

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-83-89
УДК: 616.31-073.759

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОСТИ ВО ФРОНТАЛЬНОМ ОТДЕЛЕ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ПАЦИЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПОЛА РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТОВ С ПОМОЩЬЮ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Нуриева Н.С.², Шелегова И.Г.¹, Важенина Д.А.²

1 ООО «Центральная стоматология», г. Челябинск, Россия

2 Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия

Аннотация

Предмет. Изучена оптическая плотность нижней челюсти во фронтальном отделе у пациентов женского пола, выявлены возрастные различия оптической плотности нижней челюсти.

Цель — выявить вариабельность значений оптической плотности нижней челюсти во фронтальном отделе у пациентов женского пола.

Методология. Проанализированы компьютерные томограммы нижних челюстей 26 пациенток. Оптическая плотность кости оценивалась с помощью метода компьютерной денситометрии в условных единицах Хаунсфилда, измерения проводились в области верхушек корней нижних клыков. Статистический анализ проводился с помощью программы Microsoft Excel, Windows 9.

Результаты. В 84,6 % случаев оптическая плотность костной ткани в области 3.3 и 4.3 зубов находится в пределах одного класса по классификации Misch. В этой группе у 72,7 % пациенток выявлен класс D2, у 18,18 — D1, у 9 — D3; у 15,4 % плотность кости с правой и левой сторон нижней челюсти относится к D2 и D3. Оптическая плотность между двумя относительно симметричными точками находится в диапазоне от 2 до 238 единиц, между правой и левой сторонами она составляет 129,66 HU. В группе 30—39 (n=6) лет в 50 % случаев плотность кости относится к классу D2, в 33,33 — D1, в 16,66 — D3; 40—49 (n=8) лет в 87,5 % случаев — D2, в 12,5 — D1; 50—59 (n=6) лет в 50 % — D2 и в 50 — D3; 60—68 (n=6) лет в 50 % — D2 и в 50 — D3.

Выводы. С увеличением возраста пациенток наблюдается уменьшение плотности костной ткани на нижней челюсти в области клыков.

Ключевые слова: оптическая плотность, денситометрия, нижняя челюсть, конусно-лучевая компьютерная томография, клыки нижней челюсти

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Наталья Сергеевна НУРИЕВА

д. м. н., профессор кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии,
Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск
Natakira@mail.ru

Ирина Георгиевна ШЕЛЕГОВА

стоматолог-ортопед, ООО «Центральная стоматология», г. Челябинск
irina-stomat@rambler.ru

Дарья Андреевна ВАЖЕНИНА

д. м. н., профессор кафедры онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии,
Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск
dariavazzenina@mail.ru

Адрес для переписки: **Ирина Георгиевна ШЕЛЕГОВА**

454077, г. Челябинск, ул. Салютная, д. 23Б, кв. 70

Тел.: 89514425484

irina-stomat@rambler.ru

Образец цитирования:

Нуриева Н.С., Шелегова И.Г., Важенина Д.А.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОСТИ ВО ФРОНТАЛЬНОМ ОТДЕЛЕ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ПАЦИЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПОЛА РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТОВ С ПОМОЩЬЮ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Проблемы стоматологии, 2020, т. 16, № 3, стр. 83—89

© Нуриева Н.С. и др. 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-83-89

Поступила 15.09.2020. Принята к печати 11.10.2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-83-89

ASSESSMENT OF BONE QUALITY IN THE FRONTAL PART OF MANDIBLES IN FEMALE PATIENTS OF VARIOUS AGES USING CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Nurieva N.S.², Shelegova I.G.¹, Vazhenina D.A.²

¹ Central Dental clinic, Chelyabinsk, Russia

² South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Thing. The optical density of the lower jaw in the frontal part of female patients was studied, age-related differences in the optical density of the lower jaw were revealed.

The aim is to reveal the variability of the values of optical density of the lower jaw in the anterior region in female patients.

Methodology. Computed tomograms of the lower jaws of 26 patients were analyzed. The optical density of the bone was assessed using the method of computer densitometry in Hounsfield arbitrary units, measurements were carried out in the area of the root apexes of the lower canines. Statistical analysis was carried out using Microsoft Excel, Windows 9.

Results. In 84.6 % of cases, the optical density of bone tissue in the area of 3.3 and 4.3 teeth is within the same class according to the Misch classification. In this group, 72.7 % of patients had class D2, 18.18 — D1, 9 — D3; in 15.4 %, the bone density on the right and left sides of the mandible belongs to D2 and D3. The optical density between two relatively symmetrical points is in the range from 2 to 238 units, between the right and left sides it is 129.66 HU. In the group of 30—39 (n = 6) years, in 50 % of cases, bone density belongs to class D2, in 33.33 — D1, in 16.66 — D3; 40—49 (n = 8) years in 87.5 % of cases — D2, in 12.5 — D1; 50—59 (n = 6) years at 50 % — D2 and at 50 — D3; 60—68 (n = 6) years at 50 % — D2 and at 50 — D3.

Conclusions. With increasing age of patients, there is a decrease in bone density in the lower jaw in the canine area.

Keywords: optical density, densitometry, mandible, cone-beam computed tomography, canines of the mandible

The authors declare no conflict of interest.

Natalia S. NURIEVA

Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Prosthetic Dentistry and Orthodontics, South Ural State Medical University, Chelyabinsk
Natakipa@mail.ru

Irina G. SHELEGOVA

dentist-orthopedist, Central Dental clinic, Chelyabinsk

irina-stomat@rambler.ru

Daria A. VAZHENINA

Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Oncology, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, South Ural State Medical University, Chelyabinsk

dariavazhenina@mail.ru

Correspondence address: Irina G. SHELEGOVA

454077, Chelyabinsk, str. Salutnaya, 23B/70

Tel.: 89514425484

irina-stomat@rambler.ru

For citation:

Nurieva N.S., Shelegova I.G., Vazhenina D.A.

ASSESSMENT OF BONE QUALITY IN THE FRONTAL PART OF MANDIBLES IN FEMALE PATIENTS OF VARIOUS AGES USING CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Actual problems in dentistry, 2020, vol. 16, № 3, p. 83—89

© Nurieva N.S. et al. 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-83-89

Received 15.09.2020. Accepted 11.10.2020

Введение

История использования трехмерного изображения в медицине насчитывает более 120 лет. Первая трехмерная (3D) реконструкция была выполнена Борном (1883 г.) и Хисом (1885 г.) с использованием серийных сечений. С тех пор было разработано множество методов реконструкции, и построение физических моделей стало важным в анатомии. Первая компьютерная 3D-реконструкция была осуществлена Глейзером и Ван дер Лоосом в 1965 году. Благодаря усовершенствованию компьютерного оборудования и программного обеспечения компьютерное моделирование анатомических структур стало очень полезным для визуализации сложных 3D-форм. Одним из таких методов диагностики является конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). В настоящее время использование КЛКТ в практике стоматолога является повсеместным, большинство крупных стоматологических клиник имеют в своем арсенале данный аппарат. КЛКТ относится к наиболее перспективным из рентгеновских методик в решении вопросов получения достоверного трехмерного изображения зубов, костей и суставов [2, 8, 11, 13, 16, 19, 24]. Вот уже более 10 лет она успешно используется для решения задач стоматологии и челюстно-лицевой хирургии [13]. Преимуществами КЛКТ являются скорость получения и высокое пространственное разрешение изображения, возможность различных полей обзора, а также вследствие того, что первичное объемное изображение формируется за один оборот излучателя и детектора, уменьшение дозы лучевой нагрузки на пациента, которая составляет 40—120 микрозиверт (мкЗв). Для сравнения: естественный природный фон радиации — примерно 1000 мкЗв в год, а предельно допустимой для жизнедеятельности человека величиной фона считается 5000 мкЗв в год. Снижение лучевой нагрузки позволяет использовать КЛКТ в ортодонтии и детской стоматологии.

В настоящее время на стоматологическом рынке представлены следующие аппараты КЛКТ: 3 DX Accuitomo (фирма Morita, Япония), Planmeca Romexis (Финляндия), Galileos (фирма Sirona, Германия), Picasso Pro (Южная Корея), Scanora 3D (фирма Soredex, Финляндия) и другие.

В современных аппаратах КЛКТ есть функция компьютерной денситометрии. Компьютерная денситометрия — это метод оценки оптической плотности костной ткани. Принцип денситометрии основан на методе фотонной абсорбциометрии, то есть оценки степени ослабления рентгеновских лучей тканями разной плотности. Минеральная плотность кости оценивается в условных единицах Хаунсфилда. Шкала единиц Хаунсфилда (денситометрических показателей, HU) — это шкала линейного ослабления излучения по отношению к дистиллированной воде, рентгеновская плотность которой была принята за

0 HU (при стандартных давлении и температуре). Средние денситометрические показатели составляют: воздух — 1000 HU, жир — 120, вода — 0, мягкие ткани — +40, кости — +400 и выше.

Компьютерная денситометрия твердых тканей зубов и костной ткани челюстей позволяет отследить результаты лечения кариеса, пародонтита и спрогнозировать течение различных стоматологических заболеваний [1, 3—6, 9, 10]. Показатель оптической плотности костной ткани является важным диагностическим и прогностическим критерием при лечении периапикальных воспалительных процессов, планировании имплантации и ортодонтического лечения [7, 8].

Российские исследователи с помощью радиовизиографии выявили, что денситометрические данные дентина интактных зубов жевательных групп верхней и нижней челюстей не имеют достоверных различий и находятся в пределах от 132,5 до 140,5 у.е. Денситометрические данные дентина зубов, пораженных кариесом, жевательных групп верхней и нижней челюстей не имеют достоверных различий и находятся в пределах от 95,8 до 98,9 у.е. Денситометрические показатели дентина зубов, пораженных кариесом по II классу, были снижены в 1,3 раза на верхней челюсти и в 1,4 раза — на нижней [12].

Одно из исследований в области имплантологии выявило, что оптическая плотность костных тканей, окружающих имплантаты, располагается в диапазоне от 2624 до 67 HU. Средняя рентгеновская плотность составила 662,1 HU. Анализ костной ткани верхней и нижней челюстей после установки дентальных имплантатов показал, что наибольший процент составлял тип костной ткани D1 (82,4 %), в то время как наименьший — D3 (5,26 %) [14].

Так же было изучено, что при заболеваниях пародонта уменьшается оптическая плотность костной ткани альвеолярных отростков челюстей с устойчивой зависимостью от тяжести заболевания. Оптическая плотность костной ткани при хроническом генерализованном катаральном гингивите средней степени тяжести составила от 40,445±1,264 до 633,744±5,226 у.е., при хроническом генерализованном пародонтите легкой степени тяжести — от -119,664±1,511 до 344,972±4,019, средней — от -232,589±3,088 до 203,841±1,604, тяжелой — от -464,080±2,398 до -53,991±1,435 [3].

Когина Э.Н. с соавторами отмечает, что при изменении оптической денситометрии костной ткани по данным радиовизиографии в очагах деструкции при хроническом апикальном периодонтите отмечено значительное ее снижение в области фронтальных зубов в среднем на 65,8 у.е. и в области жевательной группы по сравнению с нормой — на 62,5 [4].

Зарубежные исследователи при опытах на крысах отмечают влияние окклюзионных нагрузок на плотность костной ткани и отличие морфологии кости

с дистальной и мезиальной сторон корня одного и того же зуба [19]. Уровень минеральной плотности кости зависит от механических сил, действующих на этот участок кости [17]. Другие клинические исследования, которые пытались охарактеризовать микроструктуру губчатой кости в нескольких анатомических участках, продемонстрировали существование архитектурных и объемных различий губчатой кости в разных участках скелета у людей, которые могут зависеть от нагрузки на этот участок. Однако мало что известно об основных вариациях плотности губчатой кости во всем скелете у здоровых взрослых людей [18]. На плотность костной ткани оказывают пагубное влияние диеты с высоким содержанием жиров, а физические упражнения увеличивают плотность костей [21]. Мягкая пища и снижение окклюзионных нагрузок на альвеолярную кость во время жевания приводят к снижению минеральной плотности кости, что сопровождается уменьшением объема и толщины губчатой кости [20].

В настоящее время изменение плотности костных тканей челюстно-лицевой области при различных патологиях до конца не изучена, следовательно, сбор и систематизация данных компьютерной денситометрии в стоматологии продолжают оставаться актуальными.

Цель исследования — методом компьютерной денситометрии выявить вариабельность значений оптической плотности нижней челюсти во фронтальном отделе у пациенток различного возраста.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 26 женщин ($n=26$) в возрасте от 30 до 68 лет. Обязательными требованиями к отбору кандидатов для исследования являлись отсутствие средних и тяжелых форм заболеваний пародонта, наличие устойчивых и интактных постоянных клыков на нижней челюсти. Из исследования исключались психически и физически недееспособные пациентки, находящиеся на ортодонтическом лечении, с тяжелыми соматическими патологиями, онкологией, аутоиммунными заболеваниями, челюстно-лицевыми операциями в анамнезе, а также беременные и кормящие женщины.

Согласно Хельсинкской декларации (с изменениями на 64-й Гене-

ральной ассамблее ВМА, Форталеза, Бразилия, октябрь 2013 г.), все пациентки были проинформированы о проведении исследования, его методах и рисках, а также получены их письменные согласия на участие в исследовании оптической плотности костной ткани челюстей.

Были проведены опрос, клинический стоматологический осмотр всех участниц исследования и собран анамнез жизни и заболеваний. Из дополнительных методов исследования была проведена КЛКТ нижней челюсти на томографе Planmeca Romexis (Финляндия) со следующими техническими характеристиками: тип монтажа — напольный, фокальное пятно — 0,5 мм, размер пикселя — 127 мкм, размер вокселя — 75 мкм, разрешение изображения — 5 секунд, время сканирования в панорамном режиме — 9—37 секунд, время сканирования в режиме 3D — 14—35 секунд, время реконструкции — 2—25 секунд. Данный томограф имеет программное обеспечение со встроенной функцией компьютерной денситометрии: при наведении курсора компьютерной мыши на интересующую область в данной плоскости в нижнем правом углу появляется значение оптической плотности в единицах Хаунсфилда (рис. 1).

Позже был проведен анализ 26 компьютерных томограмм нижних челюстей, по которым оценивалась минеральная плотность зоны клыков нижней челюсти во фронтальной зоне, т.к. чаще всего клыки долгое время сохраняются в интактном состоянии и являются одними из наиболее устойчивых зубов. Их повсеместно называют краеугольными камнями зубных дуг, они имеют важное значение в эстетической стоматологии и гнатологии [16, 23, 25]. Измерения проводили в воображаемой точке, образованной при пересечении оси клыка с линией, проведенной на 1 мм ниже рентгенологической верхушки корня (рис. 2), искомый показатель оптической плотности

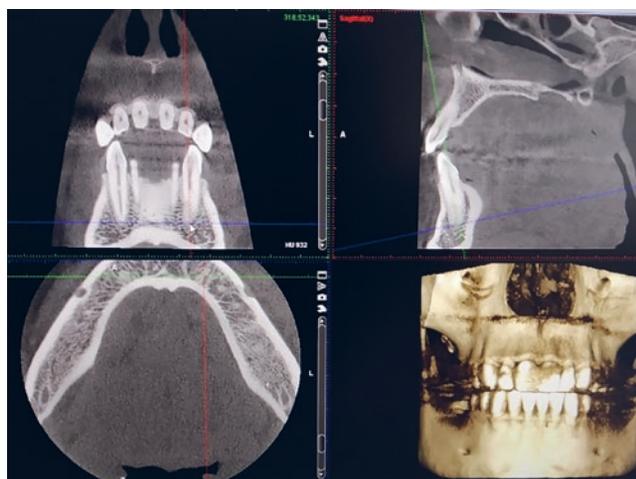


Рис. 1. Компьютерная денситометрия: вид рабочего окна
Fig. 1. Computer densitometry: view of the working window



Рис. 2. Пересечение осей указывает на точку, в которой проводили измерения

Fig. 2. The intersection of the axes indicates the point at which the measurements were taken

определяли как среднее арифметическое показателей трех срезов при толщине среза 0,2 мм.

Данные компьютерной денситометрии трактовали согласно классификации Misch (1999): челюстная кость с оптической плотностью более 1250 HU относится к классу D1, 850—1250 — D2, 350—850 — D3, менее 350 — D4 [22].

Классификация качества кости по Misch: D1 преимущественно состоит из плотной кортикальной костной ткани, D2 — из плотной или толстой пористой кортикальной костной ткани на гребне и грубой трабекулярной костной ткани под ней, D3 — из более тонкой пористой кортикальной ткани гребня и тонкой трабекулярной ткани внутри, D4 — рыхлая, тонкая, компактная кость.

Статистический анализ проводился с помощью программы Microsoft Excel, Windows 9.

Результаты и их обсуждение

В 84,6 % случаев (n=22) оптическая плотность костной ткани в области 3.3 и 4.3 зубов находится в пределах одного класса по классификации Misch. В этой группе у 72,72 % пациенток (n=16) выявлен класс кости D2, у 18,18 (n=4) — D1, у 9 (n=2) — D3.

У 15,4 % пациенток (n=4) плотность кости с правой и левой сторон нижней челюсти относится к разным классам по классификации Misch — D2 и D3. Оптическая плотность между двумя относительно симметричными точками находится в диапазоне от 2 до 238 единиц, между правой и левой сторонами она составляет 129,66 HU.

Относительно возраста просматривается следующая тенденция: чем старше пациентка, тем чаще встречается менее плотная кость. Так, в группе 30—39 (n=6) лет в 50 % случаев (n=3) плотность кости относится к классу D2, в 33,33 (n=2) — D1, в 16,66 (n=1) — D3; в группе 40—49 (n=8) лет в 87,5 % случаев (n=7) — D2, в 12,5 — D1; в группе 50—59 (n=6) лет в 50 % случаев — D2 и в 50 — D3; в группе

60—68 (n=6) лет в 50 % — D2 и в 50 — D3 (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Распределение классов плотности кости по возрастным группам (%)

Table 1. Distribution of bone density classes by age groups (%)

Возрастная группа, лет	D1	D2	D3	D4
30—39	33,33	50	16,66	0
40—49	12,5	87,5	0	0
50—59	0	50	50	0
60—68	0	50	50	0

Средняя оптическая плотность нижней челюсти у пациенток 30—39 лет в области 3.3 зуба составила $1037 \pm 77,70$ HU, 4.3 — $1038,89 \pm 60,94$; 40—49 лет — $937,19 \pm 46,77$ и $1006,67 \pm 66,01$ HU; 50—59 лет — $672,33 \pm 70,30$ и $910,67 \pm 113,85$ HU; 60—68 лет — $923,50 \pm 85,85$ и $918,83 \pm 26,48$ HU (табл. 2).

Таблица 2

Значение оптической плотности в области 3.3 и 4.3 зубов

Table 2. The value of optical density in the area of 3.3 and 4.3 teeth

Возрастная группа, лет	3.3 зуб		4.3 зуб	
	средняя оптическая плотность, HU	среднее отклонение, HU	средняя оптическая плотность, HU	среднее отклонение, HU
30—39	1037,33	77,70	1038,89	60,94
40—49	937,19	46,77	1006,67	66,01
50—59	672,33	70,30	910,67	113,85
60—68	923,50	85,85	918,83	26,48

Выводы

С увеличением возраста женщин просматривается тенденция к уменьшению оптической плотности костной ткани на нижней челюсти во фронтальном отделе. В данном исследовании у пациенток репродуктивного возраста 30—39 лет чаще встречаются более плотные типы костной ткани, такие как D1 и D2; у 40—49 лет преобладает тип D2 костной ткани; у 50—69 лет с одинаковой частотой встречаются типы D2 и D3 и не был выявлен ни один случай типа D1, что может быть связано с изменениями гормонального фона в менопаузе. Тем не менее во всех возрастных группах встречаются типы костной ткани, наиболее благоприятные для имплантации зубов, — D2 и D3, поэтому имплантация может быть показана пациентам любого возраста. В данном исследовании не было выявлено типа D4 костной ткани, это может быть связано с критериями отбора пациенток для исследования. В дальнейшем планируется исследовать изменение плотности костной ткани челюстей в процессе лечения онкологических заболеваний различными методами.

Распределение классов костной ткани по возрастным группам

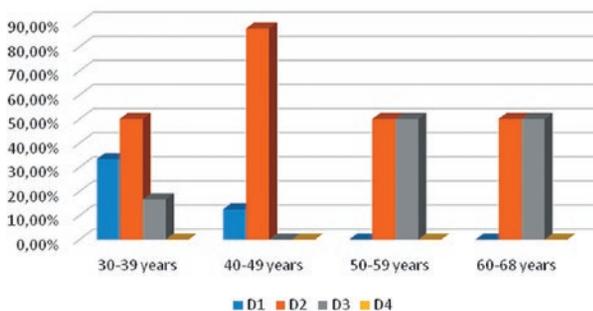


Рис. 3. Распределение классов костной ткани по возрастным группам

Fig. 3. Distribution of bone density classes by age groups

Литература

1. Диагностическая значимость конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке осложнений стоматологического лечения / А. М. Аванесов, Ю. Г. Седов, З. И. Ярулина, И. В. Киселева // Пульс. – 2013. – Т. 15, № 1-4. – С. 2–19.
2. Оценка возможности конусно-лучевой компьютерной томографии в диагностике анатомии канално-корневой системы премоляров верхней и нижней челюстей / В. С. Блинов, С. Е. Жолудев, М. В. Карташов, О. С. Зорникова // Проблемы стоматологии. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 3–9. doi:10.18481/2077-7566-2016-12-3-3-9
3. Бондаренко, Н. Н. Измерение оптической плотности костной ткани альвеолярного отростка челюстей при заболеваниях пародонта с помощью трехмерной компьютерной томографии / Н. Н. Бондаренко, Е. В. Балахонцева // Казанский медицинский журнал. – 2012. – № 4. – С. 660–661.
4. Применение метода оптической денситометрии в диагностике хронического апикального периодонтита / Э. Н. Когина, Л. П. Герасимова, М. Ф. Кабирова, Л. М. Саптарова // Здоровье и образование в 21 веке. – 2016. – № 11 (18). – С. 36–39.
5. Морфофункциональная характеристика костной ткани альвеолярных отростков (частей) в условиях хронической одонтогенной инфекции / В. В. Лебедянцева, Н. Н. Шевлюк, Т. В. Лебедянцева, И. А. Ханов // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – № 2. – С. 39–42. doi:10.18499/2225-7357-2018-7-2-39-43
6. Петренко, К. А. Перспективные методы рентгенологического исследования в стоматологии / К. А. Петренко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 4 (1). – С. 32–35.
7. Клиническое значение уровней минеральной плотности челюстных костей при планировании дентальной имплантации / И. Ю. Писаревский, И. И. Бородулина, Ю. Л. Писаревский, А. Б. Сарафанова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2012. – № 3. – С. 54–56.
8. Состояние минеральной плотности костной ткани при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава / Ю. Л. Писаревский, И. Ю. Писаревский, В. В. Намханов, А. Н. Плеханов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 71–76.
9. Цифровая диагностика практически здорового пародонта на трехмерной реконструкции конусно-лучевого компьютерного томографа / Г. И. Ронь, Т. М. Еловикова, Л. В. Кварова, М. А. Чибисова // Проблемы стоматологии. – 2015. – Т. 11, № 3-4. – С. 32–37. DOI: 10.18481/2077-7566-2015-11-3-4-32-37
10. Денситометрия (денситометрия) на конусно-лучевом компьютерном томографе в динамическом наблюдении пациентов с заболеваниями пародонта как инструмент выявления минеральной плотности костной ткани / Г. И. Ронь, Т. М. Еловикова, Л. В. Уварова, М. А. Чибисова // Институт стоматологии. – 2015. – № 1 (66). – С. 40–43.
11. Сердобинцев, Е. В. Артефакты и искажения при конусно-лучевой компьютерной томографии / Е. В. Сердобинцев // X-RAY ART. – 2012. – № 1. – С. 19–25.
12. Суфиярова, Р. М. Денситометрический метод исследования дентина зубов / Р. М. Суфиярова, Л. П. Герасимова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1-8. – С. 1685–1688.
13. Чибисова, М. А. Возможности традиционных рентгенологических методов и дентальной объемной томографии в повышении качества лечения и диагностики в терапевтической стоматологии, эндодонтии и пародонтологии / М. А. Чибисова // Медицинский алфавит. Стоматология II. – 2010. – С. 12–23.
14. Яблоков, А. Е. Оценка оптической плотности костной ткани при дентальной имплантации / А. Е. Яблоков // Российская стоматология. – 2019. – № 12 (3). – С. 8–13. doi:10.17116/rossomat2019120318
15. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular permanent anterior teeth in an Iranian population by cone-beam computed tomography / M. Aminsobhani, M. Sadegh, N. Meraji, H. Razmi, M. J. Kharazifard // Journal of Dentistry. – 2013. – Vol. 10, № 4. – P. 358–366.
16. Ash, M. M. The permanent canines: maxillary and mandibular / M. M. Ash, S. J. Nelson // Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion. – 2007. – № 8. – P. 191–214.
17. Identification of piezoli polymorphisms for human bone mineral density / W. Y. Bai, G. Q. Zhang, P. K. Cong, H. F. Zheng, L. Wang, W. Zou, Z. M. Ying, B. Hu, L. Xu, X. Zhu // Bone. – 2020. – Vol. 133. doi: 10.1016/j.bone.2020.115247
18. Habiba, C. Limited trabecular bone density heterogeneity in the human skeleton / C. Habiba // Anatomy Research International. – 2016. doi:10.1155/2016/9295383
19. Imaging an adapted dentoalveolar complex / R.-P. Herber, J. Fong, S. A. Lucas, P. H. Sunita // Anatomy Research International. – 2012. doi:10.1155/2012/782571
20. Effect of different masticatory functional and mechanical demands on the structural adaptation of the mandibular alveolar bone in young growing rats / A. Mavropoulos, S. Kiliaridis, A. Bresin, P. Ammann // Bone. – 2004. – Vol. 35, № 1. – P. 191–197. doi:10.1016/j.bone.2004.03.020
21. Exercise prevents high fat diet-induced bone loss, marrow adiposity and dysbiosis in male mice / L. R. McCabe, R. Irwin, A. Tekalur, C. Evans, J. D. Schepper, M. Ciancio // Bone. – 2018. – Vol. 118. – P. 20–21. doi:10.1016/j.bone.2018.03.024
22. Mish, C. E. Dental implant prosthetics / C. E. Mish. – Elsevier Mosby, 2005. – 656 p.
23. Nikhita, S. A. Root canal morphology of permanent maxillary and mandibular canines in Indian population using cone beam computed tomography / S. A. Nikhita, R. Sandhya, N. Velmurugan // Anatomy Research International. – 2014. doi: 10.1155/2014/731859
24. Three-dimensional imaging and modeling of anatomic structures, sectional and radiological anatomy, and staining techniques / P. Tuncay, G. Nadir, T. Ilkan, S. Levent, K. David // Anatomy Research International. – 2012. doi:10.1155/2012/970585
25. Versiani, M. A. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines / M. A. Versiani, J. D. Pecora, M. D. Sousa-Neto // International Endodontic Journal. – 2013. – Vol. 46, № 9. – P. 800–807.

References

1. Avanesov, A. M., Sedov, Y. G., Yarulina, Z. I., Kiseleva, I. V. (2013). Diagnosticheskaya znachimost' konusno-luchevoy komp'yuternoy tomografii v otsenke oslozheniy stomatologicheskogo lecheniya [Diagnostic significance of cone-beam computed tomography in the assessment of complications of dental treatment]. *Pul's [Pulse]*, 15, 1-4, 2–19. (In Russ.)
2. Blinov, V. S., Zholudev, S. E., Kartashov, M. V., Zornikova, O. S. (2016). Otsenka vozmozhnostey konusno-luchevoy komp'yuternoy tomografii v diagnostike anatomii kanal'no-kornevoy sistemy premolyarov verkhney i nizhney chelyustey [Assessment of the possibilities of cone-beam computed tomography in the diagnosis of the anatomy of the canal-root system of the premolars of the maxilla and mandible]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 12, 3, 3–9. doi: 10.18481 / 2077-7566-2016-12-3-3-9 (In Russ.)
3. Bondarenko, N. N. (2012). Izmereniye opticheskoy plotnosti kostnoy tkani al'veolyarnogo otrostka chelyustey pri zabolovaniyakh parodonta s pomoshch'yu trekhmernoy komp'yuternoy tomografii [Measurement of the optical density of the bone tissue of the alveolar process of the jaws with periodontal diseases using three-dimensional computed tomography]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal [Kazan Medical Journal]*, 4, 660–661. (In Russ.)
4. Kogina, E. N., Gerasimova, L. P., Kabirova, M. F., Saptarova, L. M. (2016). Primeneniye metoda opticheskoy densitometrii v diagnostike khronicheskogo apikal'nogo periodontita [Application of the method of optical densitometry in the diagnosis of chronic apical periodontitis]. *Zdorov'ye i obrazovaniye v 21 veke [Health and education in the 21st century]*, 11 (18), 36–39. (In Russ.)
5. Lebedyantsev, V. V., Shevlyuk, N. N., Lebedyantseva, T. V., Khanov, I. A. (2018). Morfofunktsional'naya kharakteristika kostnoy tkani al'veolyarnykh otrostkov (chastey) v usloviyakh khronicheskoy odontogennoy infektsii [Morphofunctional characteristics of the bone tissue of the alveolar processes (parts) in conditions of chronic odontogenic infection]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii [Journal of Anatomy and Histopathology]*, 2, 39–42. doi: 10.18499 / 2225-7357-2018-7-2-39-43 (In Russ.)
6. Petrenko, K. A. (2016). Perspektivnyye metody rentgenologicheskogo issledovaniya v stomatologii [Promising methods of X-ray examination in dentistry]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]*, 4 (1), 32–35. (In Russ.)
7. Pisarevsky, I. Y., Borodulina, I. I., Pisarevsky, Y. L., Sarafanova, A. B. (2012). Klinicheskoye znachenie urovney mineral'noy plotnosti chelyustnykh kostey pri planirovaniy dental'noy implantatsii [Clinical significance of the levels of mineral density of the jaw bones in planning dental implantation]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal [Far Eastern medical journal]*, 3, 54–56. (In Russ.)
8. Pisarevsky, Yu. L., Pisarevsky, I. Yu., Namkhanov, V. V., Plekhanov, A. N. (2015). Sostoyaniye mineral'noy plotnosti kostnoy tkani pri disfunktsii visochno-nizhnечelюstnogo sustava [The state of bone mineral density in case of dysfunction of the temporomandibular joint]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Buryat State University]*, 2, 71–76. (In Russ.)
9. Ron, G. I., Elovikova, T. M., Uvarova, L. V., Chibisova, M. A. (2015). Tsifrovaya diagnostika prakticheski zdorovogo parodonta na trekhmernoy rekonstruktsii konusno-luchevogo komp'yuternogo tomografa [Digital diagnostics of practically healthy periodontium on a three-dimensional reconstruction of a cone-beam computed tomograph]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 11, 3-4, 32–37. DOI: 10.18481 / 2077-7566-2015-11-3-4-32-37 (In Russ.)
10. Ron, G. I., Elovikova, T. M., Uvarova, L. V., Chibisova, M. A. (2015). Densitometriya (densitometriya) na konusno-luchevom komp'yuternom tomografe v dinamicheskom nablyudenii patsiyentov s zabolovaniyami parodonta kak instrument vyyavleniya mineral'noy plotnosti kostnoy tkani [Densitometry (densitometry) on a cone-beam computed tomograph in dynamic observation of patients with periodontal diseases as a tool for detecting bone mineral density]. *Institut stomatologii [Institute of Dentistry]*, 1 (66), 40–43. (In Russ.)
11. Serdobintsev, E. V. (2012). Artefakty i iskazheniya pri konusno-luchevoy komp'yuternoy tomografii [Artifacts and distortions in cone-beam computed tomography]. *X-RAY ART [X-RAY ART]*, 1, 19–25. (In Russ.)

12. Sufiyarova, R. M., Gerasimova, L. P. (2015). Densitometricheskii metod issledovaniya dentina zubov [Densitometric method for studying dentin of teeth]. *Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research]*, 1-8, 1685–1688. (In Russ.)
13. Chibisova, M. A. (2010). Vozmozhnosti traditsionnykh rentgenologicheskikh metodov i dental'noy ob'yemnoy tomografii v povyshenii kachestva lecheniya i diagnostiki v terapevticheskoy stomatologii, endodontii i parodontologii [Possibilities of traditional X-ray methods and dental volumetric tomography in improving the quality of treatment and diagnostics in therapeutic dentistry, endodontics and periodontics]. *Meditsinskiy al'favit. Stomatologiya II [Medical alphabet. Dentistry II]*, 12–23. (In Russ.)
14. Yablokov, A. E. (2019). Otsenka opticheskoy plotnosti kostnoy tkani pri dental'noy implantatsii [Evaluation of the optical density of bone tissue during dental implantation]. *Rossiyskaya stomatologiya [Russian dentistry]*, 12 (3), 8–13. doi: 10.17116 / rosstomat2019120318 (In Russ.)
15. Aminsobhani, M., Sadegh, M., Meraji, N., Razmi, H., Kharazifard, M. J. (2013). Evaluation of the root and canal morphology of mandibular permanent anterior teeth in an Iranian population by cone-beam computed tomography. *Journal of Dentistry*, 10, 4, 358–366.
16. Ash, M. M., Nelson, S. J. (2007). The permanent canines: maxillary and mandibular. *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion*, 8, 191–214.
17. Bai, W. Y., Zhang, G. Q., Cong, P. K., Zheng, H. F., Wang, L., Zou, W., Ying, Z. M., Hu, B., Xu, L., Zhu, X. (2020). Identification of piezo1 polymorphisms for human bone mineral density. *Bone*, 133. doi: 10.1016/j.bone.2020.115247
18. Habiba, C. (2016). Limited trabecular bone density heterogeneity in the human skeleton. *Anatomy Research International*. doi:10.1155/2016/9295383
19. Herber, R.-P., Fong, J., Lucas, S. A., Sunita, P. H. (2012). Imaging an adapted dentoalveolar complex. *Anatomy Research International*. doi:10.1155/2012/782571
20. Mavropoulos, A., Kiliaridis, S., Bresin, A., Ammann, P. (2004). Effect of different masticatory functional and mechanical demands on the structural adaptation of the mandibular alveolar bone in young growing rats. *Bone*, 35, 1, 191–197. doi:10.1016/j.bone.2004.03.020
21. McCabe, L. R., Irwin, R., Tekalur, A., Evans, C., Schepper, J. D., Parameswaran, N., Ciancio, M. (2018). Exercise prevents high fat diet-induced bone loss, marrow adiposity and dysbiosis in male mice. *Bone*, 118, 20–21. doi:10.1016/j.bone.2018.03.024
22. Mish, C. E. (2005). *Dental implant prosthetics*. Elsevier Mosby, 656.
23. Nikhita, S. A., Sandhya, R., Velmurugan, N. (2014). Root canal morphology of permanent maxillary and mandibular canines in Indian population using cone beam computed tomography. *Anatomy Research International*. doi: 10.1155/2014/731859
24. Tuncay, P., Nadir, G., Ilkan, T., Levent, S., David, K. (2012). Three-dimensional imaging and modeling of anatomic structures, sectional and radiological anatomy, and staining techniques. *Anatomy Research International*. doi:10.1155/2012/970585
25. Versiani, M. A., Pecora, J. D., Sousa-Neto, M. D. (2013). Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *International Endodontic Journal*, 46, 9, 800–807.