

DOI: <https://doi.org/10.17816/uds633508>

Изучение влияния горизонтальной нагрузки на ортодонтические микроимплантаты, способные нести функцию временной опоры провизорных ортопедических конструкций

Р.А. Фадеев^{1–3}, М.А. Чебан³¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;² Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «СПб ИНСТОМ», Санкт-Петербург, Россия;³ Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия

АННОТАЦИЯ

В настоящее время в стоматологической практике широко используются ортодонтические имплантаты. Их активное применение обусловлено обеспечением функции неподвижной опоры, что позволяет использовать имплантаты для перемещения зубов и их групп. В статье представлен математический анализ распределения напряжений в костной ткани и ортодонтических имплантатах, способных нести функцию как временной опоры провизорных коронок, так и функцию временной опоры для перемещения зубов, с помощью метода конечных элементов. Цель работы — изучение влияния горизонтальной нагрузки на ортодонтические имплантаты путем применения математического моделирования методом конечных элементов. Исследование осуществлялось с использованием математического способа моделирования напряженно-деформированных состояний в системе «микроимплантат — окружающая костная ткань» с воспроизведением свойств материала и параметров микроимплантата и окружающей костной ткани методом конечных элементов. Для выполнения анализа созданы трехмерные модели микроимплантатов в программе «Компас-3D» (Россия), анализ распределения напряжений проводился в программе «Autodesk Inventor» (США). Пиковые значения напряжений на микроимплантаты не превышали 0,218 МПа при предельных значениях 880 МПа. Максимальные значения напряжений в костной ткани оказались не выше 0,024 МПа. Таким образом, уровень полученных напряженно-деформированных состояний как в костной ткани, так и в микроимплантатах является безопасным для горизонтальных нагрузок.

Ключевые слова: ортодонтические имплантаты; метод конечных элементов; распределение напряжений.

Как цитировать

Фадеев Р.А., Чебан М.А. Изучение влияния горизонтальной нагрузки на ортодонтические микроимплантаты, способные нести функцию временной опоры провизорных ортопедических конструкций // Университетская стоматология и челюстно-лицевая хирургия. 2024. Т. 2. № 2. С. 91–98.
DOI: <https://doi.org/10.17816/uds633508>

DOI: <https://doi.org/10.17816/uds633508>

Effect of horizontal loading on orthodontic microimplants functioning as temporary support of provisional orthopedic constructions

Roman A. Fadeev^{1–3}, Maksim A. Cheban³¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;² Saint Petersburg Institute of Dentistry, Saint Petersburg, Russia;³ Yaroslav the Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

ABSTRACT

Orthodontic implants are currently widely used in dental practice. They are actively used because they provide a fixed support function, which allows using implants to move teeth and their groups. Using the finite element method, this article presents a mathematical analysis of stress distribution in the bone tissue and orthodontic implants providing both temporary support for provisional crowns and temporary support for tooth movement. This study aimed to examine the effect of horizontal load on orthodontic implants by applying mathematical modeling using the finite element method. The use of the finite element method for modeling stress–strain states in the “microimplant–surrounding bone tissue” system was performed with the reproduction of the material properties and parameters of the microimplant and surrounding bone tissue. 3D models of microimplants were created in the Kompas-3D program (Russia), and the stress distribution analysis was performed in the Autodesk Inventor program (USA). In this study, the peak stress values on the microimplants did not exceed 0.218 MPa with the maximum values of 880 MPa. The maximum stress values in the bone tissue were not higher than 0.024 MPa. Thus, the level of the obtained stress–strain states in both the bone tissue and microimplants is safe for horizontal loads.

Keywords: orthodontic implants; finite element method; stress distribution.

To cite this article

Fadeev RA, Cheban MA. Effect of horizontal loading on orthodontic microimplants functioning as temporary support of provisional orthopedic constructions. *Acta Universitatis Dentistriae et Chirurgiae Maxillofacialis*. 2024;2(2):91–98. DOI: <https://doi.org/10.17816/uds633508>

Received: 17.06.2024

Accepted: 26.06.2024

Published online: 01.07.2024

АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время в современной стоматологической практике широко используются ортодонтические имплантаты. Их активное применение обусловлено обеспечением функции неподвижной опоры, что позволяет использовать имплантаты для перемещения зубов и их групп [1–10].

Ранее нами было описано, что помимо функции неподвижной опоры для перемещения зубов ортодонтические имплантаты могут выполнять функцию временной опоры провизорных ортопедических коронок у пациентов с частичной потерей зубов. Подобное использование позволяет во время ортодонтического лечения перед протезированием решить важнейшую задачу восстановления целостности зубного ряда и, как следствие, устранения травматической окклюзии и восстановления функции жевания на период ортодонтического лечения [11].

Однако использование традиционных ортодонтических имплантатов в качестве временной опоры провизорных коронок имеет ряд недостатков. Нам приходилось сталкиваться со следующими проблемами: сложности при лабораторном изготовлении коронок, нарушение фиксации коронок, необходимость в дополнительной реставрации базиса коронок после изготовления. Перечисленные проблемы обусловлены тем, что наддесневая часть традиционных ортодонтических имплантатов не предназначена для их использования в качестве опоры временной ортопедической коронки. Исходя из этого, нами была предложена система микроимплантатов, конструкция которых может быть использована в качестве временной опоры провизорной ортопедической конструкции (рис. 1) [12].

Ранее нами было исследовано влияние вертикальной нагрузки на ортодонтические имплантаты путем применения математического моделирования методом конечных элементов, в результате которого была доказана безопасность вертикальных нагрузок.

Цель настоящей работы — изучение влияния горизонтальной нагрузки на разработанные нами микроимплантаты с использованием метода конечных элементов.

Метод конечных элементов — это математический способ вычисления физических возможностей материалов и систем в компьютерной среде посредством решения дифференциальных уравнений. В основе метода лежит разделение исследуемого объекта на виртуальные фрагменты заданного размера, через которые производится расчет прочностных характеристик главного объекта [2, 14–16].

При изучении распределения напряжений в области микроимплантатов были поставлены следующие задачи:

- 1) охарактеризовать картину распределения напряжений при горизонтальной нагрузке на микроимплантат;
- 2) определить возможные различия в распределении напряжений в костной ткани при наличии только губчатой кости и губчатой кости, покрытой компактной пластинкой;
- 3) определить зоны микроимплантатов, испытывающие максимальные напряжения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленных задач были разработаны геометрические модели ортодонтических имплантатов, а также 2 модели костной ткани: первая состояла только из губчатого вещества, вторая — из губчатого вещества и компактной пластинки. Создание 2 экспериментальных моделей костной ткани обусловлено тем, что довольно часто в области отсутствующих зубов на верхней челюсти можно обнаружить преимущественно губчатую кость без выраженного кортикального слоя, в то время как костная ткань на нижней челюсти чаще всего представляет собой губчатую кость, которая окружена выраженной компактной пластинкой.

Использовались следующие параметры костной ткани: толщина компактной пластинки — 1,5 мм, плотность губчатого вещества — 1400 HU по Хаунсфилду, плотность

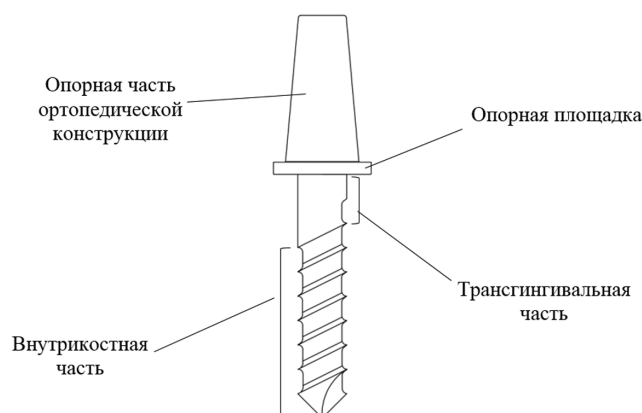


Рис. 1. Модель разработанного Р.А. Фадеевым и М.А. Чебаном ортодонтического микроимплантата, способного выполнять функцию временной опоры ортопедической конструкции

Fig. 1. Model of the orthodontic microimplant performing the function of a temporary support for an orthopedic structure developed by R.A. Fadeev and M.A. Cheban

компактной пластинки — 1800 НУ по Хаунсфилду [17]. Горизонтальная нагрузка, прикладываемая к микроимплантатам, была равна максимальному уровню силы внутриротовых эластических тяг и составила 1,7 Н [18].

На основе моделей ортодонтических имплантатов и костной ткани были созданы 6 групповых геометрических моделей в зависимости от размера имплантата и модели костной ткани. Затем были разработаны конечно-элементные модели исследуемых групп:

- группа 1 — 1-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×8 мм (высота резьбы — 6 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм);
- группа 2 — 1-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×10 мм (высота резьбы — 8 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм);
- группа 3 — 1-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×12 мм (высота резьбы — 10 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм);
- группа 4 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×8 мм (высота резьбы — 6 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм);
- группа 5 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×10 мм (высота резьбы — 8 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм);
- группа 6 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×12 мм (высота резьбы — 10 мм, высота трансгингивальной части — 2 мм).

Исследование осуществлялось с использованием математического способа моделирования напряженно-деформированных состояний в системе «микроимплантат — окружающая костная ткань» с воспроизведением свойств материала и параметров микроимплантата и окружающей костной ткани методом конечных элементов. Для выполнения анализа были созданы 3D модели микроимплантатов в программе «Компас-3D» (Россия), анализ распределения напряжений проводился в программе «Autodesk Inventor» (США).

Физико-механические характеристики (модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел текучести, предел

прочности) костной ткани и титана были взяты из специальных литературных источников и представлены в таблице 1 [2, 15, 16, 19, 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже представлены результаты изучения распределения напряжений с помощью метода конечных элементов в микроимплантатах и окружающей их костной ткани.

Группа 1 — 1-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×8 мм (рис. 2).

Группа 2 — 1-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×10 мм (рис. 3).

Группа 3 — первая модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×12 мм (рис. 4).

Группа 4 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×8 мм (рис. 5).

Группа 5 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×10 мм (рис. 6).

Группа 6 — 2-я модель костной ткани и микроимплантат с размером внутренней части 2×12 мм (рис. 7).

В таблицах 2, 3 представлены максимальные значения напряжений в микроимплантатах и костной ткани в зависимости от модели костной ткани.

В результате оценки характера распределения напряжений при горизонтальной нагрузке на микроимплантат был сделан вывод о том, что максимальные напряжения концентрируются в области наддесневой части конструкции, в этой области они составили от 0,187 до 0,218 МПа. В области внутрикостной и трансгингивальной частей нагрузка распределяется равномерно.

Исследование распределения напряжений в костной ткани показало, что при оказании нагрузки на микроимплантат, установленный только в губчатую кость, наблюдаются равномерные напряжения в кости вдоль всего тела микроимплантата. При исследовании напряжений во второй модели костной ткани отмечается, что компактная пластинка в кости не вызывает аккумуляции напряжений в области данного слоя, напряжения концентрируются преимущественно в губчатой кости вдоль тела микроимплантата.

Таблица 1. Физико-механические характеристики костной ткани и титана

Table 1. Physical and mechanical characteristics of the bone tissue and titanium

Материал	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа
Компактная пластинка костной ткани	13,70	0,26	—	60
Губчатая кость	1,37	0,30	—	60
Титан	113,80	0,32	880	—

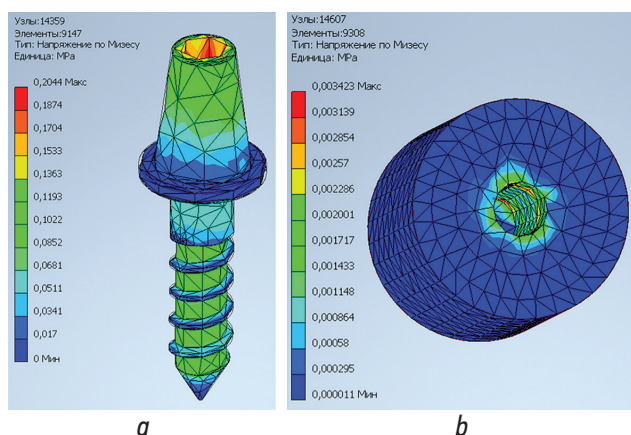


Рис. 2. Группа 1 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 2. Group 1: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

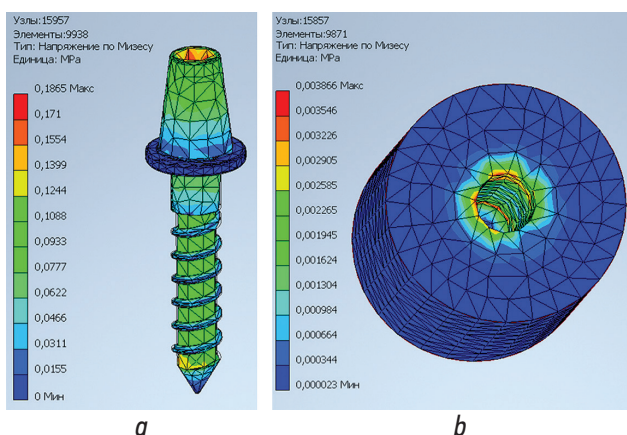


Рис. 3. Группа 2 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 3. Group 2: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

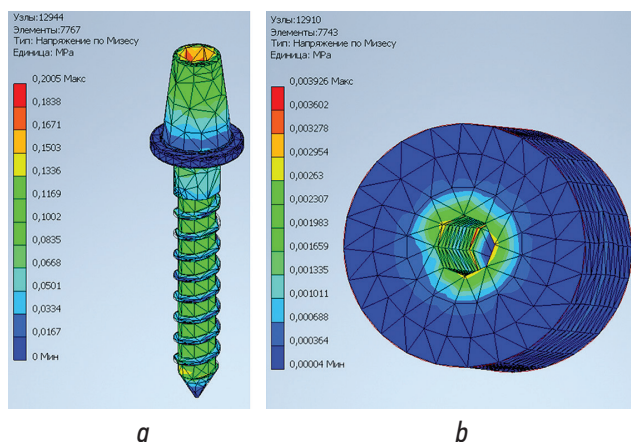


Рис. 4. Группа 3 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 4. Group 3: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

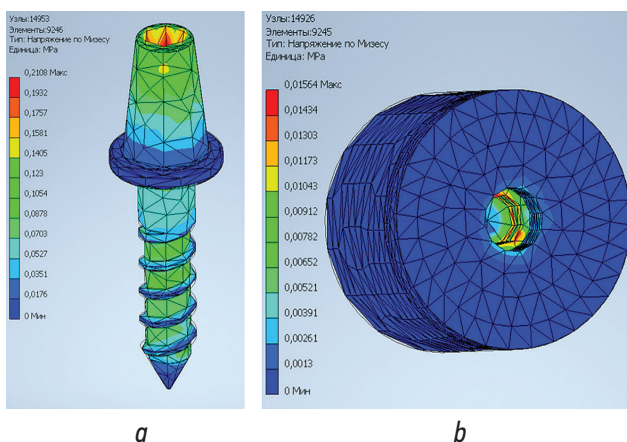


Рис. 5. Группа 4 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 5. Group 4: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

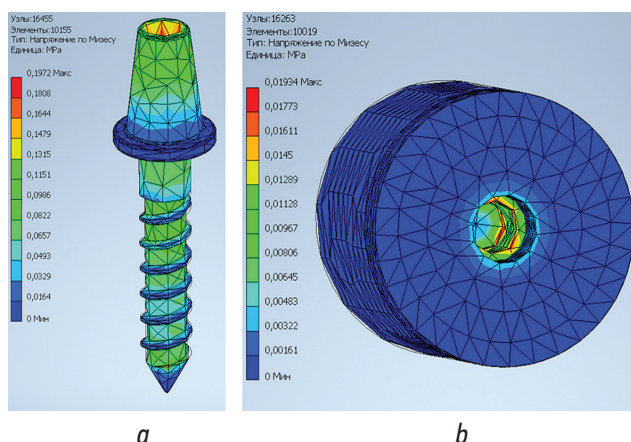


Рис. 6. Группа 5 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 6. Group 5: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

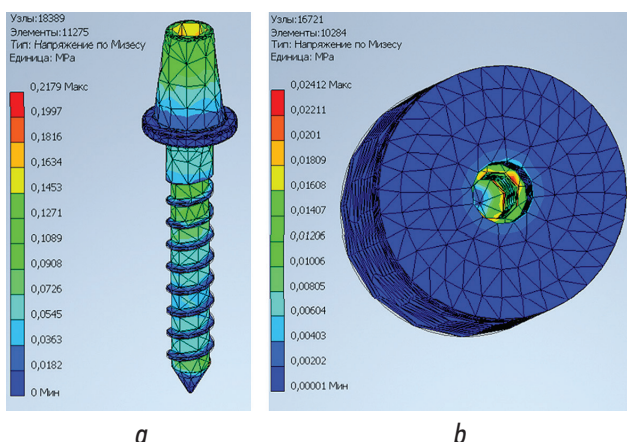


Рис. 7. Группа 6 — распределение напряжений в микроимплантате (a) и костной ткани (b)
Fig. 7. Group 6: stress distribution in the microimplant (a) and bone tissue (b)

Таблица 2. Величина напряжений в первой модели костной ткани (только губчатое вещество)**Table 2.** Magnitude of stresses in the first bone tissue model (spongy substance only)

Размер микроимплантата, мм	Максимальное напряжение в микроимплантате, МПа	Максимальное напряжение в костной ткани, МПа
2 × 8	0,204	0,003
2 × 10	0,187	0,004
2 × 12	0,201	0,004

Таблица 3. Величина напряжений во второй модели костной ткани (губчатое вещество и компактная пластинка)**Table 3.** Magnitude of stresses in the second model of bone tissue (spongy substance and compact plate)

Размер микроимплантата, мм	Максимальное напряжение в микроимплантате, МПа	Максимальное напряжение в костной ткани, МПа
2 × 8	0,211	0,016
2 × 10	0,197	0,019
2 × 12	0,218	0,024

ВЫВОДЫ

1. Полученный в ходе проведенного анализа уровень напряженно-деформированных состояний позволяет говорить об относительной безопасности горизонтальных нагрузок, которые оказывались на микроимплантаты.

2. Пиковые значения напряжений на микроимплантаты не превышают 0,218 МПа при предельных значениях 880 МПа.

3. При оказании горизонтальной нагрузки на микроимплантат напряжения распределяются преимущественно вокруг губчатой кости, вне зависимости от наличия компактной пластинки. Максимальные значения напряжений в костной ткани оказались не выше 0,024 МПа, что говорит о высоком запасе прочности костной ткани при текущем уровне нагрузок.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: Р.А. Фадеев — написание и редактирование текста рукописи; М.А. Чебан — сбор материала, анализ полученных данных, написание текста рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсенина О.И., Абакаров С.И., Попова Н.В., и др. Ортодонтическое лечение как этап подготовки к рациональному зубному протезированию // Стоматология. 2023. Т. 102, № 2. С. 54–62. EDN: LCYUSZ doi: 10.17116/stomat202310202154
2. Жулев Е.Н., Зубарева Т.О. Современные подходы к планированию ортодонтического лечения с применением микроимплантатов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 563. EDN: RVCWCP

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при написании статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этический комитет. Материал статьи содержит материалы исследований.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All the authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication. Personal contribution of each author: R.A. Fadeev — writing and editing the text of the manuscript; M.A. Cheban — collecting material, analyzing the data obtained, writing the text of the manuscript.

Funding source. The authors claim that there is no external funding when writing the article.

Competing interests. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics approval. The material of the article contains research materials.

3. Персин Л.С. Ортодонтия. Современные методы диагностики зубочелюстных аномалий: руководство для врачей. Москва: Информ-книга, 2007. 248 с.

4. Суетенков Д.Е., Лясникова А.В. Перспективы ортодонтической коррекции у пациентов с высоким риском пародонтита с помощью микроимплантатов с модифицированным покрытием // Пародонтология. 2009. № 3. С. 45–50. EDN: KXRDHJ

5. Abraham S.T., Paul M.M. Microimplants for orthodontic anchorage: A review of complication sand management // *J Dent Implant*. 2013. Vol. 3, N. 2. P. 165–167. doi: 10.4103/0974-6781.118859
6. Barros S.E., Vanz V., Chiqueto K., et al. Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study // *Prog Orthod*. 2021. Vol. 22, N. 1. ID 9. doi: 10.1186/s40510-021-00352-w
7. Chen Y., Kyung H.M., Zhao W.T., Yu W.J. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review // *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009. Vol. 135, N. 3. P. 284–291. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.08.017
8. Park H.S., Bae S.M., Kyung H.M., Sung J.H. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion // *J Clin Orthod*. 2001. Vol. 35, N. 7. P. 417–422.
9. Park H.S., Kim J.Y., Kwon T.G. Treatment of a Class II deepbite with microimplant anchorage // *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011. Vol. 139, N. 3. P. 397–406. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.02.034
10. Rungcharassaeng K., Kan J.Y.K., Caruso J.M. Implants as absolute anchorage // *J Calif Dental Assoc*. 2005. Vol. 33, N. 11. P. 881–888. doi: 10.1080/19424396.2005.12224284
11. Sung J.H., Kyung H.M., Bae S.M. Microimplants in orthodontics. *Dentos Inc.*, 2006. 173 p.
12. Фадеев Р.А., Чебан М.А., Тимченко В.В. Исправление зубочелюстных аномалий у пациентов с частичной потерей зубов с применением микроимплантатов // *Институт стоматологии*. 2021. № 2. С. 65–67. EDN: GTCXAR
13. Патент на полезную модель РФ № 215905 U1/09.01.2023, МПК А61С8/00. Фадеев Р.А., Чебан М.А. Микроимплан-

тат для временной опоры провизорной ортопедической конструкции.

14. Богомолова Ю.Б., Саакян М.Ю., Кикеев В.А. Анализ напряженно-деформированного состояния костной ткани при ортопедическом лечении цельнокерамическими коронками из диоксида циркония с опорой на имплантаты // *Медицинский альманах*. 2023. № 3. С. 48–54. EDN: OGPXZE
15. Дьяченко Д.Ю., Дьяченко С.В. Применение метода конечных элементов в компьютерной симуляции для улучшения качества лечения пациентов в стоматологии: систематический обзор // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2021. Т. 28, № 5. С. 98–116. EDN: KDCHLT doi: 10.25207/1608-6228-2021-28-5-98-116
16. Журули Г.Н. Биомеханические факторы эффективности внутрикостных стоматологических имплантатов (экспериментально-клиническое исследование): дисс. ... д-ра мед. наук. Москва, 2010. 197 с.
17. Рубникович С.П., Фисюнов А.Д., Денисова Ю.Л., Сердюченко Н.С. Штифтовые конструкции в стоматологии: Монография. Минск: ИД Белорусская наука, 2020. 165 с.
18. Фадеев Р.А., Чебан М.А. Изучение костной ткани у пациентов с частичной потерей зубов и зубочелюстными аномалиями по данным конусно-лучевой компьютерной томографии // *Институт стоматологии*. 2023. № 1. С. 21–23. EDN: SNIFFJ
19. Alexander R.G. The Alexander discipline: Contemporary concepts and philosophies. *Ormco Corporation*, 1986. 461 p.
20. Frost H.M. A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians // *The Angle orthodontist*. 2004. Vol. 74, N. 1. P. 3–15. doi: 10.1043/0003-3219(2004)074<0003:AUOBPA>2.0.CO;2

REFERENCES

1. Arsenina OI, Abakarov SI, Popova NV, et al. Orthodontic treatment as a stage of rational dental prosthetics. *Stomatology*. 2023;102(2):54–62. EDN: LCYUSZ doi: 10.17116/stomat202310202154
2. Zhulev EN, Zubareva TO. Modern approach to the planning orthodontic treatment using micro implants. *Modern Problems of Science and Education*. 2013;(6):563. EDN: RVCWCP
3. Persin LS. *Orthodontics. Modern methods of diagnostics of dento-mandibular anomalies: a guide for doctors*. Moscow: Inform-Kniga; 2007. 248 p. (In Russ.)
4. Suetenkov DE, Lyasnikova AV. Prospects of orthodontic correction in patients with a high risk of periodontitis using microimplants with modified coating. *Parodontologiya*. 2009;(3):45–50. EDN: KXRDHJ (In Russ.)
5. Abraham ST, Paul MM. Microimplants for orthodontic anchorage: A review of complication sand management. *J Dent Implant*. 2013;3(2):165–167. doi: 10.4103/0974-6781.118859
6. Barros SE, Vanz V, Chiqueto K, et al. Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study. *Prog Orthod*. 2021;22(1):9. doi: 10.1186/s40510-021-00352-w
7. Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;135(3):284–291. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.08.017
8. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod*. 2001;35(7):417–422.
9. Park HS, Kim JY, Kwon TG. Treatment of a Class II deepbite with microimplant anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;139(3):397–406. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.02.034
10. Rungcharassaeng K, Kan JYK, Caruso JM. Implants as absolute anchorage. *J Calif Dental Assoc*. 2005;33(11):881–888. doi: 10.1080/19424396.2005.12224284
11. Sung JH, Kyung HM, Bae SM. *Microimplants in orthodontics*. Dentos Inc.; 2006. 173 p.
12. Fadeev RA, Cheban MA, Timchenko VV. The article provides adescriptionof the use of orthodontic microimplant at the same time in order to compensate for the defect of the dental series by temporary structures of dentures and to create an artificial support for orthodontic movement of teeth. *The dental institute*. 2021;(2):65–67. EDN: GTCXAR
13. Patent for utility model RUS N. 215905 U1/09.01.2023, МПК А61С8/00. Fadeev RA, Cheban MA. *Microimplant for temporary support of provisor orthopaedic construction*. (In Russ.)
14. Bogomolova YB, Saakyan MY, Kikeev VA. Analysis of the stress-strain state of bone tissue during orthopedic treatment with all-ceramic crowns made of zirconium dioxide supported by implants. *Medical almanac*. 2023;(3):48–54. EDN: OGPXZE
15. Dyachenko DYU, Dyachenko SV. Finite element method in computer simulation for improved patient care in dentistry: a systematic review. *Kuban scientific medical bulletin*. 2021;28(5):98–116. EDN: KDCHLT doi: 10.25207/1608-6228-2021-28-5-98-116

16. Zhuruli GN. *Biomechanical factors of efficiency of intraosseous dental implants (experimental-clinical study)* [dissertation]. Moscow, 2010. 197 p. (In Russ.)
17. Rubnikovich SP, Fisyunov AD, Denisova YL, Serdyuchenko NS. *Pin constructions in stomatology: Monograph*. Minsk: Belarusian Science Publishing House; 2020. 165 p. (In Russ.)
18. Fadeev RA, Cheban MA. Examination of bone tissue in patients with partial loss of teeth and dental anomalies according to cone-beam computed tomography. *The dental institute*. 2023;(1):21–23. EDN: SNIFFJ
19. Alexander RG. *The Alexander discipline: Contemporary concepts and philosophies*. Ormco Corporation; 1986. 461 p.
20. Frost HM. A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians. *The Angle orthodontist*. 2004;74(1):3–15. doi: 10.1043/0003-3219(2004)074<0003:AUOBPA>2.0.CO;2

ОБ АВТОРАХ

***Максим Андреевич Чебан**, аспирант Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого; адрес: ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, Великий Новгород, 173003, Россия; eLibrary SPIN: 3289-7217; e-mail: maximcheban97@gmail.com

Роман Александрович Фадеев, д-р мед. наук; ORCID: 0000-0003-3467-4479; eLibrary SPIN: 4556-5177; e-mail: sobol.rf@yandex.ru

AUTHORS' INFO

***Maksim A. Cheban**, postgraduate student, Yaroslav the Wise Novgorod State University; address: 173003, Veliky Novgorod, st. Bolshaya Sankt-Petersburgskaya, 41; eLibrary SPIN: 3289-7217; e-mail: maximcheban97@gmail.com

Roman A. Fadeev, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; ORCID: 0000-0003-3467-4479; eLibrary SPIN: 4556-5177; e-mail: sobol.rf@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author