эмали тусклая, шероховатая (рис. 1а). Это свидетельствует о низком уровне минерализации поверхностного слоя эмали, отсутствии защитного слоя на поверхности, высокой проницаемости незрелой эмали, наличии условий для дополнительной ретенции микроорганизмов. Приведенные факторы определяют низкую кариесрезистентность незрелой эмали и высокий риск уязвимости эмали в период вторичной минерализации.

После 12 месяцев эксперимента на поверхности образцов группы контроля (рис. 1б) перикиматы сглаживаются, эмаль остается матовой, шероховатой, наблюдается значительное количество углублений, которые указывают на место выхода эмалевых призм. Отмеченные изменения могут указывать на то, что на поверхности незрелой

эмали происходит отложение минеральных веществ, уменьшение количества ретенционных пунктов и, соответственно, снижение проницаемости эмали.

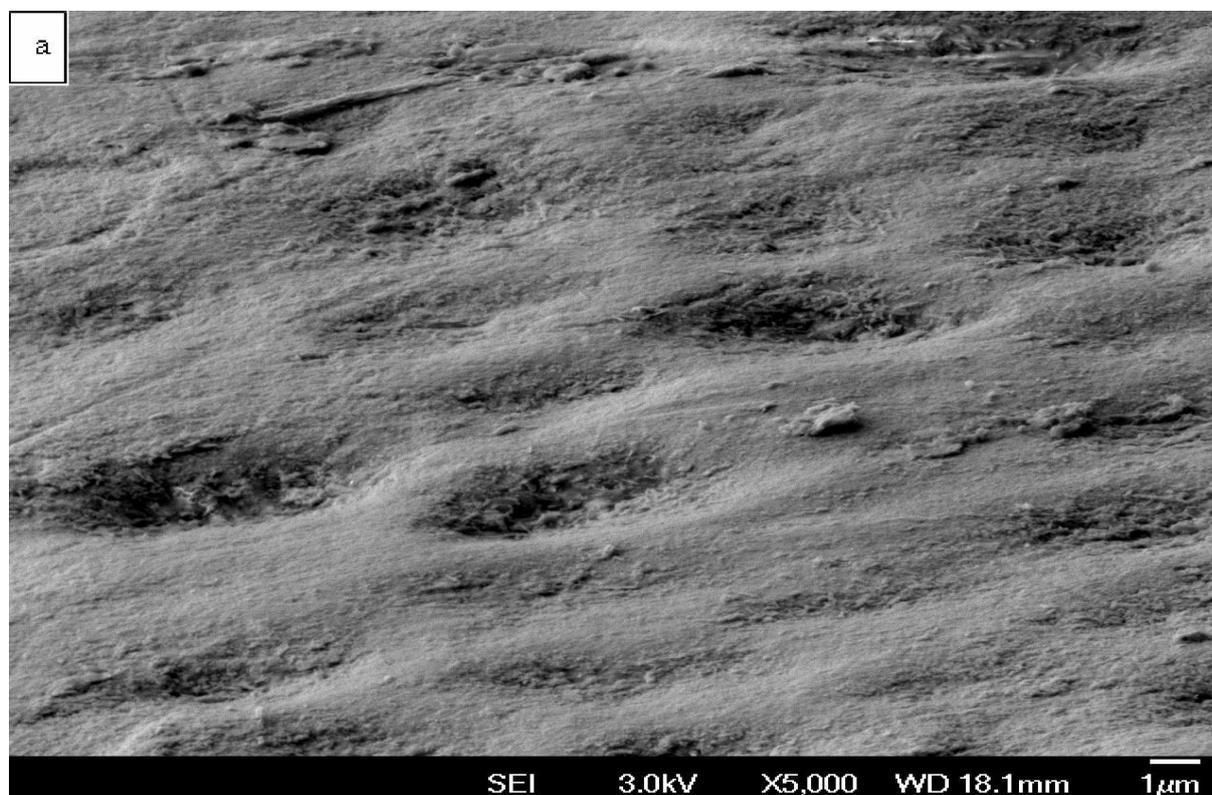
Под воздействием зубной пасты с содержанием 5000 ppm фтора через 6 месяцев при увеличении в 1000 раз (рис. 1с) перикиматы выражены, однако отмечается тенденция к их сглаживанию. Поверхность перикиматов сглажена, однородна. Места выхода эмалевых призм как в пределах перикиматов, так и на их границе, почти не определяются. Это может быть связано с откладыванием на поверхности исследуемых образцов соединений фтора.

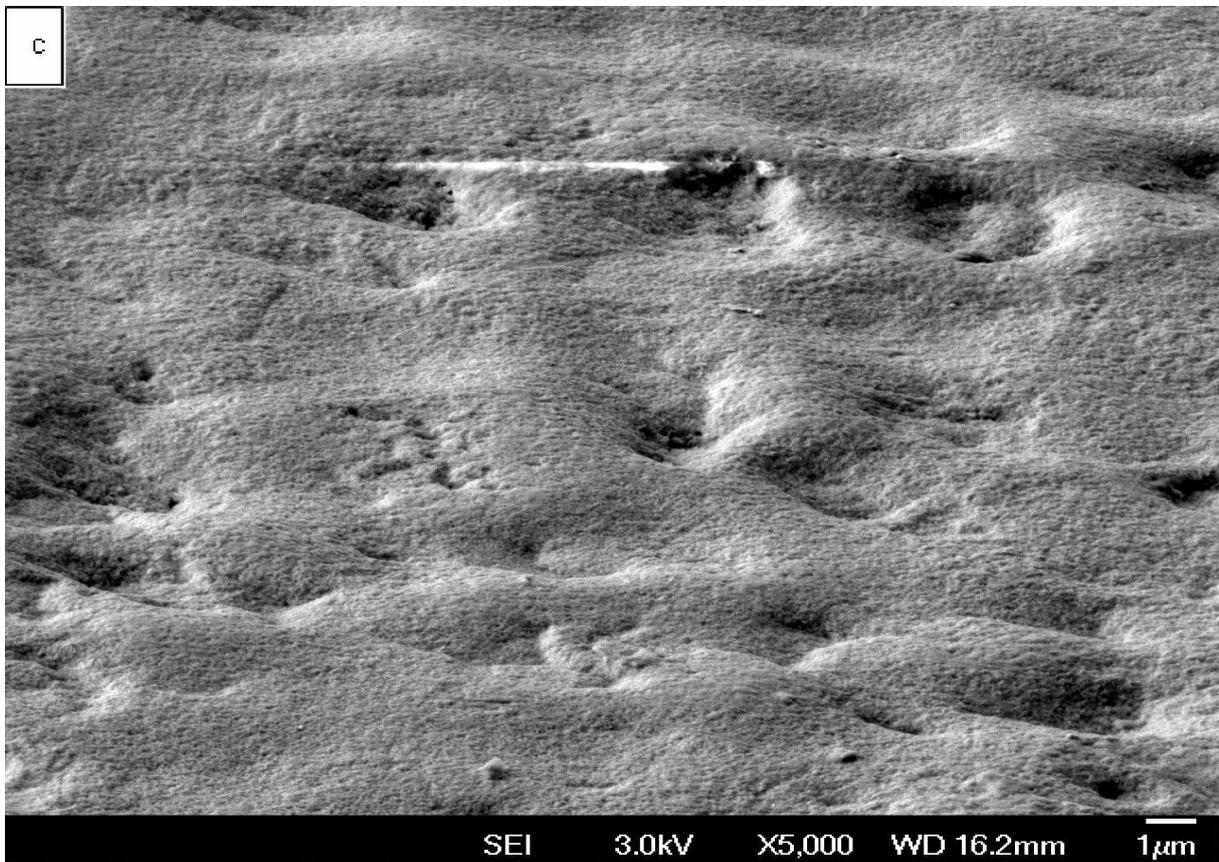
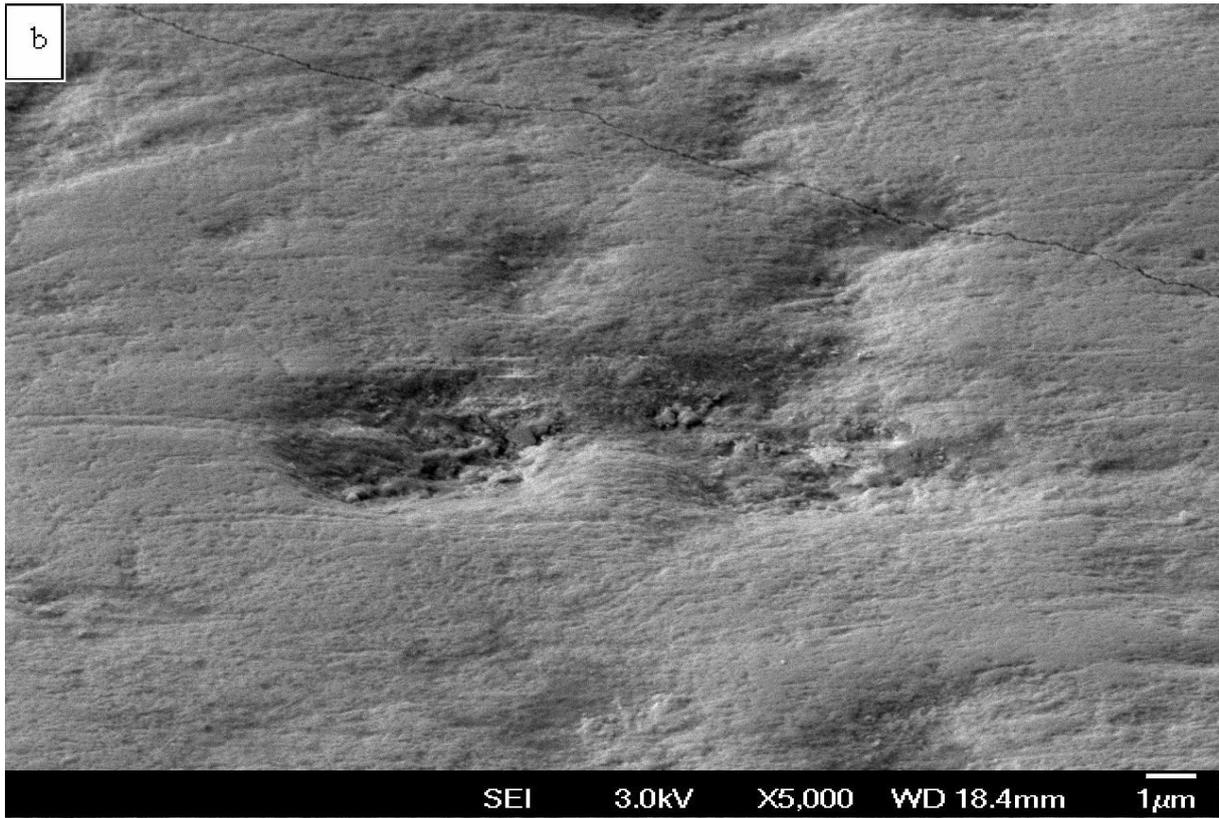
Через 6 месяцев применения водорастворимого крема с содержанием казеинфосфопептида-аморфного фосфата кальция при увеличении в 1000 раз (рис. 1d) поверхность эмали выглядит более светлой и блестящей, а также менее рельефной за счет сглаживания перикиматов. Это подтверждает гипотезу о том, что зубы после обработки минерализующими средствами становятся клинически светлее (эффект отбеливания) [12]. На месте выхода эмалевых призм на поверхность отмечаются углубления, которые могут свидетельствовать об откладывании на поверхности эмали дополнительного слоя минеральных веществ.

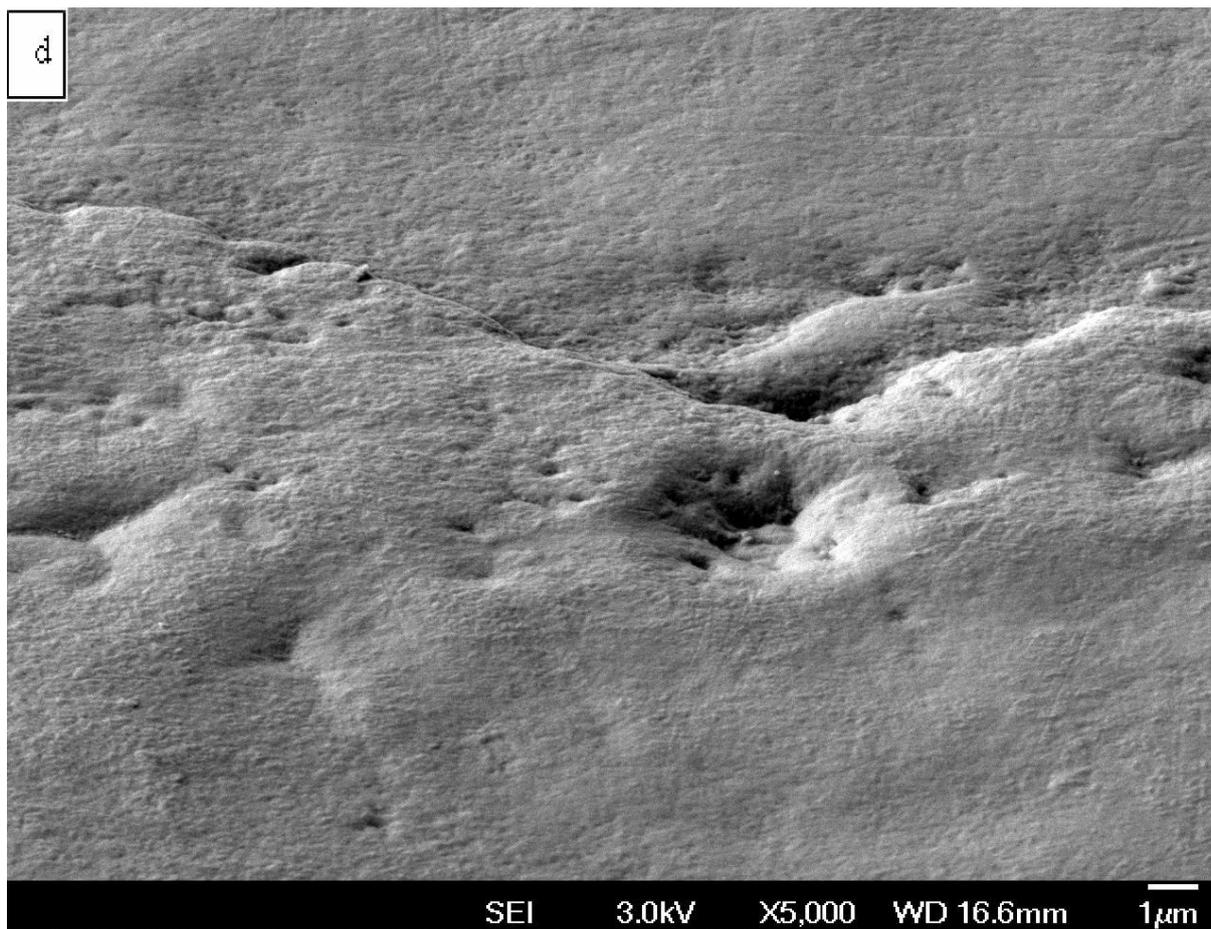
Полученные морфологические изменения поверхности эмали в обеих опытных группах указывают на то, что под воздействием средств экзогенной профилактики, которые содержат соединения кальция и фтора, на поверхности эмали происходят более быстрые, но визуально разные процессы, которые одинаково ведут к изменению рельефа поверхности, уменьшению количества ретенционных пунктов и, соответственно, снижению проницаемости эмали.

При увеличении в 5000 раз установлена более детальная разница в месте выхода на поверхность эмалевых призм в течение 12 месяцев эксперимента (рис. 2).

Figure 2a	Figure 2b
Figure 2c	Figure 2d







**Рис. 2. Поверхность незрелой эмали постоянных зубов: а - в начале исследования, б - через 12 месяцев в группе контроля, с - под воздействием зубной пасты с содержанием 5000 ppm фтора через 12 месяцев, д - под воздействием водорастворимого крема с содержанием казеинфосфопептида-аморфного фосфата кальция через 12 месяцев (SEM, ×5000).**

**Figure 2. Surface of permanent teeth immature enamel: a – at the start of experiment, b – 12 months later in control group, c – treated with toothpaste with 5000 ppm of fluoride ions 12 months later, d - treated with water-soluble cream with casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate 12 months later (SEM, ×5000).**

В начале исследования поверхность незрелой эмали тусклая, рельефная за счет выхода на поверхность значительного количества кратеров эмалевых призм (рис. 2а). Через 12 месяцев исследования поверхность эмали постоянных зубов в группе контроля становится более однородной и гладкой, уменьшается количество как открытых так и закрытых кратеров выхода на поверхность эмалевых призм (рис. 2б). Борозды и царапины, которые четко прослеживаются на поверхности образцов эмали контрольной группы после 12 месяцев исследования при разном увеличении (рис. 1б, 2б), могут свидетельствовать о том, что слой минеральных веществ, который откладывается на поверхности эмали во время эксперимента, является менее минерализованным, и, соответственно, недостаточным для выполнения защитной функции.

Под воздействием зубной пасты с содержанием 5000 ppm фтора через 12 месяцев поверхность эмали становится блестящей, на ней наблюдаются как открытые, так и

закрытыя кратеры выхода на паверхнасць эмалевых прызм. Кратеры на паверхнасці абразцоў ісследуюмай групы ў параўнанні з аналагічным участкам у групе кантроля (рис. 2b, 2c) з'яўляюцца візуальна глыбокімі і меншымі па плошчы.

Пасля 12 месяцаў апрацоўкі абразцоў незрелай эмалі водарастворімым крэмам, які змяшчае казеінфасфопептід-аморфны фосфат кальцыя, паверхнасць эмалі адрозніваецца найбольшай аднароднасцю і блескам за лічбы значнага змяншэння колькасці незакрытых кратэраў і іх плошчы ў параўнанні з пачатковым узроўнем і вынікамі іншых груп ісследавання ў аналагічны перыяд (рис. 2).

Полученыя морфалагічныя даныя падцвярджаюць гіпотэзу аб адкладванні і доўгым захаванні на паверхнасці эмалі шараў дадатковых хімічных злучэнняў пасля прымянення ісследуюмых сродкаў экзогеннай прафілактыкі карыеса з змяшчэннем злучэнняў кальцыя і фтора, нават пасля механічнай і ультрагукавой ачысткі паверхнасці пры падрыхтоўцы абразцоў. Такія змяненні на паверхнасці эмалі ствараюць умовы для яе поўнацэннай мінералізацыі і, адпаведна, росту узроўня карыесрэзістэнтнасці.

Паэтым у перыяд да 18 месяцаў пасля прарэзвання пастаянных зубоў неабходным з'яўляецца дадатковае прымяненне сродкаў, якія спрыяюць павышэнню мінералізацыі цвёрдых тканей зуба. Для клінічнага прымянення адразу пасля прарэзвання пастаянных зубоў могуць быць рэкамендованы сродкі экзогеннай прафілактыкі карыеса зубоў, якія змяшчаюць казеінфасфопептід-аморфны фосфат кальцыя (2-4 курсы ў год па 10 дзён, два разы ў дзень па 5 хвілін) і сродкі, якія змяшчаюць 5000 ppm фтора (2-4 курсы ў год па 2-4 тыдні, для самастойнай ачысткі зубоў ці аплікацый два разы ў дзень па 2-3 хвіліны) на перыяд не менш дванадцятых месяцаў.

Наякасць падобных прызнакаў з'яўлення ступені мінералізацыі паверхнасці эмалі ў параўнанні з групой кантроля і наякасць морфалагічных адрозненняў (асабліва пасля 6 месяцаў эксперымента) пасля прымянення зубной пасты з змяшчэннем 5000 ppm фтора і крэма, які змяшчае казеінфасфопептід-аморфны фосфат кальцыя, ствараюць неабходнасць далейшага углыбленага вывучэння ўплыву сучасных сродкаў экзогеннай прафілактыкі карыеса з змяшчэннем розных пратывокаріозных злучэнняў (напрыклад, вывучэнне хімічнага складу ці фізічных уласцівасцей эмалі).

**Выводы.** Такім чынам, вынікі праведзенага ісследавання сведчаюць аб тым, што паверхнасць эмалі зубоў, якія толькі што прарэзаліся, мае візуальныя прызнакі недастатковай мінералізацыі і, адпаведна, мае недастатковы узровень карыесрэзістэнтнасці. Без прымянення сродкаў прафілактыкі узровень карыесрэзістэнтнасці эмалі застаецца недастатковым нават праз 12-18 месяцаў пасля прарэзвання.

Морфалогія паверхнага шара эмалі зубоў, якія толькі што прарэзаліся, змяняецца пад уплывам ісследуюмых сродкаў экзогеннай прафілактыкі карыеса, якія змяшчаюць розныя пратывокаріозныя злучэнні (фтор і кальцый). Візуальнае з'яўленне ступені мінералізацыі паверхнага шара эмалі зубоў пад уплывам зубной пасты з змяшчэннем 5000 ppm фтора і водарастворімага крэма, які змяшчае казеінфасфопептід-аморфны фосфат кальцыя, назіраецца ў тэрмін 12 месяцаў эксперымента.

#### **Літаратурныя крыніцы**

1. Остапко О.І. Наукове абгрунтавання шляхів та методів профілактыкі асноўных стоматалагічных захворванняў у дзіцячых рэгіонах з розным рівнем забруднення

- довкілля. – Дис... д-ра. мед. наук: 14.01.22 / Остапко Олена Іванівна. – Київ, 2011. – 356 с.
2. 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.
  3. 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.
  4. Современные средства экзогенной профилактики заболеваний полости рта / [Хоменко Л. А., Биденко Н. В., Остапко Е. И., Шматко В. И.] – К.: Книга плюс, 2001. – 208 с.
  5. Сороченко Г.В. Клініко-лабораторна оцінка ефективності лікувально-профілактичних зубних паст в профілактиці карієсу: Дис... канд. мед. наук : 14.01.22 / Сороченко Григорій Валерійович – Київ, 2011. – 173 с.
  6. Григоренко Г.М. Дослідження *in vitro* поверхневого шару емалі постійних зубів в період вторинної мінералізації / Г.М.Григоренко, Л.О.Хоменко, Г.В.Сороченко, Л.М. Капітанчук // Український стоматологічний альманах. – 2015. – № 1. – С. 11–15.
  7. Леонтьев В. К. Профилактика стоматологических заболеваний / В.К.Леонтьев, Г.Н. Пахомов - М., 2007. – 430 с.
  8. Федоров Ю.А. Роль фтору в життєдіяльності організму: аргументи, факти, оцінки / Ю.А. Федоров // Профілактична та дитяча стоматологія. – 2014. - №2(11). – С. 13-16.
  9. Кобіясова І.В. Вибір засобів, схеми та особливості проведення ремінералізуючої терапії у дітей / І.В. Кобіясова, С.К. Матело // Профілактична та дитяча стоматологія. – 2014. - №1(10). – С. 10-12.
  10. 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.
  11. Фатгаль Р.К. Сравнительная оценка клинической эффективности современных препаратов для реминерализующей терапии / Р.К. Фатгаль, Ж.В.Соловьёва // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. <http://www.science-education.ru/pdf/2014/4/525.pdf>
  12. 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. – №3(47). - 2008. — С. 32 – 34.