



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья
УДК 616-007.15, 616-073.756.8
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-24-38>

Информативность методов лучевой диагностики в выявлении травм зубов и челюстей в эксперименте

В. В. Петровская¹, Е. А. Дружина², Л. П. Кисельникова³,
Г. А. Осипов⁴, Н. Г. Перова⁵

¹⁻⁵ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8298-9913>

² <https://orcid.org/0009-0009-4880-2145>

³ <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-1401-0085>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-8392-6903>

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Александровна Дружина, el-bubo@mail.ru

Аннотация

На сегодняшний день методы лучевой диагностики являются одними из самых информативных и доступных технологий в выявлении травм зубов и костей лицевого скелета. При множественных и комбинированных механических повреждениях зубов и челюстей на этапе диагностики необходимо понимать значимые факторы в выборе информативного метода лучевого обследования.

Цель исследования. Оценить информативность современных рентгенодиагностических методик в диагностике травм зубов и челюстей в эксперименте.

Материалы и методы. Для экспериментального исследования зубов и челюстей был подготовлен препарат черепа свиньи. В качестве лучевых методов диагностики использовали радиовизиографию, конусно-лучевую и мультисрезовую компьютерную томографию. Исследования черепа выполняли до и после нанесения механического воздействия в область зубов и челюстей.

Результаты и обсуждения. Информативность диагностических методов и методик была проанализирована и сопоставлена с литературными данными. Конусно-лучевая компьютерная томография показала высокое пространственное разрешение в визуализации анатомии, топографии зубов и челюстей, а также в выявлении изолированных, множественных и комбинированных травм зубов и челюстей.

Заключение. Для диагностики изолированных переломов однокорневых зубов методом выбора является радиовизиография. Компьютерная томография (преимущественно

© Петровская В. В., Дружина Е. А., Кисельникова Л. П., Осипов Г. А., Перова Н. Г., 2025

КЛКТ) зубов и челюстей позволяет получить высококачественные диагностические изображения с детальной визуализацией анатомических особенностей зубов, а также выявить изолированные, множественные и комбинированные травмы зубов и челюстей.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, радиовизиография, мультисрезовая компьютерная томография, переломы зубов и челюстей

Для цитирования: Петровская В. В., Дружина Е. А., Кисельникова Л. П., Осипов Г. А., Перова Н. Г. Информативность рентгенологических методик в диагностике травматических повреждений зубов в эксперименте // Радиология — практика. 2025;3:24-38. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-24-38>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Informative Value of Radiological Techniques in the Diagnosis of Traumatic Dental Injuries in an Experiment

Viktoriya V. Petrovskaya¹, Ekaterina A. Druzhina², Larisa P. Kiselnikova³, Gennady A. Osipov⁴, Natalia G. Perova⁵

¹⁻⁵ FGBOU VO «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8298-9913>

² <https://orcid.org/0009-0009-4880-2145>

³ <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-1401-0085>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-8392-6903>

Corresponding author: Ekaterina A. Druzhina, el-bubo@mail.ru

Abstract

At this time, radiographic diagnostic methods are among the most informative and accessible technologies for detecting dental and facial bone injuries. In cases of multiple and combined mechanical damage to teeth and jaws at the diagnostic stage, it is essential to understand significant factors in choosing an informative method of radiation examination.

The purpose of the study. To evaluate the informative value of modern X-ray diagnostic techniques in the diagnosis of dental and jaw injuries in an experiment.

Materials and methods. A pig skull preparation was prepared for the experimental study of teeth and jaws. Radiovisiography, cone beam and multi-slice computed tomography were used as radiation diagnostic methods. Studies of the skull were performed before and after applying mechanical damage to the teeth and jaws.

Results and discussions. The informative value of diagnostic methods and techniques was analyzed and compared with the literature data. Cone beam computed tomography has shown high spatial resolution in visualizing the anatomy, topography of teeth and jaws, as well as in detecting isolated, multiple and combined injuries of teeth and jaws.

Conclusion. Radiovisiography is the method of choice for the diagnosis of isolated fractures of single-root teeth. Computed tomography (mainly CBCT) of teeth and jaws allows to obtain high-quality diagnostic images with detailed visualization of anatomical features of teeth, as well as to identify isolated, multiple and combined injuries of teeth and jaws.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography, Radiovisiography, Multi-Slice Computed Tomography, Fractures of Teeth and Jaws

For citation: Petrovskaya V. V., Druzhina E. A., Kiselnikova L. P., Osipov G. A., Perova N. G. Informative value of radiological techniques in the diagnosis of traumatic dental injuries in an experiment. *Radiology – Practice*. 2025;3:24-38. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-24-38>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Среди стоматологических пациентов травмы зубов и челюстей составляют всего 10,5 % всех обращений. Травмы зубов и челюстей в детском и подростковом возрасте связаны с периодом активности ребенка, что требует дли-

тельного лечения и многократной реабилитации [3, 9]. Причинами травм зубов и челюстей у взрослых являются бытовые, спортивные, дорожно-транспортные происшествия и др., которые также нуждаются в ортопедической реабилитации. В настоящее время приме-

нение методик лучевой диагностики является одним из наиболее эффективных и доступных способов обнаружения механических повреждений зубов и костей лицевого скелета [5, 6, 9].

Мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) является высокоинформативным методом в диагностике патологии челюстно-лицевой области, которая также применяется в выявлении множественных, комбинированных и сочетанных травм челюстно-лицевой области [4]. Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) активно используется в стоматологической практике и демонстрирует высокую информативность в диагностике различных заболеваний зубочелюстной системы, также в выявлении травм зубов и челюстей, посттравматических изменений [3, 4, 8].

Радиовизиография (РВГ) в стоматологической практике применяется в основном для выявления изолированных переломов, вывихов и подвывихов зубов. Данная технология имеет ряд ограничений и низкую информативность в оценке распространенности линий перелома. В отличие от КЛКТ и МСКТ, радиовизиография — это двухмерная методика с минимальным полем исследования, с суммационным и проекционным искажением, что затрудняет интерпретацию диагностического изображения и увеличивает риск развития диагностических ошибок [1, 8].

Компьютерная томография зубов и челюстей позволяет в трехмерной плоскости, при большом поле сканирования получить высокоинформативные диагностические изображения, что позволяет провести детальный анализ объема механических повреждений зубов и челюстей. Показатели диагностической эффективности (чувствительность, специфичность, точность) у методик компьютерной томографии выше, чем у двухмерной традиционной рентгенографии [4, 7]. Однако имеются артефакты

от объектов высокой плотности (металлические включения, плотная эмаль), что снижает информативность диагностических исследований при изучении зубов. Таким образом, возникает вопрос о целесообразности применения МСКТ, КЛКТ и РВГ при изолированных, множественных и комбинированных травмах зубов и челюстей. Кроме того, непонятна диагностическая эффективность каждой методики компьютерной томографии в диагностике травм зубов и челюстей.

Цель: оценить информативность современных рентгенодиагностических методик в диагностике травм зубов и челюстей в эксперименте.

Материалы и методы

Для экспериментального исследования был подготовлен препарат черепа свиньи возрастом около 8 мес с временными и постоянными зубами. В ходе эксперимента были симитированы механические повреждения зубов, альвеолярных гребней челюстей. Рентгенография и компьютерная томография проводилась до и после травмы зубов и челюстей. В качестве дентального рентгенодиагностического аппарата использовался портативный радиовизиограф EzRay Air Portable (Vatech, Южная Корея), а приемником была интраоральная CCD матрица EzSensor с диагональю 1,5 дюйма (размерами $29,2 \times 38,7 \times 4,95$ мм) и пространственным разрешением до 25 пар линий на мм. Мощность портативного радиовизиографа регулировалась в диапазоне 60–70 kV. Настраиваемое время экспозиции составляло от 0,1 до 2 с, коррекция проводилась для оптимизации качества изображения (табл. 1).

Также использовался аппарат рентгеновский панорамный стоматологический с функцией томографии KaVo OP 3D Vision (Imaging Sciences International LLC, США). При сканировании использовались стандартные технические па-

Таблица 1

Технические параметры дентального портативного радиовизиографа при проведении рентгенографии зубов

Параметры рентгенографии		Фокусное пятно, мм	Напряжение, kV	Сила тока, mA	Время, с
Уровень зубов	Резцы и клыки	0,4	60	7	0,1–0,4
	Пермоляры	0,4	70	7	0,6–0,8
	Моляры	0,4	70	7	1,5–2,0

параметры с вокселем до 0,25 мм, которые применяются в клинической практике для обследования стоматологических пациентов (табл. 2). При выборе техни-

ческих параметров также проводилась коррекция поля сканирования (FOV) для исследования: верхняя/нижняя челюсть, череп или сегмент.

Таблица 2

Технические параметры конусно-лучевого компьютерного томографа при сканировании препаратов черепа и челюстей

Параметры сканирования		Напряжение, kV	Сила тока, mA	Размер поля исследования (FOV, см)	Размер вокселя, мм	Время сканирования, с
Область сканирования	Верхняя челюсть	120	5	8 × 16	0,2	18,6
	Нижняя челюсть	120	5	10 × 16	0,2	18,6
	Череп	120	5	23 × 27	0,25	16
	Сегмент челюсти	120	5	5 × 8	0,125	18,9

Также в ходе эксперимента для исследования препаратов челюстей применялся мультисрезовой компьютерный томограф Incisive CT (Philips Healthcare (Suzhou) Co., Ltd., КНР) с толщиной срезов 0,68 мм. При исследовании использовались стандартные протоколы сканирования, которые применяются в

клинической практике для обследования стоматологических пациентов. Диапазоны выбора размера поля сканирования регулировались вручную в зависимости от выбора препаратов (череп или челюсти). Более подробные технические параметры сканирования препарата черепа и челюстей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Технические параметры мультисрезового компьютерного томографа при сканировании препаратов черепа и челюстей

Параметры рентгенографии		Алгоритм	Напряжение, kV	Сила тока, mA	Толщина среза, мм	Шаг сканирования, мм
Область исследования	Препараты челюсти	IAC Volume / Dentals	120	400	0,68	0,27
	Препарат черепа	Sinus Volume / Head	120	100	0,9	0,45

Результаты и их обсуждение

На первом этапе эксперимента (до нанесения травмирующего воздействия) проанализированы радиовизиограммы 36 зубов (временные зубы – 10 резцов, 4 клыка, 16 премоляров, а также постоянные – 2 резца и 4 премоляра на стадии прорезывания), также изучена структура костной ткани челюстей с целью выявления особенностей и исключения патологических изменений.

При помощи радиовизиографии получено более 45 рентгенограмм зубов верхней и нижней челюстей. В ходе исследования были выявлены сложности в позиционировании CCD-матрицы в ротовой полости свиньи. Более успешные попытки размещения матрицы были произведены после разделения и скелетирования челюстей от черепа и друг от друга. Однако в 50 % случаев были также отмечены проекционные искажения диагностических изображений, полученных при помощи радиовизиографии фронтальной группы зубов, при обследовании латеральной группы зубов данных проблем не возникало.

По данным радиовизиограмм произведена оценка количества и формы зубов, зубных зачатков и костной структуры верхней и нижней челюстей. Из-за небольшого размера CCD-матрицы в 50 % случаев четко определить форму зуба, количество корней, принадлежность зуба в стоматологической формуле было затруднительно. Чувствительная часть матрицы не полностью перекрывала крупные зубы и их корни, а также альвеолярные гребни челюстей, в то время как фолликулы постоянных зубов были вне зоны исследования, что привело к сложностям в интерпретации зубов (постоянные зубы или временные).

При проведении компьютерной томографии зубов и челюстей было выбрано широкое поле сканирования (при проведении МСКТ FOV был максимальный и регулировался вручную

по данным предварительного сканирования). На КЛК-томограммах с FOV от 8×16 см до 23×27 см визуализировались 36 зубов и 31 зачаток зубов, углы и ветви нижней челюсти были вне зоны сканирования. На МСК-томограммах определялось идентичное количество зубов, но из-за более широкого FOV дополнительно визуализировались еще 2 зачатка на нижней челюсти в латеральных отделах.

На основании полученных данных можно было проанализировать форму зубов, определить количество корней, наличие и положение зачатков зубов, оценить структуру костной ткани альвеолярного гребня. На основании этого была составлена зубная формула исследованного препарата черепа свиньи, которая соответствовала возрасту около 8 мес, по данным Дюмина М. С. (рис. 1).

Постоянные и временные резцы и временные клыки были однокорневые на обеих челюстях. Постоянные премоляры на обеих челюстях двухкорневые. Временные премоляры имели разное количество корней: двухкорневые составляли 15,4 %, трехкорневые – 23,1 %, четырехкорневые – 38,5 %, пятикорневые – 15,4 %, шестикорневые также выявлены в 15,4 % случаев. Постоянные моляры были шестикорневые на верхней челюсти и четырехкорневые на нижней челюсти.

По данным 3-мерных методик хорошо визуализировались анатомические особенности постоянных и временных зубов, топография зачатков, количество корней и корневых каналов, структура костной ткани челюстей. Однако отмечено, что КЛК-томограммы зубов (твердых тканей зубов, корней, каналов и апикальных отверстий) были четче и контрастнее, пространственное разрешение в визуализации мелких и высокоплотных тканей зубов (эмали) было выше по сравнению с диагностическими изображениями, полученными при помощи МСКТ. При анализе КЛКТ и

Верхняя челюсть																			
Мр	Мр		Рр	Рр	Рр		Ср	Ip	Ip			Ip	Ip	Ср		Рр	Рр	Рр	Мр
		Мр	Рр	Рр	Рр	Рр	Ср	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Ср	Рр	Рр	Рр	Рр	Мр
		Мр	Рр	Рр	Рр	Рр	Ср	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Ср	Рр	Рр	Рр	Рр	Мр
Мр	Мр		Рр	Рр	Рр		Ср	Ip	Ip	Ip	Ip	Ip	Ip	Ср		Рр	Рр	Рр	Мр
Нижняя челюсть																			

Рис. 1. Зубная формула препарата черепа свиньи по данным МСКТ и КЛКТ. Условные обозначения: *I* – резцы, *C* – клыки, *P* – премоляры, *M* – моляры; постоянные зубы – *p*; временные – *d*; уровень зубов в зубном ряду – *голубой цвет*; уровень зачатков зубов, расположенных в толще альвеолярного гребня, – *зеленый цвет*

МСКТ челюстей выявлена одинаковая информативность в визуализации трабекулярной структуры костной ткани.

На втором этапе эксперимента было симитировано нанесение механической травмы в область зубов и челюстей, после чего повторно проводились радиовизиография, конусно-лучевая и мультисрезовая компьютерная томография.

На радиовизиографе исследовано 34 зуба и 3 участка альвеолярного гребня после механического воздействия, получено более 35 рентгенограмм зубов верхней и нижней челюстей. В ходе исследования также сохранялись сложности в позиционировании CCD-матрицы на уровне фронтальной группы зубов. По данным радиовизиограмм выявлены одиночные и множественные линии переломов зубов (в области коронковой части [$n = 16$; 44,4 %], шейки [$n = 2$; 5,5 %], корня зуба [$n = 9$; 25,0 %]). Переломы коронковой части зубов в 30 % случаев являлись осложненными, поскольку линии переломов проходили через пульпу. На 2 радиовизиограммах отмечалось распространение линии перелома от лунки зуба на альвеолярный гребень челюсти, но определить объем повреждения не представлялось возможным. Более четко визуализировался ход линий переломов на уровне од-

нокорневых резцов и клыков ($n = 11$; 30,5 %) (рис. 2).



Рис. 2. Радиовизиография. Фронтальная группа зубов на верхней челюсти. Коронковые части зубов частично разрушены, визуализируются линии переломов, расположенные в пришеечной области и в области корней, которые сообщаются с пульпой зубов и корневым каналом. Периодонтальная щель равномерно расширена. Апикальные части корней зубов вне поля исследования

В многокорневых премолярах и молярах ($n = 11$; 30,5 %) четко установить распространенность и локализацию перелома было затруднительно из-за эффекта суммации. Также из-за ограниченного размера ССD-матрицы поле обследования было минимальное и не позволило оценить степень распространения линии перелома в область альвеолы зуба или альвеолярного гребня (рис. 3).

По данным 2-мерной методики были визуализированы только косвенные признаки вывихов зубов (асимметрия и/или расширение периодонтальной щели, укорочение или удлинение корня зуба) в 13,8% случаев ($n = 5$) (рис. 4).

На КЛК-томограммах четко определялись локализация и ход линии перелома зубов, их количество, связь с пульпарной камерой, повреждение кортикальной пластинки лунки зуба и альвеолярного гребня. При КЛКТ были выявлены переломы 34 зубов (94,4 %) из общего числа зубов в зубном ряду, выви-

хи зубов в 27,7 % случаев ($n = 10$), комбинированные механические повреждения, включающие также повреждение альвеолярного гребня и зачатков зубов. Одиночные переломы зубов на уровне коронковой части выявлены у 4 зубов и в 3 случаях на уровне корня. Множественные переломы зубов диагностированы у 27 зубов, которые включали переломы коронковой части ($n = 23$; 63,8 %), шейки зуба ($n = 10$; 27,7 %), корней зубов ($n = 12$; 33,3 %). Также необходимо отметить, что осложненные переломы коронковой части зуба выявлены в 44,4 % случаев ($n = 16$). Количество выявленных механических повреждений зубов и челюстей представлено в табл. 4. Кроме того, по данным КЛКТ визуализировались мелкие осколки эмали на уровне латеральной группы зубов.

Комбинированные механические повреждения, которые включали множественные переломы коронки, осложненные повреждением пульпы зуба, переломы корней, вывих зуба с распространением линии перелома от лунки

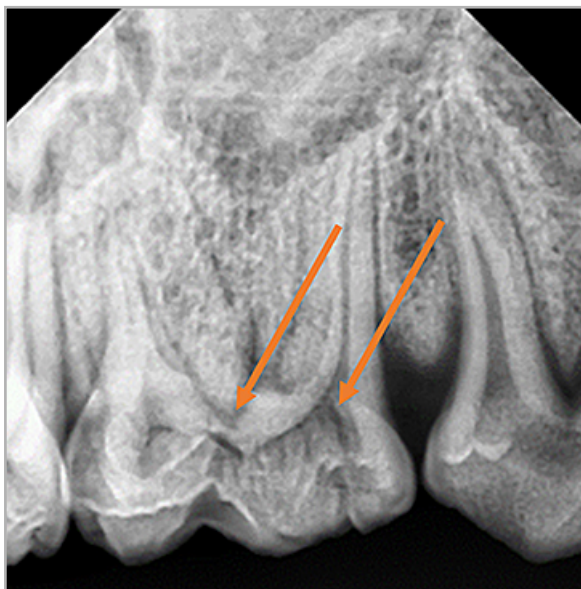


Рис. 3. Радиовизиография. Латеральная группа зубов верхней челюсти. Определяются многокорневые зубы с трудной дифференцировкой количества корней и каналов. Видны множественные линии переломов коронковой части зуба, проходящие через пульпарную камеру, переломы корней не определяются. Периодонтальная щель расширена



Рис. 4. Радиовизиография. Латеральная группа зубов на нижней челюсти. Периодонтальная щель неравномерно расширена у временного премоляра (косвенные признаки вывиха). Множественные линии переломов коронки и корней, сообщающиеся с полостью зуба

Таблица 4

**Количество выявленных механических повреждений
зубов и челюстей по данным КЛКТ**

Вид травмы	Количество случаев из общего числа зубов в зубном ряду (n = 36; 100 %)	
	Abs	%
Переломы зубов:		
— одиночные	7	19,4
— множественные	20	72,2
Вывихи зубов	2	5,5
Перелом зуба и его вывих	4	11,1
Вывих зуба и перелом альвеолярного ребра без повреждения зачатка постоянного зуба	1	2,7
Перелом, вывих зуба и перелом альвеолярного ребра с поврежде- нием зачатка постоянного зуба	1	2,7
Перелом, вывих зуба и перелом альвеолярного ребра без повреж- дения зачатка постоянного зуба	2	5,5

зуба на альвеолярный гребень встречались только на нижней челюсти (рис. 5).

На МСК-томограммах также оценивались переломы зубов, их количество, связь с пульпарной камерой, повреждение кортикальной пластинки лунки зуба и альвеолярного гребня.

При МСКТ были выявлены переломы 33 зубов (91,6 %) из общего числа зу-

бов в зубном ряду, вывихи зубов в 16,6 % случаев (n = 6), комбинированные механические повреждения, включающие также повреждение альвеолярного гребня и зачатков зубов. Количество выявленных механических повреждений зубов и челюстей представлено в табл. 5.

Одиночные переломы зубов на уровне коронковой части выявлены у 2 зубов

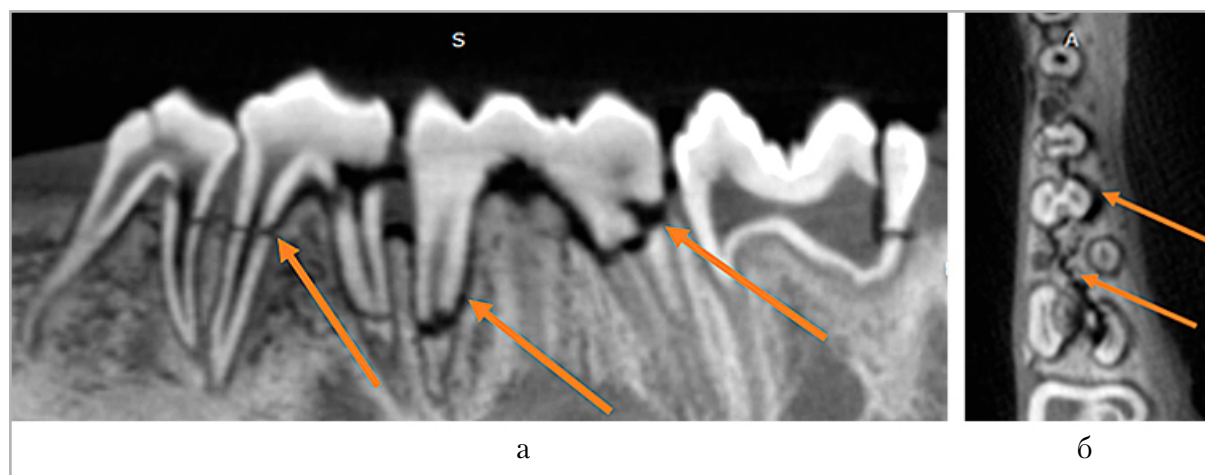


Рис. 5. КЛКТ в кососагиттальной (а) и аксиальной проекции (б). Латеральная группа зубов на нижней челюсти. Определяются множественные переломы коронок и корней зубов, проходящие через пульповую камеру зубов. Также визуализируются вывихи зубов, перелом альвеолярного гребня

Таблица 5

**Количество выявленных механических повреждений
зубов и челюстей по данным МСКТ**

Вид травмы	Количество случаев из общего числа зубов в зубном ряду (n = 36; 100 %)	
	Abs	%
Переломы зубов:		
— одиночные	4	19,4
— множественные	25	72,2
Вывихи зубов	0	0
Перелом зуба и его вывих	1	2,7
Вывих зуба и перелом альвеолярного ребра без повреждения зачатка постоянного зуба	1	2,7
Перелом, вывих зуба и перелом альвеолярного ребра с поврежде- нием зачатка постоянного зуба	1	2,7

и в 2 случаях на уровне корня. Множественные переломы зубов диагностированы у 25 зубов, которые включали переломы коронковой части (n = 25; 69,4 %), шейки зуба (n = 14; 38,8 %), корней зубов (n = 15; 41,6 %). Также необходимо отметить, что осложненные переломы коронковой части зуба выявлены в 55,5 % случаев (n = 20).

По данным МСКТ было диагностировано меньшее число переломов зубов, чем по данным КЛКТ, это обусловлено затруднительной дифференцировкой линий перелома коронки в пределах эмали и дентина. Кроме того, на МСК-томограммах выявлялось большее количество артефактов в виде наличия множества параллельных сомнительных линий, которые имитируют множественные переломы зубов (в области коронки и корней), в том числе и с повреждением пульпы (рис. 6, 7).

По данным МСКТ не были диагностированы изолированные вывихи зубов. Однако вывихи зубов с переломами кортикальных пластинок лунок и с распространением линии перелома на альвеолярный гребень прекрасно визуализировались по данным МСКТ и КЛКТ.



Рис. 6. МСКТ, косокорональная проекция. Фронтальная группа зубов на нижней челюсти. Коронковые части временных зубов разрушены, визуализируются линии переломов, расположенные в коронковой части и в области корней, проходящие через пульпу и корневые каналы. Корни временных резцов укорочены, периодонтальные щели резко расширены, что свидетельствует о вывихах зубов. Определяются фолликулы с постоянными резцами с неубедительными признаками повреждения коронки зачатка постоянного резца слева

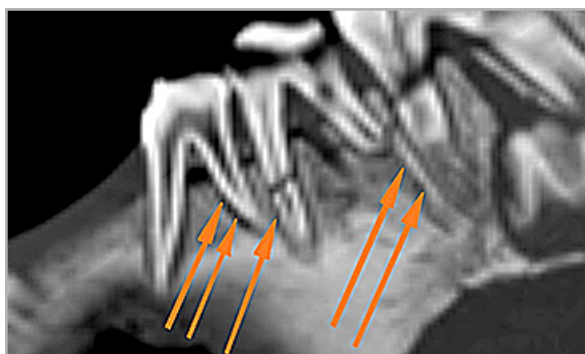


Рис. 7. МСКТ, кососагиттальная проекция. Латеральная группа зубов на нижней челюсти. Определяются переломы корней и большое количество линейных артефактов, которые имитируют множественные переломы

При сравнительном анализе всех компьютерных томограмм зубов и челюстей было выявлено, что МСКТ является менее информативной для диагностики механических повреждений по сравнению с КЛКТ (рис. 8).

На диагностических изображениях, полученных после проведения КЛКТ, отмечались высокое пространственное разрешение тканей зубов, четкая визуализация минимальных линий перело-

мов зубов при отсутствии артефактов от высокоплотных структур (рис. 9).

По данным нашего экспериментального исследования выявлено, что радиовизиография имеет ряд технических сложностей в проведении исследования, малоинформативна в определении топографии линии переломов (особенно в многокорневых зубах), в выявлении вывихов зубов и диагностике переломов альвеолярного гребня. Ограниченное поле приемника радиовизиографа не позволяет охватить всю зону механического повреждения зубов и челюстей для определения характера перелома.

Компьютерные технологии позволяют изучать анатомию зубов и челюстей, характер и распространенность переломов, диагностировать вывихи зубов, переломы альвеолярного гребня. КЛКТ незначительно, но превосходит по диагностической эффективности МСКТ, поскольку линейные артефакты при МСКТ ведут к диагностическим ошибкам переломов зубов.

Сравнительный анализ диагностической эффективности методов и методик лучевой диагностики в выявлении

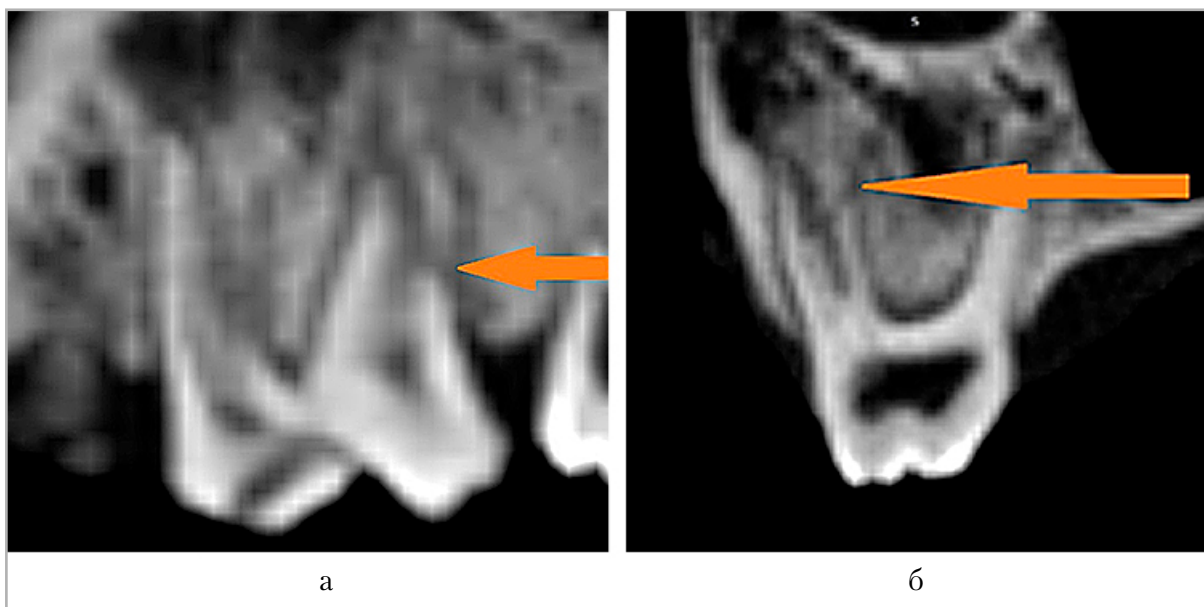


Рис. 8. МСКТ, мультипланарная реконструкция в кососагиттальной (а) и коронарной (б) плоскостях. Латеральная группа зубов на верхней челюсти. Определяется укорочение щечного корня с признаками его перелома в средней трети, расширение периодонтальной щели (стрелка)

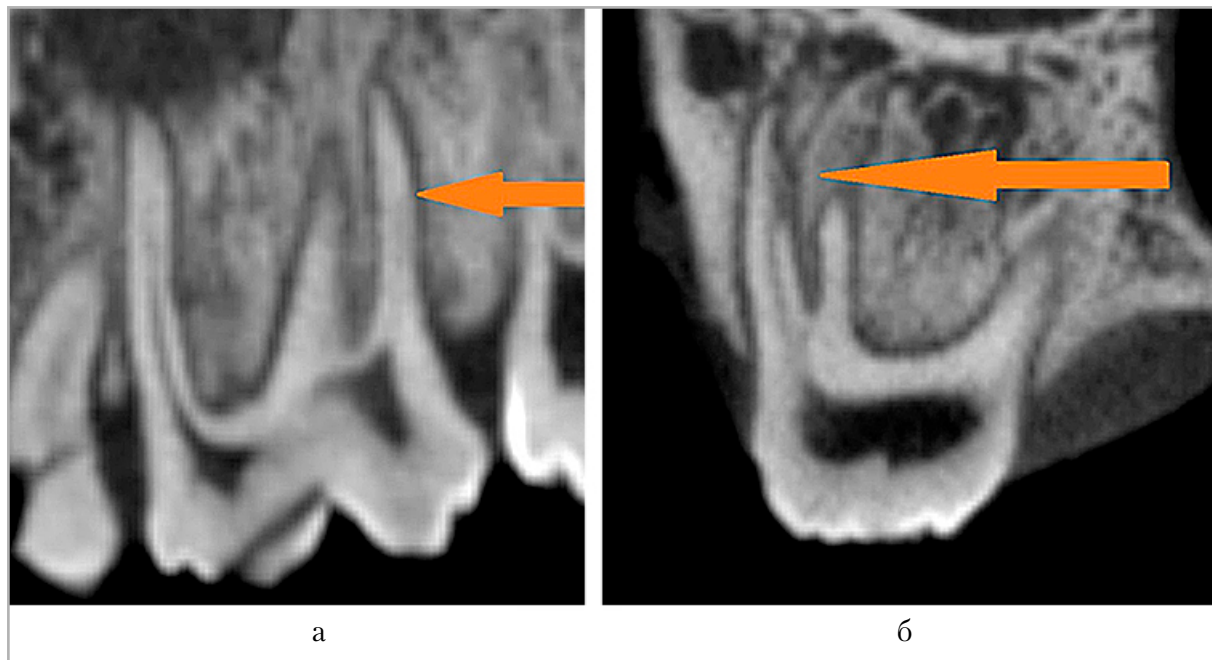


Рис. 9. КЛКТ, мультипланарная реконструкция в кососагиттальной (а) и коронарной (б) плоскостях. Латеральная группа зубов на верхней челюсти (тот же уровень зуба, что представлен на рис. 8). Определяется более четкое изображение в дифференцировке твердых тканей зуба, линия перелома в средней трети корня отсутствует (стрелка)

травм зубов и челюстей в эксперименте представлен на рис. 10.

При анализе диагностической эффективности было установлено, что

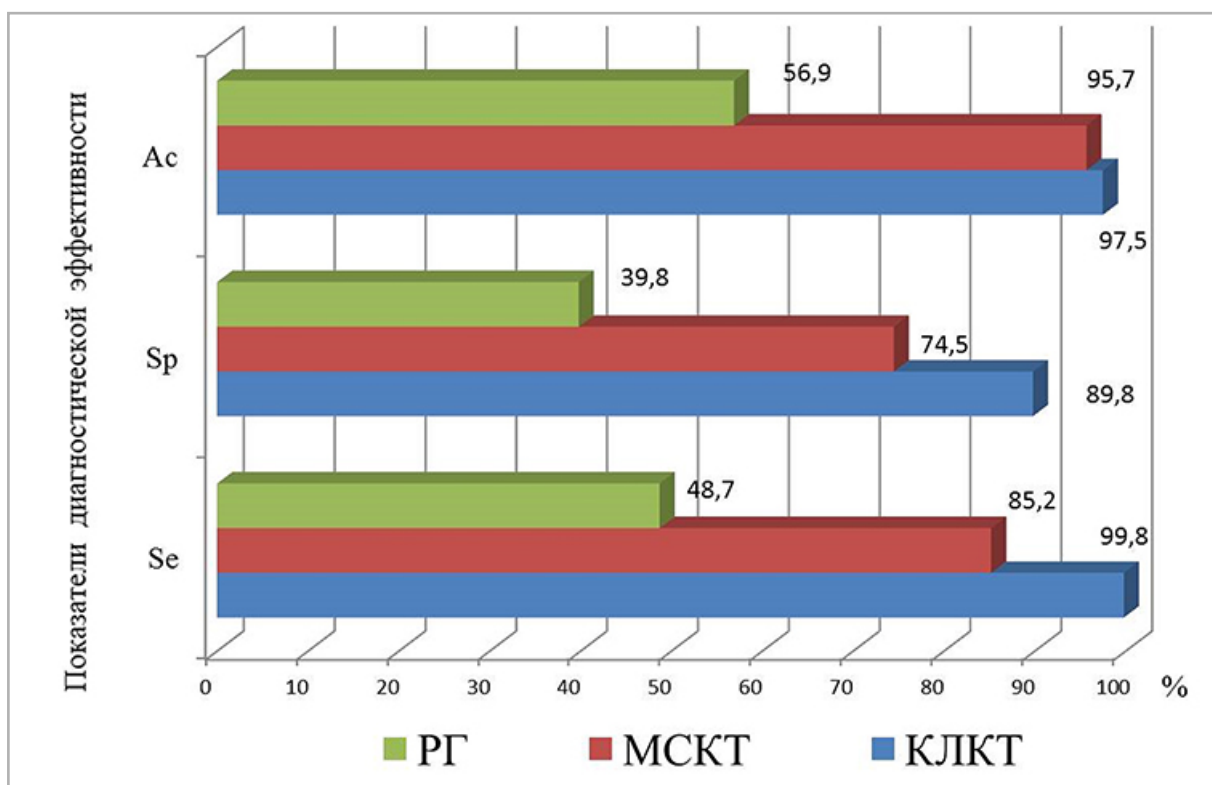


Рис. 10. Диаграмма. Сравнительный анализ диагностической эффективности методов и методик лучевой диагностики в выявлении травм зубов и челюстей в эксперименте

для выявления травм зубов и челюстей наиболее значимой методикой является КЛКТ, которая продемонстрировала высокие значения специфичности (Sp), чувствительности (Se), точности (Ac) по сравнению с МСКТ, и особенно по сравнению с радиовизиографией. Диагностическая эффективность КЛКТ превосходит МСКТ по всем показателям.

Данные результаты исследования были схожи с результатами других авторов [5, 7, 9]. В работах Макеевой И. М. (2016), Ничипор Е. А. (2021) проведен анализ информативности компьютерных технологий и доказано, что диагностическая информативность МСКТ уступает КЛКТ в обнаружении неполных переломов зубов. Также подтверждаются данные о недостаточном пространственном разрешении и наличии артефактов на диагностических изображениях после проведения МСКТ, что приводит к диагностическим ошибкам [7]. По данным Макеевой И. М. (2016), КЛКТ также продемонстрировала высокую информативность в выявлении полных и неполных переломов зубов по сравнению с двухмерной рентгенографией.

В ходе нашего экспериментального исследования также было отмечено, что в зависимости от типа травмы и локализации чувствительность радиовизиографии может составлять до 48,7 %. Это указывает на то, что метод малоинформативен в диагностике переломов многокорневых зубов из-за ограниченного поля исследования и эффекта суммации. Специфичность радиовизиографии находится в пределах до 39,7 %. Точность радиовизиографии в оценке травм зубов составляет до 56,9 %, что указывает на определенную надежность метода по сравнению с МСКТ и КЛКТ.

Заключение

Для диагностики изолированных переломов в однокорневых зубах можно рекомендовать проведение радиовизиографии, но нужно помнить о наличии

ограниченного поля исследования и сложности позиционирования ССD-матрицы в полости рта. Кроме того, при множественных переломах (особенно в многокорневых зубах), вывихах и при переломах альвеолярного гребня радиовизиография малоинформативна. При множественных и комбинированных травмах зубов и челюстей методами выбора будут являться 3-мерные компьютерные технологии. Диагностическая эффективность КЛКТ по всем показателям чувствительности (Se), специфичности (Sp) и точности (Ac) превосходит данные МСКТ. КЛКТ зубов и челюстей позволяет получить высокоинформативные диагностические изображения с минимальными артефактами с отличной визуализацией тканей зубов и линий переломов на уровне зубов и челюстей.

Список источников

1. Аржанцев А. П. Рентгенология в стоматологии: руководство для врачей / А. П. Аржанцев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 304 с.
2. Дюмин М. С. Остеология и артродология домашних животных. Учебное пособие / М. С. Дюмин, Е. А. Исаенков, М. В. Волкова, Г. С. Тимофеева. Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановская ГСХА», 2018. 112 с.
3. Кисельникова Л. П. Детская терапевтическая стоматология. Национальное руководство / под ред. Л. П. Кисельниковой. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 952 с.
4. Лежнев Д. А., Петровская В. В. Современные тенденции лучевой диагностики в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (лекция) // Радиология – практика. 2019. № 5. С. 57–73.
5. Макеева И. М., Бякова С. Ф., Аджиева Э. К., Голубева Г. И., Грачев В. И., Касаткина И. В. Диагностика вертикальных трещин корней зубов с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии // Стоматология. 2016. № 95 (6). С. 9–11. <https://doi.org/10.17116/stomat20169569-11>

6. Николаев А. Е., Кадиева А. Ш., Шапиев А. Н., Чернина В. Ю., Арцыбашева М. В., Гончар А. П., Гомболевский В. А., Босин В. Ю., Морозов С. П. Лучевая диагностика заболеваний зубочелюстной системы у детей и подростков // Вопросы практической педиатрии. 2019. Т. 14, № 2. С. 43–54. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2019-2-43-54>
7. Ничипор Е. А. Возможности микрофокусной конусно-лучевой компьютерной томографии в визуализации стоматологических материалов и инородных объектов (экспериментальное исследование): дис. ... канд. мед. наук / МГМСУ. М., 2022. 143 с.
8. Gao A., Cao D., Lin Z. Diagnosis of cracked teeth using cone-beam computed tomography: literature review and clinical experience // *Dentomaxillofac. Radiol.* 2021;50(5):20200407. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20200407>
9. Patel Sh., Puri T., Mannocci F., Navai A. Diagnosis and Management of Traumatic Dental Injuries Using Intraoral Radiography and Cone-beam Computed Tomography: An In Vivo Investigation // *J. Endod.* 2021 Jun;47(6):914-923. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.015>
10. stvo / pod red. L. P. Kisel'nikovoj. 2-e izd., pererab. i dop. Moskva: GJeOTAR-Media, 2021. 952 s. (In Russ.).
4. Lezhnev D. A., Petrovskaya V. V. Modern Radiological Trends in Dentistry and Maxillofacial Surgery (Lecture). *Radiology – Practice*. 2019;(5):57-73. (In Russ.).
5. Makeeva I. M., Biakova S. F., Adzhieva E. K., Golubeva G. I., Grachev V. I., Kasatkina I. V. Detection of vertical root fractures by cone beam CT. *Stomatology*. 2016;95(6):9-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat20169569-11>
6. Nikolaev A. E., Kadieva A. Sh., Shapiev A. N., Chernina V. Yu., Artsybasheva M. V., Gonchar A. P., Gombolevsky V. A., Bosin V. Yu., Morozov S. P. X-ray diagnostics of dentoalveolar disorders in children and adolescents. *Vopr. prakt. pediatri. Clinical Practice in Pediatrics*. 2019; 14(2): 43-54. (In Russ.). <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2019-2-43-54>
7. Nichipor E. A. Vozmozhnosti mikrofokusnoj konusno-luchevoj komp'yuternoj tomografii v vizualizacii stomatologicheskikh materialov i inorodnykh obektov (jeksperimental'noe issledovanie): dis. ... k. m. n. / MGMSU. M., 2022. 143 s. (In Russ.).
8. Gao A., Cao D., Lin Z. Diagnosis of cracked teeth using cone-beam computed tomography: literature review and clinical experience. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2021;50(5):20200407. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20200407>
9. Patel Sh., Puri T., Mannocci F., Navai A. Diagnosis and Management of Traumatic Dental Injuries Using Intraoral Radiography and Cone-beam Computed Tomography: An In Vivo Investigation. *J. Endod.* 2021 Jun;47(6):914-923. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.015>

References

1. Arzhancev A. P. Rentgenologija v stomatologii: rukovodstvo dlja vrachej. A. P. Arzhancev. M.: GJeOTAR-Media, 2021. 304 s. (In Russ.).
2. Djumin M. S. Osteologija i artrologija domashnih zhivotnyh. Uchebnoe posobie / M. S. Djumin, E. A. Isaenkov, M. V. Volkova, G. S. Timofeeva. Ivanovo: FGBOU VO «Ivanovskaja GSHA», 2018. 112 s. (In Russ.).
3. Kisel'nikova L. P. Detskaja terapevticheskaja stomatologija. Nacional'noe rukovod-

Сведения об авторах / Information about the authors

Петровская Виктория Васильевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: создание концепции научного направления; анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации; приняла

на себя ответственность за все аспекты работы и готова подтвердить, что вопросы, относящиеся к достоверности и цельности любой части исследования, должным образом изучены и решены.

Petrovskaya Viktoriya Vasilievna, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia), Moscow, Russia.

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction; literature analysis, text writing; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication; I have assumed responsibility for all aspects of the work and am ready to confirm that issues related to the reliability and integrity of any part of the study have been properly studied and resolved.

Дружина Екатерина Александровна, аспирант ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала.

Druzhina Ekaterina Alexandrovna, PhD student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia), Moscow, Russia.

Author's contribution: literature analysis, text writing; participation in the collection of material.

Кисельникова Лариса Петровна, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, главный внештатный специалист Департамента здравоохранения г. Москвы по детской стоматологии, заведующая кафедрой детской стоматологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: создание концепции научного направления; анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Kiselnikova Larisa Petrovna, MD, Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Chief Freelance Specialist of the Moscow Department of Healthcare in Pediatric Dentistry, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia), Moscow, Russia.

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction; literature analysis, text writing; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication.

Осипов Геннадий Андреевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: создание концепции научного направления; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Osipov Gennady Andreevich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Pediatric Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia), Moscow, Russia.

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication.

Перова Наталия Геннадьевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Perova Natalia Gennadievna, Candidate of Medical Sciences, Assistant of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE ROSUNIMED of MOH of Russia), Moscow, Russia.

Author's contribution: literature analysis, text writing; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication.

Статья поступила в редакцию 02.12.2024;
одобрена после рецензирования 17.02.2025;
принята к публикации 17.02.2025.

The article was submitted 02.12.2024;
approved after reviewing 17.02.2025;
accepted for publication 17.02.2025.