

© Team of authors, 2026 / © Коллектив авторов, 2026

3.1.3. Otorhinolaryngology, 3.1.7. Dentistry, 3.1.2. Maxillofacial surgery /

3.1.3. Оториноларингология, 3.1.7. Стоматология, 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

## Justification of the criteria of symmetry of the maxillary sinuses depending on the dental status of age groups

D.A. Moiseev<sup>1</sup>, D.V. Chervonny<sup>1</sup>, V.T. Gevorgian<sup>1</sup>, I.S. Kopetskiy<sup>1</sup>, A.M. Enikeev<sup>1</sup>, A.O. Babaev<sup>1</sup>, D.N. Kutuzov<sup>1</sup>, V.N. Saunkin<sup>1</sup>, E.G. Rodionova<sup>2</sup><sup>1</sup>Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University), Moscow, Russia<sup>2</sup>Tver State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tver, Russia

Contacts: Denis Alexandrovich Moiseev – e-mail: moiseeff.den@yandex.ru

## Обоснование критериев симметрии верхнечелюстных пазух в зависимости от стоматологического статуса возрастных групп

Д.А. Моисеев<sup>1</sup>, Д.В. Червонный<sup>1</sup>, В.Ц. Геворгян<sup>1</sup>, И.С. Копецкий<sup>1</sup>, А.М. Еникеев<sup>1</sup>, А.О. Бабаев<sup>1</sup>, Д.Н. Кутузов<sup>1</sup>, В.Н. Саункин<sup>1</sup>, Е.Г. Родионова<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет), Москва, Россия<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава РФ, Тверь, Россия

Контакты: Моисеев Денис Александрович – e-mail: moiseeff.den@yandex.ru

## 不同年龄组牙列状况下上颌窦对称性判定标准的论证

D.A. Moiseev<sup>1</sup>, D.V. Chervonny<sup>1</sup>, V.T. Gevorgian<sup>1</sup>, I.S. Kopetskiy<sup>1</sup>, A.M. Enikeev<sup>1</sup>, A.O. Babaev<sup>1</sup>, D.N. Kutuzov<sup>1</sup>, V.N. Saunkin<sup>1</sup>, E.G. Rodionova<sup>2</sup><sup>1</sup>俄罗斯联邦卫生部皮罗戈夫俄罗斯国立研究型医科大学（皮罗戈夫大学），莫斯科，俄罗斯<sup>2</sup>俄罗斯联邦卫生部特维尔国立医科大学，特维尔，俄罗斯

通讯作者：Denis Alexandrovich Moiseev – e-mail: moiseeff.den@yandex.ru

The aim of the study was to substantiate the criteria of symmetry of the maxillary sinuses and to determine their dependence on the dental status of patients of different age groups.

**Materials and methods.** The study included 51 patients (20 men, 31 women) aged 19 to 86 years who underwent dental examination with the calculation of the integral T-Health index, as well as cone-beam computed tomography of the maxillofacial region. Three complementary criteria have been proposed and applied to assess the symmetry of the sinuses: 1) the percentage of overlap between the contours of the right and left sinuses when mirrored; 2) shape index (MSI) as the ratio of the height to the width of the sinus with the calculation of the relative difference; 3) the relative difference in volumes calculated using the pyramid formula. Patients are stratified into four age groups: 18–34, 35–49, 50–64, and ≥65 years of age. Statistical processing included the t-test, Mann–Whitney test, Pearson and Spearman correlation analysis.

**Results.** According to the criterion of mirror overlap, patients were divided into a group with symmetrical (n=29, similarity 92.81%) and asymmetrical (n=22, similarity 83.18%) sinuses. The average T-Health index in the symmetry group was significantly higher (95,26±9,51 versus 71,83±13,67; p=0.0127; Cohen's d=1.18). Strong negative correlations of T-Health with age (r=-0.634; p=0.00013) and the number of teeth removed (r=-0.907; p<0.001), as well as a moderate negative relationship with the number of carious teeth (r=-0.504; p=0.0039) were revealed. A significant positive correlation was found between T-Health and the percentage of sinus similarity (r=0.444; p=0,012). In the analysis of age groups, a decrease in T-Health and the percentage of sinus similarity was noted in the older cohorts: in the group ≥65 years, the similarity was 75,62% versus 92,52–92,66% in the groups under 50 years.

**Conclusion.** The hypothesis of the relationship between dental status and the symmetry of the maxillary sinuses has been confirmed. The proposed quantitative criteria (contour overlap, shape index, volume asymmetry) allow an objective assessment of the bilateral symmetry of the sinuses.

**Keywords:** maxillary sinus, asymmetry, dental status, cone beam computed tomography, age factors, T-Health index, morphometry, odontogenic sinusitis, implantation planning

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The work was completed without sponsorship.

**For citation:** Moiseev D.A., Chervonny D.V., Gevorgian V.T., Kopetskiy I.S., Enikeev A.M., Babaev A.O., Kutuzov D.N., Saunkin V.N., Rodionova E.G. Justification of the criteria of symmetry of the maxillary sinuses depending on the dental status of age groups. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(3):38–45

**Doi:** 10.25792/HN.2026.14.3.38-45

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Цель исследования.** Обосновать критерии симметрии верхнечелюстных пазух (ВЧП) и определить их зависимость от стоматологического статуса пациентов разных возрастных групп.

**Материал и методы.** В исследование был включен 51 пациент (20 мужчин, 31 женщина) в возрасте от 19 до 86 лет, которым проведено стоматологическое обследование с расчетом интегрального индекса T-Health, а также конусно-лучевая компьютерная томография челюстно-лицевой области. Для оценки симметрии пазух предложены и применены 3 взаимодополняющих критерия: 1) процент совпадения контуров правой и левой пазух при зеркальном наложении, 2) индекс формы (MSI) как отношение высоты к ширине пазухи с расчетом относительной разницы, 3) относительная разница объемов, рассчитанных по формуле пирамиды. Пациенты были стратифицированы на 4 возрастные группы: 18–34, 35–49, 50–64 и ≥65 лет. Статистическая обработка включала t-тест, критерий Манна–Уитни, корреляционный анализ Пирсона и Спирмена.

**Результаты.** По критерию зеркального наложения пациенты разделены на группы с симметричными (n=29, схожесть 92,81%) и асимметричными (n=22, схожесть 83,18%) пазухами. Средний индекс T-Health в группе симметрии был значимо выше (95,26±9,51 против 71,82±13,67; p=0,0127; d Коэна=1,18). Выявлены сильные отрицательные корреляции T-Health с возрастом (r=-0,634; p=0,00013) и числом удаленных зубов (r=-0,907; p<0,001), а также умеренная отрицательная связь с числом кариозных зубов (r=-0,504; p=0,0039). Обнаружена значимая положительная корреляция между T-Health и процентом схожести пазух (r=0,444; p=0,012). При анализе возрастных групп отмечено снижение T-Health и процента схожести пазух в старших когортах: в группе ≥65 лет схожесть составила 75,62% против 92,52–92,66% в группах до 50 лет.

**Заключение.** Подтверждена гипотеза о взаимосвязи стоматологического статуса и симметрии ВЧП. Предложенные количественные критерии (контурное наложение, индекс формы, объемная асимметрия) позволяют объективно оценивать билатеральную симметрию синусов.

**Ключевые слова:** верхнечелюстная пазуха, асимметрия, стоматологический статус, конусно-лучевая компьютерная томография, возрастные факторы, индекс T-Health, морфометрия, одонтогенный синусит, планирование имплантации

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Моисеев Д.А., Червонный Д.В., Геворгян В.Ц., Копецкий И.С., Еникеев А.М., Бабаев А.О., Кутузов Д.Н., Саункин В.Н., Родионова Е.Г. Обоснование критериев симметрии верхнечелюстных пазух в зависимости от стоматологического статуса возрастных групп. *Head and Neck*. Голова и шея. Российский журнал. 2026;14(3):38–45

**Doi:** 10.25792/HN.2026.14.3.38-45

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

目的：论证上颌窦对称性的判定标准，并探讨其与不同年龄组患者牙列状况之间的关系。

材料与方 法：纳入51例患者（男性20例，女性31例），年龄19~86岁。所有患者均接受口腔检查并计算综合 T-Health 指数，同时行颌面部锥形束 CT (CBCT) 检查。提出并应用三项互补指标评估上颌窦对称性：(1) 左右上颌窦镜像后轮廓重叠百分比；(2) 形态指数 (MSI)，即窦腔高度与宽度之比及其相对差值；(3) 基于棱锥公式计算的体积相对差。根据年龄将患者分为4组：18–34岁、35–49岁、50–64岁及≥65岁。统计学分析采用 t 检验、Mann–Whitney 检验及 Pearson 与 Spearman 相关分析。

结果：根据镜像重叠标准，将患者分为对称组 (n=29, 相似度92.81%) 和不对称组 (n=22, 相似度83.18%)。对称组的平均 T-Health 指数显著高于不对称组 (95.26±9.51 vs 71.83±13.67; p=0.0127; Cohen's d=1.18)。T-Health 指数与年龄 (r=-0.634; p=0.00013) 及缺失牙数 (r=-0.907; p<0.001) 呈强负相关，与龋齿数呈中等负相关 (r=-0.504; p=0.0039)。T-Health 指数与上颌窦相似度之间存在显著正相关 (r=0.444; p=0.012)。年龄分组分析显示，高龄组 T-Health 指数及上颌窦相似度均降低：≥65岁组相似度为75.62%，而50岁以下组为92.52%~92.66%。

结论：本研究证实了牙列状况与上颌窦对称性之间存在相关性。所提出的定量评价指标（轮廓重叠度、形态指数、体积不对称性）可用于上颌窦双侧对称性的客观评估。

关键词：上颌窦；不对称性；牙列状况；锥形束计算机断层扫描；年龄因素；T-Health 指数；形态测量；牙源性上颌窦炎；种植修复规划

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

经费来源: 本研究未获得任何经费资助。

引用格式: **Moiseev D.A., Chervonny D.V., Gevorgian V.T., Kopetskiy I.S., Enikeev A.M., Babaev A.O., Kutuzov D.N., Saunkin V.N., Rodionova E.G. Justification of the criteria of symmetry of the maxillary sinuses depending on the dental status of age groups. Head and Neck. Russian Journal. 2026;14(3):38–45**

**Doi: 10.25792/HN.2026.14.3.38-45**

作者对所呈现数据的原创性以及发表插图材料 (表格、图示、患者照片) 的可能性负责。

## Введение

Верхнечелюстные (гайморовы) пазухи (ВЧП) – крупные воздухоносные полости лицевого черепа, анатомически и функционально тесно связанные с альвеолярным отростком верхней челюсти, корнями моляров и премоляров, а также с носовой полостью. Их морфометрические параметры (высота, ширина, длина, объем, конфигурация дна, наличие септ) демонстрируют значительную меж- и внутри-индивидуальную изменчивость. Эти параметры меняются в течение жизни под влиянием возрастных процессов и под влиянием одонтогенных факторов (утрата зубов, резорбция альвеолярного гребня, осложнение кариеса и пародонтит), что непосредственно влияет на планирование стоматологического лечения [1–5].

Отдельно стоит вопрос симметрии гайморовых пазух: правая и левая пазухи часто рассматриваются как «зеркальные», однако в популяционных и клинических исследованиях частота выраженной асимметрии остается высокой. Локальные вариации (септы, локальная гипоплазия/гиперплазия, аномалии дна пазухи) и влияние стоматологического статуса могут приводить к асимметричным морфометрическим показателям у одного пациента, что отражается на лицевой симметрии и имеет клиническое значение – от риска осложнений при синус-лифтинге до диагностики одонтогенных воспалительных процессов. Проблема в том, что в большинстве работ либо описываются морфометрические изменения пазух в связи с возрастом/адентией, либо изучается асимметрия лица/пазухи, но лишь немногие объединяют количественные критерии симметрии пазух с детализированной картой стоматологического статуса и анализом зависимости этих параметров от возраста [6–13].

Ряд клинических и научных аспектов обуславливают особую связь проводимого нами исследования: 1) при имплантологическом планировании и при решении вопроса о необходимости синус-лифтинга точное представление о морфометрии пазух и их асимметрии минимизирует хирургические риски; 2) одонтогенные факторы (перфорации, эндодонтическая патология, удаленные моляры) могут изменять слизистую оболочку и конфигурацию пазух, что влияет на отдаленный исход лечения; 3) возраст как фактор модифицирует структуру пазух и одновременно влияет на стоматологический статус пациентов, поэтому исследование взаимодействия «симметрия пазух-стоматологический статус-возраст» важно для прогнозирования и индивидуализации лечения. Ряд современных работ подтвердили влияние возраста и потери зубов на объем и линейные размеры пазух, а также связь одонтогенной патологии и состояния слизистой оболочки. Однако недостаточно исследований, применяющих количественные индексы симметрии и корреляционный анализ с полной картой стоматологического статуса. Это и обосновывает необходимость настоящего исследования [3, 14–17].

Гипотеза: критерий симметрии ВЧП является предиктором состояния ротовой полости в возрастном аспекте.

**Цель исследования:** обосновать критерии симметрии ВЧП и определить их зависимость от стоматологического статуса пациентов разных возрастных групп.

**Задачи исследования:** разработать и обосновать критерии симметрии ВЧП, определить показатели стоматологического статуса для сравнительной оценки, определить и обосновать критерии отбора и возрастные группы пациентов-участников исследования, провести клиническое обследование пациентов с определением показателей стоматологического статуса.

## Материал и методы

В исследование был включен 51 пациент (20 мужчин, 31 женщина) в возрасте 19–86 лет. Обследование пациентов проводилось на базе Междисциплинарного стоматологического центра Института стоматологии Пироговского университета. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФGAOU ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ, протокол №240 от 20.05.2024.

Всем пациентам выполняли стоматологическое обследование с определением ряда показателей стоматологического статуса (подробнее ниже) и рентгенологическое исследование челюстно-лицевой области. Каждому пациенту проводили рентгенологическое исследование челюстно-лицевой области методом компьютерной томографии (КТ) на аппарате Vatech PHT-65LHS (Республика Корея) с получением морфометрических параметров верхнечелюстной области.

Для количественной оценки билатеральной симметрии пазух были определены и рассчитаны несколько параметров:

1. *Процент совпадения контуров правой и левой пазух при зеркальном наложении (в процентах).* На корональном срезе, хорошо демонстрирующем обе пазухи, вручную контрастировались границы правой и левой пазух. Это проводилось в графическом редакторе (Adobe Photoshop, Adobe Systems, США) путем выделения границ пазух и их инвертирования в оттенках серого. После этого изображения правой и левой пазухи сравнивались методом зеркального наложения: правая пазуха отражалась вдоль сагиттальной плоскости и накладывалась на левую. Для объективного подсчета степени совпадения контуров использовался онлайн-сервис IMGonline.com, который вычисляет процентное перекрытие между двумя растровыми областями. Таким образом определялся процент совпадения (схожести) форм пазух при зеркальном отражении. Пример рабочего протокола сегментации и зеркального наложения приведен на рис. 1–2.

На стандартизованных корональных срезах вручную выделяли бинарные маски воздушного пространства пазух справа и слева, одна маска зеркально отражалась и выравнивалась по координатной сетке. На каждом срезе вычисляли площадь перекрытия

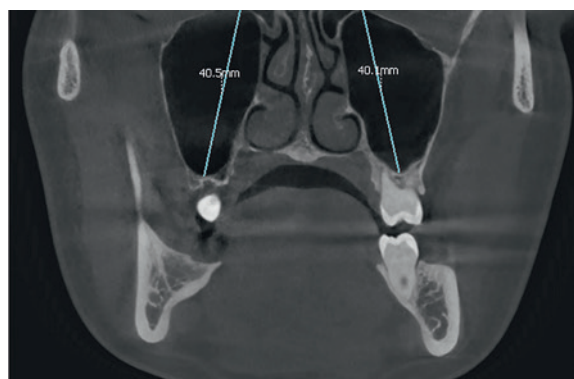


Рис. 1. Конусно-лучевая КТ (корональный срез) с ориентирующими линиями и линейными измерениями высоты пазух

Fig. 1. Cone beam computed tomography (coronal section) with orienting lines and linear measurements of sinus height

$A_{\text{overlap}}$  и формировали отношение к референтной площади  $A_{\text{ref}}$  (в качестве  $A_{\text{ref}}$  логично брать площадь большего контура):

$$\text{Similarity \%} = \frac{A_{\text{overlap}}}{A_{\text{ref}}} \times 100\%.$$

При измерениях допускали локальные отклонения  $\leq 1,0$  мм (точка контура считалась совпадающей, если расстояние между границами  $\leq 1,0$  мм) (рис. 2).

Критерий симметрии:  $\text{Similarity} \geq 90\%$ .

2. **Индекс формы (MSI) каждой пазухи, определяемый как отношение максимальной ширины пазухи к ее высоте.** Для каждой ВЧП измерены 2 основные линейные характеристики в сопоставимых ориентациях: вертикальная высота  $H$  (мм) и мезио-латеральная ширина  $W$  (мм) в точке наибольшего поперечного сечения.

Индекс формы (Morphology / Shape Index, MSI):

Для каждой пазухи измеряли 2 сопоставимые линейные характеристики в наибольшем поперечном сечении: вертикальную высоту  $H$  (мм) и мезио-латеральную ширину  $W$  (мм). Индекс формы определяется как

$$\text{MSI} = \frac{H}{W}$$

Для правой и левой пазух получаем  $\text{MSI}_R$  и  $\text{MSI}_L$ . Вводим абсолютную разницу.  $\Delta\text{MSI} = |\text{MSI}_R - \text{MSI}_L|$ . Для представления в относительных единицах удобнее использовать процентную дельту, нормированную на большее значение:

$$\Delta\text{MSI}\% = \frac{|\text{MSI}_R - \text{MSI}_L|}{\max(\text{MSI}_R, \text{MSI}_L)} \times 100\%.$$

Рабочий порог. Порог клинически значимой формовой асимметрии принят равным  $\Delta\text{MSI}\% \geq 10\%$  [18].

3. **Относительный объем пазух, рассчитанный по формуле пирамиды (сравнение объемов правой и левой пазух в процентах).** Для каждой пазухи измеряли 3 стандартизованные линейные размера: длину  $L$  (сагиттально), ширину  $W$  (мезио-латерально) и высоту  $H$  (кранио-каудально). Объем аппроксимировали формулой пирамиды.

Для оценки асимметрии вводили нормированную относительную дельту, выражаемую в долях или процентах:

$$\Delta V_{\text{rel}} = \frac{|V_R - V_L|}{(V_R + V_L)/2}$$

Рабочий порог предлагается взять равным  $\Delta V_{\text{rel}} \geq 0.15$  ( $\geq 15\%$ ) [4, 19].

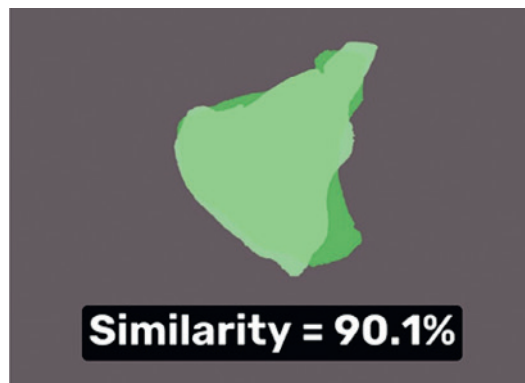


Рис. 2. Зеркальное наложение и зона перекрытия с указанием Similarity (схожесть), %

Fig. 2. Mirror overlay and overlap zone with indication of Similarity, %

Эти параметры отражают разные аспекты симметрии: зеркальное наложение показывает схожесть форм пазух, MSI характеризует относительное соотношение линейных размеров, а объемная аппроксимация позволяет учесть разницу в общей емкости пазух. Метод зеркального отражения широко используется как «золотой стандарт» при оценке асимметрии лица и близлежащих структур.

**Интегральный показатель стоматологического статуса. Индекс T-Health (Tissue Health Index).** Для количественной оценки объема сохранных здоровых тканей зубного ряда использовали классическую версию индекса T-Health [20]. Для каждого субъекта подсчитывали число зубов в состояниях: sound (S, здоровый), filled (F, пломбированный), decayed (D, кариозный) и missing (M, удален). Третьи моляры исключали из учета (максимальное число учитываемых зубов  $N=28$ ). Суммарный (raw) индекс вычисляли как:

$$T_{\text{raw}} = 4S + 2F + 1D + 0 \times M = 4S + 2F + D$$

Для удобства межгруппового сравнения и корректировки на различное число учитываемых зубов применялась нормализация к диапазону 0–1:

$$T_{\text{norm}} = \frac{T_{\text{raw}}}{4N}$$

где  $N$  – число учитываемых зубов у данного субъекта (обычно  $N=28$ ). Результаты также выражались в процентах:  $T\% = T_{\text{norm}} \times 100\%$ . Более высокие значения индекса отражают больший объем сохранных здоровых тканей.

Таблица разбалловки:

- Здоровый (sound) =4 балла
- Пломбированный (filled) =2 балла
- Кариозный (decayed) =1 балл
- Удален (missing) =0 баллов

**Возрастная стратификация.** Пациенты были разделены на 4 возрастные когорты:

- группа А (молодые взрослые): 18–34 года;
- группа В (ранний средний возраст): 35–49 лет;
- группа С (поздний средний возраст): 50–64 года;
- группа D (пожилые):  $\geq 65$  лет

Для каждой когорты рассчитывали средние показатели процентного совпадения пазух и среднего значения индекса «T-Health».

**Статистическая обработка результатов.** Нормальность распределения оценивали визуально и тестами нормальности. Для

парных ассоциаций использовали коэффициент Пирсона при приближенной нормальности и ранговый коэффициент Спирмена при ее нарушении. Для сравнения двух независимых групп применяли двувыворочный t-тест (вариант Уэлча при неравенстве дисперсий) либо при нарушении нормальности – тест Манна–Уитни, для ключевых сравнений дополнительно приводили размер эффекта (Cohen's d) и 95% доверительные интервалы. Пропуски обрабатывали парно для корреляций и методом complete-case для групповых тестов. Порог значимости был принят  $p < 0,05$  (двусторонний).

**Риск ошибки и предвзятости.** Морфометрия и зеркальное наложение выполняли пять исследователей, которые прошли предварительную калибровку. В результате регистрировали средние значения. Право решающего голоса было у Д.А.М., исходные данные по 51 КТ хранятся в рабочей базе данных.

## Результаты

Среднее значение интегрального индекса T-Health в анализируемой подвыборке составило 87,35. По КТ на корональных срезах получены максимальные линейные размеры (высота, ширина, глубина) и объемы (пирамидальная аппроксимация) правой и левой ВЧП. Для оценки межсторонней асимметрии использовали дельту MSI, определяемую как абсолютная разность индекс-формы (MSI) правой и левой пазух, выраженная в процентах. Значения дельты MSI по возрастным когортам составили: 18–34 лет – 1,50%; 35–49 лет – 2,43%; 50–64 лет – 6,34%;  $\geq 65$  лет – 4,58%. Полученные данные свидетельствуют о наличии возраст-зависимой тенденции увеличения межсторонней морфометрической асимметрии ВЧП.

При сравнении групп по критерию пространственного совпадения контуров (Similarity  $\geq 90\%$ ) отмечено следующее: в группе с высокой степенью схожести ( $n=29$ ) средний интегральный индекс T-Health был выше, чем в группе с низкой схожестью ( $n=22$ ), среднее число удаленных зубов было меньше в группе симметричных пазух. Анализ процента схожести как непрерывной переменной продемонстрировал направленные связи: более высокий процент схожести коррелировал с более высоким T-Health и меньшим числом удаленных зубов.

Корреляционный анализ между ключевыми переменными показал:

- T-Health – число удаленных зубов: Pearson  $r = -0,907$ ;  $p = 2,0510 \times 10^{-12}$  (очень сильная отрицательная связь);

- T-Health – число кариозных зубов:  $r = -0,504$ ;  $p = 0,0039$  (умеренно сильная отрицательная связь);
- T-Health – возраст:  $r = -0,634$ ;  $p = 0,00013$  (значимая отрицательная связь);
- T-Health –  $\Delta \text{msi}\%$  (непрерывно):  $r \approx -0,259$ ;  $p \approx 0,159$  (линейной зависимости не обнаружено);
- T-Health – процент схожести (зеркальное совпадение):  $r \approx 0,444$ ;  $p \approx 0,012$  (положительная связь, статистически значимая).

При группировке по критерию пространственного совпадения контуров (Similarity  $\geq 90\%$ ) были сформированы группы: симметричные ( $n=29$ ) и асимметричные ( $n=22$ ), табл. 1.

Средние значения интегрального индекса T-Health в этих подгруппах составили  $95,26 \pm 9,51$  ( $n=29$ ) и  $71,82 \pm 13,66$  ( $n=22$ ) соответственно; разница средних  $\approx 23,44$  балла. Формальные статистические тесты: двувыворочный t-тест Уэлча:  $t = 6,88$  ( $p < 0,000001$ ); критерий Манна–Уитни ( $p < 0,000001$ ); размер эффекта Cohen's  $d = 2,04$ . Визуальный и стратифицированный анализ также выявил обратную зависимость «процент схожести-число удаленных зубов»: у пациентов с низким процентом схожести чаще отмечалось больше удаленных зубов.

При сравнении средних значений критериев симметрии по возрастным группам отмечается тенденция к уменьшению симметрии и индекса T-Health с увеличением возраста (табл. 2).

Непосредственной линейной связи между T-Health и непрерывной мерой  $\Delta \text{MSI}\%$  не обнаружено, однако групповой анализ по критерию пространственного совпадения контуров показывает статистически значимую и клинически выразительную разницу в пользу пациентов с высокой симметрией. Наблюдаемые отрицательные ассоциации T-Health с числом удаленных зубов и возрастом согласуются с моделью накопления стоматологических поражений и их опосредованного влияния на морфологию пазух. Для оценки независимого вклада асимметрии в изменение T-Health целесообразна многофакторная регрессия с контролем возраста, числа удаленных зубов и других потенциальных конфаундеров.

В представленных данных (табл. 3) интегральный индекс T-Health продемонстрировал сильную отрицательную корреляцию с числом удаленных зубов.

Совокупность наблюдений позволяет трактовать симметрию пазух как клинический маркер состояния зубочелюстной системы: сохранность зубов и высокий T-Health чаще сопутствуют

Таблица 1. Средние показатели критериев симметрии и возраста для групп  
Table 1. Average values of symmetry criteria and age for groups

Группы Groups	N	Возраст, лет Age	T-Health	$\Delta \text{msi}\%$	$\Delta$ объем, % $\Delta$ volume	Схожесть, % Similarity
Симметричные Symmetrical	29	47,47	95,26	2,8	4,49	92,81
Асимметричные Asymmetrical	22	66,09	71,82	5,16	12,0	83,18

Таблица 2. Средние показатели критериев симметрии для возрастных групп  
Table 2. Average symmetry criteria for age groups

Группы Groups	N	T-Health	$\Delta \text{msi}\%$	$\Delta$ объем, % $\Delta$ volume	Схожесть, % Similarity
A (18–34 лет)	11	114	1,5	5,02	92,66
B (35–49 лет)	10	97	2,43	4,85	92,52
C (50–64 лет)	16	83	6,34	13,58	89,47
D ( $\geq 65$ лет)	14	83	4,58	14,34	75,62

Таблица 3. Матрица корреляций. Тепловая карта  
Table 3. Correlation matrix. Heat map

Параметры Parameters	Возраст Age	msi	Объем Volume	Схожесть Similarity	T-Health
Возраст Age	1	0,3161164997	0,3209693176	0,4226097451	-0,6337171001
msi	0,3161164997	1	0,3674983438	0,2791976549	0,06243572175
Объем Volume	0,3209693176	-0,3674983438	1	0,3928894842	0,2393322816
Схожесть Similarity	0,4226097451	-0,2791976549	0,3928894842	1	0,4439564245
T-Health	0,6337171001	0,06243572175	0,2393322816	0,4439564245	1

Примечание. Оттенки красного – отрицательные корреляции, оттенки зеленого – положительные.  
Note. Shades of red are negative correlations, shades of green are positive.

высокой пространственной симметрии пазух, в то время как накопленная потеря зубов ассоциируется с утратой этой симметрии.

## Обсуждение

Наши данные указывают на то, что состояние зубного ряда и возраст существенно влияют на морфологию ВЧП. В частности, в рассматриваемых когортах мы наблюдали снижение суммарного объема и ряда аксиальных линейных параметров пазух у пациентов с длительной утратой моляров в старших возрастных группах. Эти результаты коррелируют с выводами Т. Itokawa и соавт. (2025) [1] и Velasco-Torres и соавт. (2017) [2], в которых показано влияние адентии и возрастной динамики на конфигурацию и размеры пазух. В большинстве наших наблюдений уменьшение объема и аксиальных размеров согласуется с выраженной утратой костной ткани челюстных костей и соответствующей редукцией пневматизации полости пазух. При этом важно подчеркнуть, что направление изменений может варьироваться в зависимости от давности утраты зубов, локализации дефекта и методики измерений. Наблюдаемая связь между ухудшением стоматологического статуса и измененной конфигурацией пазух подчеркивает клиническую значимость интегрированного подхода «пазуха-прикус-возраст-стоматологический статус» при планировании хирургических вмешательств.

Изучение связи лицевой асимметрии и параметров пазух также нашло отражение в выборке: у пациентов с патологией прикуса или нарушением развития лицевого отдела черепа регистрировались боковые различия в объемах пазух, что согласуется с данными М. Takeda и соавт. (2025) [8] и общим положением о влиянии краниофациальной конституции на морфологию пазух (Dinç & İçöz, 2024) [21]. Что касается половых различий, наши наблюдения частично согласуются с данными S.S. Najem и соавт. (2021) [13], тогда как F. de Barros и соавт. (2022) [19] не нашли статистически значимой половой диморфии объема пазух. В нашей выборке пол не был критическим предиктором одонтогенных изменений слизистой оболочки, хотя у мужчин чаще отмечалась тенденция к большей толщине костных перегородок. Возрастная динамика подтверждает представления о том, что с возрастом меняются как объем, так и форма пазух, и что эти изменения частично опосредованы потерей зубов и костным ремоделированием [4, 5, 9].

Для прозрачности интерпретации результатов и воспроизводимости исследований мы ввели и применили 3 взаимодо-

полняющие критерия симметрии пазух. Полученные данные подчеркивают необходимость тщательной предоперационной оценки состояния пазух при планировании имплантологических и реконструктивных вмешательств: число утраченных зубов, наличие хронических одонтогенных очагов и краниофациальные особенности влияют на морфологию пазух и, следовательно, на риски (перфорация мембраны при синус-лифтинге, недостаточный объем костного субстрата и т.д.). Наблюдаемые изменения (увеличение числа септ, истончение латеральной стенки, снижение высоты костного гребня на «дефектной» стороне) коррелируют с данными Т. Itokawa и соавт. (2025) [1] и обосновывают практическую необходимость индивидуализированного подхода к планированию аугментации и протезирования [6, 7].

## Заключение

Клиническое состояние полости рта – от прикуса до заболеваний зубов – тесно соотносено с вариабельностью ВЧП. В частности, мы показали, что пациенты с большим числом сохраненных здоровых зубов (высокий T-Health) имеют более симметричные пазухи, тогда как потеря зубов связана с асимметрией пазух. Эту взаимосвязь следует учитывать при диагностике и планировании лечения пациентов: комплексное представление о системе «пазуха-зубы-возраст» позволит снизить осложнения и повысить эффективность хирургических вмешательств.

## Выводы

Предложена и обоснована комбинированная система критериев симметрии ВЧП:

- Similarity % (контурное зеркальное наложение) – симметрия при  $\geq 90\%$  (допуск расхождения контура  $\leq 1,0$  мм).
- Формальная асимметрия по MS –

$$\Delta MS\% = \frac{|MSI_R - MSI_L|}{\max(MSI_R, MSI_L)} \times 100\%.$$

Критическое значение  $\Delta MS\% \geq 10\%$  рассматривается как клинически значимая формальная асимметрия.

Объемная асимметрия –

$$\Delta V_{rel} = \frac{|V_R - V_L|}{(V_R + V_L)/2}$$

Порог асимметрии  $\Delta V_{rel} \geq 15\%$ . Пороги обоснованы с учетом технической погрешности измерений и клинической релевантности.

В клинко-рентгенологическом исследовании 51 пациента апробирована воспроизводимая методика количественной оценки симметрии пазух на основе трех подходов (контурное наложение, MSI, объемная аппроксимация). Анализ показал устойчивые отрицательные корреляции интегрального стоматологического индекса T-Health с возрастом ( $r=-0,634$ ;  $p=0,00013$ ), числом удаленных зубов ( $r=-0,907$ ;  $p<10^{-6}$ ) и числом кариозных зубов ( $r=-0,504$ ;  $p=0,0039$ ).

По критерию пространственного совпадения контуров (Similarity $\geq 90\%$ ) пациенты с симметричными пазухами показали значительно более высокий средний T-Health по сравнению с «асимметричной» группой (T-Health 95,26 vs 71,82;  $n=29$  и  $n=22$  соответственно); разница (~23,44 балла) статистически значима ( $t=6,88$ ;  $p<0,000001$ ; Манн-Уитни;  $p<0,000001$ ; Cohen's  $d=2,04$ ).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Itokawa T., Yamaguchi K., Yagi K., et al. Changes in maxillary sinus structure due to tooth loss and the effects of sex and aging on CBCT before maxillary sinus augmentation: a cross-sectional study of 120 patients. *Bioengineering (Basel)*. 2025;12(3):240. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12030240>.
2. Зиньковская Е.П., Честных Е.В., Горева Л.А. и др. Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):229–235. [Zinkovskaya E.P., Chestnykh E.V., Goreva L.A., et al. Analysis of errors in endodontic treatment according to cone-beam computed tomography. *Endodont. Today*. 2024;22(3):229–35 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.36377/ET-0040>.
3. Борисов Н.И., Ушницкий И.Д. Клинико-эпидемиологическая характеристика частоты и структуры полной утраты зубов у лиц пожилого и старческого возраста Республики Саха (Якутия). *Эндодонтия today*. 2023; 21(3):199–204. [Nikolai I. Borisov, Innokenty D. Ushnitsky. Clinical and epidemiological characteristics of the frequency and structure of edentulism in elderly and senile people of the Republic of Sakha (Yakutia). *Endodontics today*. 2023; 21(3):199–204] <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2023-21-3-199-204> (In Russ.)].
4. Семенов А. Д., Ушницкий И. Д., Иванов А. В. и др. Современные аспекты морфофункциональных изменений челюстно-лицевой области при частичном и полном отсутствии зубов, учитывающиеся при дентальной имплантации. *Якутский медицинский журнал*. 2025;2(90):112–117. [Semenov A.D., Ushnitsky I. D., Ivanov A.V. et al. Modern aspects of morphofunctional changes in the maxillofacial area in partial and complete absence of teeth in dental implantation. *Yakut Medical Journal*. 2025;2(90):112–117.] <https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.90.24> (In Russ.)].
5. Constantino T.M., Marceliano-Alves M.F.V., Ronquete V., et al. The effect of age and gender on the distance between the maxillary sinus cortical bone and maxillary molars: a cone-beam tomography analysis. *Sinusitis*. 2025;9(1):9. <https://doi.org/10.3390/sinusitis9010009>.
6. Ебрахим М., Моисеев Д.А., Стрельников В.Н., и др. Оценка факторов риска и причин возникновения воспалительных изменений слизистой оболочки рта и костной ткани челюстей, окружающих дентальные имплантаты. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. 2024;8(3):48–57. [Ebrakhim M., Moiseev D.A., Strelnikov V.N., et al. Assessment of risk factors and causes of inflammatory changes in the oral mucosa and bone tissue of the jaws surrounding dental implants. *Rus. J. Operativ. Surg. Clin. Anat*. 2024;8(3):48–57 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/operhirurg2024803148>.
7. Ebrakhim M., Moiseev D., Strelnikov V., et al. A New Method for the Digital Assessment of the Relative Density of Bone Tissue in Dentistry Using the *ImageJ Software Package*. *Dent. J.* 2025;13(8):375. <https://doi.org/10.3390/dj13080375>.
8. Takeda M., Kujirai K., Takahashi M., et al. Correlation between facial asymmetry and maxillary sinus size or volume using dental cone-beam computed tomography images. *Cureus*. 2025;17(3):e80118. <https://doi.org/10.7759/cureus.80118>.
9. Guo Y.X., Lan J.L., Bu W.Q., et al. Automatic maxillary sinus segmentation and age-estimation model for the northwestern Chinese Han population. *BMC Oral Health*. 2025;25:310. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05618-x>.
10. Açar G., Gökşan A.S., Mağat G. The effect of the maxillary sinus volume on the morphology and angulation of the infraorbital canal in relation to age and gender. *Aesthet. Plast. Surg.* 2025;49(7):1823–32. <https://doi.org/10.1007/s00266-025-04719-w>.
11. Khojastepour L., Haghnegahdar A., Khosravifard N. Role of sinonasal anatomic variations in the development of maxillary sinusitis: a cone beam CT analysis. *Open Dent. J.* 2017;11:367–74. <https://doi.org/10.2174/1874210601711010367>.
12. Nelke K., Diakowska D., Morawska-Kochman M., et al. A retrospective study on silent sinus syndrome in cone beam-computed tomography images — author classification proposal. *Appl. Sci.* 2023;13(12):7041. <https://doi.org/10.3390/app13127041>.
13. Najem S.S., Safwat W.M., Elaziz R.A., Gaweesh Y.S. Maxillary sinus assessment for gender and age determination using cone-beam computed tomography in an Egyptian sample. *Alexandr. Dent. J. (Adjalxu Journals)*. 2021;46(2):63–9. <https://doi.org/10.21608/adjalexu.2020.88457>.
14. Rosano G., Vacher C., Lazaroo B., et al. Anatomy of the Maxillary Sinus and the Role of CT Scans in Maxillary Sinus Augmentation Surgery. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res.* 2025;27(2):e70019. <https://doi.org/10.1111/cid.70019>.
15. Göller Bulut D., Şişman Y. Assessment of bone morphology and status of maxillary sinus in the posterior maxilla: three-dimensional analysis for implant therapy. *Kırıkkale Univ. Med. J.* 2019;21(3):313–24. <https://doi.org/10.24938/kutfd.550667>.
16. Keceli H.G., Dursun E., Dolgun A., et al. Evaluation of Single Tooth Loss to Maxillary Sinus and Surrounding Bone Anatomy With Cone-Beam Computed Tomography: A Multicenter Study. *Implant. Dent.* 2017;26(5):690–9. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000652>.
17. Okşayan R., Sökücü O., Yeşildal S. Evaluation of maxillary sinus volume and dimensions in different vertical face growth patterns: a study of cone-beam computed tomography. *Acta Odontol. Scand.* 2017;75(5):345–9. <https://doi.org/10.1080/00016357.2017.1310294>.
18. Güngör E., Doğan M.S., et al. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography voxel density and linear distance measurement at different voxel sizes: a study on sheep head cadaver. *J. Dent. Sci.* 2017;12(2):145–50. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2016.11.004>.
19. de Barros F., Fernandes C.M.da.S., Kuhnen B., et al. Three-dimensional analysis of the maxillary sinus according to sex, age, skin color, and nutritional status: a CBCT-based study. *Arch. Oral Biol.* 2022;139:105435. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2022.105435>.
20. Marceles W.S., Sheiham A. Composite indicators of dental health: functioning teeth and the number of sound-equivalent teeth (T-Health). *Communit. Dent. Oral Epidemiol.* 1993;21(6):374–8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1993.tb01102>.
21. Dinç K., İçöz D. Maxillary sinus volume changes in individuals with different craniofacial skeletal patterns: CBCT study. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1516. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05341-z>.

Поступила 02.03.2026

Получены положительные рецензии 01.04.26

Принята в печать 15.04.26

Received 02.03.2026

Positive reviews received 01.04.26

Accepted 15.04.26

**Вклад авторов.** Д.А. Моисеев, Д.В. Червонный, В.Ц. Геворгян — концепция и дизайн исследования. Д.А. Моисеев, Д.В. Червонный, В.Ц. Геворгян, И.С. Копецкий, А.М. Еникеев, А.О. Бабаев, Д.Н. Кутузов, В.Н. Саункин, Е.Г. Родионова — сбор и обработка материала. Д.В. Червонный, В.Ц. Геворгян, Е.Г. Родионова — статистическая обработка данных. Д.А. Моисеев, Д.В. Червонный, В.Ц. Геворгян — написание текста. Д.А. Моисеев, И.С. Копецкий, А.М. Еникеев, А.О. Бабаев, Д.Н. Кутузов, Е.Г. Родионова — редактирование.

**Contribution of the authors.** D.A. Moiseev, D.V. Chervonny, V.C. Gevorgian — concept and design of the study. D.A. Moiseev, D.V. Chervonny, V.C. Gevorgian, I.S. Kopetskiy, A.M. Enikeev, A.O. Babaev, D.N. Kutuzov, V.N. Saunkin, E.G. Rodionova — collection and processing of the material. D.V. Chervonny, V.C. Gevorgyan, E.G. Rodionova — statistical data processing. D.A. Moiseev, D.V. Chervonny, V.C. Gevorgian — writing the text. D.A. Moiseev, I.S. Kopetskiy, A.M. Enikeev, A.O. Babaev, D.N. Kutuzov, E.G. Rodionova — editing.

### Информация об авторах:

Моисеев Денис Александрович — к.м.н., заведующий лабораторией симуляционных технологий в стоматологии, доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: moiseeff.den@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7811-7741>, SPIN-код: 2017-4416, AuthorID: 943246.

Червонный Дмитрий Вадимович — студент 5-го курса Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: chervonny1011@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8747-1546>.

Геворгян Вардан Цолакович — студент 5-го курса Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: flashmlg2022@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2727-7760>.

Копецкий Игорь Сергеевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, директор Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: kopetski@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4723-6067>, SPIN-код: 8813-9525, AuthorID: 588033.

Еникеев Амир Маратович — ассистент кафедры ортопедической стоматологии Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: Amir.stomat.art@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2189-7147>.

Бабаев Алексей Олегович — к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: 6300311@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4662-6338>.

Кутузов Дмитрий Николаевич — к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: 2110144@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2404-1018>.

Саункин Всеволод Николаевич — студент 5-го курса Института стоматологии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

(Пироговский университет). Адрес: 117513 Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: SSAunkin55@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7732-8485>. Родионова Елена Георгиевна — к.м.н., доцент кафедры стоматологии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава РФ. Адрес: 170001 Тверь, ул. Советская, д. 4; e-mail: egrodionova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2308-6620>.

### Information about the authors:

Moiseev Denis Alexandrovich — PhD (Medicine), Head of the Laboratory of Simulation Technologies in Dentistry, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: moiseeff.den@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7811-7741>, SPIN-код: 2017-4416, AuthorID: 943246.

Chervonny Dmitry Vadimovich — 5th-year student at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: chervonny1011@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8747-1546>.

Gevorgian Vardan Tsolakovich — 5th-year student at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: flashmlg2022@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2727-7760>.

Kopetskiy Igor Sergeevich — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Director of the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: kopetski@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4723-6067>, SPIN-код: 8813-9525, AuthorID: 588033.

Enikeev Amir Maratovich — assistant at the Department of Orthopedic Dentistry at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: Amir.stomat.art@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2189-7147>.

Babaev Alexey Olegovich — PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: 6300311@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4662-6338>.

Kutuzov Dmitry Nikolaevich — PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: 2110144@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2404-1018>.

Saunkin Vsevolod Nikolaevich — 5th-year student at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University). Address: 119571 Moscow, Ostrovityanova str., 1; e-mail: SSAunkin55@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7732-8485>.

Rodionova Elena Georgievna — PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Dentistry, Tver State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 170001 Tver, Sovetskaya str., 4; e-mail: egrodionova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2308-6620>.