

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

УДК: 616.714.1-071.3:616.314/716.8-007.22-07-616.314-089.23

АНАЛИЗ 3D-ЦЕФАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА И 3D-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИРТУАЛЬНЫХ ЦЕЛОСТНЫХ ЗУБНЫХ ДУГ ПРИ ИХ ДИСТАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ПО ДАННЫМ РАСШИРЕННОЙ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Григоренко М. П.¹, Вакушина Е. А.¹, Брагин Е. А.¹, Лапина Н. В.², Мрикаева М. Р.³, Постникова Е. М.⁴

¹ Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

³ Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия

⁴ Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, г. Москва, Россия

Аннотация

Цель. Технически усовершенствовать диагностический анализ 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонто- и биометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в период постоянного прикуса по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии.

Методология. 3D-цефалометрически и 3D-биометрически обследовано 134 пациента в возрасте 17–35 лет с диагнозом «дистальная окклюзия». На виртуальных динамических 3D-реформатах черепа изучены параметры козелковой ширины и диагонали черепа с обеих сторон. Вычислен гнатический индекс черепа и определены мезогнатический, долихогнатический и брахиогнатический типы черепа. На виртуальных динамических 3D-реформатах диагностических моделей челюстей измерены ширина, толщина и высота коронок постоянных зубов, определены денральные (нормодонтный, микродонтный, макродонтный) типы целостных зубных дуг при их дистальном соотношении, построены аномальные формы (V-образная, седловидная, треугольная, трапециевидная, асимметричная) зубных дуг, вычислен аркадный индекс, определены гнатические (мезогнатический, долихогнатический, брахиогнатический) типы зубных дуг и выраженность сагиттальной окклюзионной кривой Spee с обеих сторон.

Результаты. Чаще всего у пациентов были диагностированы мезогнатический и долихогнатический типы черепа, реже всех встречался брахиогнатический тип. При этом среди дендральных типов зубных дуг лидировал комбинированный тип, далее шли микродонтный и нормодонтный типы, макродонтный тип встречался реже всех. Анализ аномальных форм зубных дуг показал преобладание трапециевидной формы на обеих челюстях. Среди гнатических типов зубных дуг на обеих челюстях чаще всего встречался долихогнатический тип. Резковогнутая кривая Spee с обеих сторон лидировала при анализе выраженности сагиттальных окклюзионных кривых.

Вывод. Персонализированные 3D-цефалометрические и 3D-биометрические прецизионные параметры, полученные в результате расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии, могут быть использованы для упрощения диагностики, прогнозирования и повышения эффективности ортодонтического лечения.

Ключевые слова: 3D-цефалометрия, 3D-одонтометрия, 3D-биометрия, 3D-реформат КЛКТ, гнатический индекс черепа, дендральный тип зубной дуги, аномалии формы зубной дуги, гнатический тип зубной дуги, сагиттальная окклюзионная кривая Spee, период постоянного прикуса

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

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

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия
mark115@yandex.ru

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

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия
mark115@yandex.ru

Евгений Александрович БРАГИН ORCID ID 0000-0003-0271-1503

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия
professor_bragin@mail.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

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.mrikaeva86@mail.ru

Елизавета Михайловна ПОСТНИКОВА ORCID ID 0000-0002-5989-1704

студентка стоматологического факультета, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, г. Москва, Россия
postnikova.e.m@gymn1sam.ru

Адрес для переписки: **Марк Павлович ГРИГОРЕНКО**

355017, г. Ставрополь, ул. Мира 355/38, кв. 92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

Образец цитирования:

Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Брагин Е. А., Лапина Н. В., Мрикаева М. Р., Постникова Е. М.

АНАЛИЗ 3D-ЦЕФАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА И 3D-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ВИРТУАЛЬНЫХ ЦЕЛОСТНЫХ ЗУБНЫХ ДУГ ПРИ ИХ ДИСТАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ПО ДАННЫМ

РАСШИРЕННОЙ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 153-160.

© Григоренко М. П. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

Поступила 27.02.2024. Принята к печати 23.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

ANALYSIS OF 3D CEPHALOMETRIC PARAMETERS OF THE SKULL AND 3D BIOMETRIC PARAMETERS OF VIRTUAL INTEGRATED DENTAL ARCHES IN DISTAL OCCLUSION ACCORDING TO ADVANCED CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Grigorenko M.P.¹, Vakushina E.A.¹, Bragin E.A.¹, Lapina N.V.², Mrikaeva M.R.³, Postnikova E.M.⁴

¹ Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

³ North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Annotation

Objective. To improve technically the diagnostic analysis of 3D cephalometric parameters of the skull and 3D odontometric and 3D biometric parameters of the complete dentition with distal occlusion during the period of permanent dentition according to extended cone-beam computed tomography.

Methodology. 134 patients aged 17–35 years with a “distal occlusion” diagnosis were 3D cephalometrically and 3D biometrically examined. The parameters of the tragus width and diagonal of the skull on both sides were studied using virtual dynamic 3D reformats of the skull. The gnathic skull index was calculated and the mesognathic, dolichognathic and brachygnathic skull types were determined. The width, thickness and height of permanent teeth crowns were measured using virtual dynamic 3D reformats of diagnostic jaw models. Dental types (normodont, microdont, macrodont) of the complete dentition with distal occlusion were determined and abnormal forms (V-shaped, saddle-shaped, triangular, trapezoid, asymmetric) of dentition were pictured. The arcade index was calculated and gnathic types (mesognathic, dolichognathic, brachiagnathic) of dentition were determined. Severity of the sagittal occlusal curve of Spee was determined on both sides.

Results. Mesognathic and dolichognathic types of skull were diagnosed most often; the brachygnathic type was the least common. The combined dental type was in the lead, followed by the microdont and normodont types, the macrodont type was the least common among the dental types of dentition. Analysis of the abnormal shapes of dentition showed a trapezoidal shape predominance in both jaws. The dolichognathic type was most often to be found among the gnathic types of dentition on both jaws. When analyzing the severity of sagittal occlusal Spee curves, the sharply concave curve was the leader on both sides.

Conclusion. Individual 3D cephalometric and 3D biometric parameters obtained from extended cone-beam computed tomography can be used to simplify diagnosis, prognosis and to improve the effectiveness of orthodontic treatment.

Keywords: 3D cephalometry, 3D odontometry, 3D biometry, CBCT 3D reformat, gnathic skull index, dentition dental type, abnormal dentition shape types, gnathic type of dentition, sagittal occlusal Spee curve, period of permanent dentition

The authors declare no conflict of interest.

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

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

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

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

Evgeniy A. BRAGIN ORCID ID 0000-0003-0271-1503

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

professor_bragin@mail.ru

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

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

kgma74@yandex.ru

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

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Dentistry No. 1, North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

m.mrikaeva86@mail.ru

Elizaveta M. POSTNIKOVA ORCID ID 0000-0002-5989-1704

Faculty of Dentistry Student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

postnikova.e.m@gymn1sam.ru

Correspondence address: Mark P. GRIGORENKO

355017, Stavropol, Mira st., 355/38, flat 92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

For citation:

Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Bragin E.A., Lapina N.V., Mrikaeva M.R., Postnikova E.M.

ANALYSIS OF 3D CEPHALOMETRIC PARAMETERS OF THE SKULL AND 3D BIOMETRIC PARAMETERS OF VIRTUAL INTEGRATED DENTAL ARCHES IN DISTAL OCCLUSION ACCORDING TO ADVANCED CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 153-160. (In Russ.)

© Grigorenko M.P. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

Received 27.02.2024. Accepted 23.03.2024

Введение

Одними из основополагающих проблем в ортопедической стоматологии и ортодонтии являются вопросы оптимизации диагностики окклюзионной патологии, совершенствования методов восстановления челюстных взаимоотношений, исключения их диспропорций, предупреждения развития рецидива. Корреляция одонтометрических, биометрических параметров и параметров зубных дуг является основой антропо- и биометрических методов исследования гипсовых диагностических моделей челюстей [2, 11, 12, 14].

На данный момент достаточно подробно систематизированы одонтометрические параметры и изучены линейные данные зубных дуг с использованием аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей у пациентов с долихогнатическим, брахиогнатическим и мезогнатическим типами лица в период постоянного прикуса при физиологической окклюзии [7, 8, 10].

Предложены классификации форм зубных дуг, где описаны их базовые линейные параметры при физиологической окклюзии. Также предложены методы анализа одонтометрических и краниометрических параметров лицевого сегмента черепа с использованием громоздких аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей и данных различных цифровых рентгенологических способов диагностики методом их наложения [3, 6, 10, 11, 16, 19].

На сегодняшний день проблема получения, анализа и архивирования виртуальных 2D- и 3D-параметров зубов, целостных зубных дуг, стабильных краниометрических ориентиров при их патологических суставных и окклюзионных соотношениях в период постоянного прикуса *in vivo* является недостаточно изученной и требует дальнейшей разработки [1, 5, 9, 13, 15, 17, 18, 20].

Пополнение базовых знаний о пропорциональности 3D-параметров зубов, зубных дуг, стабильных костных ориентиров черепа значительно повысит эффективность диагностики, комплексного лечения аномалий окклюзии и удержания долгосрочных результатов в период постоянного прикуса.

Цель работы — усовершенствовать диагностический анализ 3D-цефалометрических параметров

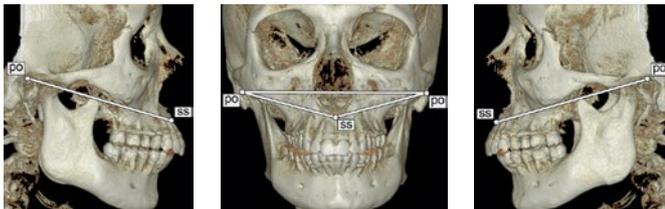


Рис. 1. 3D-антропометрическое исследование с использованием краниометрических точек *po* (*porion*) и *ss* (*subspinale*) на виртуальном динамическом 3D-реформате черепа

Fig. 1. 3D anthropometric study using craniometric points *po* (*porion*) and *ss* (*subspinale*) on a virtual dynamic 3D model of the skull

черепа и 3D-одонто- и биометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в период постоянного прикуса по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии.

Материал и методы

В нашем исследовании приняли участие 134 пациента обоего пола с диагнозом «Дистальная окклюзия» в возрасте от 17 до 35 лет, что соответствовало юношескому периоду и 1 периоду зрелого возраста согласно возрастной периодизации человека (Гуров В.А., 2018) [4], составивших рабочую группу (табл. 1).

Таблица 1

Дифференциация пациентов в рабочей группе

Table 1. Differentiation of patients in the work group

Группа	Количество пациентов (%)		Всего
	Юношеский период (юноши: 17–21 год, девушки: 16–20 лет)	Зрелый возраст (1 период) (мужчины: 21–35 лет, женщины: 20–35 лет)	
Рабочая группа	55 (41,04 %)	79 (58,96 %)	134 (100 %)

Всем пациентам была проведена расширенная конусно-лучевая томография в цифровом томографе KaVo OP300 Maxio без разобщения зубных рядов с размером области сканирования 13 x 15 см при шаге томографического среза в 0,32 мм, размере вокселя 0,32 x 0,32 x 0,32 мм и однократной лучевой нагрузке в 35–120 мкЗВ.

Весь объем 3D-антропометрических исследований мы провели в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» на виртуальных динамических 3D-реформатах черепов. Мы предпочли использовать костные ориентиры в виде краниометрических точек ввиду их стабильности, так как традиционно используемые кожные точки обладают высокой степенью погрешности.

Для изучения индивидуальных особенностей краниофациальной области использовали три параметра: 1) козелковую ширину черепа; 2) диагональное расстояние черепа слева; 3) диагональное расстояние черепа справа. На полученных виртуальных динамических 3D-реформатах черепов козелковая ширина черепа измерялась между точками *po* (*porion*) с левой и правой стороны черепа, расположенными посередине верхнего края наружного слухового прохода. Диагональное расстояние черепа измерялось с обеих сторон черепа между точками *po* (*porion*) и точкой *ss* (*subspinale*), расположенной на середине кривизны между передней носовой остью и вершиной альвеолярного отростка верхней челюсти (рис. 1).

Для определения гнатического типа черепа применили технически усовершенствованный нами способ Дмитриенко С.В. с соавторами (2017) [7]. Вычислили

предложенный гнатический индекс черепа (ГИЧ), рассчитанный как отношение козелковой ширины черепа (po-po) к сумме диагональных расстояний (po-ss) с обеих сторон черепа, по формуле: $ГИЧ = (po-po / (po-ss) + (po-ss)) \times 100\%$. Значения индекса в диапазоне от 47 до 49 позволили нам говорить о мезогнатическом типе черепа, от 50 до 52 — о брахиогнатическом, от 43 до 46 — о долихогнатическом.

Весь объем 3D-одонтометрических и 3D-биометрических исследований провели по предложенной нами методике «Способ проведения биометрической диагностики зубных дуг на 3D-реформатах гипсовых моделей челюстей, полученных в результате конуснолучевой компьютерной томографии» (Заявка на патент от 21.06.2022, регистрационный номер 2022116805/14 (035446)).

После проведения КЛКТ гипсовых диагностических моделей получали их виртуальные динамические 3D-реформаты, которые полностью соответствовали своими линейными и угловыми параметрами гипсовому аналогу. На полученных 3D-реформатах челюстей в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» последовательно проводили необходимые линейные измерения. Зоной интереса являлись коронки всех зубов, кроме третьих моляров, ввиду вариабельности их размеров и расположения.

Для определения ширины коронки ставили две точки на наиболее удаленных проксимальных поверхностях зубов. Для определения толщины коронки ставили две точки на наибольших выпуклостях вестибулярных и оральных поверхностей зубов. Для определения высоты коронки на середине режущего края резцов ставили первую точку, вторую точку — на наиболее высокой точке десневого прикрепления с вестибулярной стороны. На клыках и премолярах за высоту коронки принимали расстояние от точки на рвущем бугорке или вершине щечного бугра до наиболее высокой точки десневого прикрепления с вестибулярной стороны. На молярах высота коронки определялась как расстояние от точки на самом высоком бугре до наиболее высокой точки десневого прикрепления с вестибулярной стороны (рис. 2).

Для определения дентального показателя зубных дуг применяли технически модернизированный нами способ Дмитриенко С.В. с соавторами (2017) [6], согласно которому сумма ширин коронок 14-ти зубов на верхней челюсти от 110 до 118 мм характеризовала нормодонтный тип зубной дуги, сумма менее 110 мм — микродонтный тип, более 118 мм — макродонтный тип. На нижней челюсти нормодонтный тип зубной дуги характеризовался при сумме от 103 до 109 мм, микродонтный — при сумме менее 103 мм, и макродонтный тип — при сумме более 109 мм (рис. 3).

Для визуализации и систематизации аномальных форм верхних и нижних зубных дуг применяли собственную оригинальную методику их виртуального

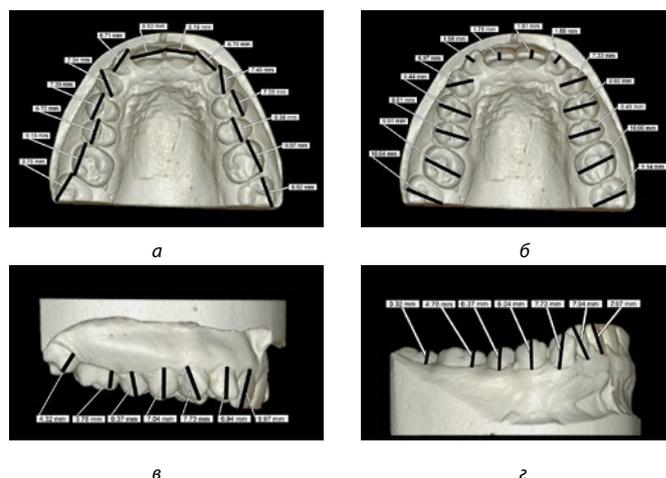


Рис. 2. 3D-одонтометрические исследования коронок зубов на виртуальных динамических 3D-реформатах челюстей: а — ширина коронок; б — толщина коронок; в — высота коронок на верхней челюсти; г — высота коронок на нижней челюсти

Fig. 2. Dental crowns 3D-odontometric studies on virtual dynamic 3D-models of the jaws: a — crown width; b — crown thickness; c — upper jaw crown height; d — lower jaw crown height

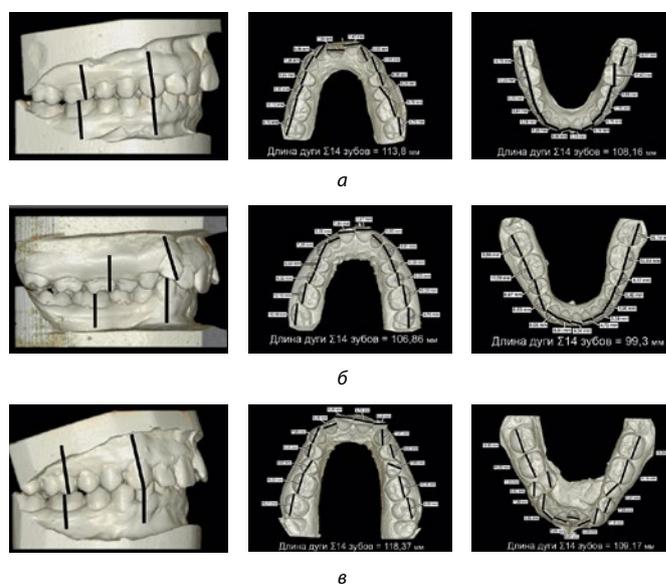


Рис. 3. Дентальные типы верхних и нижних зубных дуг: а — нормодонтный тип; б — микродонтный тип; в — макродонтный тип

Fig. 3. Upper and lower dentition dental types: a — normodontic type; b — microdontic type; c — macrodontic type

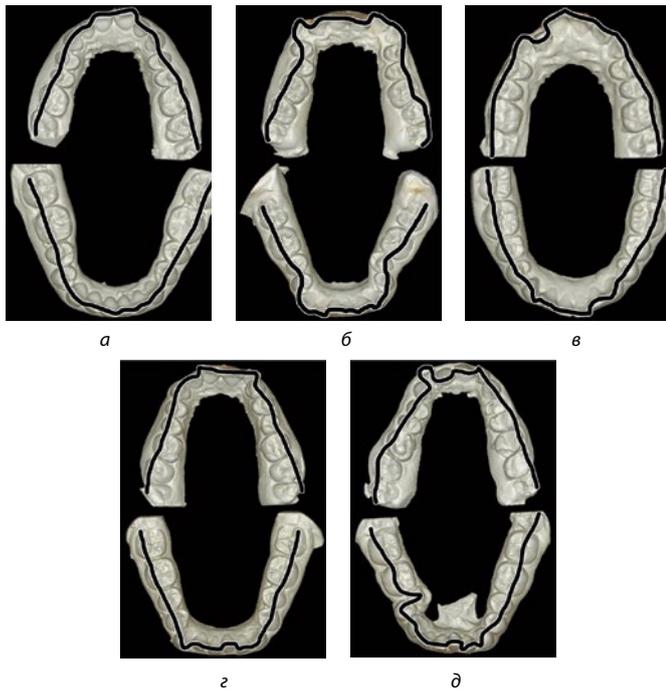


Рис. 4. Виды аномалий форм верхних и нижних виртуальных зубных дуг на виртуальных динамических 3D-реформатах челюстей: а — V-образная форма; б — седловидная форма; в — треугольная форма; г — трапецевидная форма; д — асимметричная форма

Fig. 4. Abnormal shape types of the upper and lower virtual dentitions: a – V-shape; b – saddle shape; c – triangular shape; g – trapezoidal shape; d – asymmetrical shape

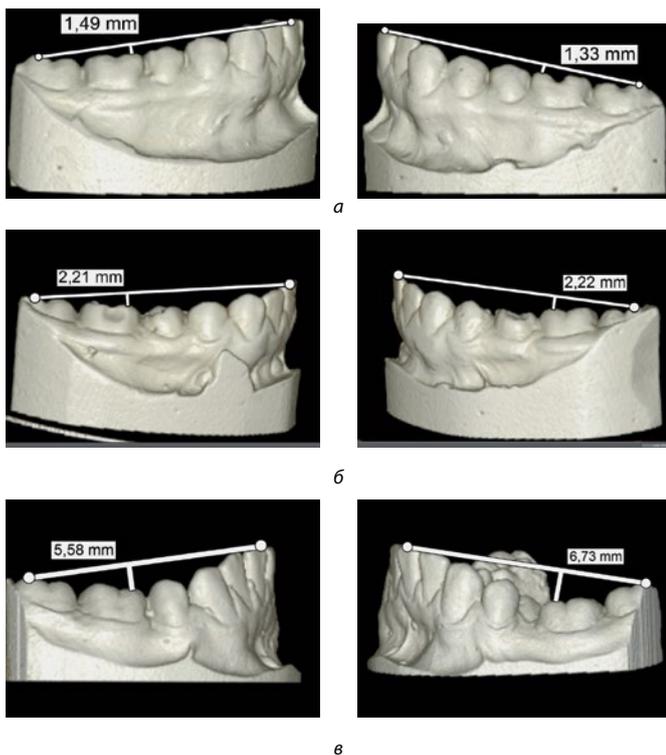


Рис. 5. Определение выраженности сагиттальной окклюзионной кривой Spee по значению ее глубины слева и справа на виртуальных динамических 3D-реформатах моделей челюстей: а — приближенная к плоской; б — слабовогнутая; в — резковогнутая

Fig. 5. Severity of the sagittal occlusal curve of Spee determination according to the value of its depth on the left and right virtual dynamic 3D models of the jaws: a – almost flat; b – slightly concave; c – sharply concave

построения на динамических 3D-реформатах моделей челюстей в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» (рис. 4).

Для определения гнатического типа зубных дуг вычислили гнатический индекс зубной дуги по формуле: АИ = ширина зубной дуги в области вторых моляров / сумма ширин коронок 14-ти зубов. Значения индекса от 0,52 до 0,56 характеризовали мезоаркадный тип зубных дуг, менее 0,52 — долихоаркадный тип, и значения индекса более 0,56 характеризовали брахиаркадный тип. Гнатические индексы рассчитывали отдельно для верхних и нижних целостных зубных дуг при их дистальном соотношении.

Выраженность сагиттальной окклюзионной кривой Spee с обеих сторон определяли согласно значению ее глубины на виртуальных динамических 3D-реформатах моделей нижних челюстей по технически модернизированному нами способу Kelley N. et al. (2021) [19] в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental». Для этого проводили линию, соединяющую середину режущего края нижнего медиального резца с вершиной дистального щечного бугра второго нижнего моляра, опускали перпендикуляр от полученной линии на вершину медиального щечного бугорка нижнего первого моляра. Кривую интерпретировали как: приближенную к плоской при значении глубины до 1,9 мм; слабовогнутую — от 1,9 до 2,4 мм; резковогнутую — от 2,4 мм (рис. 5).

Для статистического анализа полученных результатов применили заполненную матрицу исследования и стандартный пакет прикладных программ SPSS 23.0 for Windows. Для непрерывных числовых показателей был проведен анализ распределения и критериев его соответствия нормальному (критерий Колмогорова–Смирнова). Если распределение в группе соответствовало нормальному, данные представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$), при распределении, отличном от нормального, рассчитывали медиану (Me) и 25 и 75 перцентили [$P_{25}-P_{75}$]. Качественные показатели выражали в виде долей (%). При сравнении двух групп по количественным признакам применяли непараметрические критерии. Значимость различий между группами оценивали с помощью критерия Уилкоксона для двух связанных групп (до и после лечения). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

3D-цефалометрический анализ расширенной КЛКТ с применением стабильных костных ориентиров на виртуальных динамических 3D-реформатах черепа с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении с последующим определением ГИЧ зарегистрировал лидирующий по частоте встречаемости мезогнатический тип черепа при значениях ГИЧ в диапазоне от 47 до 49 в $65,67 \pm 4,1\%$ клинических наблюдений; долихогнатический тип черепа — при значениях ГИЧ от 43 до 46 в $22,39 \pm 3,6\%$ клинических наблю-

дений; брахигнатический тип черепа при значениях ГИЧ в диапазоне от 50 до 52 был зарегистрирован в $11,94 \pm 2,8\%$ клинических наблюдений.

3D-одонтометрический анализ расширенной КЛКТ виртуальных динамических 3D-реформатов моделей челюстей с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении показал преимущественно комбинированный денальный тип зубных дуг в $41,4 \pm 4,25\%$ клинических наблюдений. Микродонтный тип обеих зубных дуг был зарегистрирован в $32,84 \pm 4,06\%$ клинических наблюдений, макродонтный тип обеих зубных дуг — в $5,97 \pm 2,05\%$. Нормодонтный тип был зарегистрирован лишь в $20,15 \pm 3,47\%$ наблюдений (рис. 6).

Результаты анализа 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонтометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении, проведенного нами 134 пациентам (100%) рабочей группы в возрасте от 17 до 35 лет с использованием собственных оригинальных методик, с опорой на данные расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии черепа и диагностических моделей, приведены в табл. № 2.

Таблица 2

Корреляция 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонтометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении
Table 2. Correlation of 3D cephalometric skull parameters and 3D odontometric parameters of complete dentitions with distal relationship

Гнатический тип черепа	Количество клинических наблюдений (%)	Денальный тип зубных дуг	Количество клинических наблюдений (%)
Мезогнатический тип (ГИЧ от 47 до 49)	88 (65,67 ± 4,1 %)	Нормодонтный	17 (12,69 ± 2,88 %)
		Микродонтный	31 (23,13 ± 3,64 %)
		Макродонтный	2 (1,49 ± 1,05 %)
		Комбинированный	38 (28,36 ± 3,89 %)
Долихогнатический тип (ГИЧ от 43 до 46)	30 (22,39 ± 3,6 %)	Нормодонтный	-
		Микродонтный	13 (9,7 ± 2,56 %)
		Макродонтный	-
		Комбинированный	17 (12,69 ± 2,88 %)
Брахигнатический тип (ГИЧ от 50 до 52)	16 (11,94 ± 2,8 %)	Нормодонтный	10 (7,46 ± 2,27 %)
		Микродонтный	-
		Макродонтный	6 (4,48 ± 1,79 %)
		Комбинированный	-
Всего			134 (100 %)

Результаты проведенного нами виртуального построения аномальных форм целостных зубных дуг при их дистальном соотношении показал их выраженный клинический полиморфизм (табл. 3).

3D-биометрический анализ аркадных индексов верхних зубных дуг показал преобладающее и практически равное распределение мезоаркадного типа в $44,78 \pm 4,3\%$ клинических наблюдений и долихоаркадного типа в $44,03 \pm 4,29\%$ клинических наблюдений. Брахиаркадный тип был зарегистрирован только в $11,19 \pm 2,72\%$ клинических наблюдений. Анализ аркадных индексов нижних зубных дуг показал преобладание долихоаркадного типа в $67,91 \pm 4,03\%$

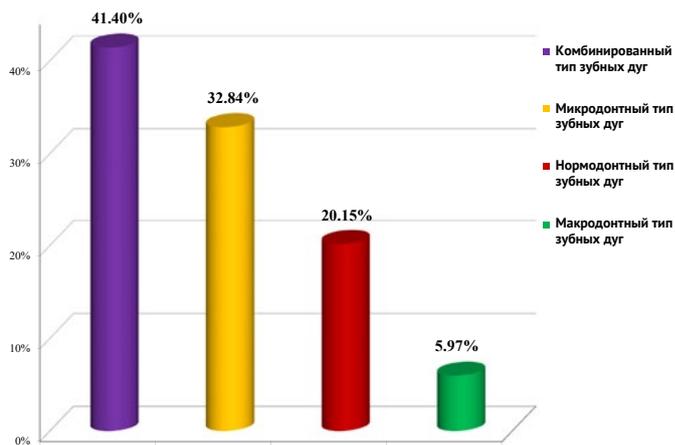


Рис. 6. Анализ распространенности денальных типов зубных дуг
Fig. 6. Dental arch types prevalence analysis

Таблица 3

Дифференциация аномалий форм виртуальных верхних и нижних зубных дуг
Table 3. Differentiation of abnormal shape types of the upper and lower virtual dentitions

Форма виртуальных зубных дуг	3D-реформат в/ч	3D-реформат н/ч	Количество 3D-реформатов челюстей (%)
	Количество наблюдений (%)	Количество наблюдений (%)	
V-образная форма	32 (11,93 ± 1,98 %)	19 (7,09 ± 1,57 %)	51 (19,03 ± 2,4 %)
Седловидная форма	24 (8,96 ± 1,74 %)	11 (4,1 ± 1,21 %)	35 (13,06 ± 2,06 %)
Треугольная форма	24 (8,96 ± 1,74 %)	5 (1,87 ± 0,83 %)	29 (10,82 ± 1,9 %)
Трапециевидная форма	47 (17,54 ± 2,32 %)	69 (25,75 ± 2,67 %)	116 (43,28 ± 3,03 %)
Асимметричная форма	7 (2,61 ± 0,97 %)	30 (11,19 ± 1,93 %)	37 (13,81 ± 2,11 %)
Всего	134 (50 %)	134 (50 %)	268 (100 %)

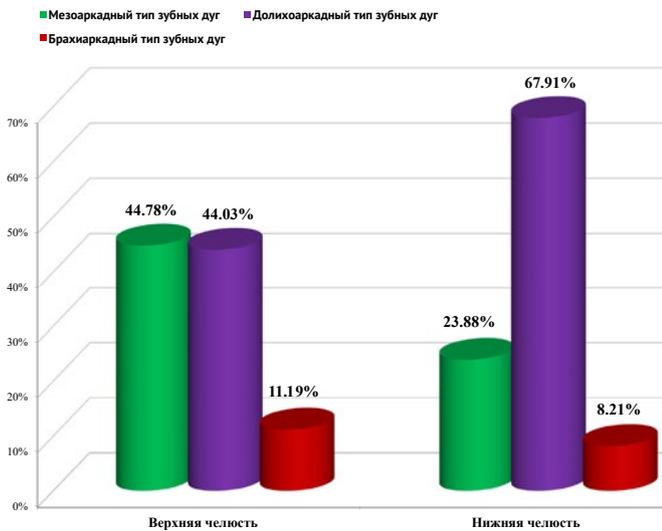


Рис. 7. Анализ аркадного индекса виртуальных 3D-реформатов верхних и нижних зубных дуг

Fig. 7. Analysis of the arcade index of virtual 3D reformats of the upper and lower dental arches

клинических наблюдений, далее по частоте встречаемости были зарегистрированы мезоаркадный тип — в $23,88 \pm 3,68\%$ и брахиаркадный тип — в $8,21 \pm 2,37\%$ клинических наблюдений (рис. 7).

Анализ глубины кривой Spee нижних зубных дуг показал близкую к плоской сагиттальную окклюзионную кривую Spee в $10,07 \pm 1,84\%$ клинических наблюдений слева и в $10,82 \pm 1,9\%$ клинических наблюдений справа, слабовогнутую сагиттальную окклюзионную кривую Spee в $13,81 \pm 2,11\%$ и $12,31 \pm 2,01\%$ клинических наблюдений слева и справа соответственно и резковогнутую сагиттальную окклюзионную кривую Spee в $26,12 \pm 2,68\%$ наблюдений слева и в $26,87 \pm 2,71\%$ наблюдений справа, обусловленную дефицитом свободного места на нижних зубных дугах в трансверсальной и сагиттальной плоскостях.

Заключение

Таким образом, обнаруженные нами 3D-цефалометрические параметры черепа и 3D-биометрические параметры целостных виртуальных зубных дуг при их дистальном соотношении, по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии, полученные впервые, сделали возможным проанализиро-

вать и архивировать в виртуальном пространстве их персонифицированные характеристики в трансверсальном, диагональном и сагиттальном направлениях с использованием предложенных нами собственных оригинальных методик. Также они позволили нам разработать персонализированный подход к комплексному лечению пациентов с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении, включавший ортодонтическое лечение вестибулярными брекетами, за счет выбора индивидуальных размеров ортодонтических дуг.

Выводы

Предложенная методика 3D-цефалометрического анализа виртуальных динамических 3D-реформатов черепа с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов программы-просмотрщика «OnDemand3DDental» из расширенной КЛКТ обеспечила высокую достоверность полученных результатов, связанную с отказом от нестабильных кожных ориентиров, дающих погрешность, обусловленную различной толщиной и тургором кожи, возможным косметологическим моделированием лица в виде подкожного введения скуловых филлеров, инъекций ботулотоксинов и гиалуроновой кислоты.

Предложенная методика 3D-одонтометрического и 3D-биометрического анализа виртуальных динамических 3D-реформатов моделей челюстей с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов «OnDemand3DDental» обеспечила получение персонализированных параметров исследований, дала возможность их прецизионного анализа и архивирования в виртуальном пространстве.

Анализ полученных нами прецизионных 3D-одонтометрических и 3D-биометрических параметров дал возможность определить, проанализировать и архивировать в виртуальном пространстве аномалии размеров коронок зубов, зависимость одонтометрических параметров зубов-антагонистов и персонифицированных дентальных вариантов целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов «OnDemand3DDental» в период постоянного прикуса.

Литература/References

1. Арсенина О.И., Комарова А.В., Попова Н.В. Цифровые технологии для эффективного лечения пациентов с дистальной окклюзией и мышечно-суставной дисфункцией. Ортодонтия. 2022;3(99):28-33. [O.I. Arsenina, A.V. Komarova, N.V. Popova. Digital technologies for treatment of class ii patients with musculo-articular dysfunction. Orthodontics. 2022;3(99):28-33. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50253479>
2. Вакушина Е.А., Брагин Е.А., Григоренко П.А., Клемин В.А., Майлян Э.А., Ворожко А.А., Кубаренко В.В. Пропедевтический курс по ортопедической стоматологии и ортодонтии. Учебное пособие. Ставрополь : Издательство СтГМУ. 2022:172. [E.A. Vakushina, E.A. Bragin, P.A. Grigorenko, V.A. Klemin, E.A. Majlyan, A.A. Vorozhko, V.V. Kubarenko. Propaedeutic course in orthopedic dentistry and orthodontics. Tutorial. Stavropol : Publishing house StGMU. 2022:172. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49874163>
3. Ведешина Э.Г. Оптимизация современных методов диагностики и лечения пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстных дуг : автореф. дис. ... д.м.н. Волгоград, 2019:45. [E.G. Vedeshina. Optimization of modern methods of diagnosis and treatment of patients with anomalies and deformations of the dental arch : master's thesis. Volgograd, 2019:45. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45282602>
4. Гуров В.А. Хронобиология. Возрастная периодизация. Universum: Химия и биология, электронный журнал. 2018;4(46):7-12. [V.A. Gurov. Chronobiology. Age periodization. Universum: Chemistry and biology, electronic journal. 2018;4(46):7-12. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32756461>
5. Дебелая А.Н., Зайцева М.В., Персин Л.С. Особенности направления окклюзионной плоскости у пациентов с трансверсальной резцовой окклюзией. Ортодонтия. 2019;3(87):9-15. [A.N. Debelaya, M.V. Zajceva, L.S. Persin. Features of occlusion plane inclination in patients with midline shift. Orthodontics. 2019;3(87):9-15. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41155082>

6. Дмитриенко С.В., Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г. Способ определения формы зубной дуги. Патент России № 2653792. 2018:14. [S.V. Dmitrienko, D.A. Domenyuk, E.G. Vedeshina. Method for determining the shape of the dental arch. Russian patent 2653792. 2018:14. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37369592>
7. Дмитриенко С.В., Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г. Способ определения типа зубной системы. Патент России № 2626699. 2017:14. [S.V. Dmitrienko, D.A. Domenyuk, E.G. Vedeshina. Method for determining the type of dental system. Russian patent 2626699. 2017:14. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38268402>
8. Дмитриенко С.В., Шкарин В.В., Дмитриенко Т.Д. Методы биометрического обследования зубных дуг. Учебное пособие. Волгоград: Издательство ВолгГМУ. 2022:200. [S.V. Dmitrienko, V.V. Shkarin, T.D. Dmitrienko. Methods of biometric examination of dental arches. Tutorial. Volgograd: Publishing house VolgGMU. 2022:200. (In Russ.)]. https://www.volgmed.ru/uploads/files/2023-9/185123-shkarin_v_v_uch_posobie.pdf
9. 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. [N.S. Drobysheva, D.A. Lezhnev, V.V. Petrovskaya, M.A. Batova, N.G. Perova, A.B. Mallaeva, N.A. Kaminskij-Dvorzheckij, M.L. Mirzoev. Cone-beam computed tomography use in orthodontics. Orthodontics. 2019;1(85):32-39. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41121595>
10. Под ред. Персина Л.С. Ортодонтия. Национальное руководство в 2-х томах. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2020:680. [Ed. L.S. Persin. Orthodontics. National guideline. Moscow: GEOTAR-Media. 2020:680. (In Russ.)]. <https://www.labirint.ru/books/745176/>
11. Под ред. Лебедеко И.Ю., Арутюнова С.Д., Ряховского А.Н. Ортопедическая стоматология. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2019:824. [Eds. I.Yu. Lebedenko, S.D. Arutyunov, A.N. Ryahovskij. Prosthetic dentistry. National guideline. Moscow: GEOTAR-Media. 2019:824. (In Russ.)]. <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970449486.html>
12. Постников М.А. Ортодонтия. Этиология, патогенез, диагностика и профилактика зубочелюстных аномалий и деформаций. Учебное пособие. Самара: Издательство ООО «Издательско-полиграфический комплекс «Право». 2022:345. [M.A. Postnikov. Orthodontics. Etiology, pathogenesis, diagnosis and prevention of dental anomalies and deformities. Tutorial. Samara: Publishing house LLC Publishing and printing complex Pravo. 2022:345. (In Russ.)]. https://samsmu.ru/files/news/2023/0106/book_orthodontia.pdf
13. Рogaцкий Д.В. Лучевая диагностика в стоматологии: 2D/3D. Москва: ТАРКОММ. 2021:403. [D.V. Rogackin. Radiation diagnostics in dentistry: 2D/3D. Moscow: TARKOMM. 2021:403. (In Russ.)]. <https://www.dental-books.ru/9785604142479.pdf>
14. Aboalnaga A.A., Amer N.M., Elnahas M.O., Salah Fayed M.M., Soliman S.A., E ElDakrouy A., H Labib A., H Fahim F. Malocclusion and temporomandibular disorders: Verification of the controversy // Journal of Oral and Facial Pain and Headache. – 2019;33(4):440-450. PMID: 31247054
15. Ayuso-Montero R., Mariano-Hernandez Y., Khoury-Ribas L., Rovira-Lastra B., Willaert E., Martinez-Gomis J. Reliability and validity of t-scan and 3D intraoral scanning for measuring the occlusal contact area // J. Prosthodont. – 2020;29(1):19-25. <https://doi.org/10.1111/jopr.13096>
16. Campbell C., Millett D., Kelly N., Cooke M., Cronin M. Frankel 2 appliance for Phase 1 treatment of Class II division 1 malocclusion in children and adolescents: A randomized clinical trial // The Angle Orthodontist. – 2020;90(2):202-208. <https://doi.org/10.2319/042419-290.1>
17. Grigorenko M.P., Bragin E.A., Vakushina E.A., Karakov K.G., Dmitrienko S.V., Bragin A.E., Grigorenko P.A., Khadzhaeva P.G. 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. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17042>
18. 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.009>
19. Kelley N., Tabbaa 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
20. Rao A., Badavannavar A., Acharya A. An orthodontic analysis of the smile dynamics with videography // Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. – 2021;11(2):174-179. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.01.001>