

# Морфофункциональная оценка состояния зубочелюстной системы у пациентов с дистальной окклюзией по данным методов ультразвуковой диагностики

Н.Ю. Оборотистов, А.А. Фокина, Д.Н. Врачева, С.Н. Ермольев,  
О.О. Янушевич, Л.С. Персин, А.Г. Седойкин

*Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация*

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Одним из важных факторов, определяющих формирование зубочелюстной системы, является функциональное состояние собственно жевательных мышц (ЖМ), а особенности морфологических изменений в альвеолярной кости при ортодонтическом лечении дистальной окклюзии влияют на его качество и длительность. Ультразвуковые методы исследования являются наиболее физиологичными среди других методов визуализации. Они высокоинформативны, эргономичны, что делает возможным их применение в ортодонтии для проведения диагностики и мониторинга изменений изучаемых параметров в динамике ортодонтического лечения.

**Материал и методы.** Объектом исследования явились 55 пациентов обоих полов в возрасте 9-12 лет с нормальной и дистальной окклюзиями (НО) (ДО). Каждому обследованному было проведено УЗИ жевательных мышц в состоянии относительного физиологического покоя и при функциональной пробе «максимальное волевое смыкание зубных рядов» для оценки толщины и экоструктуры ЖМ. Ультразвуковую денситометрию проводили путем измерения скорости прохождения ультразвука (СУЗ). Исследование выполняли через межальвеолярную кость, располагая датчики вестибулярно и орально между корнями двух рядом стоящих зубов. **Результаты.** У пациентов с ДО толщина ЖМ превалировала по сравнению с НО. Различия в экоструктуре ЖМ отмечались в анэхогенной зоне и в зоне повышенной эхогенности. Регистрация СУЗ у обследованных пациентов выявила, что максимальная плотность альвеолярной кости у лиц с ДО определялась во фронтальном отделе обеих челюстей слева, минимальная плотность – в боковом отделе справа. У лиц с НО наибольшие значения определялись во фронтальном отделе нижней челюсти, наименьшие – в боковых отделах верхней челюсти справа и слева.

**Заключение.** В ходе исследования современными методами ультразвуковой диагностики было проанализировано морфофункциональное состояние жевательных мышц и плотности альвеолярной кости у лиц с дистальной и нормальной окклюзиями. Разработана карта ультразвуковой плотности альвеолярной кости, которая может дополнить протокол стоматологического обследования пациента.

**Ключевые слова:** ультразвуковое исследование, жевательные мышцы, денситометрия, альвеолярная кость, дистальная окклюзия

**Для цитирования:** Оборотистов НЮ, Фокина АА, Врачева ДН, Ермольев СН, Янушевич ОО, Персин ЛС, Седойкин АГ. Морфофункциональная оценка состояния зубочелюстной системы у пациентов детского возраста с дистальной окклюзией по данным методов ультразвуковой диагностики. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2024;24(1):47-56. DOI: 10.33925/1683-3031-2024-713.

---

## Functional and morphological evaluation of the dentofacial system in patients with distal occlusion using ultrasonic diagnostic methods

N.Yu. Oborotistov, A.A. Fokina, D.N. Vracheva, S.N. Ermoljev,  
O.O. Yanushevich, L.S. Persin, A.G. Sedoykin

*Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation*

## ABSTRACT

**Relevance.** The integrity of the dentofacial system, significantly influenced by the functional condition of the masseter muscles (MM) and the morphological alterations in the alveolar bone, plays a crucial role in the outcome and duration of orthodontic treatment for distal occlusion. Ultrasonic diagnostic methods, due to their physiological compatibility, high information content, and ergonomic design, offer a preferable alternative for assessing and tracking these changes throughout orthodontic treatment.

**Materials and methods.** This study included 55 individuals of both genders, aged 9-12, with either normal occlusions (NO) or distal occlusions (DO). Ultrasound examinations of the MM at rest and during maximum voluntary teeth clenching were conducted to evaluate MM thickness and echotexture. Ultrasonic densitometry measurements were conducted through the assessment of ultrasound transit velocity (UTV). This was carried out across the inter-alveolar bone with probes positioned on the buccal and oral sides between two neighboring teeth roots.

**Results.** The findings indicated that DO patients had a notably thicker MM compared to their NO counterparts. Variations in MM echotexture were observed, with differences in the anechogenic and hyper echogenic zones. Recorded UTV values illustrated that the highest alveolar bone density in DO subjects was predominantly in the frontal regions of both jaws on the left side, whereas the lowest density was observed in the right lateral regions. For NO subjects, the highest density values were identified in the frontal region of the mandibular bone, with the lowest in the maxillary bone's lateral regions on both sides.

**Conclusion.** The application of advanced ultrasonic diagnostic methods in this study facilitated a detailed functional and morphological analysis of the MM, as well as an evaluation of alveolar bone density in individuals with both distal and normal occlusions. The development of ultrasonic alveolar bone density chart from this research provides a valuable addition to dental examination protocols for patients undergoing orthodontic treatment.

**Keywords:** ultrasound examination, masseter muscles, densitometry, alveolar bone, distal occlusion

**For citation:** Oborotistov NYu AA, Vracheva DN, Ermoljev SN, Yanushevich OO, Persin LS, Sedoykin AG. Morphofunctional assessment the state of dento-alveolar system in pediatric patients with distal occlusion according to ultrasound diagnostic methods. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2024;24(1):47-56 (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2024-713.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Дистальная окклюзия является наиболее распространенной зубочелюстной аномалией у детей и подростков, по данным различных авторов [1-3]. Уже на ранних этапах формирования дистальной окклюзии у пациентов происходят морфофункциональные нарушения в зубочелюстной системе, включая собственно жевательные мышцы (ЖМ) и альвеолярную кость [2, 4-6]. Первоначально аномалии окклюзии зубных рядов, в частности дистальная окклюзия, приводят к неравномерному распределению жевательной нагрузки, что в дальнейшем сказывается на морфологическом состоянии жевательных мышц, которые компенсаторно берут на себя сверхпороговую нагрузку. Данная патология выражается в структурном изменении мышечных волокон и проявляется в их гипертрофии [2, 6]. По данным J. Wolff (1986), изменение формы костей при формировании лицевого скелета может происходить из-за воздействия внешних сил, среди которых отмечается повышенный тонус жевательной мускулатуры [7]. Автор теории функциональной матрицы M. Moss (1997) отмечает, что мягкие ткани, в том числе жевательные мышцы, оказывают значительное влияние на рост челюстей и других лицевых костей [8]. Для альвеолярной кости характерно проявление резистентности по отношению к кратковременным силовым воздействиям, однако при аномалиях окклюзии зубных рядов, которые формируются постепенно в процессе развития лицевого че-

репа и сопровождаются перестройкой жевательной и мимической мускулатуры, в альвеолярной кости происходят структурные изменения [6, 8].

Среди множества методов функциональной диагностики, применяемых для оценки состояния тканей полости рта и челюстно-лицевой области, следует выделить ультразвуковые методы исследования, в частности УЗИ жевательных мышц и ультразвуковую денситометрию костной ткани [9-15]. Эти методы являются безопасными и высокоинформативными, они эргономичны, не имеют возрастных ограничений в применении и могут использоваться у кресла пациента непосредственно в режиме реального времени. Высокие диагностические возможности ультразвуковой денситометрии позволяют выявлять признаки деминерализации костной ткани на самых ранних этапах структурных изменений, связанных с остеопенией [12, 13].

Методы ультразвуковой диагностики еще не нашли широкого применения в стоматологии, в частности в ортодонтии. Этим объясняется отсутствие сведений о морфофункциональном и структурном состоянии жевательных мышц и альвеолярной кости у пациентов различных возрастных групп в норме и при патологии, поэтому вопрос становления и развития таких методов в стоматологической практике остается оправданно актуальным.

**Цель исследования** заключалась в совершенствовании методов оценки морфофункционального состояния жевательных мышц и альвеолярной кости

у пациентов с дистальной окклюзией на основании применения современных методов ультразвуковой диагностики.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Объектами исследования явились 55 пациентов обоих полов в возрасте 9-12 лет, из них 25 – с нормальной окклюзией и 30 пациентов с дистальной окклюзией. Средний возраст обследуемых лиц составил  $10,5 \pm 1,5$  лет. Критерием включения в исследование было наличие прорезавшихся в полости рта вторых премоляров (1.5, 2.5, 3.5, 4.5). Критериями невключения явились: наличие в анамнезе проведенного ранее ортодонтического лечения для пациентов с дистальной и нормальной окклюзией; наличие дистальной окклюзии в сочетании с аномалиями окклюзии в трансверсальной и вертикальной плоскостях. Критерием исключения из исследования послужили родители (либо законные представители) пациентов, отказавшиеся подписывать информированное добровольное согласие и отказавшиеся от участия в исследовании. Каждому пациенту проводили ультразвуковое исследование жевательных мышц (УЗИ) и ультразвуковую теневую денситометрию (УЗТД) костной ткани.

УЗИ ЖМ проводили с применением ультразвукового сканера LogicScan-128 в программном обеспечении Echo wave II, линейным датчиком HL9.0/40/128Z, который ориентировали в проекции моторных зон собственно жевательных мышц (рис. 1). Исследования проводились с обеих сторон в состоянии отно-

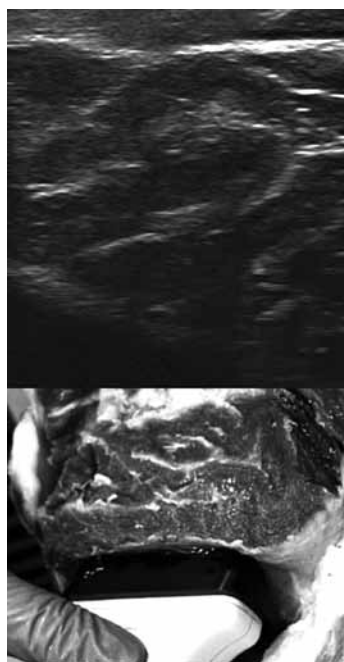
сительного физиологического покоя и при функциональной пробе «максимальное волевое смыкание зубных рядов». На рисунке 2 представлено изображение макропрепарата жевательной мышцы животного и показано соответствие натуральных тканей и УЗ изображения. На каждой ультрасонограмме в автоматическом режиме измерялась толщина ЖМ и проводился анализ эхоструктуры по серой шкале эхогенности, преобразованной методом колоризации в цветную шкалу для удобства визуальной оценки (рис. 3). Все исследования ЖМ проводились в соответствии с авторскими методиками анализа ультрасонограмм в разработанном программном обеспечении ProMVision (Текучева СВ, Фокина АА, Врачева ДН, Маркин АС, Ермольев СН, Персин ЛС и др., авторы; ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова», ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова», правообладатель. ProMVision. Свид. о гос. регистр. программы для ЭВМ №2023612589.Рос. Федерация. Оpubл. 06.02.2023).

Эхоструктура представляет собой соотношение спектров различной эхогенности на УЗ изображении ЖМ, разделенных по серой шкале на пять зон: анэхогенная, гипозэхогенная, изоэхогенная, зона повышенной эхогенности и гиперэхогенная (Текучева СВ, Ермольев СН, Персин ЛС, Янушевич ОО, Постников МА, авторы, ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова», патентообладатель. Способ количественной оценки ультразвуковых изображений мышц челюстно-лицевой области при функциональных пробах. Пат. RU2765775C1. Рос. Федерация. Оpubл. 02.02.2022). В разработанной программе ProMVision

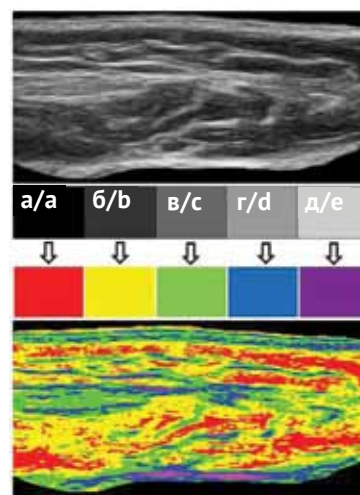


**Рис. 1.** Расположение ультразвукового датчика в проекции моторной зоны жевательной мышцы (m. masseter)

**Fig. 1.** Placement of the ultrasonic transducer on the masseter muscle's motor area



**Рис. 2.** Сопоставление изображения натурального макропрепарата с его визуальной картинкой при УЗИ  
**Fig. 2.** Ultrasound visualization versus actual gross specimen



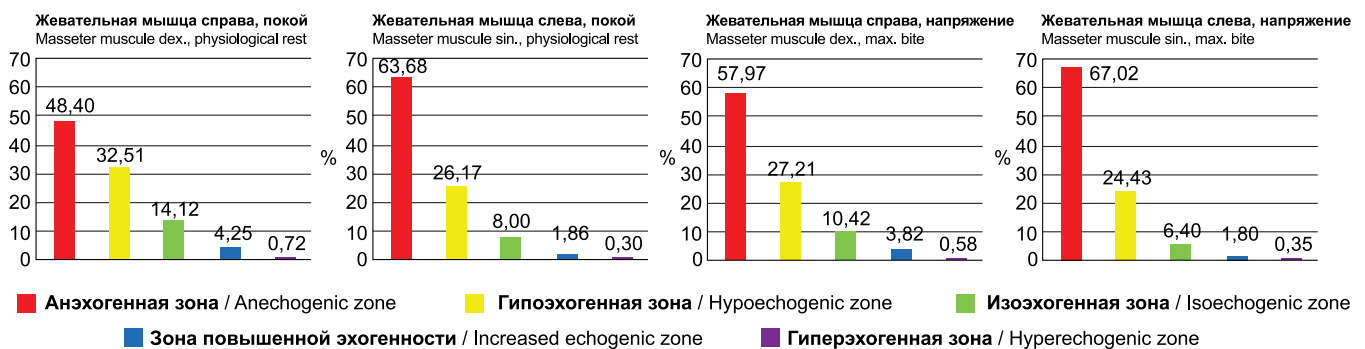
**Рис. 3.** Преобразование серой шкалы эхогенности методом колоризации по авторской методике: а – анэхогенная зона, б – гипозэхогенная зона, в – изоэхогенная зона, г – зона повышенной эхогенности, д – гиперэхогенная зона

**Fig. 3.** Echogenicity grayscale conversion to color using the author's method: а – anechogenic zone, б – hypoechogenic zone, в – isoechogenic zone, г – zone of increased echogenicity, д – hyperechogenic zone

каждая зона окрашивается в соответствующий яркий цвет: красный, желтый, зеленый, синий, фиолетовый для улучшения визуальной оценки, а также автоматически вычисляются параметры процентного соотношения каждой зоны и значения ее площади, исчисляемой в мм<sup>2</sup>, которые транслируются обобщенным файлом в формат Excel (рис. 4).

Исследование альвеолярной кости проводили с использованием аппарата для ультразвуковой денситометрии «ВУД» и авторского программного обеспечения Pro-VUD (рис. 5) (Ермолев СН, Персин ЛС, Федоров МБ, Янушевич ОО, Сейдойкин АГ, Фокина АА, и др. авторы. ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова», правообладатель. Pro-VUD. Свид. о гос. регистр.

Покой Physiological rest	Жевательная мышца справа, Masseter muscle dex. %	Жевательная мышца слева Masseter muscle sin. %	Жевательная мышца справа Masseter muscle dex., мм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup>	Жевательная мышца слева Masseter muscle sin., мм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup>
Анэхогенная зона / Anechogenic zone	48,40	63,68	231,48	315,08
Гипоэхогенная зона / Hypoechoogenic zone	32,51	26,17	155,49	129,48
Изоэхогенная зона / Isoechoogenic zone	14,12	8,00	67,55	39,57
Зона повышенной эхогенности / Increased echogenic zone	4,25	1,86	20,35	9,20
Гиперэхогенная зона / Hyperechoogenic zone	0,72	0,30	3,47	1,46
Общая площадь / Total area			487,34	494,79
Максимальная толщина, мм / Max thickness, mm			13,00	14,00
Минимальная толщина, мм / Min thickness, mm			10,00	10,00
Средняя толщина, мм / Average thickness, mm			12,00	13,00



Напряжение Maximum bite force in the dentition	Жевательная мышца справа Masseter muscle dex. %	Жевательная мышца слева Masseter muscle sin. %	Жевательная мышца справа Masseter muscle dex., мм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup>	Жевательная мышца слева Masseter muscle sin., мм <sup>2</sup> /мм <sup>2</sup>
Анэхогенная зона / Anechogenic zone	57,97	67,02	295,19	354,03
Гипоэхогенная зона / Hypoechoogenic zone	27,21	24,43	138,54	129,07
Изоэхогенная зона / Isoechoogenic zone	10,42	6,40	53,06	33,83
Зона повышенной эхогенности / Increased echogenic zone	3,82	1,80	19,46	9,50
Гиперэхогенная зона / Hyperechoogenic zone	0,58	0,35	2,96	1,83
Общая площадь / Total area			509,21	528,26
Максимальная толщина, мм / Max thickness, mm			13,00	15,00
Минимальная толщина, мм / Min thickness, mm			11,00	10,00
Средняя толщина, мм / Average thickness, mm			13,00	14,00

Рис. 4. Итоговый файл комплексной обработки изображений жевательных мышц в программе ProMVision с правой и левой сторон при физиологическом покое и функциональной пробе «Максимальное волевое смыкание зубных рядов» в формате Excel

Fig. 4. Comprehensive image processing of masseter muscles in ProMVision software: comparing rest and maximum voluntary teeth clenching positions on both sides in Excel format

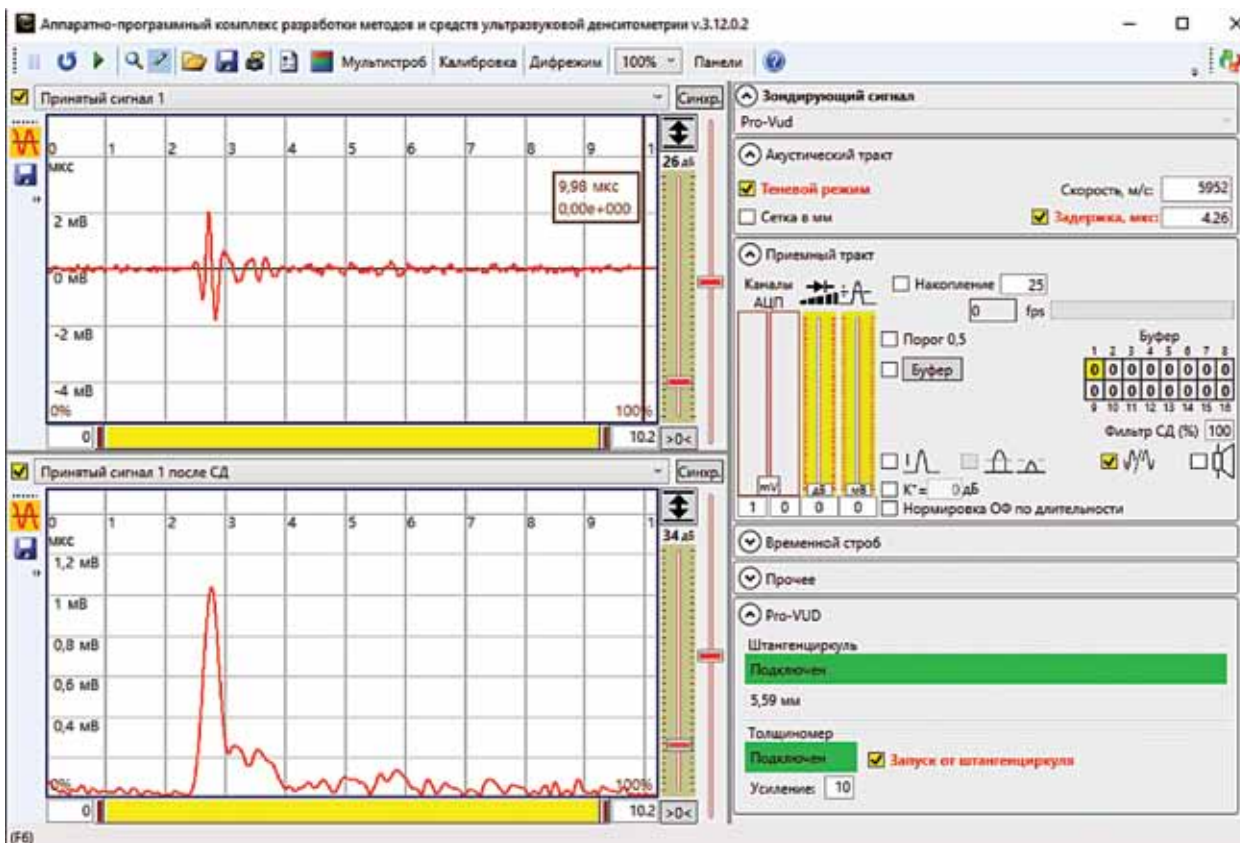


Рис. 5. Интерфейс авторского программного обеспечения Pro-VUD  
 Fig. 5. Overview of the custom software interface “Pro-VUD”

программы для ЭВМ №2023667552. Рос. Федерация. Оpubл. 15.08.2023). Для точности измерения применялись соосно ориентированные конусные ультразвуковые преобразователи (датчики) и электронный позиционер для УЗ-датчиков, а для улучшения проведения УЗ-импульса и адаптации датчиков к рельефной поверхности области исследования использовались адаптационные акустические манжеты (рис. 6) (Седойкин АГ, Фокина АА, Ермолов СН, Кисельникова ЛП, Янушевич ОО, Текучева СВ, авторы, ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова», патентообладатель. Способ ультразвуковой велосимметрии для оценки состояния твердых тканей зубов. Пат. RU2790947C1. Рос. Федерация. Оpubл. 28.02.2023).

Измерение ультразвуковой плотности альвеолярной кости проводилось в восьми определенных зонах, соответствующих фронтальным и боковым сегментам, на уровне 1/3 корней зубов путем регистрации скорости прохождения УЗ сигнала через межальвеолярные костные перегородки на верхней и нижней челюстях (1.6/1.5, 1.2/1.1, 2.1/2.2, 2.5/2.6, 3.6/3.5, 3.2/3.1, 4.1/4.2, 4.5/4.6) (рис. 7). Полученные данные – время задержки сигнала (мкс), расстояние между УЗ-датчиками (мм) – и автоматически рассчитанная скорость прохождения УЗ сигнала (СУЗ) (м/с) транслировались в отдельный файл формата Excel. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением методов дескриптивной статистики, t-критерия Стьюдента в программном обеспечении Statistica 12.0.



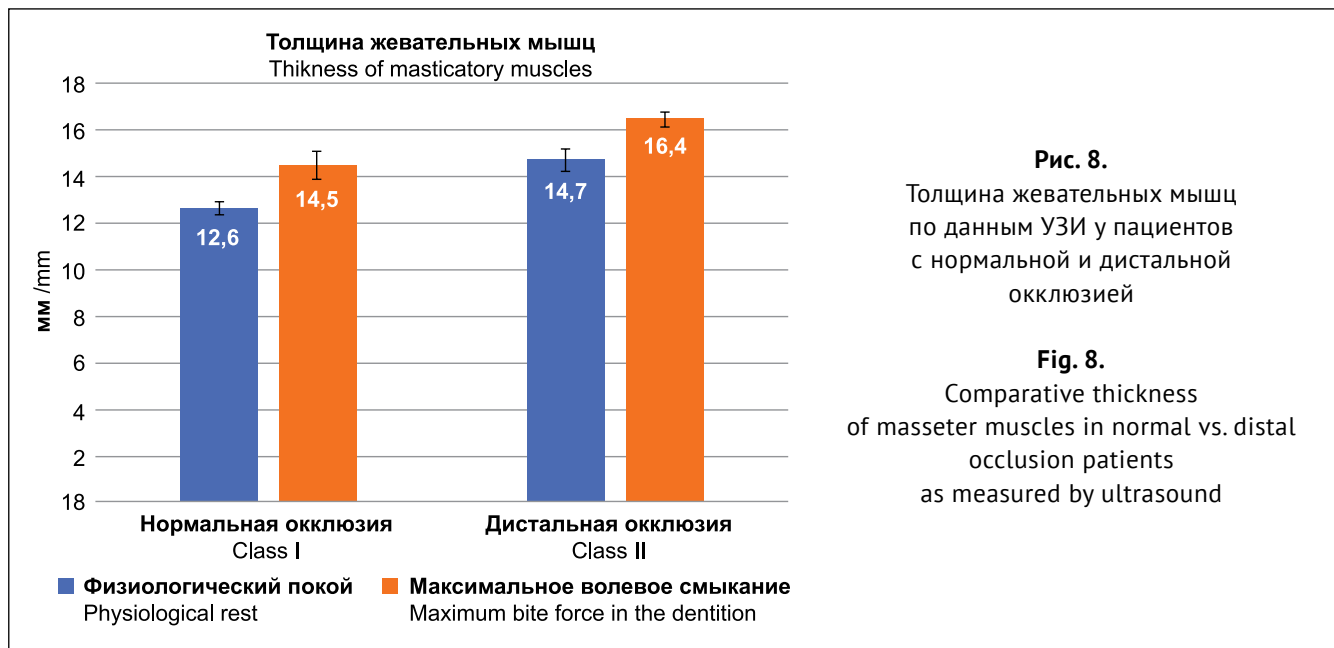
Рис. 6. Электронный позиционер с соосно закрепленными ультразвуковыми преобразователями и адаптационными акустическими манжетами  
 Fig.6. Electronic positioning device with coaxially aligned ultrasonic transducers and custom acoustic cuffs



Рис. 7. Топографические зоны измерений скорости прохождения ультразвукового сигнала в альвеолярной кости  
 Fig. 7. Mapping of ultrasound transit velocity measurement sites in alveolar bone

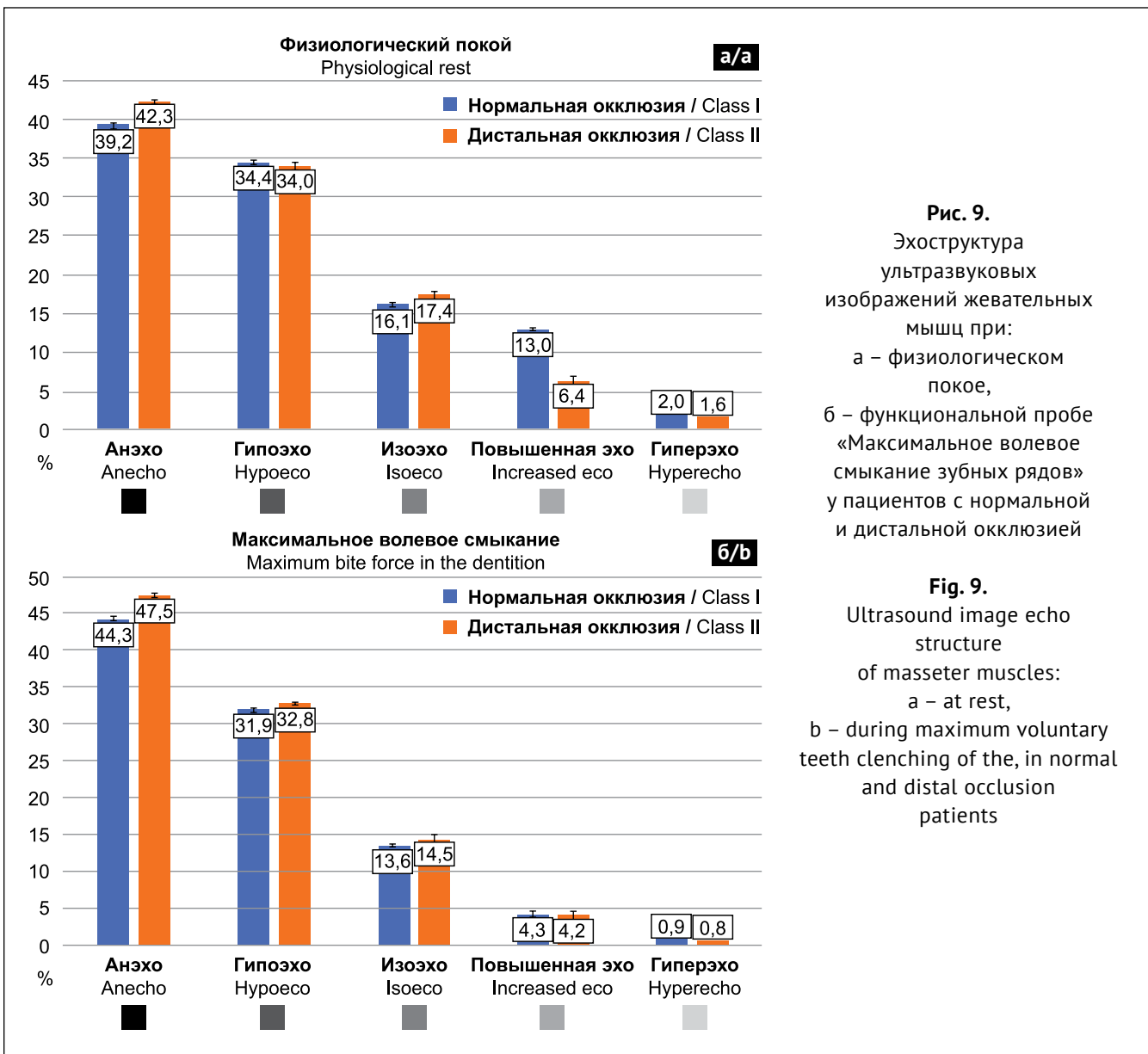
## РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным УЗИ, различия между изученными показателями толщины и эхоструктуры ЖМ у всех обследованных лиц справа и слева были статистически не значимы. У пациентов с дистальной окклюзией



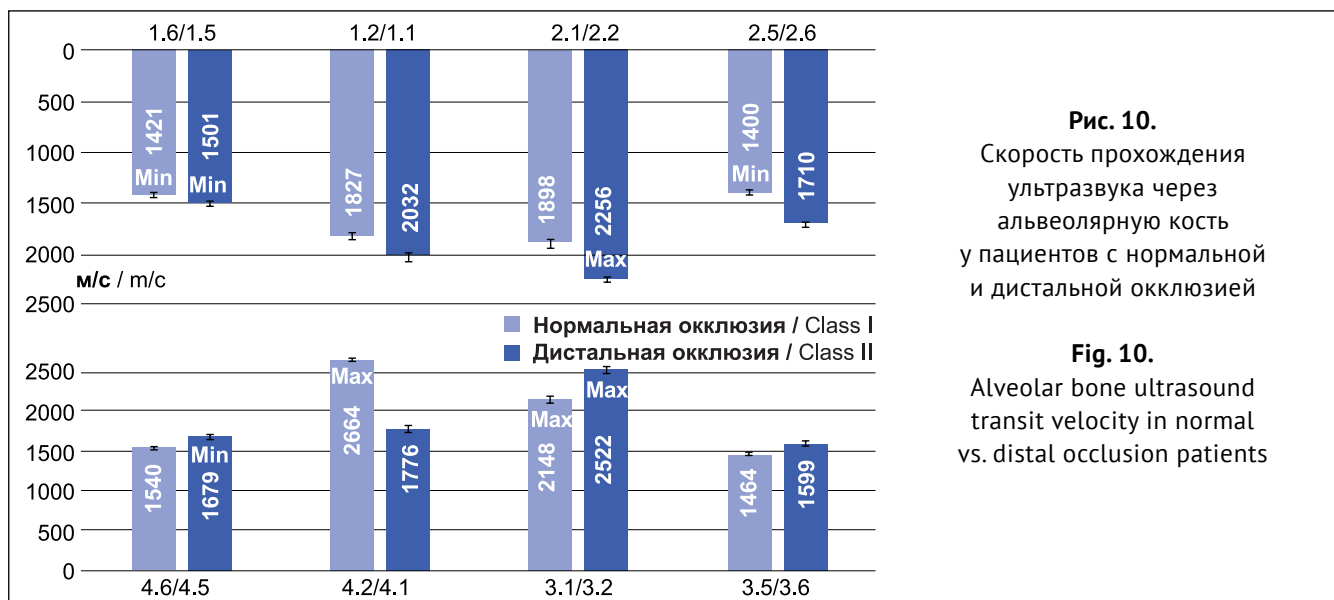
**Рис. 8.**  
Толщина жевательных мышц по данным УЗИ у пациентов с нормальной и дистальной окклюзией

**Fig. 8.**  
Comparative thickness of masseter muscles in normal vs. distal occlusion patients as measured by ultrasound



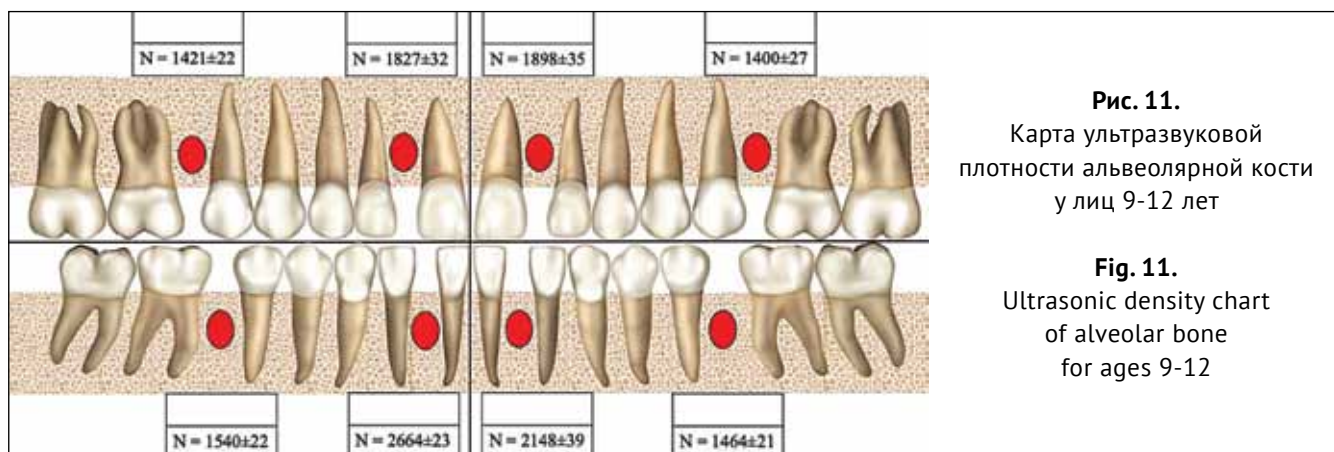
**Рис. 9.**  
Эхоструктура ультразвуковых изображений жевательных мышц при:  
а – физиологическом покое,  
б – функциональной пробе «Максимальное волевое смыкание зубных рядов» у пациентов с нормальной и дистальной окклюзией

**Fig. 9.**  
Ultrasound image echo structure of masseter muscles:  
а – at rest,  
б – during maximum voluntary teeth clenching of the, in normal and distal occlusion patients



**Рис. 10.**  
Скорость прохождения ультразвука через альвеолярную кость у пациентов с нормальной и дистальной окклюзией

**Fig. 10.**  
Alveolar bone ultrasound transit velocity in normal vs. distal occlusion patients



**Рис. 11.**  
Карта ультразвуковой плотности альвеолярной кости у лиц 9-12 лет

**Fig. 11.**  
Ultrasonic density chart of alveolar bone for ages 9-12

толщина ЖМ была в среднем на 13,5% больше, чем у обследованных с нормальной окклюзией как при физиологическом покое (ФП), так и при пробе «Максимальное волевое смыкание зубных рядов» (МВС) (рис. 8). Это может свидетельствовать о нарушении миодинамического равновесия у пациентов с дистальной окклюзией.

При оценке экоструктуры ЖМ статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) среди пациентов с ДО и НО отмечались при ФП в анэхогенной зоне и в зоне повышенной эхогенности, при пробе МВС только в анэхогенной зоне (рис. 9). Полученные результаты свидетельствуют о присутствии в мышцах жидкостного компонента, который может быть обусловлен активацией работы резервных капилляров и адаптивным изменением микроциркуляции в мышце, что отражается на общей картине экоструктуры за счет увеличения анэхогенного спектра и подтверждает данные о нарушении миодинамического равновесия у пациентов с ДО.

Регистрация СУЗ через альвеолярную кость у обследованных пациентов с дистальной и нормальной окклюзиями в различных анатомо-функциональных зонах выявила статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) плотности костной ткани челюстей и пока-

зала, что максимальная плотность кости у лиц с ДО определялась во фронтальном отделе верхней и нижней челюстей слева ( $2256 \pm 18$ ,  $2522 \pm 12$  м/с соответственно), минимальная плотность – в боковом отделе верхней и нижней челюстей справа ( $1501 \pm 21$ ,  $2522 \pm 19$  м/с соответственно). У лиц с нормальной окклюзией наибольшие значения определялись во фронтальном отделе нижней челюсти ( $2148 \pm 39$ ,  $2664 \pm 23$  м/с), наименьшие – в боковых отделах верхней челюсти справа и слева ( $1421 \pm 22$ ,  $1400 \pm 27$  м/с соответственно), что топографически совпадает с нормированными значениями у лиц 18-25 лет, выявленными в ранее проведенных исследованиях (рис. 10.) [12]. Полученные результаты говорят о специфике биомеханики жевательного процесса. У пациентов с дистальной окклюзией отмечается дисгармония – превалирование плотности костной ткани слева во фронтальном отделе и ее снижение справа в боковом. Это может свидетельствовать о выраженной асимметрии распределения жевательной нагрузки и преобладании правостороннего типа жевания.

На основании полученных данных была разработана карта ультразвуковой плотности альвеолярной кости среди лиц 9-12 лет, которая может применяться для регистрации и оценки денситометрических

показателей и дополнить протокол стоматологического обследования пациента (рис. 11).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования, проведенного современными методами ультразвуковой диагностики, было проанализировано морфофункциональное состояние собственно жевательных мышц и альвеолярной кости у лиц с нормальной и дистальной окклюзией и выявлены статистически значимые различия изучаемых параметров. У пациентов с дистальной окклюзией отмечалось увеличение толщины жевательных мышц и преобладание анэхогенной зоны, выражаемое в увеличении жидкостного на-

полнения жевательных мышц, а также присутствие асимметричной картины плотности костной ткани, что свидетельствует о нарушении миодинамического равновесия и баланса распределения жевательной нагрузки по зубным рядам. Разработанная карта ультразвуковой плотности альвеолярной кости у лиц детского возраста 9-12 лет может дополнить протокол стоматологического обследования пациента в детском и ортодонтическом отделениях.

Планируется продолжить исследование и разработать инновационную комплексную ультразвуковую диагностику состояния зубочелюстной системы, которая раскроет новые горизонты и перспективы применения в различных областях стоматологии, в частности в ортодонтии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арипова ГЭ, Расулова ШР, Насимов ЭЭ, Джумаева НБ, Мавлянова МА, Шералиев МА. Распространенность различных форм дистальной окклюзии у ортодонтических пациентов с учетом типа роста челюстей. *Медицина и инновации*. 2022;1(4):421–425. Режим доступа: [https://inlibrary.uz/index.php/medicine\\_and\\_innovations/article/view/774?ysclid=lrj3xnyhle685296246](https://inlibrary.uz/index.php/medicine_and_innovations/article/view/774?ysclid=lrj3xnyhle685296246)
2. Бриль ЕА, Смирнова ЯВ. Частота встречаемости зубочелюстных аномалий и деформаций в периоды формирования прикуса. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(6):42–46. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15310&ysclid=lrj43mnw3y183521630>
3. Гуненкова ИВ, Пехов АЮ, Новикова ТН, Антипова НВ, Смолина Е.С. Методы первичной профилактики зубочелюстных аномалий, применяемые в лечебно-профилактических учреждениях РФ. *Стоматология*. 2005;(4):47–50. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16091708/>
4. Зорич МЕ, Яскевич ОС, Иванов СЮ, Мураев АА. Дистальная окклюзия: некоторые аспекты диагностики и комплексного ортодонтико-хирургического лечения. *Стоматология*. 2014;93(2):52–54. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/2/030039-17352014214>
5. Лисова ТВ, Слабковская АБ. Индивидуальные особенности деятельности жевательных мышц в норме. *Ортодонтия*. 2004;(3-4):13–15. Режим доступа: <https://www.msmsu.ru/university/press-tsentr/nashi-zhurnaly/zhurnal-ortodontiya/3-4-2004/>
6. Le Révérend BJ, Edelson LR, Loret C. Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. *Br J Nutr*. 2014;111(3):403–14. doi: 10.1017/S0007114513002699
7. Wolff J, edotor. The law of bone remodeling. Springer. *Verlag Berlin Heidelberg*. 1986;126 p. doi: 10.1007/978-3-642-71031-5
8. Moss-Salentijn L, Melvin L. Moss and the functional matrix. *J Dent Res*. 1997;76(12):1814–7. doi: 10.1177/00220345970760120201
9. Текучѐва СВ, Ермольев СН, Зайлер АС, Персин ЛС, Янушевич ОО, Постников МА. Ультразвуковая оценка жевательных мышц при различных типах роста лицевого черепа. *Стоматология*. 2021;100(3):72–81. doi: 10.17116/stomat202110003172
10. Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(2-3):264–72. doi: 10.1007/s00421-003-0974-4
11. Делягин ВМ. Ультразвуковое исследование мышц в норме и при нейромышечной патологии. *SonoAce Ultrasound*. 2017;(27):68–73. Режим доступа: <https://www.medison.ru/si/art401.htm>
12. Текучѐва СВ, Фокина АА, Ермольев СН, Персин ЛС. Применение ультразвуковой денситометрии для оценки состояния костной ткани пародонта у лиц с физиологической окклюзией (экспериментально-клиническое исследование). *Эндодонтия today*. 2023;21(1):67–74. doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-67-74
13. Al Haffar I, Padilla F, Nefussi R, Kolta S, Foucart JM, Laugier P. Experimental evaluation of bone quality measuring speed of sound in cadaver mandibles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102(6):782–91. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.12.026
14. Maurits NM, Beenakker EA, van Schaik DE, Fock JM, van der Hoeven JH. Muscle ultrasound in children: normal values and application to neuromuscular disorders. *Ultrasound Med Biol*. 2004;30(8):1017–27. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2004.05.013
15. Дворяковский ИВ, Труханов АИ, Дворяковскач ГМ, Смирнов ИЕ. Ультразвуковая диагностика в педиатрии: история и достижения. *Российский педиатрический журнал*. 2022; 25(1):66–72. doi: 10.46563/1560-9561-2022-25-1-66-72

16. Passariello R, Albanese CV, Kvasnovà M. Bone densitometry in the clinical practice. *Eur Radiol.* 1997;7 Suppl 2:S2-10. Режим доступа:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9126454/>

17. Pisani P, Renna MD, Conversano F, Casciaro E,

Muratore M, Quarta E, Paola MD, Casciaro S. Screening and early diagnosis of osteoporosis through X-ray and ultrasound based techniques. *World J Radiol.* 2013;28;5(11):398-410.

doi: 10.4329/wjr.v5.i11.398

## REFERENCES

1. Aripova GE, Rasulova ShR, Nasimov EE, Djumaeva NB, Mavlyanova MA, Seraliev MA. The prevalence of various forms of occlusion anomalies in orthodontic patients, taking into account the type of jaw growth. *Medicine and Innovations.* 2022;1(4):421-425 (In Russ.). Available from:

[https://inlibrary.uz/index.php/medicine\\_and\\_innovations/article/view/774?ysclid=lrj3xnyhle685296246](https://inlibrary.uz/index.php/medicine_and_innovations/article/view/774?ysclid=lrj3xnyhle685296246)

2. Bril EA, Smirnova YaV. Frequency of occurrence of dentoalveolar anomalies and deformities in the formative period occlusion. *Modern Problems of Science and Education.* 2014; (6): 42-46. (In Russ) Available from:

<https://science-education.ru/ru/article/view?id=15310&ysclid=lrj43mnw3y183521630>

3. Gunenkova IV, Pekhov AIu, Novikova TN, Antipova NV, Smolina ES. Methods of primary dentofacial anomalies prevention used in therapeutic and preventive institutions of RF. *Stomatologiya (Mosk).* 2005;84(4):47-50 (In Russ.). Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16091708/>

4. Zorich ME, Iatskevich OS, Ivanov SYu, Muraev AA. Class II malocclusion: some aspects of diagnostics and complex orthodontic and surgical treatment. *Stomatologiya.* 2014;93(2):52-54 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/2/030039-17352014214>

5. Lisova TV, Slabkovskaya AB. Individual'nye osobennosti deyatel'nosti zhevatel'nykh myshts v norme. *Orthodontiya.* 2004;(3-4):13-15 (In Russ.). Available from:

<https://www.msmsu.ru/university/press-tsentr/nashi-zhurnaly/zhurnal-ortodontiya/3-4-2004/>

6. Le Révérend BJ, Edelson LR, Loret C. Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. *Br J Nutr.* 2014;111(3):403-14.

doi: 10.1017/S0007114513002699

7. Wolff J, editor. The law of bone remodeling. Springer. *Verlag Berlin Heidelberg.* 1986;126 p.

doi: 10.1007/978-3-642-71031-5

8. Moss-Salentijn L, Melvin L. Moss and the functional matrix. *J Dent Res.* 1997;76(12):1814-7.

doi: 10.1177/00220345970760120201

9. Tekucheva SV, Ermoljev SN, Zailer AS, Persin LS, Yanushevich OO, Postnikov MA. Ultrasound struc-

tural assessment of masseter muscles in subjects with different types of craniofacial growth. *Stomatologia.* 2021;100(3):72-81 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat202110003172

10. Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(2-3):264-72.

doi: 10.1007/s00421-003-0974-4

11. Delyagin VM. Ul'trazvukovoe issledovanie myshts v norme i pri neiromyshechnoi patologii. *SonoAce Ultrasound.* 2017;(27):68-73 (In Russ.). Available from:

<https://www.medison.ru/si/art401.htm>

12. Tekucheva SV, Fokina AA, Ermoliev SN, Persin LS. The application of ultrasonic densitometry for assessing the state of periodontal bone tissue in persons with physiological occlusion (experimental clinical study). *Endodontics Today.* 2023;21(1):67-74 (In Russ.).

doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-67-74

13. Al Haffar I, Padilla F, Nefussi R, Kolta S, Foucart JM, Laugier P. Experimental evaluation of bone quality measuring speed of sound in cadaver mandibles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102(6):782-91.

doi: 10.1016/j.tripleo.2005.12.026

14. Maurits NM, Beenakker EA, van Schaik DE, Fock JM, van der Hoeven JH. Muscle ultrasound in children: normal values and application to neuromuscular disorders. *Ultrasound Med Biol.* 2004;30(8):1017-27.

doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2004.05.013

15. Dvoryakovskiy IV, Trukhanov AI, Dvoryakovskaya GM, Smirnov IE. Ultrasound diagnostics in pediatrics: history and achievements. *Russian Pediatric Journal.* 2022;25(1):66-72 (In Russ.).

doi: 10.46563/1560-9561-2022-25-1-66-72

16. Passariello R, Albanese CV, Kvasnovà M. Bone densitometry in the clinical practice. *Eur Radiol.* 1997;7;Suppl2:S2-10. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9126454/>

17. Pisani P, Renna MD, Conversano F, Casciaro E, Muratore M, Quarta E, Paola MD, Casciaro S. Screening and early diagnosis of osteoporosis through X-ray and ultrasound based techniques. *World J Radiol.* 2013;28;5(11):398-410.

doi: 10.4329/wjr.v5.i11.398

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Оборотистов Николай Юрьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортодонтии, заведующий отделением Клиники ортодонтии Российского уни-

верситета медицины, Москва, Российская Федерация  
Для переписки: [oborotistov@mail.ru](mailto:oborotistov@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8523-6076>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Фокина Александра Алексеевна**, старший лаборант кафедры ортодонтии, врач-ортодонт отделения ортодонтии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: fokina.aleksandra@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0522-2860>

**Врачева Дарья Николаевна**, аспирант кафедры ортодонтии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: agafonovadaria95@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9845-1535>

**Ермольев Сергей Николаевич**, доктор медицинских наук Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ermoljev\_s@hotmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

**Янушевич Олег Олегович**, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафе-

дрой пропедевтики терапевтической стоматологии, ректор Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: olegyanushevich@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0059-4980>

**Персин Леонид Семенович**, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортодонтии член-корреспондент РАН, Москва, Российская Федерация

Для переписки: leonidpersin@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9971-5054>

**Седойкин Алексей Геннадьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии член-корреспондент РАН, Москва, Российская Федерация

Для переписки: alexdokt\_01@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Nikolay Yu. Oborotistov**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of Orthodontics, Head of the Clinic Department of Orthodontics, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: oborotistov@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8523-6076>

**Corresponding author:**

**Alexandra A. Fokina**, DMD, Senior Laboratory Assistant, Department of the Orthodontics, Orthodontist, Clinic of Orthodontics Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: fokina.aleksandra@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0522-2860>

**Daria N. Vacheva**, DMD, PhD student, Department of Orthodontics, Russian university of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: agafonovadaria95@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9845-1535>

**Sergey N. Ermoljev**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Russian university of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ermoljev\_s@hotmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

**Oleg O. Yanushevich**, DMD, PhD, DSc, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Restorative and Preclinic Dentistry, Rector, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

Для переписки: olegyanushevich@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0059-4980>

**Leonid S. Persin**, DMD, PhD, DSc, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Orthodontics, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: leonidpersin@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9971-5054>

**Alexey G. Sedoykin**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry. Russian university of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: alexdokt\_01@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>

**Конфликт интересов:**

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/**

**Conflict of interests:**

*The authors declare no conflict of interests*

**Поступила / Article received 07.12.2023**

*Поступила после рецензирования / Revised 01.02.2024*

*Принята к публикации / Accepted 05.02.2024*