

# Исследование полового диморфизма в вопросе созревания эмалевых призм зубов человека микроскопическими методами

В.Д. Вагнер<sup>1</sup>, В.П. Конев<sup>2</sup>, А.С. Коршунов<sup>2</sup>, К.Н. Курятников<sup>2</sup>, А.П. Скурихина<sup>2</sup>, А.А. Бондарь<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Омский государственный медицинский университет, Омск, Российская Федерация

## Резюме

**Актуальность.** Исследования последних лет указывают на существенное влияние факторов внутренней среды организма на развитие и созревание твердых тканей зубов человека. Негативное влияние внутренних факторов организма вызывает глубокие нарушения амелогенеза, с формированием незрелой эмали, с гипопластическим фенотипом разной степени выраженности. С усилением акселерационных процессов и сомнеленции в популяции сроки прорезывания зубов у человека стали непредсказуемыми. О прорезывании зубов с локальными или тотальными гипоминерализованными участками известно мало. Цель – сравнить скорость созревания минерального компонента эмали зубов у мужчин и женщин в различные возрастные периоды методами электронной и атомно-силовой микроскопии.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 90 человек женского и мужского пола, в возрастах 15-20, 21-30, 31-40 лет. У всех удаляли 38 ретинированных зубов по медицинским показаниям и анализировали форму, упаковку, 3D-поверхность эмалевых призм с помощью растрового электронного микроскопа Jeol JCM – 5700 и атомно-силового микроскопа NTEGRA Prima по методикам ОмГМУ. Обработка полученных данных проводилась методами вариационной статистики с использованием стандартных пакетов Microsoft Excel 2008, Statistica 12.0.

**Результаты.** Эмалевые призмы у женщин в 15-20, 21-30 лет расположены недостаточно плотно друг к другу, по сравнению с аналогичными возрастными группами мужской группы, что указывает на показатель расстояния между эмалевыми призмами (15-20 лет  $U = 9,3496$ ,  $p = 0,0035$  между мужчинами и женщинами; 21-30 лет  $U = 10,6949$ ,  $p = 0,0018$  между мужчинами и женщинами). В 15-20, 21-30 лет у женщин эмалевые призмы расположены в хаотичном порядке, часто одна 6-гранная или 7-гранная призма больших размеров сдавливает менее зрелую 5-гранную, что придает характерный вид незрелой призме с уродливыми очертаниями в виде различных геометрических фигур. В 31-40 лет у женщин эмалевые призмы располагаются плотнее друг к другу.

**Заключение.** Эмалевые призмы в группе женщин представлены наличием локальных и тотальных гипоминерализованных участков до 30 лет, у мужчин – до 20 лет.

**Ключевые слова:** эмаль, созревание, призмы, атомно-силовая микроскопия, электронная микроскопия

**Для цитирования:** Вагнер ВД, Конев ВП, Коршунов АС, Курятников КН, Скурихина АП, Бондарь АА. Исследование полового диморфизма в вопросе созревания эмалевых призм зубов человека микроскопическими методами. *Пародонтология*. 2021;26(3):223-228. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2021-26-3-223-228>.

## Study of sexual dimorphism in the maturation of human dental enamel prisms by microscopic methods

V.D. Vagner<sup>1</sup>, V.P. Konev<sup>2</sup>, A.S. Korshunov<sup>2</sup>, K.N. Kuryatnikov<sup>2</sup>, A.P. Skurikhina<sup>2</sup>, A.A. Bondar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

## Abstract

**Relevance.** Recent-years research specifies the influence of body internal environmental factors on the development and maturity of hard dental tissues. The negative impact of which causes severe amelogenesis disorder, with the formation of immature enamel, the hypoplastic phenotype of different intensity. The timing of tooth eruption in humans has become unpredictable as the child development accelerates and new orofacial dysplastic phenomena appear or are inherited. Tooth eruption with localized or generalized hypomineralization is little studied. The study aims to compare the rate of dental enamel mineral component maturation in males and females of different ages by electron and atomic force microscopy.

**Materials and methods.** The study involved 90 female and male subjects, aged 15-20, 21-30, 31-40 years. Impacted teeth 38 were extracted on medical grounds in all patients. The study analyzed the shape, packing and the 3D surface of enamel prisms using a Jeol JCM – 5700 scanning electron microscope and an NTEGRA Prima atomic force microscope according to Omsk State Medical University methods. The variation statistics methods processed the received data using standard packages Microsoft Excel 2008, Statistica 12.0.

**Results.** The enamel prisms in females aged 15-20, 21-30 years are not closely spaced, compared to similar ages in the male group, as indicated by the distance between enamel prisms (15-20 years  $U = 9.3496$ ,  $p = 0.0035$  between males and females; 21-30 years  $U = 10.6949$ ,  $p = 0.0018$  between males and females). In women aged 15-20 and 21-30 years, the

enamel prisms are chaotically organized: a 6-sided or 7-sided prism of larger size often squeezes a less mature 5-sided prism, providing the characteristic appearance of an immature prism with ugly outlines in various geometric shapes. In 31-40-year-old women, the enamel prisms are more densely spaced.

**Conclusion.** There are local and total hypomineralised areas of the enamel prisms in females under 30 years old and in males under 20 years old.

**Key words:** enamel, maturation, prisms, atomic force microscopy, electron microscopy

**For citation:** Vagner VD, Konev VP, Korshunov AS, Kuryatnikov KN, Skurikhina AP, Bondar AA. Study of sexual dimorphism in the maturation of human dental enamel prisms by microscopic methods. *Parodontologiya*. 2021;26(3):223-228. (in Russ.) <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2021-26-3-223-228>.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Вопрос о скорости созревания и минерализации твердых тканей зубов человека вызывает много дискуссий [1]. Недостаточно информации о влиянии соматических заболеваний и фоновых состояний на физические и биохимические параметры твердых тканей зубов [1, 2]. Известно, что скорость биофизических и биохимических процессов в эмали определяется питанием, образом жизни, экологическими факторами, которые изолированно или совместно оказывают влияние на развитие, созревание и минерализацию [3].

Из отечественной и зарубежной литературы мы знаем, что после прорезывания основной каркас коронковой части зуба сформирован, минерализации подвергается только поверхностный слой эмали [1, 4]. Сложные физико-химические процессы в твердых тканях происходят в более ранние сроки, когда зуб не контактировал с ротовой жидкостью, а развитие и созревание эмали находится под влиянием факторов внутренней среды организма, агрессивное воздействие из внешней среды на структуру крайне затруднено и сомнительно [5]. Внутренние факторы (соматический статус, явление акселерации и сомнеленции молодых людей) в современных условиях изменяют условия для формирования, прорезывания временных и постоянных зубов, влекут за собой перестройку всего зубочелюстного аппарата [6, 7]. С усилением акселерационных процессов и сомнеленции в популяции сроки прорезывания зубов у человека стали не предсказуемыми. О прорезывании зубов с локальными или тотальными гипоминерализованными участками известно мало [8]. Можно предположить, что незрелые зубы остаются в толще костной ткани до полного созревания минерального компонента, когда органический матрикс изменяет пространственную ориентацию эмалевых призм, и они становятся плотно упакованные относительно друг друга [1, 9-11].

Негативное влияние внутренних факторов организма вызывает глубокие нарушения амелогенеза, с формированием незрелой эмали, с гипопластическим фенотипом разной степени выраженности [1, 8].

Общеизвестно, что в стоматологии недостаточно сведений о характере созревания эмали зубов в норме, при патологических заболеваниях и состояниях. Морфологическая структура эмали определяется соматическим статусом, степенью прорезывания, от влияния которых зависит зрелость всего зуба. Количественные и качественные перестройки в структуре минерального компонента эмали зубов происходят до прорезывания, плотности упаковки и ориентация которого определяется скоростью резорбции органического матрикса и призматических оболочек [11, 12].

В молодом возрасте морфологическая структура постоянных зубов отличается низкой зрелостью, что проявляется наличием выраженной рельефностью коронковой части. Микропоры на поверхности незрелых зубов обна-

руживаются в большом количестве. С возрастом наблюдается гомогенизация структуры эмали, что проявляется снижением ее пористости [13]. Призматические структуры становятся упорядоченными, головки призм выступают или лежат на одном уровне с эмалью, что в поле зрения светового или электронного микроскопа придает ячеистый вид. Исследователи отмечают, что по мере созревания с возрастом происходит сужение межкристаллических пространств. Вследствие происходящих изменений уменьшается вариабельность структуры [1, 11-15].

В этой связи исследование новых механизмов развития и созревания эмали зубов человека в нормальных и неблагоприятных условиях внутренней среды организма весьма необходимы и востребованы для фундаментальной и прикладной стоматологии.

**Цель исследования** – сравнить скорость созревания минерального компонента эмали зубов у мужчин и женщин в различные возрастные периоды методами электронной и атомно-силовой микроскопии.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 90 человек, разделенные на группу женского пола в количестве 45 человек и исследованную группу, составили лица мужского пола в количестве 45 человек, в возрастах 15-20, 21-30, 31-40 лет, находящиеся на диспансерном наблюдении в период с 2018 по 2021 года в отделении стоматологии общей практики БУЗ Омской области «Городская клиническая стоматологическая поликлиника № 1» (зав. отделением Коршунов А. С.). В указанный период у обследованных в стоматологической клинике измеряли количество и длину (по рентгеновскому снимку) корней, количество бугров. Забор интактных зубов 38 проводился по ортопедическим и ортодонтическим показаниям, при возникновении воспалительного процесса при затрудненном прорезывании. После удаления зубы моментально фиксировали в 10% формалине. Подготовка шлифов образцов зубов 38 для атомно-силовой и электронной микроскопии проводилась механической обработкой эмали, с помощью контрольно-измерительного прибора, для высокоточного измерения глубины тканей удаленных зубов (Патент РФ №2702903 от 14.03.2018; Патент РФ №2729195 от 03.06.2019). Точность измерения глубины шлифования на каждом этапе механической обработки составила 0,1 мм.

Методика механической подготовки заключалась в последовательной обработке препаратов зубов шлифовальными и полировальными кругами до поверхностного и эмалево-дентинного слоев, в зависимости от искомых целей исследования. Обязательным условием успеха экспериментального исследования является соблюдение временного интервала шлифования и полирования, бесперебойного охлаждения образцов дистиллированной водой.

Методика химической подготовки заключалась в дозированном протравливании поверхности препарата 37% ортофосфорной кислотой  $H_3PO_4$  в течение 2 секунд. Обязательным условием данного этапа исследования является соблюдение временного интервала протравливания, своевременное удаление кислоты с помощью дистиллированной воды и высушивание с использованием горелки ГП при температуре 36 °С. Последовательное и точное выполнение всех этапов механической и химической обработки поверхности образцов эмали зубов, обеспечивает подготовку шлифа 14 класса чистоты с ровной, гладкой, параллельной поверхностью, необходимой для атомно-силовой микроскопии.

Ультраструктуру эмали зубов исследовали с использованием сканирующего зондового микроскопа NTEGRA Prima, растрового электронного микроскопа Jeol JCM – 5700. Компьютерную обработку образцов АСМ-изображения осуществляли в программе Image Analysis NT-MDT. В результате анализировали форму, поверхность, плотность упаковки, расстояние между эмалевыми призмами зубов 38.

Статистический анализ полученных данных проводили методами непараметрической вариационной статистики (Mann-Whitney U test, chi-squared test) с использованием стандартного пакета Statistica 12.0.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОмГМУ Министерства здравоохранения РФ (выписка из протокола №113 от 26.11.2019).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование количества корней зубов 38 имеет важную диагностическую ценность и указывает на сформированность всего зуба (табл. 1). В наших наблюдениях корневая и коронковая системы в группе женщин отличаются большей вариабельностью. В 15-20 лет зубы являются трехкорневыми (80%) или двухкорневыми (10%), сращены между собой (80%), с извилистой аномальной формой строения (60%), количество бугров от 4 (70%) до 5 (20%). В 21-30 лет у женщин изменчивость макроскопической структуры выражена значительно. Зубы в 21-30 лет трехкорневые (60%) или двухкорневые (30%), сращены между собой (40%), с извилистой формой строения (50%), искривления частые (70%), количество бугров от 4 (80%) до 5 (10%). В 31-40 лет у женщин изменчивость по данному признаку минимальна, зубы двухкорневые (90%) или однокорневые (10%), сращения между собой в незначительном количестве (10%), искривления не частые (10%), количество бугров от 4 (40%) до 5 (60%).

В группе мужчин наиболее вариабельные и незрелые зубы встречаются в 15-20 лет. Зубы в указанном возрастном периоде двухкорневые (70%) или трехкорневые (20%), сращены между собой (50%), с извилистой формой строения (60%), искривления частые (80%), количество бугров от 3 (60%) до 4 (40%). В 21-30, 31-40 лет отличий в строении коронковой и корневой систем у мужчин мы не обнаружили.

Эмалевые призмы в группе мужчин характеризуются правильной, упорядоченной формой с 5-гранными,

Таблица 1. Макроскопическое строение коронковой и корневой частей исследованных зубов у обследованных лиц  
Table 1. Crown and root macroscopic structure of the studied teeth

Показатели Parameters	Исследуемая группа (женщины / мужчины) / Studied group (females / males)		
	15-20 лет / years	21-30 лет / years	31-40 лет / years
Количество корней / Number of roots	3,1 ± 0,3 / 2,3 ± 0,4**	2,8 ± 0,4 / 2,2 ± 0,3**	1,5 ± 0,4* / 2,2 ± 0,3**
Количество бугров / Number of cusps	4,6 ± 0,3 / 3,3 ± 0,5**	4,1 ± 0,3 / 3,5 ± 0,3**	4,6 ± 0,5 / 3,8 ± 0,3
Длина корневой части, мм / Root length, mm	10,4 ± 1,2* / 11,3 ± 1,4	8,9 ± 1,1 / 10,8 ± 1,3**	10,9 ± 0,6 / 10,7 ± 1,5

Статистическая значимость рассчитана \*между возрастными группами; \*\*между мужчинами и женщинами ( $p < 0,05$ )  
The statistical significance is calculated \*between age groups; \*\*between men and women ( $p < 0.05$ )

Таблица 2. Характеристика эмалевых призм методом растровой электронной микроскопии у обследованных лиц  
Table 2. Characteristics of the enamel prisms by scanning electron microscopy

Показатели (%) Parameters (%)	Исследуемая группа (женщины / мужчины) / Studied group (females / males)		
	15-20 лет / years	21-30 лет / years	31-40 лет / years
5-гранные / 5-sided	50 / 30	40 / 10	30 / 5
6-гранные / 6-sided	30 / 40	40 / 50	40 / 35
7-гранные / 7-sided	20 / 30	20 / 40	30 / 60

Таблица 3. Размеры эмалевых призм и их упаковка у обследованных лиц  
Table 3. Dimensions of enamel prisms and their packing

Показатели, нм Parameters, nm	Исследуемая группа (женщины / мужчины) / Studied group (females / males)		
	15-20 лет / years	21-30 лет / years	31-40 лет / years
Длина эмалевых призм Length of the enamel prisms	4,86 ± 0,16 / 5,14 ± 0,21**	4,85 ± 0,13 / 5,23 ± 0,16**	5,81 ± 0,31* / 5,58 ± 0,22
Ширина эмалевых призм Width of the enamel prisms	4,05 ± 0,12 / 4,32 ± 0,12**	4,08 ± 0,17 / 4,45 ± 0,31**	4,67 ± 0,18* / 4,76 ± 0,25
Расстояние между эмалевыми призмами Distance between the enamel prisms	1,18 ± 0,02 / 0,65 ± 0,03**	1,09 ± 0,03 / 0,72 ± 0,02**	0,46 ± 0,06* / 0,53 ± 0,03

Статистическая значимость рассчитана \*между возрастными группами; \*\*между группами с ДСТ и без ДСТ ( $p < 0,05$ )  
The statistical significance is calculated \*between age groups; \*\*between groups with and without CTD ( $p < 0.05$ )

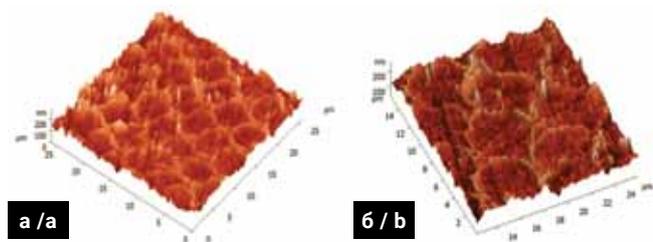


Рис. 1. Рельефность и упаковка эмалевых призм в группе мужчин (а – в 15-20 лет; б – в 21-30 лет) (атомно-силовая микроскопия, 3D-изображение, ув. x100 000)  
Fig. 1. Enamel prism pattern and packing in male groups (a – 15-20 years; b – 21-30 years) (atomic force microscopy, 3D visualization, magnification x 100 000)

6-гранными, 7-гранными фигурами. Стабильная, ровная структура эмалевых призм встречается в 31-40 лет, где доминируют 6-гранные (35-40%) и 7-гранные фигуры (60%). Слабо организованная и вариабельная структура эмалевых призм выявлена в 15-20, 21-30 лет. В 15-20, 21-30 лет недостаточная ориентация, неровная структура эмалевых призм, проявляется преобладанием 5-гранных (15-20 лет – 30%, 21-30 лет – 10%), 6-гранные фигур (15-20 лет – 40%, 21-30 лет – 50%). В 15-20, 21-30 лет 7-гранные фигуры эмалевых призм визуализируются в единичных наблюдениях (15-20 – 30%, 21-30 лет – 40%) (табл. 2).

У женщин эмалевые призмы характеризуются правильной, упорядоченной формой с множественными 6-гранными (40%) и 7-гранными (30%) фигурами в 31-40 лет. В 15-20 лет и 21-30 лет эмалевые призмы слабо упорядочены, встречаются множественные 5-гранные (15-20 лет – 50%; 21-30 лет – 40%), 6-гранные (15-20 лет – 30%; 21-30 лет – 40%), 7-гранные призмы в небольшом количестве или единичные (15-20 лет – 20%; 21-30 лет – 30%).

В 15-20, 21-30 лет у мужчин эмалевые представлены множеством выступов, неровностей, порошков, особенно в возрасте 15-20 лет, где указанные изменения носят тотальный характер поражения. В исследованных группах женщин и мужчин в каждой эмалевой призме визуализируется головка и отросток, границы межпризматического и призматического промежутков четкие, разделены призматической оболочкой различного размера. Эмалевые призмы у женщин отличаются недостаточным уровнем зрелости до 30 лет, в группе мужчин низкий уровень зрелости преобладает до 20 лет. Выявленные морфологические изменения структуры эмали зубов в молодом возрасте у мужчин и женщин не мешают правильному и гармоничному росту в более позднем постнатальном периоде онтогенеза (рис. 1).

Эмаль зуба человека у женщин во всех возрастах представлена мелкими призмами, величина которых достоверно увеличивается с возрастом и максимальна в 31-40 лет ( $\chi^2 = 8,21$ ,  $p = 0,0178$  относительно группы 15-20 лет) (табл. 3).

Полиморфизм эмалевых призм по величине можно обнаружить во всех возрастах у женщин, чаще выражен в 15-20 лет ( $\chi^2 = 8,35$ ,  $p = 0,0153$  относительно группы 31-40 лет) и 21-30 лет ( $\chi^2 = 8,99$ ,  $p = 0,0121$  относительно группы 31-40 лет), где эмалевые призмы с мелкими размерами имеют множественный характер (рис. 2).

Эмалевые призмы у женщин в 15-20, 21-30 лет расположены недостаточно плотно друг к другу, по сравне-

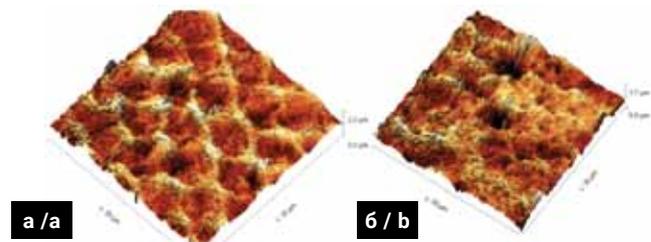


Рис. 2. Рельефность и упаковка эмалевых призм в группе женщин (а – в 15-20 лет; б – в 21-30 лет) (атомно-силовая микроскопия, 3D-изображение, ув. x100 000)  
Fig. 2. Enamel prism pattern and packing in female groups (a – 15-20 years; b – 21-30 years) (atomic force microscopy, 3D visualization, magnification x100 000)

нию с аналогичными возрастными мужской группы, что указывает показатель расстояния между эмалевыми призмами (15-20 лет  $U = 9,3496$ ,  $p = 0,0035$  между мужчинами и женщинами; 21-30 лет  $U = 10,6949$ ,  $p = 0,0018$  между мужчинами и женщинами). В 15-20, 21-30 лет у женщин эмалевые призмы расположены в хаотичном порядке, часто одна 6-гранная или 7-гранная призма больших размеров сдавливает менее зрелую 5-гранную, что придает характерный вид незрелой призме с уродливыми очертаниями в виде различных геометрических фигур. В 31-40 лет у женщин эмалевые призмы располагаются плотнее друг к другу, прослеживается их четкий рисунок, с минимальным количеством уродливых форм, что связано с большим содержанием 7-гранных зрелых призм, которые равноправно борются за удобное местоположение для дальнейшего развития и созревания, что придает вид «рыбьей» чешуи в поле зрения атомно-силового микроскопа. Две зрелые эмалевые 7-гранные призмы пытаются выдвинуть друг друга, в результате одна призма занимает положение под второй, и она очень плотно прилегает к ее поверхности.

В аналогичной ситуации 5-гранная незрелая эмалевая призма изменяет свою форму из-за высокого содержания органического матрикса и гипоминерализованных участков под ростом и давлением зрелой 6-гранной или 7-гранной призмы. Следовательно, можно утверждать, что эмалевые призмы у женщин отличаются низкой скоростью созревания относительно мужчин.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эмалевые призмы в группе женщин представлены наличием локальных и тотальных гипоминерализованных участков до 30 лет, у мужчин до 20 лет. Проведенное исследование подтверждает предположение ряда зарубежных исследователей о разном характере созревания эмалевых призм в пределах одного зуба. Установлено, что более зрелые 6-гранные и 7-гранные эмалевые призмы, изменяют форму менее зрелых 5-гранных. У женщин преобладание 5-гранных эмалевых призм до 30 лет приводит к наличию тотальных гипоминерализованных участков, которые в конечном итоге приобретают уродливые очертания и созревают в более неблагоприятных и экстремальных для себя условиях. Вопрос о возможном дальнейшем созревании 5-гранных эмалевых призм в экстремальных условиях требует проведения дальнейших и углубленных экспериментальных исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршунов АС, Конев ВП, Московский СН, Серов ДО, Марковский СО, Вавакин ВЮ. Взаимоотношение минерального и органического матрикса эмали ретинирован-

ных зубов при дисплазии соединительной ткани. *Практическая медицина*. 2017;7(108):152-155. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29937039>

2. Мандра ЮВ, Легких АВ, Киселева ДВ. Морфоструктура, микрорельеф, качественный и количественный состав поверхности зубов при ранней стадии повышенной стираемости. *Проблемы стоматологии*. 2016;2(12):30-35. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=26324569>

3. Позовская ЕВ. Вариативная изменчивость зубочелюстной системы человека. Современные проблемы науки и образования. 2018;4:242. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36345074>

4. Akasapu A, Hegde U, Murthy PS. Enamel Surface Morphology: An Ultrastructural Comparative Study of Anterior and Posterior Permanent Teeth. *J Microsc Ultrastruct*. 2018;6(3):160-164. doi: 10.4103/JMAU.JMAU\_27\_18

5. Антонова ИН, Гончаров ВД, Кипчук АВ, Боброва ЕА. Особенности морфологического строения неорганической составляющей эмали и дентина зуба человека на наноуровне. *Морфология*. 2014;5(146):52-56. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307557>

6. Sabel N. Enamel of primary teeth-morphological and chemical aspects. *Swed Dent J Suppl*. 2012;222:1-77. Available from: file:///C:/Users/irakn/Downloads/NinaSabelThesis-120125NEW-03.pdf

7. Дистель ВА, Сунцов ВГ, Худорошков ЮГ. Эволюционные и генетические аспекты формирования зубочелюстной системы. *Омск*. 2005. 70 с. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19491922>

8. Patel A, Aghababaie S, Parekh S. Hypomineralisation or hypoplasia? *Br Dent J*. 2019;227(8):683-686. doi: 10.1038/s41415-019-0782-9

9. Конев ВП, Шестель ИЛ, Коршунов АС, Московский СН, Копылова ЮЮ, Лосев АС, Давлеткильдеев НА. Взаимоотношение органического матрикса и

минерального компонента в костях и эмали зубов при дисплазии соединительной ткани. *Сибирский медицинский журнал* (г. Томск). 2011;3-2(26):77-80. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16903680>

10. Risnes S, Li C. Aspects of the final phase of enamel formation as evidenced by observations of superficial enamel of human third molars using scanning electron microscopy. *Archives of Oral Biology*. 2018;86:72-79. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.11.008

11. Антонова ИН, Гончаров ВД, Кипчук АВ, Боброва ЕА. Опыт исследования твердых тканей зуба с помощью атомно-силовой микроскопии. *Стоматология*. 2014;4(93):11-14. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22414591>

12. Леонтьев ВК. Эмаль зубов как биокрибернетическая система. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2016. 72 с.

13. Мандра ЮВ, Легких АВ, Киселева ДВ, Светлакова ЕН. Способ оценки морфологии микрорельефа поверхности зуба с качественным измерением степени минерализации твердых тканей зубов методом рамановской спектроскопии. *Медицинская наука и образование Урала*. 2015;4(84):59-63. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=25117776>

14. Ippolitov Yu, Ippolitov I, Seredin P. Morphology of the human dental enamel. *Indian Journal of Dentistry*. 2014;5:135-139. doi:10.1016/j.ijid.2014.03.004

15. Monalisa W, Kokila G, Sharma HD, Gopinathan PA, Singh OM, Kumaraswamy S. Sexual dimorphism of enamel area, coronal dentin area, bicervical diameter and dentin-enamel junction scallop area in longitudinal ground section. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2018;3(22):423-429. doi:10.4103/jomfp.JOMFP\_182\_18

## REFERENCES

1. Korshunov AS, Konev VP, Moskovskiy SN, Serov DO, Markovskiy SO, Vavakin VYu. Interrelation of organic and mineral matrix of enamel of retained teeth with connective tissue's dysplasia. *Prakticheskaja medicina*. 2017;7(108):152-155. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29937039>

2. Mandra YV, Legkih AV, Kiseleva DV. Morphology, microstructure, microrelief, qualitative and quantitative composition of the teeth surface with early attrition. *Problemy stomatologii*. 2016;2(12):30-35. (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=26324569>

3. Pozovskaya EV. Variability of dentoalveolar system of man. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2018;4:242. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36345074>

4. Akasapu A, Hegde U, Murthy PS. Enamel Surface Morphology: An Ultrastructural Comparative Study of Anterior and Posterior Permanent Teeth. *J Microsc Ultrastruct*. 2018;6(3):160-164. doi: 10.4103/JMAU.JMAU\_27\_18

5. Antonova IN, Goncharov VD, Kipchuk AV, Bobrova YeA. Peculiarities of the morphological structure of the inorganic component of human dental enamel and dentin at nano-level. *Morfologiya*. 2014;5(146):52-56. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307557>

6. Sabel N. Enamel of primary teeth-morphological and chemical aspects. *Swed Dent J Suppl*. 2012;222:1-77. Available from: file:///C:/Users/irakn/Downloads/NinaSabelThesis-120125NEW-03.pdf

7. Distel VA, Sunstov VG, Khudoroshkov YuG. Evolyutsionnye i geneticheskie aspekty formirovaniya zubocheljustnoy sistemy. *Omsk*. 2005. 70 p. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19491922>

8. Patel A, Aghababaie S, Parekh S. Hypomineralisation

or hypoplasia? *Br Dent J*. 2019;227(8):683-686.

doi: 10.1038/s41415-019-0782-9

9. Konev VP, Shestel IL, Korshunov AS, Moskovskiy SN, Kopylova JuJu, Losev AS, Davletkildeev NA. Mutual relation of the organic matrix and mineral component in bones and the enamel of teeth in dysplasia of the connective tissue. *Sibirskij medicinskij zhurnal* (g. Tomsk). 2011;3-2(26):77-80. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16903680>

10. Risnes S, Li C. Aspects of the final phase of enamel formation as evidenced by observations of superficial enamel of human third molars using scanning electron microscopy. *Archives of Oral Biology*. 2018;86:72-79. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.11.008

11. Antonova IN, Goncharov VD, Kipchuk AV, Bobrova EA. Evaluation of dental hard tissues by means of atomic force microscopy. *Stomatologiya*. 2014;4(93):11-14. Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22414591>

12. Leont'ev VK. Emal zubov kak biokiberneticheskaya sistema. Moscow: GEOTAR-Media. 2016. 72 p. (In Russ.).

13. Mandra YV, Legkih AV, Kiseleva DV, Svetlakova EN. Comparative assessment of hard dental tissues mineralization degree by raman spectroscopy technique. *Medicinskaja nauka i obrazovanie Urala*. 2015;4(84):59-63. Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=25117776>

14. Ippolitov Yu, Ippolitov I, Seredin P. Morphology of the human dental enamel. *Indian Journal of Dentistry*. 2014;5:135-139. doi:10.1016/j.ijid.2014.03.004

15. Monalisa W, Kokila G, Sharma HD, Gopinathan PA, Singh OM, Kumaraswamy S. Sexual dimorphism of enamel area, coronal dentin area, bicervical diameter and dentin-enamel junction scallop area in longitudinal ground section. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2018;3(22):423-429. doi:10.4103/jomfp.JOMFP\_182\_18

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Вагнер Владимир Давыдович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом организации стоматологической службы, лицензирования и аккредитации Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

E-mail: vagnerstar@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0293-6940>

**Конев Владимир Павлович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры судебной медицины, правоведения Омского государственного медицинского университета, Омск, Российская Федерация

E-mail: konevvp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5549-6897>

**Коршунов Андрей Сергеевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры стоматологии ДПО Омского государственного медицинского университета, Омск, Российская Федерация

E-mail: andrei\_k\_180588@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7002-2307>

**Автор, ответственный за связь с редакцией Курятников Кирилл Николаевич**, ассистент кафедры стоматологии ДПО Омского государственного медицинского университета, Омск, Российская Федерация

Для переписки: [kuryatnikov-kn@mail.ru](mailto:kuryatnikov-kn@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4520-7403>

**Скурихина Анна Павловна**, студентка 4 курса стоматологического факультета Омского государственного медицинского университета, Омск, Российская Федерация

E-mail: [annaskurikhina2000@gmail.com](mailto:annaskurikhina2000@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3026-6857>

**Бондарь Александр Александрович**, студент 4 курса стоматологического факультета Омского государственного медицинского университета, Омск, Российская Федерация

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8596-7509>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir D. Vagner**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Unit of the Dental Service Organization, Licensing and Accreditation, Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

E-mail: vagnerstar@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0293-6940>

**Vladimir P. Konev**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of Forensic Medicine and Law, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

E-mail: konevvp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5549-6897>

**Andrey S. Korshunov**, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of Dentistry, Continuing Medical Education, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

E-mail: andrei\_k\_180588@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7002-2307>

**Corresponding author:**

**Kirill N. Kuryatnikov**, Assistant Professor, Department of Dentistry, Continuing Medical Education, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

For correspondence: [kuryatnikov-kn@mail.ru](mailto:kuryatnikov-kn@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4520-7403>

**Anna P. Skurikhina**, 4<sup>th</sup>-year dental student, School of Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

E-mail: [annaskurikhina2000@gmail.com](mailto:annaskurikhina2000@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3026-6857>

**Alexander A. Bondar**, 4<sup>th</sup>-year dental student, School of Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8596-7509>

**Конфликт интересов:**

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

**Conflict of interests:**

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 02.08.2021

Поступила после рецензирования / Revised 03.09.2021

Принята к публикации / Accepted 25.09.2021



**ПАРОДОНТОЛОГИЯ**

Рецензируемый научно-практический журнал, издаётся с 1996 года. Издатель – ПА «РПА», ассоциативный член Европейской Ассоциации Пародонтологов (EFP). Журнал включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК РФ и базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 2,114**

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» **18904**

**СТОМАТОЛОГИЯ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА И ПРОФИЛАКТИКА**

Рецензируемый, включенный в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ, ежеквартальный журнал.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 1,324**

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» **64229**

