

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-146-152

УДК 616.314-002.616.316-008.8:612.313

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛИЗУЮЩИХ СВОЙСТВ СЛЮНЫ ДЕТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РИСКЕ РАЗВИТИЯ КАРИЕСА ЗУБОВ

Тропина А. А.<sup>1</sup>, Мосеева М. В.<sup>2</sup>, Сосулина Л. Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ивановский государственный медицинский университет, г. Иваново, Россия

<sup>2</sup> Ижевская государственная медицинская академия, г. Ижевск, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования.** Изучение реологических и минерализующих свойств слюны у детей ключевых возрастных групп школьного возраста при различном риске развития кариеса зубов (минимальном, умеренном, высоком).

**Цель исследования.** Определить изменения фоновой секреции слюны (ФСС), её поверхностного натяжения (ПНС), минерализующих свойств слюны у детей 12-ти и 15-ти лет в зависимости от степени риска развития кариеса зубов.

**Методология.** Проведено проспективное обследование подростков 12-ти и 15-ти лет, учащихся общеобразовательной школы г. Тейково Ивановской области. Обследование проводилось на основании добровольного информированного согласия.

В комплексном стоматологическом обследовании были исследованы свойства ротовой жидкости у детей при различном риске возникновения кариеса зубов (минимальном, умеренном, высоком): фоновая скорость секреции слюны, поверхностное натяжение слюны, минерализующий и кислотно-щелочной потенциал слюны, резистентность твёрдых тканей зубов.

**Результаты.** Получены данные об уровне фоновой секреции слюны, её вязко-эластических и минерализующих свойствах и их влиянии на резистентность твёрдых тканей зубов у детей ключевых возрастных групп при различном риске возникновения кариеса зубов.

**Выводы.** Фоновая секреция слюны, её поверхностное натяжение и минерализующий потенциал слюны изменяются с возрастом при различном риске возникновения кариеса зубов у детей и коррелируют с резистентностью твёрдых тканей зубов. Воздействие на минерализующие свойства слюны и регулирование её реологических свойств является одним из патогенетических механизмов профилактики кариеса зубов у детей путём повышения резистентности твёрдых тканей зубов.

**Ключевые слова:** характеристика свойств слюны, реологические и минерализующие свойства слюны, риск возникновения кариеса зубов, резистентность твёрдых тканей зуба, физико-химические свойства слюны

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Анна Александровна ТРОПИНА ORCID ID 0000-0002-5411-8915

ассистент кафедры стоматологии №2 Ивановского государственного медицинского университета, г. Иваново, Россия  
anna828282@mail.ru

Марина Владимировна МОСЕЕВА ORCID ID 0000-0001-8009-9781

д.м.н., доцент кафедры стоматологии детского возраста, ортодонтии, профилактики стоматологических заболеваний Ижевской государственной медицинской академии, г. Ижевск, Россия  
marinamoseeva@mail.ru

Людмила Леонидовна СОСУЛИНА ORCID ID 0009-0008-7651-8822

к.м.н., доцент кафедры стоматологии детского возраста, ортодонтии, профилактики стоматологических заболеваний Ижевской государственной медицинской академии, г. Ижевск, Россия  
sosulina.lud@yandex.ru

Адрес для переписки: Марина Владимировна МОСЕЕВА

426034, г. Ижевск, ул. Коммунаров, д. 283

+7 (912)7683618

marinamoseeva@mail.ru

### Образец цитирования:

Тропина А. А., Мосеева М. В., Сосулина Л. Л.

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛИЗУЮЩИХ СВОЙСТВ СЛЮНЫ ДЕТЕЙ ПРИ  
РАЗЛИЧНОМ РИСКЕ РАЗВИТИЯ КАРИЕСА ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2025; 2: 146-152.

© Тропина А. А. и др., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-146-152

Поступила 21.06.2025. Принята к печати 15.07.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-146-152

## **CHARACTERISTICS OF RHEOLOGICAL AND MINERALIZING PROPERTIES OF CHILDREN'S SALIVA DEPENDING ON VARIOUS RISKS OF DENTAL CARIES DEVELOPMENT**

**Tropina A.A.<sup>1</sup>, Moseeva M.V.<sup>2</sup>, Sosulina L.L.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia*

<sup>2</sup> *Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia*

### **Abstract**

**Subject.** Study of the rheological and mineralizing properties of saliva in key groups of school-age children (12 and 15-years-old) with different risks of dental caries development (minimal, moderate, high).

**Objective.** To determine changes in unstimulated salivary secretion (USS), its surface tension (STS), and mineralizing properties of saliva in children aged 12 and 15 years, depending on the degree of risk for dental caries development.

**Methodology.** Based on voluntary informed consent, a prospective examination of 12- and 15-year-old students of a comprehensive school in Teikovo, Ivanovo Region, was investigated. The comprehensive dental examination included an analysis of oral fluid properties in children with varying risks of dental caries (minimal, moderate, high): unstimulated saliva secretion rate, saliva surface tension, mineralizing potential, acid-base balance of saliva, and resistance of dental hard tissues.

**Results.** Data were obtained on the level of unstimulated saliva secretion, its viscoelastic and mineralizing properties, and their influence on the resistance of dental hard tissues in key age groups of children with varying risks of dental caries development.

**Conclusions.** Unstimulated saliva secretion, its surface tension, and mineralizing potential change with age in children with different risks of dental caries development and correlate with the resistance of dental hard tissues. Influencing the mineralizing properties of saliva and regulating its rheological properties represent one of the pathogenetic mechanisms for preventing dental caries in children by enhancing the resistance of dental hard tissues.

**Keywords:** *characteristics of saliva properties, rheological and mineralizing properties of saliva, risk of dental caries development, resistance of dental hard tissues, physicochemical properties of saliva*

The authors declare no conflict of interest.

**Anna Alexandrovna TROPINA** ORCID ID 0000-0002-5411-8915

Assistant at the Department of Dentistry No. 2, Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia  
anna828282@mail.ru

**Marina Vladimirovna MOSEEVA** ORCID ID 0000-0001-8009-9781

Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry, Orthodontics, Prevention of Dental Diseases, Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia  
marinamoseeva@mail.ru

**Lyudmila Leonidovna SOSULINA** ORCID ID 0009-0008-7651-8822

PhD in Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry, Orthodontics, Prevention of Dental Diseases, Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia  
sosulina.lud@yandex.ru

**Correspondence address: Marina Vladimirovna MOSEEVA**

283 Kommunarov St., Izhevsk, Russia 426034

+7 (912)7683618

mvm-detstom@yandex.ru

### **For citation:**

Tropina A.A., Moseeva M.V., Sosulina L.L.

CHARACTERISTICS OF RHEOLOGICAL AND MINERALIZING PROPERTIES OF CHILDREN'S SALIVA DEPENDING ON VARIOUS RISKS OF DENTAL CARIES DEVELOPMENT. *Actual problems in dentistry*. 2025; 2: 146-152. (In Russ.)

© Tropina A.A. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-146-152

Received 21.06.2025. Accepted 15.07.2025

Известно, что состояние органов и тканей полости рта, развитие основных стоматологических заболеваний, в частности, кариеса, зависит от состава и свойств ротовой жидкости [1–6].

В настоящее время одним из главных звеньев в патогенезе кариеса зубов является ряд изменений в системе, объединяющей слюну, мягкий зубной налёт и эмаль. Результатом нарушений в этой патогенетической вертикали являются изменения в процессах минерализации, образования очагов деминерализации и дефектов эмали [7, 8].

Свойства ротовой жидкости обуславливают скорость прохождения ряда веществ, например, ионов кальция и фосфора в эмаль зуба, также происходят процессы налётообразования, нейтрализации органических кислот на поверхности эмали, создания оптимальных условий для созревания эмали зубов после их прорезывания [3, 4, 9].

Состав слюны зависит от ряда общих и местных факторов. В частности, от скорости секреции слюны, функционального состояния слюнных желез, наличия соматической патологии и иммунобиологического состояния организма [6, 10].

Скорость секреции слюны, её кислотно-щелочной потенциал оказывают влияние на формирование резистентности зубов к кариесу, процессы образования зубного налёта [10, 11].

Безусловно, в зависимости от характеристик слюны будут формироваться различные степени риска возникновения кариеса зубов [12, 13].

Изучение реологических свойств ротовой жидкости, её минерализующего потенциала, резистентности твёрдых тканей зуба при различных сценариях кариесогенной ситуации у детей, поможет разработать комплекс профилактических мероприятий с учётом риска развития кариеса зубов [9, 13].

Особенно это актуально в период пубертатного развития детей, так как наблюдается некоторый дисгормонизм на фоне которого изменяются реологические свойства ротовой жидкости [13].

**Цель работы** — определить изменения реологических свойств слюны и её минерализующего потенциала у детей с различной степенью риска развития кариеса зубов.

#### Материалы и методы

На основании добровольного информированного согласия проведено проспективное исследование, в котором приняли участие 273 ребёнка 12-летнего возраста и 204 подростка 15-ти лет — учащихся общеобразовательной школы г. Тейково Ивановской области. Выбор возрастной группы, согласно критериям ВОЗ, обусловлен тем, что указанные годы жизни ребенка традиционно рассматриваются в педиатрии как критические периоды онтогенеза [13–15].

Реологические свойства слюны определяли по фоновой секреции слюны (ФСС) [13], поверхностному натяжению слюны (ПНС) [13].

Также в слюне были определены содержание кальция в слюне [13] и фосфора [13], минерализующий потенциал слюны (МПС) [13], pH слюны [13], активность лизоцима слюны [15].

В качестве показателей кариесрезистентности эмали был использован ТЭР-тест Окушко В. Р. (1983) [13], а также показатели электропроводности эмали зубов, определяемой с помощью прибора «ДЕНТ-ЭСТ» (ЗАО «Геософт-Дент, Россия) [17]. Эти показатели определяли на жевательной поверхности первых постоянных моляров в области фиссур, так как эти зубы прорезываются первыми из постоянных зубов и созревание эмали к 12 годам должно быть завершённым.

Обработка полученных данных проводилась с использованием параметрических и непараметрических статистических методов в статистическом пакете GNU R (<http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.html>) [18]. Вычислялись следующие выборочные показатели: доли, средние арифметические (М), медианы (Me), квартили, стандартные отклонения ( $\sigma$ ) и стандартные ошибки (SE).

Проверка гипотезы о равенстве долей в двух независимых группах проводилась на основе критерия хи-квадрат Пирсона в статистическом пакете GNU R с помощью функции `prop.test`, реализованной в библиотеке `stats`.

#### Полученные результаты

Все обследованные дети были разделены на группы с минимальным, умеренным и высоким риском развития кариеса исходя из уровня общего здоровья, степени активности кариеса и активности лизоцима слюны [16, 19].

Дети были разделены по риску развития кариеса и по группам здоровья. Из 273 детей 12 лет в первую группу здоровья вошли 156 детей, из них I степень активности кариеса было отмечена у 79 детей, II степень активности кариеса — у 69 детей и III степень активности кариеса — у 8 пациентов. Во вторую группу здоровья вошли 79 детей: I степень активности кариеса отмечена у 31 детей, II степень активности кариеса — у 35 детей и III степень активности кариеса — у 13 пациентов. В третью группу здоровья вошли 38 детей: I степень активности кариеса отмечена у 2 детей, II степень активности кариеса — у 18 детей и III степень активности кариеса — у 18 пациентов [19].

У детей 12-ти лет с минимальным риском развития кариеса активность лизоцима слюны составила  $46,82 \pm 3,38\%$ , с умеренным риском развития кариеса —  $34,16 \pm 2,70\%$  и с высоким риском развития кариеса —  $28,80 \pm 6,67\%$  [19].

Из 204 детей 15 лет в первую группу здоровья вошли 154 подростка, из них I степень активности кариеса было отмечена у 74 детей, II степень актив-

ности кариеса — у 48 детей и III степень активности кариеса — у 32 пациентов. Во вторую группу здоровья вошли 45 детей: I степень активности кариеса отмечена у 14 детей, II степень активности кариеса — у 21 подростка и III степень активности кариеса — у 10 пациентов. В третью группу здоровья вошли 5 детей: II степень активности кариеса отмечена у 2 детей и III степень активности кариеса — у 3 пациентов [19].

У детей 15-ти лет с минимальным риском развития кариеса активность лизоцима слюны составила  $47,206 \pm 0,05\%$ , с умеренным риском развития кариеса —  $32,19 \pm 0,86\%$  и с высоким риском развития кариеса —  $29,67 \pm 0,07\%$  [19].

Показатели интенсивности кариеса зубов и уровня интенсивности кариеса у детей 12 и 15 лет в зависимости от риска развития кариеса представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Интенсивность кариеса у обследованных детей**

Table 1. Caries Intensity in the Examined Children

Риск развития кариеса	Возраст	КПУ зубов	УИК
Минимальный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$2,76 \pm 0,413$ n = 193	$0,48 \pm 0,0107$ n = 193
	15 ЛЕТ	$3,58 \pm 0,901^*$ n = 89	$0,57 \pm 0,043$ n = 89
Умеренный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$5,70 \pm 0,901^*$ n = 56	$0,54 \pm 0,0162$ n = 56
	15 ЛЕТ	$7,14 \pm 0,4165^*$ n = 71	$0,52 \pm 0,621$ n = 71
Высокий риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$9,83 \pm 0,404^{**}$ n = 24	$0,48 \pm 0,0105$ n = 24
	15 ЛЕТ	$10,24 \pm 0,0121^*$ n = 45	$0,71 \pm 0,723$ n = 45

Примечания: n — число наблюдений; \* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,05$ , \*\* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,01$  по критериям Стьюдента и Вилкоксона

При умеренном риске развития кариеса у детей 12-ти лет интенсивность кариеса зубов превышает аналогичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 2,06 раза ( $p < 0,05$ ).

При высоком риске развития кариеса у детей 12-ти лет интенсивность кариеса зубов превышает аналогичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 3,56 раза ( $p < 0,001$ ).

Уровень интенсивности кариеса (УИК) трактуется как средний при всех степенях активности кариозного процесса у детей 12 лет.

При умеренном риске развития кариеса интенсивность кариеса зубов у детей 15-ти лет превышает ана-

логичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 1,99 раза.

При высоком риске развития кариеса зубов у детей 15-ти лет интенсивность кариеса превышает изучаемый показатель при минимальном риске развития кариеса в 2,86 раза.

Уровень интенсивности кариеса (УИК) рассматривается как средний при минимальном и умеренном риске развития кариеса у детей 15 лет, и высокий при высоком риске развития кариеса [15].

У обследованных групп детей обнаружены изменения реологических свойств слюны в зависимости от степени риска возникновения кариеса зубов и представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Реологические свойства слюны детей 12-ти и 15-ти лет при различном риске развития кариеса зубов**

Table 2. Rheological Properties of Saliva in 12- and 15-Year-Old Children with Different Risks of Dental Caries Development

Риск развития кариеса	Возраст	ФСС, мл/мин	ПНС, мкН/м
Минимальный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$0,63 \pm 0,0092^{**}$ n = 48	$61,696 \pm 2,1127^{**}$ n = 47
	15 ЛЕТ	$0,56 \pm 0,031$ n = 39	$51,98 \pm 1,984$ n = 42
Умеренный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$0,634 \pm 0,0087^{**}$ n = 46	$68,970 \pm 2,1609^{**}$ n = 47
	15 ЛЕТ	$0,606 \pm 0,0235$ n = 45	$42,160 \pm 1,5439^{**}$ n = 42
Высокий риск развития кариеса	12 ЛЕТ	$0,609 \pm 0,0135^{**}$ n = 36	$72,488 \pm 2,68^{**}$ n = 32
	15 ЛЕТ	$0,646 \pm 0,0099^{**}$ n = 53	$41,895 \pm 2,9987^{**}$ n = 54

Примечания: n — число наблюдений; \* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,05$ , \*\* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,01$  по критериям Стьюдента и Вилкоксона

В группе с умеренным риском развития кариеса у детей 12 лет фоновая скорость секреции достоверно не отличается от аналогичного показателя детей с минимальным риском развития кариеса, однако в группе с высоким риском развития кариеса ФСС достоверно ниже на 3,79%. Показатель ПНС детей в группе с умеренным риском развития кариеса достоверно выше на 11,80%, чем в группе детей с минимальным риском развития кариеса, а в группе с высоким риском — ПНС достоверно ( $p < 0,05$ ) выше на 17,49%.

В группе детей 15 лет с умеренным риском возникновения кариеса фоновая скорость секреции слюны достоверно выше этого показателя детей с минимальным риском развития кариеса на 8,21%,

а в группе с высоким уровнем риска развития кариеса ФСС достоверно выше на 15,35%. Поверхностное натяжение слюны детей 15-ти лет в группе с умеренным риском развития кариеса достоверно ниже на 18,89%, чем в группе детей с минимальным риском развития кариеса, а в группе с высоким риском — ПНС достоверно ниже на 19,40%.

Ранее нами установлена взаимосвязь между реологическими свойствами слюны и процессами налётообразования в полости рта [15], а также с изменениями состояния обмена сиалогликопротеинов слюны, полимерные молекулы которых обеспечивают адгезивные и вязкоэластические свойства смешанной слюны и обуславливают поверхностное натяжение слюны, влияя на процессы образования зубного налёта [15, 20].

Процессы налётообразования связаны также с повышением активности фермента агрессии — сиалидазы [15], что ведет к изменению коллоидно-кристаллической структуры фосфорно-кальциевых соединений слюны и нарушает её минерализующие способности [10, 11].

Характеристика минерализующих свойств слюны обследованных групп детей 12 лет и 15 лет представлена в табл. 3–4, соответственно.

Таблица 3

**Характеристика минерализующих показателей слюны детей 12 лет при различном риске развития кариеса**  
*Table 3. Characteristics of Mineralizing Indicators of Saliva in 12-Year-Old Children with Different Risks of Dental Caries*

Показатели	Минимальный риск развития кариеса	Умеренный риск развития кариеса	Высокий риск развития кариеса
рН слюны	6,68 ± 0,076 n = 47	6,57 ± 0,052 n = 49	6,32 ± 0,036* n = 24
Са, ммоль/л	1,57 ± 0,052 n = 46	1,205 ± 0,06* n = 52	1,14 ± 0,04* n = 49
Р, ммоль/л	4,27 ± 0,393 n = 46	4,13 ± 0,412 n = 52	3,94 ± 0,409 n = 49
МПС, баллы	2,765 ± 0,0588 n = 66	2,476 ± 0,0502* n = 68	1,89 ± 0,0473* n = 9

Примечания: n — число наблюдений; \* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,05$ , \*\* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,01$  по критериям Стьюдента и Вилкоксона

У детей 12-ти лет с минимальным и умеренным риском развития кариеса кислотно-щелочной потенциал слюны достоверно не отличается, у детей этой возрастной группы с высоким риском развития кариеса рН слюны смещен в сторону ацидоза на 5,38%.

Уровень кальция слюны у детей с минимальным риском развития кариеса выше на 23,24%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса и на 27,38%, чем у детей с высоким риском развития кариеса [15].

Уровень фосфора слюны у детей с минимальным риском развития кариеса выше на 3,27%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса и на 7,72%, чем у детей с высоким риском развития кариеса.

Показатель МПС у детей с минимальным риском развития кариеса выше на 10,45%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса и на 31,64%, чем у детей с высоким риском развития кариеса.

Таблица 4

**Характеристика минерализующих показателей слюны детей 15 лет при различном риске развития кариеса**  
*Table 4. Characteristics of Mineralizing Indicators of Saliva in 15-Year-Old Children with Different Risks of Dental Caries*

Показатели	Минимальный риск развития кариеса	Умеренный риск развития кариеса	Высокий риск развития кариеса
рН слюны	6,90 ± 0,052 n = 39	6,74 ± 0,044* n = 42	6,58 ± 0,052* n = 41
Са, ммоль/л	1,122 ± 0,035 n = 47	1,01 ± 0,0475 n = 44	0,86 ± 0,0575* n = 48
Р, ммоль/л	4,27 ± 0,39 n = 47	4,12 ± 0,18 n = 44	4,37 ± 0,535 n = 48
МПС, баллы	2,37 ± 0,082 n = 47	2,016 ± 0,1009* n = 44	1,62 ± 0,0503* n = 48

Примечания: n — число наблюдений; \* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,05$ , \*\* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,01$  по критериям Стьюдента и Вилкоксона

У детей 15-ти лет с минимальным риском развития кариеса кислотно-щелочной потенциал слюны достоверно выше на 2,31%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса и на 4,63% выше, чем у детей этой возрастной группы с высоким риском развития кариеса.

Уровень кальция слюны у детей 15-ти лет с минимальным и умеренным риском развития кариеса достоверно не отличается, у детей этой возрастной группы с высоким риском развития кариеса уровень кальция слюны достоверно ниже на 23,35%.

Уровень фосфора слюны у детей с минимальным риском развития кариеса достоверно выше на 3,51%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса, и ниже на 2,34% (различие недостоверно), чем у детей с высоким риском развития кариеса.

Показатель минерализующего потенциала слюны (МПС) у детей с минимальным риском развития кариеса выше на 14,93%, чем у детей с умеренным риском развития кариеса и на 31,64%, чем у детей с высоким риском развития кариеса.

В проведенном исследовании обнаружены взаимосвязи между содержанием кальция слюны и её минерализующим потенциалом (МПС) ( $r_s = 0,712$ ); между ФСС и её минерализующим потенциалом (МПС) у детей 12 лет ( $r_s = 0,422$ ); между содержанием фос-

фора слюны и кислотно-щелочным её потенциалом ( $r_s = 0,475$ ).

Изменения показателей резистентности эмали зубов представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Показатели резистентности эмали зубов детей 12 и 15 лет при различном риске возникновения кариеса**

**Table 5. Indicators of Enamel Resistance in Teeth of 12- and 15-Year-Old Children with Different Risks of Dental Caries Development**

Риск развития кариеса	возраст	ТЭР тест, %	Электропроводность эмали (ЭПЭ), мкА
Минимальный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	52,429 ± 0,8165 n = 120	16,042 ± 2,1097 n = 24
	15 ЛЕТ	50,87 ± 1,9794 n = 23	12,750 ± 1,7878 n = 60
Умеренный риск развития кариеса	12 ЛЕТ	53,33 ± 1,043 n = 78	18,750 ± 1,7878 N = 60
	15 ЛЕТ	51,96 ± 1,040 n = 71	20,569 ± 1,0787* n = 144
Высокий риск развития кариеса	12 ЛЕТ	54,464 ± 1,2721 n = 24	20,165 ± 1,4017* n = 79
	15 ЛЕТ	54,464 ± 1,2721 n = 44	24,265 ± 1,84* n = 64

Примечания: n — число наблюдений; \* — достоверные изменения по отношению к группе с минимальным риском развития кариеса на уровне значимости  $p < 0,05$  по критериям Стьюдента и Вилкоксона

ТЭР-тест не имеет достоверных отличий при различном риске возникновения кариеса у детей обследованных возрастных категорий.

Электропроводность эмали зубов обнаружила значимые различия в зависимости от риска возникновения кариеса зубов. Отклонение от абсолютного нуля показателя электропроводности эмали является доказательством её незаконченной минерализации либо происходящих в ней процессов деминерализации [8, 16].

Зафиксировано увеличение числовых значений ЭПЭ при высоком и умеренном риске возникновения кариеса у детей 12-ти и 15-ти лет. ЭПЭ при умеренном риске развития кариеса у детей 12-ти лет превышает аналогичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 1,16 раза.

ЭПЭ при высоком риске развития кариеса у детей 12-ти лет превышает аналогичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 1,25 раз.

У детей 15-ти лет при умеренном риске развития кариеса ЭПЭ превышает аналогичный показатель при минимальном риске развития кариеса в 1,61 раза, а при высоком риске развития кариозного процесса — в 1,903 раза.

В проведенном исследовании обнаружены взаимосвязи между содержанием кальция слюны и ЭПЭ

( $r_s = 0,545$ ); между содержанием фосфора слюны и ЭПЭ ( $r_s = 0,486$ ).

Таким образом, при нарастании риска развития кариеса отмечается некоторое снижение фоновой секреции слюны при одновременном увеличении её поверхностного натяжения. У детей 12-ти лет при высоком риске развития кариеса зубов снижается объем выделенной слюны с одновременным увеличением вязкости ротовой жидкости. Это, как правило, снижает буферные и омывающие свойства слюны и ухудшает динамическое равновесие процессов ре- и деминерализации эмали зубов [13].

В группе 15-летних детей, которые находятся в середине пубертатного периода развития и отличаются от 12-летних иной картиной дисгормоногенеза, с нарастанием риска развития кариеса зубов ФСС достоверно увеличивается. Но при этом наблюдается также достоверное снижение показателей вязкости слюны (ПНС). Такое сочетание реологических показателей ротовой жидкости характерно для взрослых. То есть, у 15-летних детей система гомеостаза полости рта постепенно формируется/выстраивается, усиливая буферные и омывающие свойства для компенсации негативного влияния кариесогенных факторов [13].

Данные о содержании кальция и фосфора в слюне при начальных стадиях развития кариеса, представленные в литературе, противоречивы.

В нашем исследовании отмечено снижение этих показателей при высоком риске возникновения кариеса у детей 12-ти и 15-ти лет, что подтверждается исследованиями ряда других авторов [10, 11, 13].

Уровень кислотно-щелочного баланса регулирует степень насыщенности слюны ионами кальция и фосфатов. Содержание ионов кальция и фосфата достигает оптимального уровня при  $pH = 6,26$  [11].

А при  $pH$  слюны 6,5 и ниже по данным ряда авторов [1, 11] содержание кальция в ротовой жидкости снижается и ухудшаются её реминерализующие свойства. В нашем исследовании отмечены такие изменения в слюне у детей 12 лет при умеренном и высоком рисках развития кариеса (табл. 3) и 15 лет при высоком риске развития кариеса (табл. 4).

При нарастании риска возникновения кариеса количество ионов фосфата снижается, что, вероятно, связано с интенсивным поглощением фосфатов микро-организмами для синтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Это является неблагоприятным прогностическим критерием, так как фосфаты — мощная буферная система слюны, и при их снижении отмечается сдвиг кислотно-щелочного потенциала в сторону ацидоза [10, 11].

То есть, у детей 12-ти лет за счёт изменённых реологических и минерализующих свойств смешанной слюны велик риск развития кариеса зубов или неполноценной минерализации эмали недавно прорезавшихся зубов (премоляров и вторых моляров), которые проходят этап «созревания эмали» [8, 17].

Это обуславливает необходимость проведения профилактических мероприятий в этой возрастной группе, направленных на создание оптимальных условий минерализации твердых тканей зубов [7].

Важность их проведения у детей 12-ти лет обусловлена тем, что в этот возрастной период закладываются

основы кариесрезистентности и стоматологического здоровья взрослого человека [13].

Так как в возрасте 15-ти лет реологические и минерализующие свойства слюны менее лабильны, что снижает эффективность профилактических мероприятий.

## Литература/References

1. Зырянов Б.Н. Состав и свойства слюны в механизмах развития кариеса зубов при адаптации детей школьного возраста коренного и пришлого населения на Крайнем Севере. *Эндодонтия Today*. 2023;21(2):103-109. [Zyryanov B.N. Composition and properties of saliva in the mechanisms of dental caries development during the adaptation of school-age children of the indigenous and immigrant population in the Far North. *Endodontics Today*. 2023;21(2):103-109. (In Russ.).] <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2023-21-2-103-109>
2. Леонтьев В.К., Пятаева А.Н., Скрипкина Г.И., Адкина Г.В. Влияние состава и свойств ротовой жидкости на энергетическое взаимодействие в системе эмаль-слюна В: *Инновационные технологии в стоматологии, посвященного 60-летию стоматологического факультета Омского государственного медицинского университета: Материалы XXIV Международного юбилейного симпозиума*; Омск; 24–25 ноября 2017 года. Омск: Омский государственный медицинский университет; 2017. С. 240-243. [Leontiev V.K., Pitaeva A.N., Skripkina G.I., Adkina G.V. The influence of the composition and properties of oral fluid on the energy interaction in the enamel-saliva system In: *Innovative technologies in dentistry, dedicated to the 60th anniversary of the Faculty of Dentistry of Omsk State Medical University: Proceedings of the XXIV International Jubilee Symposium*; Omsk; November 24–25, 2017. Omsk: Omsk State Medical University; 2017. P. 240-243. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32365103&ysclid=mcetgnzgw1456691227>
3. Насретдинова Н.Ю., Мандра Е.В., Полушина Л.Г., Ворожцова Л.И., Сорокоумова Д.В., Епишова А.А. и др. Динамика стоматологических и лабораторных показателей здоровья у детей 5, 12, 15 лет. *г.Екатеринбург. Уральский медицинский журнал*. 2019;(9):33-36. [Nasretdinova N.Y., Mandra E.Y., Polushina L.G., Voroghtsova L.I., Sorokoumova D.Y., Yepishova A.A. et al. Dynamics of dental and laboratory health indicators in children aged 5, 12, 15 years. *Yekaterinburg. Ural Medical Journal*. 2019;(9):33-36. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39539120>
4. Чагина Е.А., Турмова Е.П., Панкратов Р.А., Останина Д.В. Ротовая жидкость как фактор риска развития кариеса. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024;(3-3):121-124. [Chagina E.A., Turmova E.P., Pankratov R.A., Ostanina D.V. Oral fluid as a risk factor for caries development. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2024;(3-3):121-124. (In Russ.).] <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-3-3-121-124>
5. Юдина Н.А. Этиология и возможности профилактики кариеса зубов. *Современная стоматология*. 2022;2(87):2-7. [Yudina N. Etiology and prevention of dental caries. *Sovremennaya stomatologiya*. 2022;2(87):2-7. (In Russ.).] <https://cyberleninka.ru/article/n/etiologiya-i-vozmozhnosti-profilaktiki-kariesa-zubov/viewer>
6. Soares R.C., da Rosa S.V., Moyses S.T., Rocha J.S., Bettega P.V.C., Werneck R.I. et al. Methods for prevention of early childhood caries: Overview of systematic reviews. *International journal of paediatric dentistry*. 2021;31(3):394-421. <https://doi.org/10.1111/ipd.12766>
7. Kazemini M., Abdi A., Shohaimi S., Jalali R., Vaisi-Raygani A., Salari N. et al. Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis. *Head & face medicine*. 2020;16(1):22. <https://doi.org/10.1186/s13005-020-00237-z>
8. Qin W., Wan Q.Q., Ma Y.X., Wang C.Y., Wan M.C., Ma S. et al. Manifestation and Mechanisms of Abnormal Mineralization in Teeth. *ACS biomaterials science & engineering*. 2023;9(4):1733-1756. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.1c00592>
9. Мосеева М.В., Шакирова Р.Р., Николаева Е.В. Коррекция реологических свойств слюны у детей с патологией желудочно-кишечного тракта. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2015;(5-6, ч. 2):294-298. [Moseeva M.V., Shakirova R.R., Nikolaeva E.V. Correction of rheological properties of saliva in children with gastrointestinal tract pathology. *Povolzhye postgraduate bulletin*. 2015;(5-6, pt. 2):294-298. (In Russ.).] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_27215162\\_21737191.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27215162_21737191.pdf)
10. Леонтьев В.К. Минерализующая функция слюны и ее особенности. *Институт стоматологии*. 2022;(2):82-83. [Leont'ev V.K. Mineralizing function of saliva and its special aspects. *The Dental Institute*. 2022;(2):82-83. (In Russ.).] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_49265016\\_77275826.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49265016_77275826.pdf)
11. Леонтьев В.К. О значении минерализующей функции слюны. *Институт стоматологии*. 2022;(2):84. [Leont'ev V.K. The role of mineralizing function of saliva. *The Dental Institute*. 2022;(2):84. (In Russ.).] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_49265017\\_40750405.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49265017_40750405.pdf)
12. Тропина А.А., Воробьев М.В., Джураева Ш.Ф., Мосеева М.В., Гушчин В.В. Влияние профилактических мероприятий на кариесогенную ситуацию среди молодого поколения. *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2019;(1):55-59. [Tropina A.A., Vorobyov M.V., Dzhuraeva Sh.F., Moseeva M.V., Gushchin V.V. The effect of preventive measures on cariogenic situation among the younger generation. *Scientific review. Medical sciences*. 2019;(1):55-59. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38948463>
13. Скрипкина Г.И., Екимов Е.В., Маджиева О.В., Гарифуллина А.Ж., Митяева Т.С. Прогнозирование кариеса — современное направление развития детской профилактической стоматологии. *Клиническая стоматология*. 2024;26(4):6-11. [Skripkina G.I., Ekimov E.V., Matskieva O.V., Garifullina A.Zh., Mityaeva T.S. Caries prediction is a modern direction of development of pediatric preventive dentistry. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024;26(4):6-11. (In Russ.).] [https://doi.org/10.37988/1811-153X\\_2023\\_4\\_6](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2023_4_6)
14. Шевченко М.А., Кисельникова Л.П., Зуева Т.Е., Жураева Н.И. Оценка качества реставраций в постоянных зубах у детей с разной степенью кариесрезистентности. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2023;23(1):25-34. [Shevchenko M.A., Kiselnikova L.P., Zueva T.E., Juraeva N.I. Assessment of restoration quality of permanent teeth in children with different caries resistance degree. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2023;23(1):25-34. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2023-581>
15. Тропина А.А., Мосеева М.В., Сосулина Л.Л. Влияние сиалогликопротеинов слюны на показатели налетаобразования в полости рта школьников. *Проблемы стоматологии*. 2025;21(1):177-183. [Tropina A.A., Moseeva M.V., Sosulina L.L. The influence of salivary glycoproteins on indicators of dental plaque formation in schoolchildren. *Actual problems in dentistry*. 2025;21(1):177-183. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2025-21-1-177-183>
16. Пиратов Н.А., Иванова О.В., Зюзькова С.А., Смирнова, Ю.С. Лизоцим смешанной слюны: диагностико-прогностические возможности в стоматологии (обзор литературы). В: *Актуальные вопросы стоматологии детского возраста: сборник статей международной научно-практической конференции с международным участием*; Казань; 17 февраля 2023 года. Казань: Казанский государственный медицинский университет; 2023. С. 231-238. [Pirатов N.A., Ivanova O.V., Zyzkova S.A., Smirnova Yu.S. Lysozyme mixed saliva: diagnostic and prognostic capabilities in dentistry (literature review). In: *Current issues of pediatric dentistry: collection of articles of the international scientific and practical conference with international participation*; Kazan; February 17, 2023. Kazan: Kazan State Medical University; 2023. P. 231-238. (In Russ.).] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50339049\\_24806497.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50339049_24806497.pdf)
17. Иванова Г.Г., Леонтьев В. К., Жорова Т.Н. Оценка состояния твердых тканей интактных зубов (премоляров) под воздействием профилактических средств у детей с использованием среднестатистического показателя электропроводности эмали (Часть II). *Институт стоматологии*. 2018;(4):87-90. [Ivanova G.G., Leont'ev V.K., Zhorova T.N. Estimating the hard tissue condition of intact teeth (premolars) upon influence of prophylactic remedies in children using the average rate of enamel electro-conductivity (Part II). *The Dental Institute*. 2018;(4):87-90. (In Russ.).] [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_36762498\\_57021157.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36762498_57021157.pdf)
18. An Introduction to R: a language and environment for statistical computing and graphics. Available from: <http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.html>
19. Тропина А.А., Мосеева М.В., Матвеева Л.П., Ковылина О.С., Стерхова Е.В. Изучение влияния пробиотиков на отдельные показатели стоматологического и общего здоровья детей. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2024;24(2):177-187. [Tropina A.A., Moseeva M.V., Matveeva L.P., Kovylyina O.S., Sterkhova E.V. The impact of probiotic supplementation on dental and general health metrics in pediatric populations. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2024;24(2):177-187. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-765>
20. Hegde A.M., Kavita R., Sushma K.S., Suchetha S. Salivary sialic acid levels and dental health in children with congenital heart disease. *The Journal of clinical pediatric dentistry*. 2012;36(3):293-296. <https://doi.org/10.17796/jcpd.36.3.t585vt7v125630q4>