

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_2_112

[Н.С. Дробышева](#)¹,

к.м.н., доцент кафедры ортодонтии

[А.Б. Маллаева](#)¹,

врач-ортодонт

[В.В. Петровская](#)¹,

д.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики

[П.Ш. Дибирова](#)¹,

аспирант кафедры ортодонтии

[Д.А. Лежнев](#)^{1,2},

д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики; профессор кафедры терапевтической стоматологии

[Л.А. Дробышева](#)¹,

студент лечебного факультета

¹ МГМСУ им. А.И. Евдокимова,
127473, Москва, Россия² РМАНПО, 125993, Москва, Россия**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:**

Дробышева Н.С., Маллаева А.Б., Петровская В.В., Дибирова П.Ш., Лежнев Д.А., Дробышева Л.А. Совершенствование протоколов анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм ортодонтических пациентов. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 25 (2): 112—118. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_2_112

Совершенствование протоколов анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм ортодонтических пациентов

Реферат. По данным различных авторов, распространенность аномалий окклюзий, которые сопровождаются функциональными и морфологическими нарушениями зубочелюстной системы составляет 24,5—37,3%. Кроме того, изменившаяся эстетика лица негативно влияет на психологическое состояние и социальную адаптацию пациентов. Для планирования ортодонтического лечения необходима комплексная диагностика, включающая антропометрическое исследование гипсовых моделей челюстей, анализ ортопантомограмм, телерентгенограмм черепа в боковой и прямой проекциях, компьютерных томограмм. Невозможно планировать ортодонтическое лечение без адекватной оценки положения данных зубов в зубном ряду, толщины альвеолярного гребня и трансверсальных размеров челюстей. **Материалы и методы.** Обследовано 105 пациентов с нарушением прикуса, которым проводилось конусно-лучевое компьютерно-томографическое (КЛКТ) исследование. **Результаты.** Разработан алгоритм анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм пациентов, построены и рассчитаны морфометрические параметры, включая трансверсальные размеры челюстей на основе базовой методики Пенсильванского университета. На основе полученных данных проанализирована толщина альвеолярного гребня челюстей и трансверсальные размеры челюстей. По данным КЛКТ у обследованных пациентов определяется резкое истончение вестибулярных кортикальных пластинок на уровне фронтальных зубов: в 26,6% случаев ($n=28$) на нижней челюсти и в 34,3% случаев ($n=36$) на верхней челюсти. У 24 пациентов выявлено истончение вестибулярной кортикальной пластике на уровне зубов 1.4—1.6, 2.4—2.6. Данная закономерность, которая прослеживается в нашем исследовании, соответствует результатам других авторов. Полученные результаты позволили определить особенности по перемещению зубов относительно кортикальных пластинок альвеолярного гребня. Нормальное соотношение размеров челюстей было выявлено только в 33,3% случаев ($n=35$). По результатам анализа у 52 (49,5%) пациентов отмечалось сужение верхней челюсти, где в половине процентов случаев имела атрофия костной ткани гребня по толщине. В остальных случаях определялось сужение нижней челюсти. **Заключение.** Структурированные и стандартизированные протоколы анализа КЛКТ позволили полноценно оценить различия морфометрических параметров лицевого черепа у ортодонтических пациентов с различными аномалиями окклюзии.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, толщина альвеолярного гребня, трансверсальные размеры челюстей, аномалии окклюзии

[N.S. Drobysheva](#)¹,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Orthodontics Department

[A.B. Mallaeva](#)¹,

orthodontist

[V.V. Petrovskaya](#)¹,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Radiology Department

[P.Sh. Dibirova](#)¹,

postgraduate at the Orthodontics Department

[D.A. Lezhnev](#)^{1,2},

PhD in Medical Sciences, full professor of the Radiology Department; professor of the Therapeutic dentistry Department

[L.A. Drobysheva](#)¹,

student at the Faculty of Medicine

Improvement of the protocols for the analysis of cone-beam computed tomograms of orthodontic patients

Abstract. According to various authors, the prevalence of occlusal anomalies that are accompanied by functional and morphological disorders of the maxillary system is 24.5—37.3%. In addition, the altered facial aesthetics has a negative impact on the psychological state and social adaptation of patients. Planning orthodontic treatment requires comprehensive diagnostics, including anthropometric examination of plaster jaw models, analysis of orthopantomograms, teleroentgenograms of the skull in lateral and straight projections, computer tomograms. It is impossible to plan orthodontic treatment without an adequate assessment of the position of these teeth in the dental arch, the thickness of the alveolar ridge and the transversal dimensions of the jaws. **Materials and methods.** 105 patients with occlusal malocclusion were examined and underwent cone-beam computed tomographic (CBCT) examination. **Results.** We have developed the algorithm of analysis of cone-beam computed tomograms of patients, built and calculated morphometric parameters including transversal dimensions of jaws on the basis of Pennsylvania University basic methodology. The data were used to analyze the thickness of the alveolar ridge of the jaws and transversal

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry, 127473, Moscow, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 125993, Moscow, Russia

dimensions of the jaws. According to CBCT data, the examined patients revealed a sharp thinning of vestibular cortical plates at the level of frontal teeth: in 26.6% of cases ($n=28$) on the lower jaw and in 34.3% of cases ($n=36$) on the upper jaw. Thinning of the vestibular cortical plate at the level of teeth 1.4-1.6, 2.4-2.6 was detected in 24 patients. This pattern, which can be seen in our study, corresponds to the results of other authors as well. The results obtained allowed us to determine the peculiarities in the displacement of the teeth relative to the cortical plates of the alveolar ridge. The normal ratio of jaw sizes was detected only in 33.3% of cases ($n=35$). According to the results of the analysis, 52 (49.5%) patients had narrowing of the maxilla, where half of the cases had ridge bone atrophy in thickness. In the remaining cases, a narrowing of the mandible was determined.

Conclusion. Structured and standardized CBCT analysis protocols allowed us to evaluate the differences in morphometric parameters of the facial skull in orthodontic patients with various occlusal anomalies.

Key words: cone beam computed tomography, thickness of the alveolar ridge, transversal dimensions of the jaws, anomalies of occlusion

FOR CITATION:

Drobysheva N.S., Mallaeva A.B., Petrovskaya V.V., Dibirova P.Sh., Lezhnev D.A., Drobysheva L.A. Improvement of the protocols for the analysis of cone-beam computed tomograms of orthodontic patients. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 25 (2): 112—118 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2022_2_112

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы обращаемость пациентов с аномалиями окклюзии за ортодонтическим лечением значительно выросла. По данным различных авторов, распространенность аномалий окклюзий, которые сопровождаются функциональными и морфологическими нарушениями зубочелюстной системы составляет 24,5—37,3% [1—4]. Кроме того, отмечено, что изменяется эстетика лица пациентов, а это негативно влияет на их психологическое состояние и социальную адаптацию [5].

Для планирования ортодонтического лечения пациентов необходима комплексная диагностика, включающая антропометрическое исследование гипсовых моделей челюстей, анализ ортопантограмм, телерентгенограмм черепа в боковой и прямой проекциях, компьютерных томограмм. Антропометрические измерения гипсовых моделей челюстей позволяют изучить положение и размеры зубов, особенности зубных рядов и апикальных базисов. На ортопантограммах изучают состояние зубочелюстной системы, асимметрии правой и левой половин челюстей. На телерентгенограммах черепа в боковой и прямой проекциях анализируют положение и взаимоотношение челюстей относительно друг другу и к основанию черепа, направление окклюзионной линии, инклинацию резцов, тип строения лицевого черепа [6—11].

В настоящее время в ортодонтической практике лучевые методы диагностики являются неотъемлемой частью при выявлении зубочелюстных аномалий. Внедрение компьютерной томографии позволяет более детально изучать патологию и особенности развития челюстно-лицевой области в 3-мерных плоскостях [12—17].

Невозможно планировать ортодонтическое лечение без адекватной оценки положения данных зубов в зубном ряду, толщины альвеолярного гребня

и трансверсальных размеров челюстей. У каждого индивидуума есть определенный биологический лимит, который позволяет/не позволяет нам осуществить запланированные перемещения зубов, и для его оценки необходимо изучить морфологию альвеолярного гребня и трансверсальных размеров челюстей. Мы проанализировали известные протоколы исследования результатов КЛКТ и изучили имеющиеся анализы. На основании полученных данных нами разработаны алгоритмы протоколов анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм (КЛКТ) у ортодонтических пациентов [18—26].

Цель работы — структурирование и стандартизирование алгоритмов изучения конусно-лучевых компьютерных томограмм для решения задач ортодонтического лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ ширины верхней и нижней челюстей проводили с использованием методики Пенсильванского университета (США, 2011). Толщину альвеолярного гребня челюстей изучали по разработанному нами алгоритму:

1. В окне мультипланарной реконструкции одновременно открываем аксиальную, коронарную и сагиттальную плоскости, где амплифицируется только одна из плоскостей (рис. 1).
2. Увеличиваем сагиттальную плоскость и выбираем необходимую высоту измерений на нижней или верхней челюстях (рис. 2).
3. Измеряем толщину альвеолярного гребня в аксиальной проекции на расстоянии 3, 6 и 8 мм от эмалево-цементной границы в апикальном направлении по оральной и вестибулярной поверхности (рис. 3). Изменения проводим с обеих сторон на симметричных отделах.

В качестве референтных измерительных точек для определения ширины нижней челюсти используются точки, соответствующие точкам WALA ridge (анализ

Andrews): край кортикальной кости на уровне фуркации первых моляров, — так как данные точки соответствуют абсолютно минимальной ширине каждой челюсти. Оптимальными референтными точками для определения

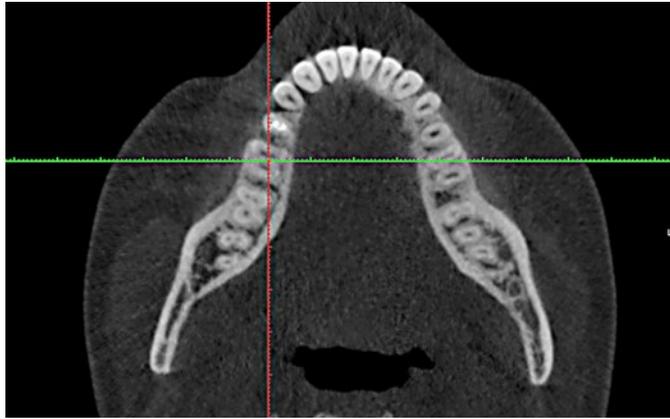


Рис. 1. Расстановка ориентиров для определения толщины альвеолярного гребня на нижней челюсти справа на уровне зуба 4.6 в окне мультипланарных реконструкций [Fig. 1. Placement of landmarks for determining the thickness of the alveolar ridge on the lower jaw on the right at the level of the tooth 4.6 in the window of multiplanar reconstructions]

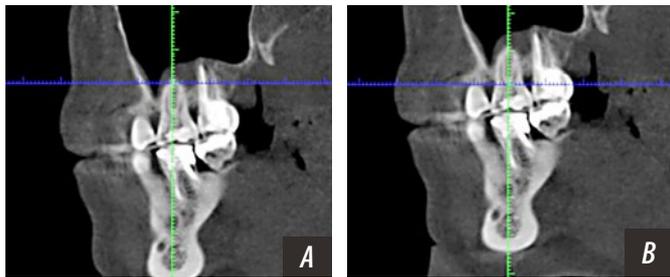


Рис. 2. Сагиттальная плоскость черепа, расстановка ориентиров для измерения толщины альвеолярного гребня на верхней челюсти на уровне зуба 1.6: А — разметка линий установлена на уровне верхушки корня зуба; В — разметка линий установлена на уровне эмалево-цементной границе зуба [Fig. 2. Sagittal projection of the skull, arrangement of landmarks for measuring the thickness of the alveolar ridge in the upper jaw at the level of tooth 1.6: A — line markings are set at the level of the apex of the tooth root; B — the marking of the lines is set at the level of the enamel-cement border of the tooth]

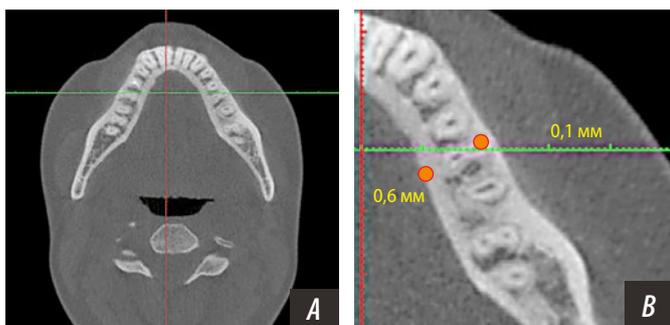


Рис. 3. Измерения толщины альвеолярного гребня на нижней челюсти в аксиальной плоскости (А) и с увеличением (В) на расстоянии 6 мм от эмалево-цементной границы на уровне зубов 3.6 и 4.6 [Fig. 3. Measurements of the thickness of the alveolar ridge on the lower jaw in the axial projection (A) and with magnification (B) at a distance of 6 mm from the enamel-cement border at the level of teeth 3.6 and 4.6]

скелетной ширины верхней челюсти является точки Mx (анализа Ricketts; рис. 4).

Для определения ширины верхней и нижней челюстей соблюдали следующие этапы анализа КЛКТ:

1. Открыть окно мультипланарной реконструкции для одновременного просмотра изображений в сагиттальной, коронарной и аксиальной плоскостях и 3D-моделирования по костным структурам (рис. 5).
2. Для определения ширины нижней челюсти прокручиваем изображение до определения фуркации первых моляров на коронарном изображении и переносим

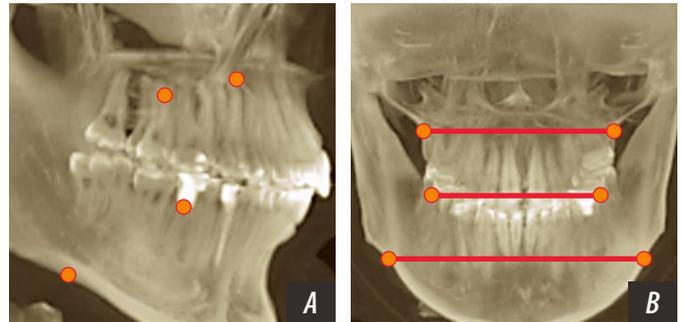


Рис. 4. Референтные измерительные точки для определения ширины челюстей: А — в сагиттальной проекции, MIP; В — в коронарной проекции, MIP [Fig. 4. Reference measuring points for determining the width of the jaws: A — in the sagittal projection, MIP; B — in the coronal projection, MIP]

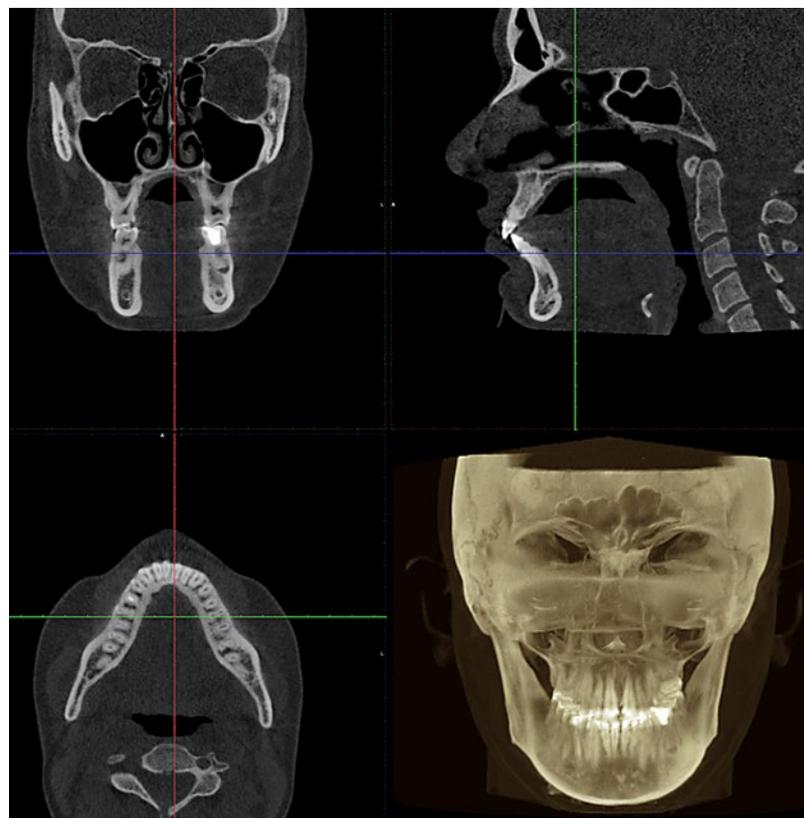


Рис. 5. Окно мультипланарной реконструкции в аксиальной, сагиттальной, коронарной плоскостях и 3D-моделирование по костным структурам [Fig. 5. Multiplanar reconstruction window in axial, sagittal, coronal projection and 3D modeling of bone structures]

ориентир на аксиальную проекцию, также на уровень фуркации (рис. 6).

3. На КЛКТ в аксиальной плоскости используем референтные линии, в качестве направляющих, измеряем ширину нижней челюсти от точки до пересечения референтной линии с наиболее выступающими точками кортикальной пластины справа и слева (рис. 7).
4. Для определения ширины верхней челюсти применяется аналогичный способ с той лишь разницей, что на аксиальных и коронарных реформатах определяются расстояния между точками MXR и MXL, как в анализе Ricketts (рис. 8).
5. Толщину гребня на верхней и нижней челюстях изучали только в аксиальной плоскости. Данная особенность позволяла избежать искажений изображений в коронарной проекции, где референтная линия располагалась под углом, а не перпендикулярно альвеоле.
6. Анализ ширины верхней и нижней челюстей проводили на уровне первых моляров. После проведения расчетов (вычитая ширину нижней челюсти из ширины верхней челюсти, определяли разницу между двумя челюстями) проводили анализ зубочелюстной аномалии. Согласно данным Пенсильванского университета,



Рис. 6. Расстановка ориентиров на уровне фуркации моляров нижней челюсти для измерения трансверсальных размеров нижней челюсти: А — коронарная плоскость; В — аксиальная плоскость [Fig. 6. Placement of landmarks at the level of the furcation of the molars of the lower jaw to measure the transversal dimensions of the lower jaw: A — coronal projection; B — axial projection]

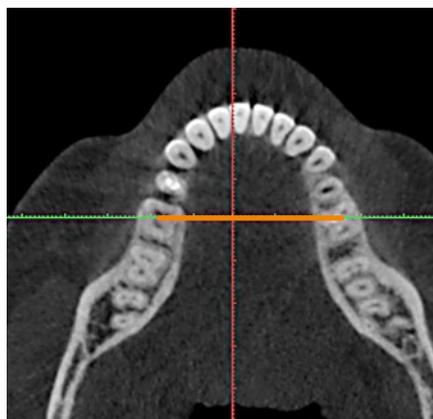


Рис. 7. Измерение ширины нижней челюсти на аксиальном изображении на уровне фуркации моляров [Fig. 7. Measurement of the width of the mandible on the axial image at the level of the furcation of the molars]

а также данным Ricketts и Andrews, оптимальная разница между ширинами верхней и нижней челюстей составляет 5 мм у взрослых пациентов. Данное значение было принято в качестве референтного значения при оценке результатов данного исследования (рис. 9).

Для апробации алгоритма обследовали 105 пациентов (67 женщин, 38 мужчин) от 15 до 45 лет с мезиальной окклюзией на этапе планирования ортодонтического лечения.

Критерии включения:

- возраст более 15 и менее 45 лет;
- отсутствие в анамнезе ортодонтического лечения;
- отсутствие адентии/удаленных зубов;
- отсутствие коронок и реставраций окклюзионных поверхностей боковых зубов;
- отсутствие расщелин твердого нёба/губы;
- отсутствие системных заболеваний.

Критерии невключения: беременные женщины и кормящие матери.



Рис. 8. Ориентиры для измерения трансверсальных размеров верхней челюсти: А — коронарная плоскость; В — аксиальная плоскость [Fig. 8. Landmarks for measuring the transversal dimensions of the upper jaw: A — coronal projection; B — axial projection]



Рис. 9. Определение ширины верхней и нижней челюсти на коронарной плоскости [Fig. 9. Measuring width of the upper and lower jaw on the coronal plane]

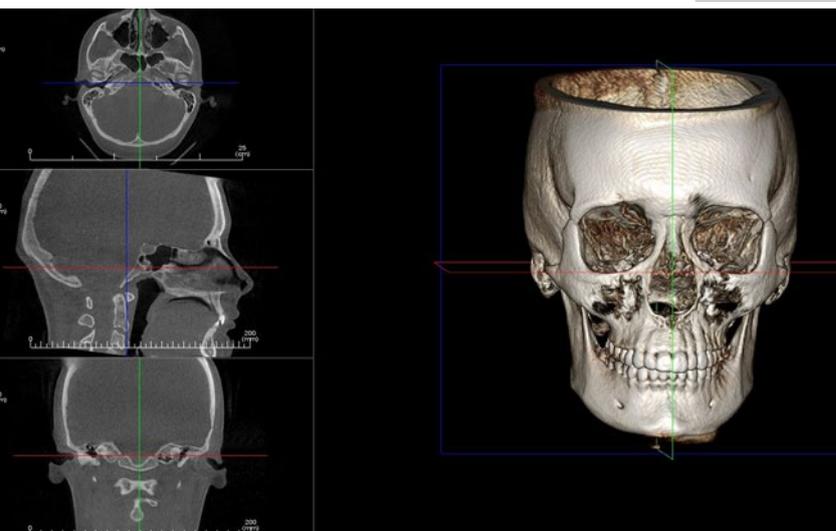


Рис. 10. 3D-реконструкция с построением франкфуртской горизонтали в коронарной плоскости
[Fig. 10. 3D reconstruction with the construction of the Frankfurt horizontal in the coronal plane]

Критерии исключения:

- пациенты с различными расстройствами психики;
- пациенты с врожденными расщелинами челюстей.

КЛКТ получали на аппаратах i-CAT и KaVo OP 3D Vision (Imaging Sciences, США). Данные ортопантомографы имеют схожие технические характеристики при сканировании: напряжение 120 кВ, сила тока 10 мА, размер вокселя 0,125–0,3 мм, фокусное пятно 0,5 мм, максимальное поле сканирования 20×25 см, время сканирования 20 с.

Полученные томограммы сохраняли в формате DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), которые поддерживаются всеми основными производителями медицинского оборудования и программного обеспечения. Далее DICOM-файлы реконструировали в 3D-изображение при помощи программного

обеспечения Invivo 5 (Anatomage, США). Реконструированные 3D-изображения реориентировали по франкфуртской горизонтали как горизонтальной референтной плоскости и срединно-сагиттальной плоскости, перпендикулярной франкфуртской горизонтали (рис. 10).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У 105 пациентов проведены измерения и изучены параметры толщины альвеолярного гребня в области мезиально-щечного, дистально-щечного и нёбного корней моляров, корней премоляров и клыков верхней челюсти, а также на уровне мезиального и дистального корней моляра, корней премоляров, клыков и резцов нижней челюсти с обеих сторон.

Данные, полученные в ходе исследования, проанализированы и сопоставлены с нормальными значениями из литературных источников. Сравнительный анализ полученных результаты представлен в таблице.

По данным КЛКТ у пациентов определяется резкое истончение вестибулярных кортикальных пластинок на уровне фронтальных зубов: в 28 (26,6%) случаях на нижней челюсти и в 36 (34,3%) случаях – на верхней челюсти. У 24 пациентов выявлено истончение вестибулярной кортикальной пластике на уровне зубов 1.4–1.6, 2.4–2.6. Данная закономерность, которая прослеживается в нашем исследовании, соответствует результатам других авторов. Полученные результаты позволили определить особенности по перемещению зубов относительно кортикальных пластинок альвеолярного гребня.

Нормальное соотношение размеров челюстей было выявлено только в 35 (33,3%) случаях. По результатам

Сравнительный анализ толщины альвеолярного гребня на уровне верхушек корней зубов у пациентов с нормальной окклюзией (мм) [Comparative analysis of alveolar ridge thickness at the level of the root tips in patients with normal occlusion (mm)]

Зубы	Направление	Собственные данные	Данные литературы
Верхняя челюсть			
1.6 и 2.6	Мезиально-щечно	1,2±0,6	1,0±0,4
	Дистально-щечно	1,7±0,9	1,5±0,5
	Нёбно	1,5±0,5	1,3±0,4
1.7 и 2.7	Мезиально-щечно	2,4±1,2	1,3±0,6
	Дистально-щечно	2,1±1,0	1,4±0,6
1.4 и 2.4	Нёбно	1,2±0,5	1,4±0,6
	Вестибулярно	1,0±0,4	0,7±0,3
1.5 и 2.5	Нёбно	2,4±0,7	0,9±0,3
	Вестибулярно	1,5±0,6	1,3±0,5
1.3 и 2.3	Нёбно	2,9±0,9	1,2±0,4
	Вестибулярно	0,9±0,3	0,6±0,2
1.2 и 2.2	Нёбно	2,7±0,8	0,9±0,5
	Вестибулярно	1,0±0,4	0,8±0,3
1.1 и 2.1	Нёбно	2,8±0,8	1,1±0,4
	Вестибулярно	1,1±0,4	0,9±0,2
	Нёбно	3,6±0,9	1,5±0,5

Зубы	Направление	Собственные данные	Данные литературы
Нижняя челюсть			
3.6 и 4.6	Мезиально-щечно	2,3±1,0	1,0±0,4
	Мезиально-лингвально	3,5±1,5	1,7±0,7
	Дистально-лингвально	3,8±0,8	2,1±0,8
	Дистально-щечно	4,1±1,0	2,5±0,7
3.7 и 4.7	Мезиально-щечно	5,6±1,6	2,8±1,5
	Мезиально-лингвально	7,1±1,6	4,6±2,0
	Дистально-лингвально	3,3±1,0	2,2±0,6
3.4 и 4.4	Дистально-щечно	3,3±1,2	2,8±0,8
	Вестибулярно	1,2±0,7	0,5±0,1
3.5 и 4.5	Язычно	3,7±1,4	2,2±1,2
	Вестибулярно	1,8±0,8	0,8±0,3
3.3 и 4.3	Язычно	3,8±1,3	2,1±0,9
	Вестибулярно	0,9±0,4	0,5±0,1
3.2 и 4.2	Лингвально	2,4±0,9	1,3±0,8
	Вестибулярно	1,0±0,5	0,5±0,1
3.1 и 4.1	Язычно	1,5±0,6	0,7±0,2
	Вестибулярно	1,5±0,7	0,5±0,1
	Лингвально	1,3±0,6	0,5±0,2

анализа у 52 (49,5%) пациентов отмечалось сужение верхней челюсти, где в половине процентов случаев имела атрофия костной ткани гребня по толщине. В остальных случаях определялось сужение нижней челюсти.

На основании полученных результатах был проведен анализ возможностей перемещения зубов у пациентов с различными зубочелюстными аномалиями относительно друг друга и гребня с учетом индивидуальных особенностей развития челюстей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конусно-лучевая компьютерная томография является наиболее эффективной технологией для проведения цефалометрического анализа черепа у пациентов с различными зубочелюстными аномалиями. Предложенный алгоритм более точен для оценки и сравнения морфометрических параметров черепа. Данный алгоритм анализа КЛКТ более эффективен при выявлении особенностей толщины гребня и ширины челюстей. Кроме

того, при планировании перемещении зубов необходимо учитывать ширину гребня челюстей, состояние вестибулярной и оральной кортикальных пластинок челюстей, а также соотношение челюстей между собой.

Только у ортодонтических пациентов после изучения величины скелетного несоответствия на уровне базиса челюстей мы рекомендуем оценить возможность проведения зубоальвеолярных компенсаций. Кроме того, после оценки состояния альвеолярной кости по данным КЛКТ мы можем принять решение о возможности или невозможности запланированных перемещений зубов. При составлении плана лечения пациентов с аномалиями окклюзии и асимметрией рекомендуем использовать кастомизированные аппараты.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 20.01.2022 **Принята в печать:** 17.04.2022

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 20.01.2022 **Accepted:** 17.04.2022

ЛИТЕРАТУРА:

1. Жмырко И.Н., Дробышева Н.С. Описание Индекса выраженности зубочелюстной аномалии для пациентов с гнатической формой дистальной окклюзии. — *Эндодонтия Today*. — 2020; 2: 22—28. [eLibrary ID: 43326781](#)
2. Жмырко И.Н., Дробышева Н.С., Слабковская А.Б., Клипа И.А., Дробышев А.Ю. Определение индекса степени выраженности зубочелюстно-лицевых аномалий. — *Ортодонтия*. — 2020; 1 (89): 12—20. [eLibrary ID: 48369382](#)
3. Маллаева А.Б., Дробышева Н.С. Особенности строения альвеолярного отростка у пациентов с гнатической формой мезиальной окклюзии. — *Эндодонтия Today*. — 2020; 3: 15—25. [eLibrary ID: 46613237](#)
4. Маллаева А.Б., Дробышева Н.С., Петровская В.В., Слабковская А.Б., Дробышев А.Ю. Особенности строения и размеров челюстей у пациентов с мезиальной окклюзией. — *Ортодонтия*. — 2020; 4 (92): 11—23. [eLibrary ID: 45711149](#)
5. Дробышев А.Ю., Чантырь И.В., Дробышева Н.С., Медведев В.Э., Фролова В.И., Фофанова Ю.С. Психометрическая оценка уровня тревоги и депрессии у взрослых пациентов с зубочелюстно-лицевыми аномалиями. — *Медицинский алфавит*. — 2015; 22: 39—41. [eLibrary ID: 26206068](#)
6. Дробаха К.В., Дробышева Н.С., Свиридов Е.Г., Дробышев А.Ю. Цефалометрический анализ симметрии контрлатеральных сторон пациентов с трансверсальными аномалиями, обусловленными гиперплазией мышечного отростка. — *Ортодонтия*. — 2017; 4 (80): 11—21. [eLibrary ID: 41192178](#)
7. Маллаева А.Б., Дробышева Н.С. Особенности строения височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с гнатической формой мезиальной окклюзии. — *Российский стоматологический журнал*. — 2020; 5: 301—305. [eLibrary ID: 45156415](#)
8. Ahn J., Kim S.J., Lee J.Y., Chung C.J., Kim K.H. Transverse dental compensation in relation to sagittal and transverse skeletal discrepancies in skeletal Class III patients. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. — 2017; 151 (1): 148—156. [PMID: 28024769](#)

REFERENCES:

1. Zhmyrko I.N., Drobysheva N.S. Method of evaluation of the extent of skeletal forms of malocclusion. *Endodontics Today*. 2020; 2: 22—28. (In Russ.). [eLibrary ID: 43326781](#)
2. Zhmyrko I.N., Drobysheva N.S., Slabkovskaya A.B., Klipa I.A., Drobyshev A.Yu. Evaluation method of the skeletal forms extent of malocclusion. *Orthodontics*. 2020; 1 (89): 12—20. (In Russ.). [eLibrary ID: 48369382](#)
3. Mallaeva A.B., Drobysheva N.S. Features of the structure of the alveolar process in patients with gnathic form of mesial occlusion. *Endodontics Today*. 2020; 3: 15—25. (In Russ.). [eLibrary ID: 46613237](#)
4. Mallaeva A.B., Drobisheva N.S., Petrovskaya V.V., Slabkovskaya A.B., Drobishev A.Yu. Features of the structure and size of the jaws in patients with mesial occlusion. *Orthodontics*. 2020; 4 (92): 11—23. (In Russ.). [eLibrary ID: 45711149](#)
5. Drobyshev A.Y., Chantyr I.V., Drobysheva N.S., Medvedev V.E., Frolova V.I., Fofanova Y.S. Psychometric evaluation of levels of anxiety and depression in adult patients with dentomaxillofacial abnormalities. *Medical alphabet*. 2015; 22: 39—41. (In Russ.). [eLibrary ID: 26206068](#)
6. Drobakha K.V., Drobysheva N.S., Sviridov E.G., Drobyshev A.Y. Three-dimensional cephalometric analysis in patients with mandibular asymmetries accompanied by unilateral condylar hyperplasia. *Orthodontics*. 2017; 4 (80): 11—21. (In Russ.). [eLibrary ID: 41192178](#)
7. Mallaeva A.B., Drobysheva N.S. Structural features of the temporomandibular joint in patients with gnathic mesial occlusion. *Russian Journal of Dentistry*. 2020; 5: 301—305. (In Russ.). [eLibrary ID: 45156415](#)
8. Ahn J., Kim S.J., Lee J.Y., Chung C.J., Kim K.H. Transverse dental compensation in relation to sagittal and transverse skeletal discrepancies in skeletal Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017; 151 (1): 148—156. [PMID: 28024769](#)

9. Gupta A. et al. A knowledge-based algorithm for automatic detection of cephalometric landmarks on CBCT images. — *Int J Comput Assist Radiol Surg.* — 2015; 10 (11): 1737—52. [PMID: 25847662](#)
10. Kim H.J. et al. Analysis of dental compensation in patients with facial asymmetry using cone-beam computed tomography. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2019; 156 (4): 493—501. [PMID: 31582121](#)
11. Sanborn R.T. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. — *Angle Orthod.* — 1995; 25 (4): 208—222.
12. Дробышева Н.С., Лежнев Д.А., Петровская В.В., Батова М.А., Перова Н.Г., Маллаева А.Б., Каминский-Дворжецкий Н.А., Мирзоев М.Л. Использование конусно-лучевой компьютерной томографии в ортодонтии. — *Ортодонтия.* — 2019; 1 (85): 32—39. [eLibrary ID: 41121595](#)
13. Лежнев Д.А., Петровская В.В. Современные тенденции лучевой диагностики в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (лекция). — *Радиология — практика.* — 2019; 5 (77): 57—73. [eLibrary ID: 41209686](#)
14. Дибирова П.Ш., Дробышева Н.С., Маллаева А.Б. Обоснование применения компьютерной томографии для диагностики зубочелюстных аномалий. — *Ортодонтия.* — 2021; 3 (95): 49—50. [eLibrary ID: 46676789](#)
15. Слабковская А.Б., Копецкий И.С., Месхия Н.Г. Лучевая диагностика зубочелюстных аномалий. Современное состояние вопроса. — *Здоровье и образование в XXI веке.* — 2017; 10: 149—153. [eLibrary ID: 29737819](#)
16. Brüllmann D., Schulze R.K. Spatial resolution in CBCT machines for dental/maxillofacial applications-what do we know today? — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2015; 44 (1): 20140204. [PMID: 25168812](#)
17. Codari M., Caffini M., Tartaglia G.M., Sforza C., Baselli G. Computer-aided cephalometric landmark annotation for CBCT data. — *Int J Comput Assist Radiol Surg.* — 2017; 12 (1): 113—121. [PMID: 27358080](#)
18. Ludlow J.B., Walker C. Assessment of phantom dosimetry and image quality of i-CAT FLX cone-beam computed tomography. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2013; 144 (6): 802—17. [PMID: 24286904](#)
19. Петровская В.В., Батова М.А. Анализ антропометрических параметров лицевого отдела черепа по данным конусно-лучевой томографии (лекция). — *Радиология — практика.* — 2017; 3 (63): 54—65. [eLibrary ID: 29256776](#)
20. Campos M.J., de Souza T.S. et al. Bone mineral density in cone beam computed tomography: Only a few shades of gray. — *World J Radiol.* — 2014; 6 (8): 607—12. [PMID: 25170398](#)
21. Dillenseger J.P., Matern J.F. et al. MSCT versus CBCT: evaluation of high-resolution acquisition modes for dento-maxillary and skull-base imaging. — *Eur Radiol.* — 2015; 25 (2): 505—15. [PMID: 25249315](#)
22. Ding W.H., Li W., Chen F., Zhang J.F., Lv Y., Chen X.Y., Lin W.W., Fu Z., Shi J.J. Comparison of molar intrusion efficiency and bone density by CT in patients with different vertical facial morphology. — *J Oral Rehabil.* — 2015; 42 (5): 355—62. [PMID: 25515652](#)
23. Kim S.J., Kim K.H., Yu H.S., Baik H.S. Dentoalveolar compensation according to skeletal discrepancy and overjet in skeletal Class III patients. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2014; 145 (3): 317—24. [PMID: 24582023](#)
24. Young N.M., Sherathiya K., Gutierrez L., Nguyen E., Bekmezian S., Huang J.C., Hallgrímsson B., Lee J.S., Marcucio R.S. Facial surface morphology predicts variation in internal skeletal shape. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2016; 149 (4): 501—8. [PMID: 27021454](#)
25. Uysal T., Usumez S., Memili B., Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion and Class III malocclusion. — *Angle Orthod.* — 2005; 75 (5): 809—13. [PMID: 16279827](#)
26. Ryan K.T., Normand S.B., Robert L.V., Secchi A.G. The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. — *RWISO Journal.* — 2010; 13: 208—222.
9. Gupta A., Kharbanda O.P., Sardana V., Balachandran R., Sardana H.K. A knowledge-based algorithm for automatic detection of cephalometric landmarks on CBCT images. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2015; 10 (11): 1737—52. [PMID: 25847662](#)
10. Kim H.J., Hong M., Park H.S. Analysis of dental compensation in patients with facial asymmetry using cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019; 156 (4): 493—501. [PMID: 31582121](#)
11. Sanborn R.T. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. *Angle Orthod.* 1995; 25 (4): 208—222.
12. Drobysheva N.S., Lezhnev D.A., Petrovskaya V.V., Batova M.A., Perova N.G., Mallaeva A.B., Kaminskiy-Dvorzhetskiy N.A., Mirzoev M.L. Cone beam computed tomography use in orthodontics. *Orthodontics.* 2019; 1 (85): 32—39. (In Russ.). [eLibrary ID: 41121595](#)
13. Lezhnev D.A., Petrovskaya V.V. Modern Radiological Trends in Dentistry and Maxillofacial Surgery (Lecture). *Radiology and Practice.* 2019; 5 (77): 57—73. (In Russ.). [eLibrary ID: 41209686](#)
14. Dibirova P.Sh., Drobysheva N.S., Mallaeva A.B. Justification of the use of computed tomography for the diagnosis of dental anomalies. *Orthodontics.* 2021; 3 (95): 49—50. (In Russ.). [eLibrary ID: 46676789](#)
15. Slabkovskaya A.B., Kopetskiy I.S., Meskhiya N.G. Radiation diagnostics of dentoalveolar abnormalities. The current issue. *Health and Education Millennium.* 2017; 10: 149—153 (In Russ.). [eLibrary ID: 29737819](#)
16. Brüllmann D., Schulze R.K. Spatial resolution in CBCT machines for dental/maxillofacial applications-what do we know today? *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44 (1): 20140204. [PMID: 25168812](#)
17. Codari M., Caffini M., Tartaglia G.M., Sforza C., Baselli G. Computer-aided cephalometric landmark annotation for CBCT data. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2017; 12 (1): 113—121. [PMID: 27358080](#)
18. Ludlow J.B., Walker C. Assessment of phantom dosimetry and image quality of i-CAT FLX cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144 (6): 802—17. [PMID: 24286904](#)
19. Petrovskaya V.V., Batova M.A. Cone-beam computed tomography in analyzing anthropometric measures of maxillofacial area (lecture). *Radiology and Practice.* 2017; 3 (63): 54—65. (In Russ.). [eLibrary ID: 29256776](#)
20. Campos M.J., de Souza T.S. et al. Bone mineral density in cone beam computed tomography: Only a few shades of gray. *World J Radiol.* 2014; 6 (8): 607—12. [PMID: 25170398](#)
21. Dillenseger J.P., Matern J.F. et al. MSCT versus CBCT: evaluation of high-resolution acquisition modes for dento-maxillary and skull-base imaging. *Eur Radiol.* 2015; 25 (2): 505—15. [PMID: 25249315](#)
22. Ding W.H., Li W., Chen F., Zhang J.F., Lv Y., Chen X.Y., Lin W.W., Fu Z., Shi J.J. Comparison of molar intrusion efficiency and bone density by CT in patients with different vertical facial morphology. *J Oral Rehabil.* 2015; 42 (5): 355—62. [PMID: 25515652](#)
23. Kim S.J., Kim K.H., Yu H.S., Baik H.S. Dentoalveolar compensation according to skeletal discrepancy and overjet in skeletal Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145 (3): 317—24. [PMID: 24582023](#)
24. Young N.M., Sherathiya K., Gutierrez L., Nguyen E., Bekmezian S., Huang J.C., Hallgrímsson B., Lee J.S., Marcucio R.S. Facial surface morphology predicts variation in internal skeletal shape. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149 (4): 501—8. [PMID: 27021454](#)
25. Uysal T., Usumez S., Memili B., Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion and Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 2005; 75 (5): 809—13. [PMID: 16279827](#)
26. Ryan K.T., Normand S.B., Robert L.V., Secchi A.G. The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. *RWISO Journal.* 2010; 13: 208—222.