

Изучение влияния состояния фосфорно-кальциевого обмена на возникновение очаговой деминерализации эмали у подростков

Л.П. Кисельникова¹, И.А. Алексеева¹, И.Г. Данилова², Л.А. Каминская³

¹Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация

³Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Российская Федерация

Резюме

Актуальность. В статье представлены современные данные о влиянии состояния фосфорно-кальциевого обмена на возникновение очаговой деминерализации эмали у подростков. Выявлено, что уровень витамина D₃, остеокальцина, костного изофермента щелочной фосфатазы и паратгормона (ПТГ) в смешанной слюне отражают риск возникновения кариесогенной ситуации в полости рта подростков, риск развития очаговой деминерализации эмали, что имеет практическое значение в детской стоматологии. Цель – выявить взаимосвязь очаговой деминерализации эмали с состоянием фосфорно-кальциевого обмена у подростков.

Материалы и методы. У 45 подростков было проведено изучение поражаемости твердых тканей зубов, в том числе его начальных форм и состояния минерального обмена смешанной слюны детей подросткового возраста. С целью изучения уровня интенсивности кариеса в ходе обследования были выделены следующие группы: 12 подростков (1-я группа) КПУ составил 3,8; 11 подростков (2-я группа) и 11 подростков (3-я группа) КПУ 4,9 и 6,8 соответственно; 4-я группа КПУ – 0, подростки без кариеса.

Результаты. Анализ интенсивности кариеса и очаговой деминерализации эмали постоянных зубов подростков и основных маркеров минерализации смешанной слюны выявил взаимосвязь активности начального кариозного поражения от состояния фосфорно-кальциевого обмена.

Выводы. Оценка состояния основных маркеров фосфорно-кальциевого обмена актуальна в возникновении риска кариесогенной ситуации в полости рта подростков, риска развития очаговой деминерализации эмали и планирования патогенетической профилактики.

Ключевые слова: подростки, очаговая деминерализация эмали, биохимические маркеры, не инвазивные методы

Для цитирования: Кисельникова ЛП, Алексеева ИА, Данилова ИГ, Каминская ЛА. Изучение влияния состояния фосфорно-кальциевого обмена на возникновение очаговой деминерализации эмали у подростков. Стоматология детского возраста и профилактика. 2021;21(3):216-220. DOI: 10.33925/1683-3031-2021-21-3-216-220.

The study of the calcium and phosphorus metabolism impact on the development of demineralized enamel areas in adolescents

L.P. Kiselnikova¹, I.A. Alekseeva¹, I.G. Danilova², L.A. Kaminskaya³

¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

²Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

³Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract

Relevance. The article presents the current data on the impact of calcium and phosphorus metabolism on the development of demineralized enamel areas in adolescents. The level of vitamin D₃, osteocalcin, bone alkaline phosphatase isoenzyme and parathyroid hormone (PTH) in mixed saliva appeared to reflect the risk of the cariogenic situation in the oral cavity and the risk of enamel demineralization development, which are relevant in pediatric dentistry. Purpose – to reveal the relationship between the localized enamel demineralization and the calcium and phosphorus metabolism in teenagers.

Materials and methods. In 45 adolescents, the study examined the vulnerability of hard dental tissues, including initial lesions and the mixed saliva mineral metabolism in teenagers. We formed the following groups to study the caries intensity level. Group 1 consisted of 12 adolescents with a DMF index of 3.8. 11 adolescents comprised group 2 and 11 adolescents – group 3 with DMF indices of 4.9 and 6.8, respectively; group 4 contained adolescents without caries.

Results. The analysis of caries intensity and permanent enamel demineralization areas in adolescents and the main markers of mixed saliva mineralization revealed a correlation between the activity of the initial carious lesions and the calcium and phosphate metabolism.

Conclusions. Evaluating the principal markers of calcium and phosphorus metabolism is relevant for the risk assessment of the cariogenic situation or enamel demineralization development in adolescents and preventive treatment planning.

Key words: adolescents, enamel demineralization areas, biochemical markers, non-invasive methods

For citation: Kiselnikova LP, Alekseeva IA, Danilova IG, Kaminskaya LA. The study of the calcium and phosphorus metabolism impact on the development of demineralized enamel areas in adolescents. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2021;21(3):216-220. DOI: 10.33925/1683-3031-2021-21-3-216-220.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Современные данные свидетельствуют о том, что распространенность и интенсивность кариеса у детей подросткового возраста по-прежнему остаются высокими [1, 2]. Очаговая деминерализация эмали (ОДЭ) – первое видимое проявление начального кариозного поражения и маркер активного течения кариеса.

Наряду с высокой активностью кариесогенной микрофлоры в полости рта подростков, постоянное потребление легкоусвояемых углеводов в рационе питания способствует увеличению молочнокислого брожения, содержания молочной кислоты и снижению pH в полости рта [3].

Согласно современным данным, наиболее важным среди патогенетических факторов риска возникновения кариесогенной ситуации в полости рта подростка считается нарушение минерализации зубов [4, 5]. Процесс созревания эмали и резистентность твердых тканей зубов во многом определяются минерализующим потенциалом ротовой жидкости [4-7].

Большинство работ по выявлению деминерализации проводилось по содержанию в слюне кальция, фосфатов, а также их соотношению. Изучались функциональные показатели – буферная емкость, pH слюны, скорость слюноотделения. Исследователи отмечают, что уровень гигиены, характер питания и метаболические нарушения в растущем организме отражаются на составе и свойствах слюны [7-10].

Установлен высокий уровень корреляции интенсивности кариеса и скорости слюноотделения у детей 12-13 лет [8]. Выявлено, что недостаток поступления кальция, холекальциферола с пищей в период интенсивного роста и формирования скелета приводит к активному множественному кариесу [8-10].

В связи с этим возможность насыщения слюны минералами обеспечивают эндогенные методы профилактики кариеса, активирующие процессы реминерализации [9].

Особый интерес в патогенезе кариеса представляет углубленное изучение ионообменных процессов между ротовой жидкостью и эмалью [9, 10]. С учетом обратимости минеральных нарушений при очаговой деминерализации эмали актуальна оценка основных регуляторов минерального обмена в ранней начальной стадии кариозного процесса.

Известно, что витамин D₃, ПТГ (паратгормон), остеокальцин, костный изофермент щелочной фосфатазы являются маркерами формирования костной ткани, изменение их концентрации в крови отражает метаболическую активность остеобластов и одонтобластов [10, 11]. Выявлено, что у детей с активным множественным кариесом снижены показатели остеокальцина и 25-гидроксивитамина D₃ в крови [10].

Учитывая, что эмаль подростков – метаболическая система, где активны процессы реминерализации в связи с минеральным созреванием твердых тканей зубов, воз-

можна оценка состояния минерального обмена с целью выявления, контроля и лечения очаговой деминерализации эмали для оптимальной профилактики кариеса.

Цель исследования – выявить взаимосвязь очаговой деминерализации эмали с состоянием фосфорно-кальциевого обмена у подростков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В клиничко-лабораторном исследовании приняли участие 45 подростков 12-17 лет.

В рамках изучения стоматологического статуса у подростков определяли интенсивность кариеса по индексу КПУ.

С целью изучения уровня интенсивности кариеса у подростков и в соответствии с критериями ВОЗ (1997): средняя интенсивность кариеса (2.7-4.4); высокая интенсивность кариеса (4.4-6.5); очень высокая интенсивность кариеса (6.6 и более), были выделены четыре группы: 1-я группа – КПУ = 3.8; 2-я группа – КПУ = 4.9; 3-я группа – КПУ = 6.8; 4-я группа – КПУ = 0.

При диагностике очаговой деминерализации эмали (ОДЭ) использовали Колор-тест №2 «ВладМиВа» (Россия) для проведения метода витального окрашивания (Аксамит Л.А., 1973) и определяли электропроводность эмали с использованием аппарата «ДентЭст» «Геософт» (Россия) [12].

Минерализующий потенциал смешанной слюны изучали по определению в слюне содержания витамина D₃, паратиреоидного гормона и остеокальцина методом иммуноферментного анализа на анализаторе Personal Lab ADALTIS с использованием готовых наборов реактивов 25-Hydroxy Vitamin D EIA, DRG PTH Intact (EIA-3645) и N-MID Osteocalcin ELISA, для определения активности щелочной фосфатазы (костный, термолabileный изофермент) использовали готовые наборы реактивов «Витал диагностикс» (Санкт-Петербург).

Материалом для исследования служила ротовая жидкость. Сбор слюны осуществляли в дневное время, через три часа после еды путем сплевывания в пробирку после полоскания ротовой полости.

Для обработки полученных данных использовали программы Microsoft Excel и Statistica 6. Корреляционный анализ проведен с использованием критериев Пирсона и Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении интенсивности кариеса по индексу КПУ у обследованных 45 подростков выявлено, что 34 из них имели кариес различной степени тяжести. 1-я группа (КПУ 3.8) включала 12 подростков, 2-я и 3-я группы (КПУ 4.9 и 6.8 соответственно) – по 11 подростков; 4-я группа (КПУ = 0) – 11 подростков. Признаки начального кариеса имели 30 обследованных под-

Таблица 1. Показатели интенсивности, степени деминерализации ОДЭ и биохимические параметры в изучаемых группах

Table 1. Intensity parameters and demineralization degrees of enamel demineralization areas and biochemical parameters in the study groups

Изучаемые показатели Studied parameters	1 группа Group 1	2 группа Group 2	3 группа Group 3	4 группа Group 4
Количество очагов ОДЭ Number of demineralized enamel areas	0,54	2,1*	3,4*	0
Степень деминерализации ЭПТЗ «ДентЭст» Геософт, мКА Demineralization degree, Dental tissue electric testing, mcA, DentEst, Geosoft	2,50 ± 0,05	3,70 ± 0,07*	5,90 ± 0,08*	0
Витамин D₃, ммоль Vitamin D ₃ , mmol	20,1 ± 2,7*	14,6 ± 1,5*	11,9 ± 1,6*	56,3 ± 5,4
Остеокальцин, нг/мл Osteocalcin, ng/ml	3,02 ± 0,05*	2,92 ± 0,08*	2,69 ± 0,08*	5,45 ± 0,87
ПТГ, нг/мл PTH, ng / ml	14,2 ± 2,5*	17,9 ± 2,9*	23,5 ± 3,8*	5,3 ± 1,6
КЩФ МЕ/л Bone alkaline phosphatase, IU/l	20,3 ± 5,3*	14,1 ± 3,8*	9,2 ± 4,7*	59,1 ± 5,0

Таблица 2. Изучаемые показатели ОДЭ и уровень витамина D₃ в смешанной слюне подростковTable 2. The studied parameters of enamel demineralization areas and the level of vitamin D₃ in the mixed saliva of adolescents

ОДЭ (очаговая деминерализация эмали DEA (demineralized enamel areas)	Витамин D ₃ в смешанной слюне / Vitamin D ₃ in mixed saliva			
	1 группа. Средние значения витамина D ₃ Group 1. Average values of vitamin D ₃	2 группа. Низкие значения витамина D ₃ Group 2. Average values of vitamin D ₃	3 группа. Низкие значения витамина D ₃ Group 3. Low values of vitamin D ₃	4 группа. Нормальные значения витамина D ₃ Group 4. Normal values of vitamin D ₃
Интенсивность Intensity	0,54	2,1*	3,4*	0
Степень деминерализации ЭПТЗ «ДентЭст» Геософт, мКА Demineralization degree, Dental tissue electric testing, mcA, DentEst, Geosoft	2,50 ± 0,05	3,70 ± 0,07*	5,90 ± 0,08*	0

Данные представлены в виде $M \pm m$; парное сравнение групп; различия достоверны при $p < 0,05$
 $M \pm m$ describe the data; paired comparison of the groups; differences are significant at $p < 0,05$

рошков. Очаги деминерализации эмали выявлялись на вестибулярной поверхности в пришеечной области зубов верхней и нижней челюсти.

Результаты проведенного клинического и лабораторного исследований представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

Согласно полученным данным, интенсивность очаговой деминерализации эмали зависела от степени активности кариозного процесса у подростков. Среднее количество меловидных очагов у обследованных подростков составило 0,54; 2,1 и 3,4 в 1-й, 2-й, 3-й группах соответственно. Возрастающая интенсивность ОДЭ сопровождалась ростом показателя степени деминерализации меловых пятен ($2,50 \pm 0,05$; $3,70 \pm 0,07$ и $5,90 \pm 0,08$) в изучаемых группах соответственно.

При анализе биохимических параметров выявлены значительные статистически значимые различия. Меньшим клиническим показателям очаговой деминерализации эмали соответствовали большие значения биохимических параметров витамина D₃, остеокальцина и костного изофермента щелочной фосфатазы.

Подростки с выраженной деминерализацией эмали имели самые низкие значения витамина D₃ и костного изофермента щелочной фосфатазы $11,9 \pm 1,6$ и $9,2 \pm 4,7$ соответственно, что практически в два раза ниже

аналогичных у подростков с незначительной интенсивностью ОДЭ – 0,54 (табл. 1). Вместе с тем в изучаемых группах выражен рост уровня паратгормона с увеличением активности начальных кариозных поражений. Компенсаторное выделение ПТГ (паратгормона) при недостаточности витамина D₃ направлено на поддержание кальциевого гомеостаза, а высокая секреция паратгормона возможно отражает деминерализацию эмали.

Сниженные показатели остеокальцина у подростков с очаговой деминерализацией эмали (табл. 1) могут свидетельствовать о недостаточной активности процессов реминерализации ротовой жидкости подростков.

При изучении взаимосвязи показателей уровня витамина D₃ и степени деминерализации очагов начального кариеса, установлена высокая статистически значимая обратная корреляционная связь ($r = -0,94$, $p \leq 0,05$) (рис. 2).

При изучении влияния уровня витамина D₃ в развитии очаговой деминерализации эмали выявлены следующие нарушения равновесия минерального обмена: степень дефицита витамина D₃ в смешанной слюне подростков инициирует очаговую деминерализацию эмали и сопряжена с ее активностью (табл. 2).

Вышеперечисленные показатели отражают низкий минерализующий потенциал слюны подростков, име-

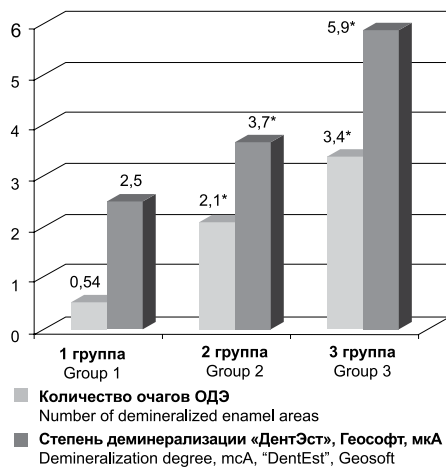


Рис. 1. Показатели интенсивности и степени деминерализации ОДЭ

Fig. 1. Parameters of enamel demineralization intensity and degree

ющих высокую активность кариозного процесса. Изучаемые показатели раскрывают индивидуальные особенности фосфорно-кальциевого обмена у подростков, возможно связанные с гормональной перестройкой в пубертатный период и позволяют планировать конкретную патогенетическую программу кариеспрофилактики.

ВЫВОДЫ

Таким образом клинические проявления очаговой деминерализации эмали у подростков согласуются с биохимическими нарушениями равновесия минерального обмена. Дефицит витамина D₃ является важным патогенетическим фактором метаболических нарушений в развитии кариозного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макарова НЕ, Винниченко ЮА. Очаговая деминерализация эмали. Методы диагностики и лечения. *Стоматология*. 2017;96(4):67-71. <https://doi.org/10.17116/stomat201796467-71>
2. Кривцова ДА, Маслак ЕЕ. Распространенность очаговой деминерализации эмали постоянных зубов у детей в возрасте 7-16 лет. Материалы XXI ежегодного научного форума Стоматология. 2019;98(1):61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44069348>
3. Marsh PD. Dental Biofilms in Health and Disease. *Understanding dental caries*. 2016;1:41-52. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30552-3_5
4. Екимов ЕВ, Солоненко АП, Митяева ТС. Минерализующий потенциал ротовой жидкости при различном течении кариеса зубов у детей. *Институт стоматологии*. 2015;68(3):52-53. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24171087>
5. Екимов Е, Скрипкина Г. Клинико-лабораторные аспекты реминерализующей терапии начального кариеса зубов у детей при различной активности кариозного процесса. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2017;16(3):34-40. Режим доступа: <https://www.detstom.ru/jour/article/view/75/76>
6. Леонтьев ВК, Кисельникова ЛП. Детская терапевтическая стоматология. Национальное руководство. Москва. 2017:950. Режим доступа: <https://medknigaservis.ru/wp-content/uploads/2018/12/Q0008781.pdf>
7. Мак-Дональд Ральф Е, Дейвид Р. Эйвери. Стоматология

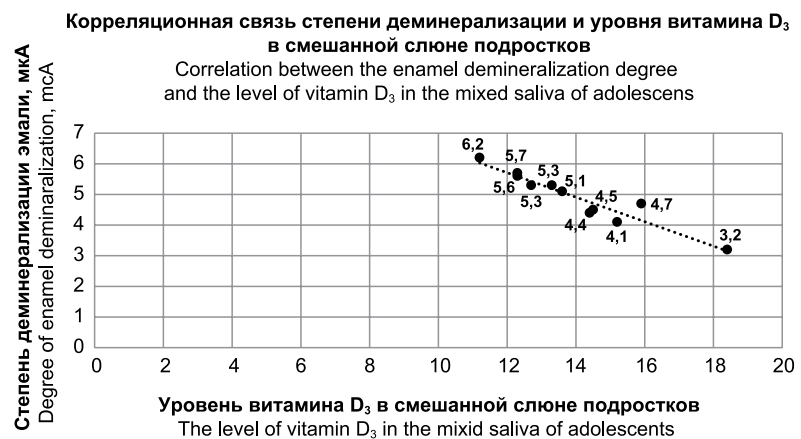


Рис. 2. Биохимические показатели витамина D₃ и степень деминерализации эмали у подростков 3-й группы

Fig. 2. Biochemical parameters of vitamin D₃ and the degree of enamel demineralization in the adolescents of group 3

Подростки с высокой активностью кариеса требуют углубленного первичного осмотра и оценки состояния фосфорно-кальциевого обмена.

В связи с тем что уровень минерализации и динамика созревания твердых тканей зубов во многом определяются содержанием кальция в слюне, можно предположить, что основные регуляторы кальциевого гомеостаза определяют минерализующий потенциал слюны, риск возникновения начальных форм кариеса, возможности управления процессами созревания и реминерализации. Становится актуальным использование маркеров минерального обмена в планировании индивидуальной первичной профилактики кариеса зубов у детей подросткового возраста и оценки ее эффективности.

гия детей и подростков. Книга. 2003:46-63. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5347229/>

8. Садовский ВВ, Новицкая ИК. Результаты изучения корреляционных связей между интенсивностью кариеса и показателями минерализующего потенциала смешанной слюны у детей разного возраста. *Российская стоматология*. 2014;7(2):54-56. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2014/2/downloads/ru/572072-640620150212>

9. Ипполитов ЮА, Плотникова ЯА, Алешина ЕО, Маркина ТВ. Применение минеральных комплексов в эндогенных и экзогенных методах профилактики с целью предупреждения развития первичной деминерализации твердых тканей. *Вестник новых медицинских технологий*. 2016;23(2):164-170. <https://doi.org/10.12737/20443>

10. Милехина СА, Климина ТН. Состояние фосфорно-кальциевого обмена у детей с кариесом. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2014;(3):59-62. Режим доступа: <https://www.tmj-vgm.ru/jour/article/view/662>

11. Стенникова ОВ, Санникова НЕ. Патологические и клинические аспекты дефицита кальция у детей. Принципы его профилактики. *Вопросы современной педиатрии*. 2007;6(4):59-65. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11666036>

12. Леонтьев ВК, Иванова ГГ. Методы исследования в стоматологии. Обзор литературы. Часть III. *Институт стоматологии*. 2014;63(2):88-90. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22133960>

REFERENCES

1. Makarova NE, Vinnichenko YuA. Local enamel demineralization diagnostics and treatment. *Stomatologiya*. 2017;96(4):67-71.
<https://doi.org/10.17116/stomat201796467-71>
2. Krivtsova DA, Maslak EE. The prevalence of focal demineralization of the enamel of permanent teeth in children aged 7-16 years. Materials of the XXI Annual Scientific Forum „Stomatologiya”. 2018;98(1):61. (In Russ.). Available from:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44069348>
3. Marsh PD. Dental Biofilms in Health and Disease. *Understanding dental caries*. 2016;1:41-52.
https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-30552-3_51
4. Ekimov EV, Solonenko AP, Mityaeva TS. Mineralizing potential of oral fluid in different course of dental caries in children. *The Dental Institute*. 2015;68(3): 52-53. (In Russ.). Available from:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24171087>
5. Ekimov EV. Clinical and laboratory aspects of remineralizing therapy of initial caries of teeth in children at various activity of carious process. *Pediatric dentistry and dental profilaxis*. 2017;16(3):34-40. (In Russ.). Available from:
<https://www.detstom.ru/jour/article/view/75/76>
6. Leontiev VK, Kiselnikova LP. Children's therapeutic dentistry. *National leadership*. Moscow. 2017:950. (In Russ.). Available from:
<https://medknigaservis.ru/wp-content/uploads/2018/12/Q0008781.pdf>
7. MacDonald Ralph E, David R. Avery. Dentistry of children and adolescents. Book. 2003:46-63. Available from:
<https://studfile.net/preview/5347229>
8. Sadowski V, Novitskaya IK. The Results of a study of the correlation between intensity of caries and indicators of mineralizing potential of mixed saliva in children of different ages. *Russian stomatology*. 2014;7(2):54-56. (In Russ.). Available from:
https://www.elibrary.ru/author_items.asp?refid=301553069
9. Ippolitov YA, Plotnikov JA, Aleshina EO, Seredin PV. Increase as functions of the oral fluid in endogenous and exogenous methods of prevention in older children, by applying mineral complexes. *Journal of new medical technologies*. 2016;23(2):164-170.
<https://doi.org/10.12737/20443>
10. Milehina SA, Klimkina TN. The condition of the phosphor-calcium exchange at children with caries. *Pacific Medical Journal*. 2014;(3):59-62. (In Russ.). Available from:
<https://www.tmj-vgmu.ru/jour/article/view/662>
11. Stennikova OV, Sannikova NE. Pathophysiological and clinical aspects of the calcium deficit among children. Principles of its prevention. *Current Pediatrics*. 2007;6(4):59-65. (In Russ.). Available from:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11666036>
12. Leontiev VK, Ivanova GG. Research methods in dentistry. Literature review. Part III. *The Dental Institute*. 2014;63(2):88-90. (In Russ.). Available from:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=22133960>

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 09.08.2021

Поступила после рецензирования / Revised 12.10.2021

Принята к публикации / Accepted 20.10.2021

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кисельникова Лариса Петровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской стоматологии Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

E-mail: lpkiselnikova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Алексеева Ирина Александровна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской стоматологии Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова Москва, Российская Федерация

Для переписки: alexeeva.penza@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9409-3046>

Данилова Ирина Георгиевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской биохимии и биофизики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация

E-mail: ig-danilova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6841-1197>

Каминская Людмила Александровна, кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии Уральского государственного медицинского университета, Екатеринбург, Российская Федерация

E-mail: ugma@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9918-1777>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Larisa P. Kiselnikova, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

E-mail: lpkiselnikova@mail.ru, +7-926-528-85-93

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

Corresponding author:

Irina A. Alekseeva, DMD MD, PhD, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

For correspondence: alexeeva.penza@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9409-3046>

Irina G. Danilova, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Medical Biochemistry and Biophysics, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

E-mail: ig-danilova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6841-1197>

Lyudmila A. Kaminskaya, PhD, Associate Professor, Department of Biochemistry, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation

E-mail: ugma@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9918-1777>