

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-172-178

УДК 616.314-089.5-073.7-053.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТОКОЛА РАСШИРЕННОГО ЦИФРОВОГО АНАЛИЗА КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЗУБОАЛЬВЕОЛЯРНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ ОККЛЮЗИИ В ПЕРИОД СМЕНЫ ЗУБОВ

Григоренко М. П.¹, Вакушина Е. А.^{1,2}, Лапина Н. В.³, Демина К. Ю.^{2,4},
Кравченко П. С.⁵, Мрикаева М. Р.⁶, Бондаренко К. Н.³, Хотко Р. А.⁷

¹ ООО «Ортодонтическая практика профессора Вакушиной», г. Ставрополь, Россия

² Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

³ Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

⁴ Городская клиническая детская стоматологическая поликлиника, г. Ставрополь, Россия

⁵ Стоматологическая поликлиника №1, г. Ростов-на-Дону, Россия

⁶ Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия

⁷ ООО «ЭЛИТ», п. Яблоновский, Россия

Аннотация

Период сменного прикуса характеризуется активным ростом краниофациального комплекса, и нарушения окклюзии на этом этапе могут приводить к стойким аномалиям зубных дуг, дисфункции височно-нижнечелюстных суставов и эстетическим дефектам. Традиционные диагностические методы не обеспечивают полноценной трехмерной персонализированной оценки, тогда как внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии открывает новые возможности для точного анализа костных, зубных и суставных структур с низкой лучевой нагрузкой.

Цель — усовершенствование протокола цифрового анализа КЛКТ челюстно-лицевой области у детей 6–12 лет с зубоальвеолярными нарушениями окклюзии.

Обследовано 172 пациента (средний возраст $8,7 \pm 1,8$ года) на базе стоматологической клиники в г. Ставрополе (2022–2025 гг.). Всем выполнена КЛКТ на аппарате KaVo OP300 Maxio, 3D-сканирование гипсовых моделей челюстей, 3D-цефалометрия и биометрия с определением дентального типа зубных дуг, типа черепа (мезо-, брахи-, долихогнатический) и углов ВНЧС. Статистический анализ проведен с использованием критерия Пирсона при уровне значимости $p < 0,05$. Наиболее часто встречалась дистальная окклюзия (59,13 %), перекрестная — 24,35 %, мезиальная — 16,52 %. Мезогнатический тип черепа выявлен у 54,65 % пациентов, брахиогнатический — у 24,42 %, долихогнатический — у 20,93 %. Нормодонтный вариант зубных дуг преобладал при мезогнатическом типе (29,65 %).

Установлены средние линейные параметры зубных дуг и вариабельность угла конвергенции суставных головок ($120–155^\circ$). Сужение верхней зубной дуги чаще встречалось при долихогнатическом типе (62,5 %) и коррелировало с уменьшением межрезцового угла ($r = 0,42$; $p < 0,05$), а увеличение сагиттальной щели — с брахиогнатическим типом (71,4 %). Предложенный многоуровневый цифровой протокол показал высокую информативность, обеспечивая объективную количественную оценку взаимоотношений зубоальвеолярных и краниофациальных структур, что позволяет персонализировать планирование ортодонтического лечения у детей со сменным прикусом. Полученные систематизированные характеристики могут служить референтными критериями для дифференциальной диагностики различных форм окклюзионных нарушений.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, смена зубов, зубоальвеолярные аномалии окклюзии, диагностический протокол, цефалометрия, зубные дуги, височно-нижнечелюстной сустав

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Марк Павлович ГРИГОРЕНКО ORCID ID 0009-0005-2073-6562

к.м.н., врач-стоматолог-ортопед, ООО «Ортодонтическая практика профессора Вакушиной», г. Ставрополь, Россия
mark115@yandex.ru

Елена Анатольевна ВАКУШИНА ORCID ID 0009-0006-3118-6559

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой стоматологии детского возраста, Ставропольский государственный медицинский университет,
г. Ставрополь, Россия
mark115@yandex.ru

Наталья Викторовна ЛАПИНА ORCID ID 0000-0003-1835-8898

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет,
г. Краснодар, Россия
kgma74@yandex.ru

Кристина Юрьевна ДЕМИНА ORCID ID 0009-0000-6439-5118

к.м.н., главный врач, городская клиническая детская стоматологическая поликлиника; доцент кафедры стоматологии детского возраста,
г. Ставрополь, Россия
kristi_thebest@mail.ru

Павел Сергеевич КРАВЧЕНКО ORCID ID 0009-0006-9215-2504

врач-ортодонт, стоматологическая поликлиника №1, г. Ростов-на-Дону, Россия
p.k.s.1998@mail.ru

Мадина Руслановна МРИКАЕВА ORCID ID 0009-0003-0994-5924

к.м.н., доцент кафедры стоматологии №1, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия
m.mrikaeva@mail.ru

Константин Николаевич БОНДАРЕНКО ORCID ID 0009-0000-6110-8523

старший лаборант кафедры ортопедической стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия
mark115@yandex.ru

Расудан Адамовна ХОТКО ORCID ID 0000-0003-0711-0838

врач-ортодонт, ООО «ЭЛИТ», п. Яблоновский, Россия
mark115@yandex.ru

Адрес для переписки: Марк Павлович ГРИГОРЕНКО

355017, г. Ставрополь, ул. Мира, д. 355/38, кв. 92
+7 (962) 454-10-18
mark115@yandex.ru

Образец цитирования:

Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Лапина Н. В., Демина К. Ю., Кравченко П. С., Мрикаева М. Р., Бондаренко К. Н., Хотко Р. А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТОКОЛА РАСШИРЕННОГО ЦИФРОВОГО АНАЛИЗА КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЧЕЛЮСТНО-
ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЗУБОАЛЬВЕОЛЯРНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ ОККЛЮЗИИ В ПЕРИОД СМЕНЫ ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2026; 3: 172-178.
© Григоренко М. П. и др., 2026
DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-172-178

Поступила 08.08.2026. Принята к печати 02.09.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-172-178

ENHANCEMENT OF THE EXTENDED DIGITAL CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY ANALYSIS PROTOCOL FOR THE MAXILLOFACIAL REGION IN PATIENTS WITH DENTOALVEOLAR OCCLUSAL DISORDERS DURING THE MIXED DENTITION PERIOD

Grigorenko M.P.¹, Vakushina E.A.^{1,2}, Lapina N.V.³, Dyomina K.Yu.^{2,4},
Kravchenko P.S.⁵, Mrikaeva M.R.⁶, Bondarenko K.N.³, Khotko R.A.⁷

¹ LLC "Orthodontic practice of professor Vakushina", Stavropol, Russia

² Stavropol state medical university, Stavropol, Russia

³ Kuban state medical university, Krasnodar, Russia

⁴ City clinical children's dental polyclinic, Stavropol, Russia

⁵ Dental polyclinic No. 1, Rostov-on-Don, Russia

⁶ North-Ossetian state medical academy, Vladikavkaz, Russia

⁷ LLC "ELIT", Yablonovsky, Russia

Abstract

The mixed dentition period is characterized by active growth and remodeling of the craniofacial complex, and occlusal disturbances at this stage can lead to persistent dental arch anomalies, temporomandibular joint dysfunction, and aesthetic defects. Traditional diagnostic methods do not provide a comprehensive three-dimensional personalized assessment, whereas the introduction of cone-beam computed tomography opens up new possibilities for accurate analysis of bony, dental, and joint structures with low radiation exposure. The aim of this study was to improve the protocol for digital CBCT analysis of the maxillofacial region in children aged 6–12 years with dentoalveolar occlusal disorders.

A total of 172 patients (mean age 8.7 ± 1.8 years) were examined at a dental clinic in Stavropol (2022–2025). All underwent CBCT on a KaVo OP300 Maxio unit, 3D scanning of plaster dental casts, 3D cephalometry and biometry to determine the dental arch type, facial type (mesognathic, brachygnathic, dolichognathic), and TMJ angles. Statistical analysis was performed using Pearson's chi-square test at a significance level of $p < 0.05$. Distal occlusion was the most common finding (59.13 %), followed by crossbite (24.35 %) and mesial occlusion (16.52 %). The mesognathic facial type was found in 54.65 % of patients, brachygnathic in 24.42 %, and dolichognathic in 20.93 %. The normodontic dental arch type prevailed in the mesognathic group (29.65 %). Mean linear parameters of the dental arches and variability of the condylar convergence angle (120 – 155°) were established. Maxillary arch constriction was more frequent in the dolichognathic type (62.5 %) and correlated with a decreased interincisal angle ($r = 0.42$; $p < 0.05$), while an increased sagittal overjet was associated with the brachygnathic type (71.4 %). The proposed multilevel digital protocol proved to be highly informative, providing an objective quantitative assessment of the relationships between dentoalveolar and craniofacial structures, which enables personalized orthodontic treatment planning in children with mixed dentition. The obtained systematized characteristics can serve as reference criteria for the differential diagnosis of various occlusal disorders.

Keywords: cone-beam computed tomography, mixed dentition, dentoalveolar occlusal anomalies, diagnostic protocol, cephalometry, dental arches, temporomandibular joint

The authors declare no conflict of interest

Mark P. GRIGORENKO ORCID ID 0009-0005-2073-6562

PhD, dentist-orthopedist, LLC "Orthodontic practice of professor Vakushina", Stavropol, Russia
mark115@yandex.ru

Elena A. VAKUSHINA ORCID ID 0009-0006-3118-6559

PhD, MD, PSc, professor, head of the department of pediatric dentistry, Stavropol state Medical university, Stavropol, Russia
mark115@yandex.ru

Natalia V. LAPINA ORCID ID 0000-0003-1835-8898

PhD, MD, PSc, professor, head of the department of orthopedic dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
kgma74@yandex.ru

Kristina Yu. DYOMINA ORCID ID 0009-0000-6439-5118

PhD, head physician, city clinical children's dental polyclinic, associate professor of the department of pediatric dentistry, Stavropol, Russia
kristi_thebest@mail.ru

Pavel S. KRAVCHENKO ORCID ID 0009-0006-9215-2504
orthodontist, dental polyclinic No. 1, Rostov-on-Don, Russia
p.k.s.1998@mail.ru

Madina R. MRIKAEVA ORCID ID 0009-0003-0994-5924

PhD, associate professor, department of dentistry No. 1, North-Ossetian state medical academy, Vladikavkaz, Russia
m.mrikaeva@mail.ru

Konstantin N. BONDARENKO ORCID ID 0009-0000-6110-8523

senior laboratory assistant, department of orthopedic dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
mark115@yandex.ru

Rasudan A. KHOTKO ORCID ID 0000-0003-0711-0838

orthodontist, LLC "ELIT", Yablonovsky, Russia
mark115@yandex.ru

Correspondence address: Mark P. GRIGORENKO

355/38 Mira St., app. 92, Stavropol, 355017, Russia
+7 (962) 454-10-18
mark115@yandex.ru

For citation:

Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Lapina N.V., Dyomina K.Yu., Kravchenko P.S., Mrikaeva M.R., Bondarenko K.N., Khotko R.A.

ENHANCEMENT OF THE EXTENDED DIGITAL CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY ANALYSIS PROTOCOL FOR THE MAXILLOFACIAL REGION IN

PATIENTS WITH DENTOALVEOLAR OCCLUSAL DISORDERS DURING THE MIXED DENTITION PERIOD. *Actual problems in dentistry*. 2026; 3: 172-178. (In Russ.)

© Grigorenko M.P. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-172-178

Received 08.08.2026. Accepted 02.09.2026

Введение

В период смены зубов у детей происходят активные процессы роста и перестройки краниофациального комплекса, которые определяют формирование постоянного прикуса и функциональное состояние всего жевательного аппарата [12, 14]. Нарушения окклюзии, возникающие на этом этапе, могут приво-

дить к стойким аномалиям зубных дуг, дисфункции височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) и эстетическим дефектам челюстно-лицевой области (ЧЛО) [21, 23] (рис. 1). Ранняя диагностика таких состояний имеет решающее значение для своевременного ортодонтического вмешательства в период сменного прикуса и профилактики осложнений [1] (рис. 1).



Рис. 1. Клиническое многообразие нарушений окклюзии в период сменного прикуса: а — мезиальная окклюзия в боковых отделах, вертикальная резцовая диокклюзия в переднем отделе; б — мезиальная окклюзия в боковых отделах, обратная резцовая окклюзия в переднем отделе; в — дистальная окклюзия в боковых отделах, глубокая резцовая окклюзия в переднем отделе; г — нейтральная окклюзия в боковых отделах, скученное положение зубов в переднем отделе; д — перекрестная окклюзия в боковых отделах, глубокая резцовая окклюзия в переднем отделе

Fig. 1. Clinical diversity of occlusal disorders during the mixed dentition period: а — mesial occlusion in the lateral segments, anterior open bite; б — mesial occlusion in the lateral segments, anterior crossbite; в — distal occlusion in the lateral segments, deep bite; г — neutral occlusion in the lateral segments, anterior crowding; д — crossbite in the lateral segments, deep bite

Традиционные методы исследования (клинический осмотр, рентгенография (ОПТГ, ТРГ) и биометрия аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей пациентов) не всегда позволяют получить полную, прецизионную, а главное персонифицированную картину пространственных взаимоотношений костных и зубных структур в цифровом формате [3, 5]. Активное внедрение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в детскую стоматологию открывает новые возможности для трехмерного анализа краниофасциальной области без искажений и с низкой лучевой нагрузкой [15, 28]. КЛКТ позволяет одновременно оценить состояние зубов, костной ткани, суставов и мягких тканей ЧЛО, что особенно важно при зубоальвеолярных формах патологии окклюзии [9, 24].

Несмотря на растущее число печатных работ, посвященных применению КЛКТ у взрослых, систематизированных данных о диагностической значимости этого метода у детей со сменным прикусом недостаточно [2, 7]. Особенно актуальным является изучение взаимосвязей между типом черепа, размерами зубов, зубных дуг и параметрами ВНЧС для обоснования индивидуальных подходов к лечению в период смены зубов [8, 11].

Цель работы — усовершенствовать протокол цифрового анализа конусно-лучевой компьютерной томографии челюстно-лицевой области у детей с зубоальвеолярными нарушениями окклюзии в период смены зубов.

Задачи работы:

- 1) Определить частоту встречаемости среди детей в период смены зубов в г. Ставрополе.
- 2) Предложить цифровой диагностический протокол (клинико-антропометрия, 3D-сканирование моделей, КЛКТ, 3D-цефалометрия) у детей с зубоальвеолярными нарушениями в сменном прикусе.
- 3) Провести количественную оценку линейных и угловых параметров зубных дуг и ВНЧС по 3D-моделям и определить их значения.
- 4) Систематизировать клинические, фотометрические, антропометрические, 3D-биометрические, 3D-рентгенологические и 3D-цефалометрические характеристики, свойственные зубоальвеолярным формам окклюзионной патологии в период смены зубов.

Материалы и методы

Многоуровневое исследование проведено на базе стоматологической клиники ООО «Стоматология профессора Вакушиной» (г. Ставрополь) в период 2022–2025 гг. В исследование были включены 172 пациента обоих полов в возрасте от 6 до 12 лет (средний возраст $8,7 \pm 1,8$ года) со сменным прикусом, ассоциированным зубоальвеолярными формами окклюзионной патологии (сужение зубных дуг; скученное, глубокое или открытое прикусное соотношение зубов в переднем отделе; дистальное, перекрестное и/или мезиальное соотношение зубов в боковых отделах) [6]. Критерии включения: наличие всех временных и про-

резывающих первых постоянных моляров, отсутствие системных заболеваний, влияющих на рост челюстей, информированное согласие родителей. Критерии исключения: травмы челюстно-лицевой области, врожденные пороки развития, скелетные формы окклюзионной патологии в период смены зубов, ранее проведенное ортодонтическое лечение [14].

Всем пациентам была выполнена КЛКТ краниофасциальной области на аппарате KaVo OP300 Maxio (KaVo, Германия) с параметрами: напряжение 120 кВ, сила тока 5 мА, время сканирования 14 с, размер вокселя 0,25 мм в состоянии привычной окклюзии [9, 15]. Полученные DICOM-данные обрабатывали в программе OnDemand3D (Cybermed, Корея) с построением трехмерных реконструкций и выполнением линейных и угловых измерений

с использованием предложенных оригинальных методик [17, 26].

Для 3D-одонтометрии и 3D-биометрии изготавливали аналоговые гипсовые диагностические модели челюстей, которые в последующем сканировали в аппарате KaVo OP300 Maxio (KaVo, Германия) для проведения КЛКТ и импортировали в соответствующее программное обеспечение [3, 10]. Последовательно определяли привычные окклюзионные взаимоотношения, суммарные медиально-дистальные размеры коронок временных и постоянных зубов, а также длину переднего отрезка и ширину зубных дуг. На основе полученных данных классифицировали дентальный тип зубной дуги (нормодонтный, макродонтный, микродонтный) согласно возрастным нормативам [4] (рис. 2–4).



Рис. 2. Визуализация привычных окклюзионных взаимоотношений (дистальной окклюзии в боковых отделах и глубокой резцовой дизокклюзии в переднем отделе) на 3D-сканах диагностических моделей

Fig. 2. Visualization of habitual occlusal relationships (distal occlusion in the lateral segments and deep incisor disocclusion in the anterior segment) on 3D-scans of diagnostic models

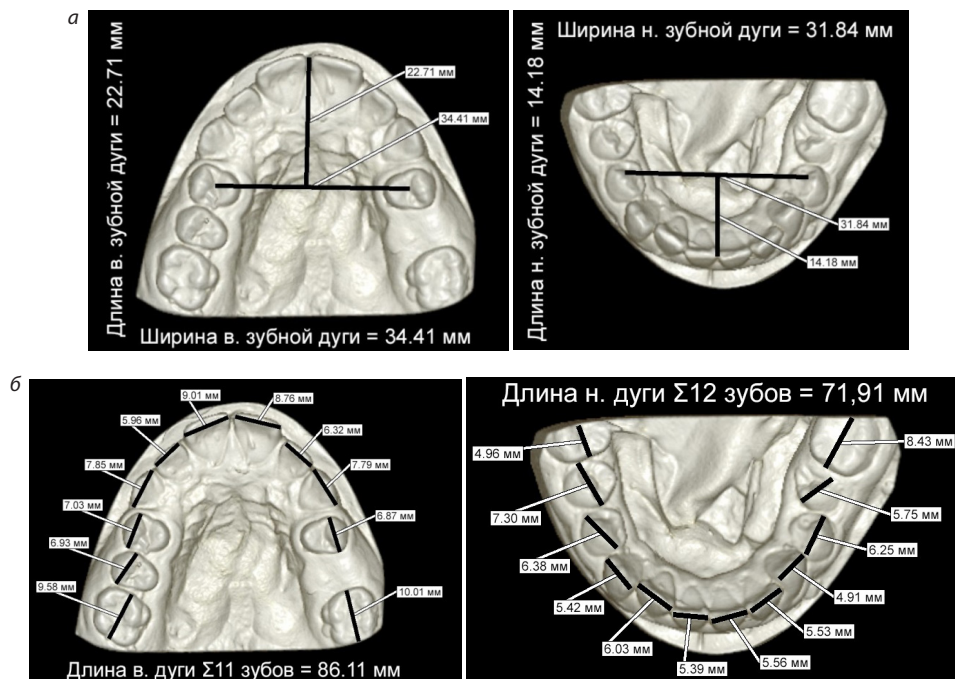


Рис. 3. 3D-биометрические и 3D-одонтометрические измерения на 3D-сканах цифровых диагностических моделей: а — определение длины и ширины зубных дуг обеих челюстей; б — определение медиально-дистальных размеров коронок временных и постоянных зубов и их суммарных значений на обеих челюстях

Fig. 3. 3D-biometric and 3D-odontometric measurements on 3D-scans of digital diagnostic models: a — measuring the length and width of dental arches of both jaws; b — measuring mesiodistal crown dimensions of primary and permanent teeth and their total values for both jaws

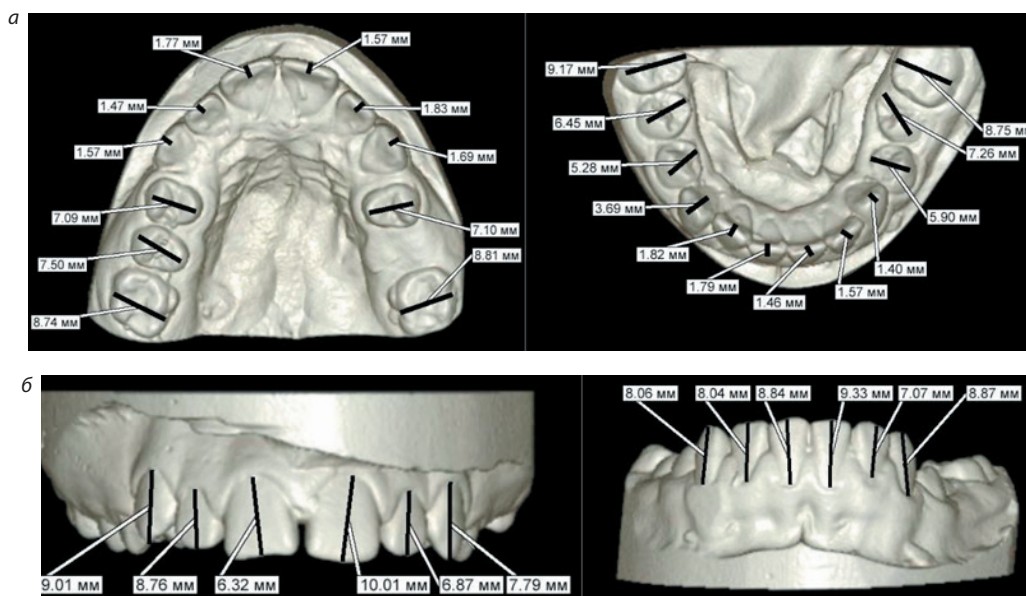


Рис. 4. 3D-одонтометрические измерения на 3D-сканах цифровых диагностических моделей: а — определение вестибуло-оральных размеров коронок временных и постоянных зубов; б — определение высоты коронок временных и постоянных зубов
Fig. 4. 3D-odontometric measurements on 3D-scans of digital diagnostic models: а — measuring vestibule-oral crown dimensions of primary and permanent teeth; б — measuring crown height of primary and permanent teeth

Тип черепа определяли по цефалометрическим параметрам (гониальный и лицевой углы) с выделением мезогнатического, брахиогнатического и долихогнатического вариантов по оригинальной методике Григоренко М. П. с соавт, 2022 [6]. Для оценки состояния ВНЧС измеряли угол конвергенции суставных головок (между длинными осями мыщелковых отростков на

аксиальных срезах) и межрезцовый угол (по данным сагиттальных сканов из КЛКТ) [18, 23] (рис. 5, 6).

Статистический анализ проводили с использованием пакета SPSS 23.0. Рассчитывали частоты распределений, средние значения и стандартные отклонения. Для сравнения частотных распределений применяли критерий Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

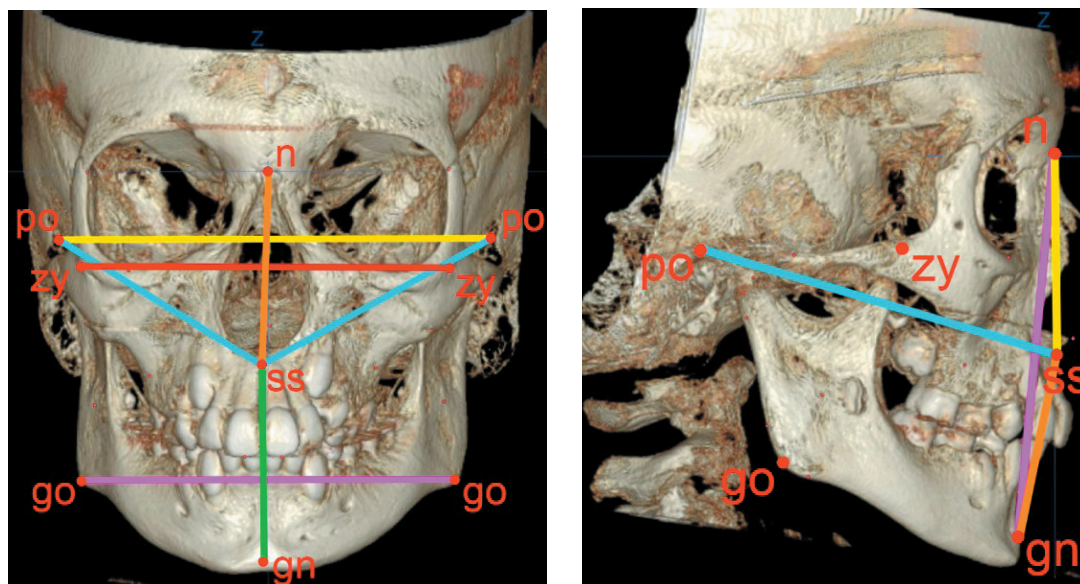


Рис. 5. 3D-реконструкции черепа по данным КЛКТ с нанесенными цефалометрическими точками и линейными расстояниями между ними
Fig. 5. 3D-skull reconstructions from CBCT data with cephalometric landmarks and linear distances between them

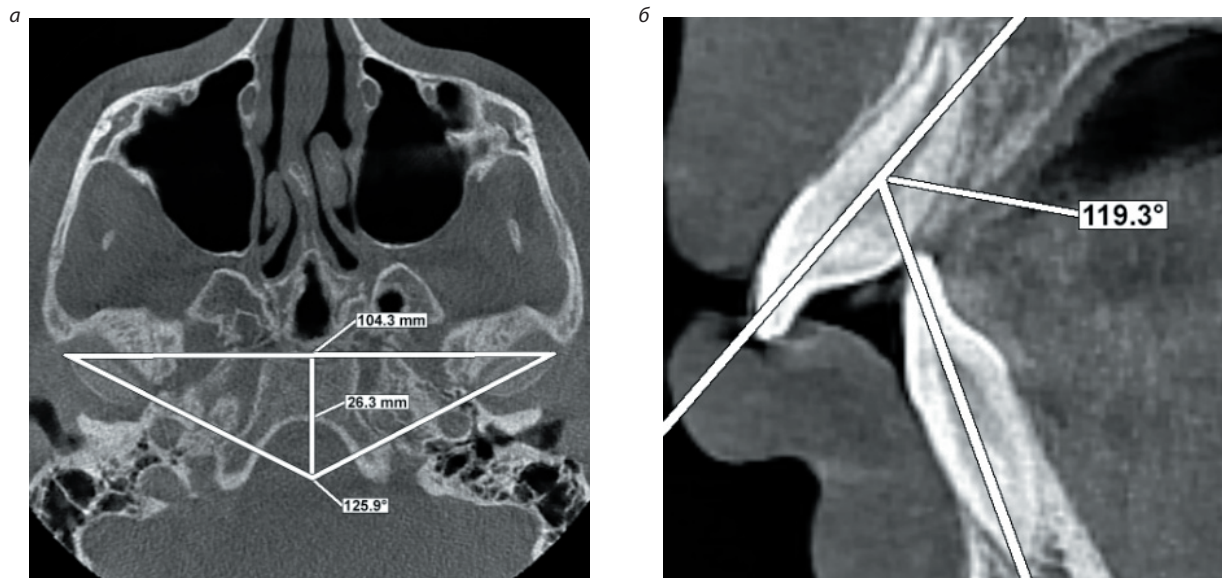


Рис. 6. Методы цифрового рентгенологического исследования: а — аксиальный скан КЛКТ с показателем угла конвергенции суставных головок ВНЧС; б — сагиттальный скан КЛКТ с показателем межрезцового угла

Fig. 6. Methods of digital radiological examination: a — axial CBCT scan showing the condylar convergence angle of the TMJ; b — sagittal CBCT scan showing the interincisal angle

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ распределения пациентов по формам окклюзионной патологии показал, что наиболее часто встречалась дистальная окклюзия — в 59,13 % случаев (102 пациента). Среди ее вариантов преобладала глубокая резцовая дизокклюзия (36,52 %; 63 пациента) и глубокая резцовая окклюзия (22,61 %; 39 пациентов). Перекрестная окклюзия диагностирована у 24,35 % пациентов (42 человека), при этом в боковых отделах она наблюдалась в 14,78 % (25 человек), обратная

резцовая окклюзия в переднем отделе — в 9,57 % (17 человек). Мезиальная окклюзия отмечена в 16,52 % (28 пациентов), из них сагиттальная резцовая дизокклюзия составила 9,57 % (16 человек), вертикальная резцовая дизокклюзия — 6,95 % (12 человек) [14] (рис. 7).

Полученное распределение форм окклюзионной патологии согласуется с данными диссертационного исследования Хаджаевой П. Г. [14], выполненного на той же клинической базе, что подтверждает воспроизводимость результатов для детского населения г. Ставрополя.

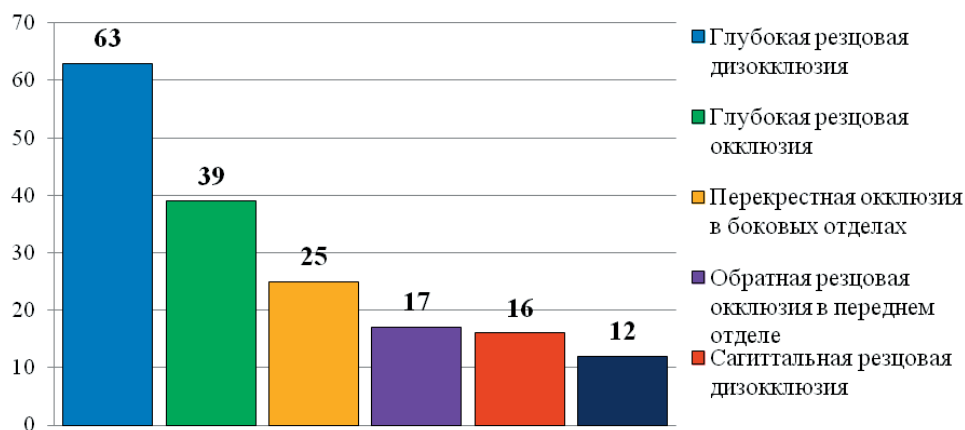


Рис. 7. Сравнительное распределение форм окклюзионной патологии
Fig. 7. Comparative distribution of occlusal disorder types

Мезогнатический тип строения черепа выявлен у 94 пациентов (54,65 %), брахиогнатический — у 42 (24,42 %), долихогнатический — у 36 (20,93 %) [8, 11]. При анализе дентальных вариантов зубных дуг установлено, что нормодонтный вариант наиболее часто встречался при мезогнатическом типе строения

черепа — 29,65 % (51 пациент), при брахиогнатическом типе — 19,19 % (33 пациента), при долихогнатическом — 9,30 % (16 пациентов). Макродонтный вариант преобладал при мезогнатическом типе (13,95 %, 24 пациента), реже — при брахиогнатическом (11,05 %, 19 пациентов) и долихогнатическом (3,49 %, 6 пациентов). Микро-

донтный вариант регистрировался при мезогнатическом типе строения черепа в 6,98 % (12 пациентов), при брахигнатическом — в 3,49 % (6 пациентов), при долихогнатическом — в 2,91 % (5 пациентов). Нами также отмечено преобладание нормодонтного варианта при мезогнатическом типе строения черепа [2, 4].

3D-биометрические измерения на 3D-сканах цифровых диагностических моделей позволили получить следующие средние значения: ширина верхней зубной дуги в области премоляров составила $33,1 \pm 0,6$ мм, в области моляров — $41,1 \pm 0,5$ мм, длина переднего отрезка — $19,3 \pm 0,3$ мм; на нижней челюсти соответствующие показатели составили $33,9 \pm 0,7$ мм, $40,2 \pm 0,6$ мм и $12,8 \pm 0,5$ мм соответственно [3, 10]. Угловые параметры: угол конвергенции суставных головок варьировал в зависимости от типа строения черепа, межрезцовый угол в норме ($125\text{--}145^\circ$) наблюдался лишь у 58 % пациентов.

Оценка угла конвергенции суставных головок выявила выраженную вариативность: в 58,14 % случаев (100 пациентов) угол составил $130\text{--}145^\circ$ (преимущественно при мезогнатическом типе черепа — 94 из 100); в 26,16 % случаях (45 пациентов) — $146\text{--}155^\circ$ (в основном при брахигнатическом типе — 42 из 45); в 15,70 % случаях (27 пациентов) — $120\text{--}129^\circ$ (чаще при долихогнатическом типе — 20 из 27) [18, 23]. Анализ 3D-моделей показал, что сужение верхней зубной дуги в области премоляров и моляров чаще встречалось при долихогнатическом типе черепа — 62,5 % случаев (23 пациента) и сопровождалось уменьшением межрезцового угла ($r = 0,42$, $p < 0,05$) [17]. У 30 пациентов с брахигнатическим типом черепа чаще отмечалась тенденция к увеличению сагиттальной щели в переднем сегменте полости рта и составила 71,4 % случаев [26].

Полученные результаты согласуются с данными других авторов о взаимосвязи формы черепа и размеров зубных дуг [16, 20]. Однако мы показали, что у детей в период смены зубов наиболее распространенным является нормодонтный вариант ЧЛО при мезогнатическом типе строения черепа, что может служить прогностическим критерием благоприятного развития и формирования окклюзии, максимально приближенной к физиологической [22, 25]. Вариабельность углов ВНЧС, выявленная в нашем исследовании, подтверждает необходимость индивидуальной оценки суставных соотношений при планировании раннего ортодонтического лечения, поскольку асимметрия и отклонения углов конвергенции суставных головок могут predispose к формированию дисфункции ВНЧС в более старшем возрасте [21, 24].

Предложенная последовательность диагностических мероприятий (клинико-антропометрическое исследование, 3D-сканирование моделей, КЛКТ, 3D-цефалометрический анализ, 3D-биометрия) показала высокую информативность оригинального усовершенствованного цифрового диагностического протокола [11, 13]. КЛКТ позволяет одновременно прецизионно оценить костные, зубные и суставные структуры, что недоступно при традиционных методах [15, 27]. 3D-модели дают персонифицированную однотомную и биометрию без

искажений, а 3D-цефалометрия связывает краниофациальные параметры с зубоальвеолярными [17, 18]. Такой многоуровневый подход обеспечивает объективную количественную оценку, необходимую для персонализированного планирования лечения [1, 12]. Полученные систематизированные характеристики могут служить референтными критериями при проведении дифференциальной диагностики различных форм окклюзионных нарушений, которые могут оказывать негативное влияние на нормальный рост и развитие всей челюстно-лицевой системы ребенка в период смены зубов [7, 14].

Заключение

Применение КЛКТ у детей в период сменного прикуса обусловлено необходимостью прецизионной, персонифицированной и комплексной оценки морфофункциональных изменений зубочелюстной системы в едином трехмерном цифровом формате. Однократное проведение КЛКТ краниофациального комплекса с лучевой нагрузкой лишь 50 мкЗв. позволяет быстро и безболезненно выявить различные патологии и изменения в строении структур ЧЛО ребенка.

На современном этапе развития стоматологии особенно актуальным становится проведение ранней диагностики с помощью КЛКТ, которая способствует более эффективному планированию и проведению ортодонтического лечения, предупреждению осложнений, таких как неправильное распределение жевательной нагрузки, нарушение работы ВНЧС, а также стойким эстетическим и функциональным деформациям.

Выводы

1) Частота встречаемости зубоальвеолярных нарушений окклюзии среди детей в период смены зубов в г. Ставрополе достаточно высока: дистальная окклюзия выявлена в 59,13 % случаев, перекрестная — в 24,35 %, мезиальная — в 16,52 %, что требует активного скрининга и раннего сопровождения врача — ортодонта.

2) Оригинальный цифровой диагностический протокол, включающий последовательно клинико-антропометрическое исследование, 3D-сканирование аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей, КЛКТ краниофациальной области и 3D-цефалометрический анализ, является оптимальным для пациентов с зубоальвеолярными формами аномалий прикуса в период смены зубов, так как обеспечивает максимальную информативность при минимальной лучевой нагрузке.

3) Прецизионная и персонифицированная количественная оценка на основе цифровых диагностических 3D-моделей челюстей позволяет установить нормативные и патологические линейные (ширина и длина зубных дуг) и угловые (угол конвергенции суставных головок ВНЧС, межрезцовый угол) параметры. Выявлены статистически значимые изменения ширины дуг в области премоляров и моляров ($p < 0,05$).

4) В едином цифровом формате систематизированы клинические, фотометрические, антропометрические, биометрические, рентгенологические и цефалометрические признаки, свойственные зубоальвеолярным формам окклюзионной патологии в период смены зубов, включая

вариабельность угла конвергенции суставных головок ВНЧС (120–155°), связь сужения зубных дуг с долинго-натическим типом черепа и увеличения сагиттальной щели с брахиогнатическим типом черепа, что может

служить основой для дифференциальной диагностики и составления персонализированного плана лечения у врача-ортодонта.

Литература/References

1. Апресян С. В., Степанов А. Г., Московец О. О., Малиева Э. А. Цифровое планирование ортодонтического лечения: литературный обзор. Российский стоматологический журнал. 2024;28(6):601–611. [S. V. Apresyan, A. G. Stepanov, O. O. Moskovets, E. A. Malieva. Digital planning of orthodontic treatment: a literature review. Russian Journal of Dentistry. 2024;28(6):601–611. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=79216539>
2. Аюпова И. О., Махота А. Ю., Колсанов А. В. и др. Возможности методов цефалометрического анализа рентгенологических изображений в трехмерном пространстве (обзор). Современные технологии в медицине. 2024;16(3):62–75. [I. O. Ayupova, A. Yu. Makhota, A. V. Kolsanov, et al. Possibilities of cephalometric analysis methods for radiographic images in three-dimensional space (review). Modern Technologies in Medicine. 2024;16(3):62–75. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68548843>
3. Бородина И. Д., Григорьянц Л. С., Гаджиев М. А. и др. Сравнительная оценка точности отображения зубной дуги при помощи современных интраоральных 3D-сканеров. Российский стоматологический журнал. 2022;26(4):287–297. [I. D. Borodina, L. S. Grigoryants, M. A. Gadzhiev, et al. Comparative assessment of dental arch imaging accuracy using modern intraoral 3D scanners. Russian Journal of Dentistry. 2022;26(4):287–297. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49487536>
4. Вакушина Е. А., Григоренко М. П., Григоренко П. А., Картон Е. А., Зарецкая Э. Г. Анализ соразмерности цефалометрических величин лица и одонтометрических параметров челюстей в период смешной окклюзии зубных рядов. Georgian Medical News. 2021;(11(320)):52–58. [E. A. Vakushina, M. P. Grigorenko, P. A. Grigorenko, E. A. Kartan, E. G. Zaretskaya. Analysis of proportionality of cephalometric facial values and odontometric parameters of jaws during the period of mixed dentition occlusion. Georgian Medical News. 2021;(11(320)):52–58. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=48558658>
5. Вакушина Е. А., Хрипунова А. А., Раимжонов Р. Р., Григоренко М. П., Брагин А. Е., Туманян С. М., Кравченко П. С. Современные цифровые технологии в стоматологической практике. Учебное пособие. Ставрополь, 2026. [E. A. Vakushina, A. A. Khripunova, R. R. Raimzhonov, M. P. Grigorenko, A. E. Bragin, S. M. Tumanyan, P. S. Kravchenko. Modern digital technologies in dental practice: textbook. Stavropol, 2026. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=90088526>
6. Григоренко М. П., Брагин Е. А., Вакушина Е. А., Караков К. Г., Дмитриенко С. В., Брагин А. Е., Григоренко П. А., Хаджаева П. Г. Изменчивость морфометрических показателей черепно-лицевого комплекса у пациентов с дистальной окклюзией по данным 3D-цефалометрии. Медицинские новости Северного Кавказа. 2022;17(2):174–178. [M. P. Grigorenko, E. A. Bragin, E. A. Vakushina, K. G. Karakov, S. V. Dmitrienko, A. E. Bragin, P. A. Grigorenko, P. G. Khadzaeva. Variability of morphometric indicators of the craniofacial complex in patients with distal occlusion according to 3D cephalometry data. Medical News of North Caucasus. 2022;17(2):174–178. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=49240319>
7. Григоренко М. П. Цифровые подходы диагностики и лечения пациентов с аномалиями формы зубных дуг: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ставрополь, 2024. 24 с. [M. P. Grigorenko. Digital approaches to diagnosis and treatment of patients with dental arch shape anomalies: author's abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Stavropol, 2024. 24 p. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=74043460>
8. Данилова М. А., Дмитриенко И. В., Арутюнян Л. И. Изучение состояния костной ткани с помощью 3D-цефалометрии при ортодонтическом лечении элайнерами. Стоматология детского возраста и профилактика. 2022;22(1):58–62. [M. A. Danilova, I. V. Dmitrienko, L. I. Arutyunyan. Study of bone tissue condition using 3D cephalometry in orthodontic treatment with aligners. Pediatric Dentistry and Dental Prophylaxis. 2022;22(1):58–62. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48202581>
9. Дробышев А. Ю., Изотов О. И., Свиридов Е. Г. и др. Способ проведения цефалометрического анализа пациентов с аномалиями и деформациями челюстей на основании определения естественного положения головы, компьютерной томографии черепа, 3D-сканирования лица и интраорального сканирования: патент РФ № 2839303 C1. 2025. [A. Yu. Drobyshev, O. I. Izotov, E. G. Sviridov, et al. Method for cephalometric analysis of patients with jaw anomalies and deformities based on determination of natural head position, skull computed tomography, 3D facial scanning, and intraoral scanning: Russian Federation patent No. 2839303 C1. 2025. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82330805>
10. Дыбов А. М., Ли Цзининь, Гао Юйчэн, Дудник О. В. 3D-сканирование в диагностике и профилактике стоматологических заболеваний у детей. Стоматология для всех. 2025;(1):64–68. [A. M. Dybov, Li Jinyin, Gao Yucheng, O. V. Dudnik. 3D scanning in the diagnosis and prevention of dental diseases in children. Dentistry for All. 2025;(1):64–68. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82603306>
11. Оборотов Н. Ю., Врачева Д. Н. Применение цифровых технологий и 3D-цефалометрического анализа при планировании ортодонтического лечения и оценки эстетики лица. Российская стоматология. 2025;18(4):12–19. [N. Yu. Oborotistov, D. N. Vracheva. Application of digital technologies and 3D cephalometric analysis in planning orthodontic treatment and assessing facial aesthetics. Russian Dentistry. 2025;18(4):12–19. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=88759896>
12. Персин Л. С. (ред.). Ортодонтия: национальное руководство: в 2 т. Т. 1. Диагностика зубочелюстных аномалий. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 304 с. (Национальные руководства). [L. S. Persin (ed.). Orthodontics: national guidelines: in 2 vols. Vol. 1. Diagnostics of dentoalveolar anomalies. Moscow: GEOTAR-Media, 2020. 304 p. (National guidelines). (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=42766425> <https://doi.org/10.33029/9704-5408-4-1-ONRD-2020-1-304>
13. Рошин Е. М. Персонализированная цифровая ортодонтия: использование 3D-технологий для планирования и прогнозирования результатов лечения. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024;(6–2):203–207. [E. M. Roshchin. Personalized digital orthodontics: use of 3D technologies for treatment planning and outcome prediction. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences. 2024;(6–2):203–207. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=73163204>
14. Хаджаева П. Г. Эффективность диагностики и комплексного лечения пациентов с аномалиями окклюзии в смешном прикусе: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2023. 20 с. [P. G. Khadzaeva. Effectiveness of diagnosis and comprehensive treatment of patients with occlusion anomalies in mixed dentition: author's abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Volgograd, 2023. 20 p. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=59955237>
15. Чибисова М. А., Хошевская И. А., Гончарова С. В. Возможности и особенности применения конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в амбулаторной стоматологической практике при обследовании пациентов детского возраста. Институт стоматологии. 2022;(3):34–39. [M. A. Chibisova, I. A. Khoshchevskaya, S. V. Goncharova. Possibilities and features of cone-beam computed tomography use in outpatient dental practice for examination of pediatric patients. The Dental Institute. 2022;(3):34–39. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49483799>
16. Alhabshi M. O., Aldhohayan H., BaEissa O. S. et al. Role of three-dimensional printing in treatment planning for orthognathic surgery: a systematic review. // Cureus. 2023;15(10): e47979. PMID: 38034130 <https://doi.org/10.7759/cureus.47979>
17. Badiali G., Bevinini M., Gulotta C. et al. Three-dimensional cephalometric outcome predictability of virtual orthodontic-surgical planning in surgery-first approach. // Progress in Orthodontics. 2022;23(1):51. PMID: 36581697 <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00448-x>
18. Giudice A. Lo., Nucera R., Ronsivale V., Grazia C. Di., Rugeri M., Quinzi V. Enhancing the diagnosis of maxillary transverse discrepancy through 3-D technology and surface-to-surface superimposition. Description of the digital workflow with a documented case report // European Journal of Pediatric Dentistry. 2020; 21(2): 213–218. PMID: 32893655 <https://doi.org/10.23804/ejpd.2020.21.03.11>
19. Hadadpour S., Noruzian M., Abdi A. H., Baghban A. A., Nouri M. Can 3D imaging and digital software increase the ability to predict dental arch form after orthodontic treatment? // Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. 2019; 156(6): 870–877. PMID: 31784021 <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.009>
20. Hendrickx J., Gracea RS, Vanheers M., Winderickx N., Preda F., Shujaat S., Jacobs R. Can artificial intelligence-driven cephalometric analysis replace manual tracing? A systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2024 Aug 1;46(4): cjae029. PMID: 38895901 <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae029>
21. Jabri M. A., Wu S., Zhang Y. [et al.] A Reviewon Comparison of Tooth Size Discrepancies among Angle's Class I, II, and III Malocclusion: Is There a Significance? // J. Contemp. Dent Pract. 2019. Vol. 20(8). P. 994–999 PMID: 31797860 <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2615>
22. Khabadze Z., Mordanov O., Shilyaeva E. Comparative analysis of 3D cephalometry provided with artificial intelligence and manual tracing. // Diagnostics. 2024; 14(22):2524. PMID: 39594190 <https://doi.org/10.3390/diagnostics1422524>
23. Kelley N., Tabbas S., Vezina G. C., El-Bialy T. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Relationship between the Curve of Spee and the Collum Angle of Mandibular Anterior Teeth // The Journal of Contemporary Dental Practice. 2021; 22(6): 599–604. PMID: 34393113 <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3102>
24. Liu J., Hao J., Lin H. et al. Deep learning-enabled 3D multimodal fusion of cone-beam CT and intraoral mesh scans for clinically applicable tooth-bone reconstruction. // Patterns. 2023;4(9):100825. PMID: 37720330 <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100825>
25. Polizzi A., Leonardi R. Automatic cephalometric landmark identification with artificial intelligence: an umbrella review of systematic reviews. // Journal of Dentistry. 2024; 146:105056. PMID: 38729291 <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105056>
26. Tanikawa C., Nakamura H., Mimura T. et al. Development of artificial intelligence-supported automatic three-dimensional surface cephalometry. // Orthodontics & Craniofacial Research. 2025;28(4):636–646. PMID: 40035327 <https://doi.org/10.1111/ocr.12914>
27. Wang H., Minnema J., Batenburg K. J. et al. Multiclass CBCT image segmentation for orthodontics with deep learning. // Journal of Dental Research. 2021;100(9):943–949. PMID: 33783247 <https://doi.org/10.1177/00220345211005338>