

не показан у детей незаконченной минерализацией эмали зубов, очаговой деминерализаций и пришеечным кариесом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Барковский Е.В. Химические основы деминерализации и реминерализации эмали зубов / Е.В. Барковский, А.В. Бувиловский., И.С. Кармалькова // Вестник ВГМУ 2011. №1 (10). С. 143
2. Авраменко Е. В. Профилактика кариеса у детей на современном этапе развития стоматологии / Е. В Авраменко // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2017. -№12/2. -С. 62-64.
3. Боттичелли А. Т. Руководство по стоматологической гигиене / А. Т. Боттичелли. — Москва: «Азбука», 2006. — с. 119
4. Салтыкова Е.Н. Предупредить лучше, чем лечить: профессиональная гигиена полости рта у детей раннего возраста / Е.Н. Салтыкова, А.А. Селиванова // Всероссийской научно-практической конференции. 2019, с.103-105
5. Особенности проведения профессиональной гигиены полости рта у детей школьного возраста / Е.Н. Путова., В.А. Суходольская, М.И. Музыкин, А.К. Иорданишвили // Children's medicine of the North-West. 2023. Т. 11. №1. С. 93–96.
6. Остафийчук, М.А. Методика проведения профессиональной гигиены полости рта при заболеваниях тканей пародонта у пациентов разных возрастных групп / М. А. Остафийчук. // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — С. 222-226.
7. Грудянов А.И. Заболевания пародонта / А.И. Грудянов - Москва: Издательство "Медицинское информационное агентство", 2009. -с: 102–73
8. Стоматологическая профилактика у детей Мед.книга / В.Г. Сунцов, В.К. Леонтьев, В.А. Дистель, В.Д. Вагнер — Москва; Н.Новгород: Изд-во НГМА, 2001. — с. 94-96

## Сведения об авторах

Ожгихина Н.В. – кандидат медицинских наук, доцент

Фертикова В.А.– студент

Черняева Н.Г. – студент

## Information about the authors

Ozhgikhina N.V – Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor

Fertikova V.A. – Student

Chernyayeva N.G. - Student

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

verastar2109@gmail.com

УДК: 616.314-089.23-77

## ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Хачатрян Мариета Артуровна, Джураева Нилуфар Бахромовна

Кафедра Общественного здоровья, здравоохранения и гигиены

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы " г. Москва, Россия

## Аннотация

**Введение.** В настоящее время робототехника повсеместно используется в медицине, что ведет к улучшению качества лечения пациентов и ускорению рутинных манипуляций врача. **Целью** данного исследования было проанализировать фундаментальные и прикладные исследования робототехники в стоматологии и обсудить перспективы ее применения в клинической практике врача-ортодонта. **Материалы и методы.** В ходе проведенного исследования была проанализирована отечественная и зарубежная литература в базах данных PubMed, Google Scholar, Scopus, DOAJ, lib.rudn.ru, eLibrary.ru. **Результат:** Чжан и др. разработали роботизированную систему для изгибания ортодонтических дуг, включая координатную систему и матрицу для гибки, а также предложили количественную модель для проволок с клыкковым возвышением. Позже Дэн и др. усовершенствовали систему, добавив адаптивное планирование с проверкой столкновений и нагрев никель-титановых дуг до 600°F (LAMDA), что позволило добиться более точных результатов по сравнению с ручной гибкой. **Выводы:** Применение робототехники в ортодонтии снизит погрешность, но не заменит работу врача. В ортодонтии робототехника помогает выполнять индивидуальное сгибание ортодонтических проволок и моделировать ортодонтические движения, но ее применение является дорогостоящим. Статьи, собранные для этого синтеза, продемонстрировали низкий риск предвзятости и высокую достоверность, а результаты показали, что преимущества применения робототехники в ортодонтии перевешивают недостатки.

**Ключевые слова:** робототехника, применение роботов в стоматологии, роботы в ортодонтии.

## APPLICATION OF ROBOTICS IN ORTHODONTIC DENTISTRY

Khachatryan Marieta Arturovna, Dzhuraeva Nilufar Bahromovna

Department of Public Health, Healthcare and Hygiene

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba"  
Moscow, Russia

## **Abstract**

**Introduction.** Currently, the development of robotics has led to its significant use in medicine, especially in orthodontic dentistry, which leads to an improvement in the quality of patient treatment and acceleration of routine manipulations of doctors. **The aim of this study** was to review fundamental and applied research of robotics in dentistry and discuss the prospects for its use in the clinical practice of an orthodontist. **Materials and methods.** The study analyzed domestic and foreign literature using the PubMed, Google Scholar, Scopus, DOAJ, lib.rudn.ru, eLibrary.ru databases. **Result:** Zhang et al. developed a robotic system for bending orthodontic arches, including a coordinate system and a matrix for bending, and proposed a quantitative model for wires with a canine eminence. Later, Deng et al. modified the system by using adaptive planning with collision checking and heating nickel-titanium arches to 600°F (LAMDA), which ensures more accurate results compared to manual bending. **Conclusions:** The use of robotics in orthodontics helps to reduce errors, but does not replace the work of a doctor. In orthodontics, robotics helps to perform individual bending of orthodontic fibers and simulate orthodontic movements, but its application is complex. The articles collected for this synthesis showed a low risk of bias and high reliability, and the results showed that the advantages of using robotics in orthodontics outweigh the disadvantages.

**Keywords:** robotics, robotics in dentistry, robots in orthodontics.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Слово «робот» было придумано в 1920 году чешским писателем Карелом Чапеком, а его производное слово «робототехника» считается интеллектуальной связью между восприятием и действием [1]. Робототехника, включающая в себя несколько научных дисциплин, таких как компьютерные науки и инженерия, значительно повлияла на различные аспекты современной жизни, что отражено в ее вкладе от промышленного производства до медицинской помощи. Робототехника играет активную роль в медицинских науках, особенно в области стоматологии. Современная научная литература указывает на то, что роботы смогут взаимодействовать с людьми, проводить их медицинское обследование и лечение, оказывать стоматологическую помощь и ассистировать врачу [2]. В последние годы индустрия робототехники сместила свое видение в сторону автономных роботизированных технологий, облегчая минимально инвазивные методы для определенных операций. В 2017 году было сообщено о завершении стоматологического лечения роботом, что демонстрирует проникновение роботов в различные области стоматологии [3]. Особый интерес вызывает применение роботов в ортодонтии для выполнения рутинных действий врача-ортодонта, что может привести к упрощению рабочих манипуляций и улучшению качества лечения пациентов.

**Целью** данного исследования было проанализировать фундаментальные и прикладные исследования робототехники в стоматологии и обсудить перспективы ее применения в клинической практике врача-ортодонта.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В ходе проведенного исследования была проанализирована отечественная и зарубежная литература в базах данных PubMed, Google Scholar, Scopus, DOAJ, lib.rudn.ru, eLibrary.ru с 2011 по 2025 гг. в количестве 80 единиц, из которых для обзора выбрано 9. Критерии включения для написания статьи являлись ключевые слова: “робототехника”, “Применение роботов в стоматологии”, “роботы в ортодонтии”. В работе были использованы следующие методы: аналитический, контент-анализ, библиографический, логический.

## **РЕЗУЛЬТАТ**

В ходе своего исследования автор Чжан разработал новую роботизированную систему для изгибания дуг. Он изучил структуру и компоненты роботизированной системы изгибания дуги и создал систему координат. Предварительный эксперимент по изгибанию ортодонтической проволоки подтвердил возможность изгибания ортодонтической проволоки с использованием роботизированной системы [4]. Также он предложил количественную модель ортодонтических проволок с клыковым возвышением. На основе анализа процесса

изгиба ортодонтических проволок они спроектировали общую структуру, изгибающую матрицу и поддерживающую дугу часть робота для изгиба дуги [5]. А другие авторы, к примеру Дэн, разработал адаптивный планировщик изгиба на основе выборки с проверкой столкновений в изменяющейся во времени среде и принял стратегию управления изгибом для устранения эффекта пружинения дуги и отклонения точки изгиба во время процесса изгиба (Рис.1)[6]. Год спустя он добавил интегрированную в ROS систему управления к роботу для изгиба ортодонтической дуги [7]. Была представлена система под названием «LAMDA (Lingual Archwire Manufacturing and Design Aid)». Эта система содержит нагреватель, который может повышать температуру никель-титановой дуги до 600 °F и сгибать ее в течение 6 мин. Слепая оценка дуг, согнутых вручную 15 лингвальными ортодонтами, и дуг, согнутых системой LAMDA, показала, что те, которые были разработаны и изготовлены с использованием системы LAMDA, имели более высокий балл[8]. В одном исследовании использовалась оценка литья/радиологии Американского совета по ортодонтии (CRE) для сравнения 63 пациентов, получавших традиционное лечение ручным изгибом проволоки, с 69 пациентами, получавшими метод SureSmile2 (SS), выполненный тем же ортодонтом. По сравнению с теми, кто получал традиционное лечение, пациенты с SS имели более низкие баллы CRE по выравниванию первого порядка и вращению, и закрытию межзубного пространства; однако у них были более низкие баллы выравнивания корня второго порядка. Кроме того, время лечения SS было значительно сокращено [9].

Ортодонтические роботы для изгибания дуг имеют преимущества простой конструкции, низкой стоимости и могут сгибать различные типы дуг. Это снижает трудоемкость работы врача, предотвращает усталостный перелом дуги, вызванный многократным изгибом, и повышает эффективность лечения. В частности, в области ортодонтии эта комбинация может поддерживать как врача, так и пациента, тем самым улучшая качество ухода и результаты лечения.



Рис.1. Новая роботизированная система для изгибания ортодонтических дуг.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Основной целью данного исследования является описание использования робототехники в ортодонтии. В настоящее время роботы могут использоваться в ортодонтии для клинической диагностики и подготовки планов лечения; однако наиболее широко используемым аспектом является изгибание дуги. Изгиб дуги является одним из важнейших компонентов ортодонтического лечения; однако из-за высокой жесткости и

сверхэластичности ортодонтических проволок это непростая задача. Традиционный ручной метод получения сформированной кривой дуги случайным образом вносит ошибки, вызванные человеческим фактором.

### **ВЫВОДЫ**

1. Проанализирована научная литература по использованию робототехники в ортодонтии.
2. Робототехника обеспечивает высокую точность и эффективность.
3. Применяются технологии: компьютерная диагностика, автоматизированное планирование, роботизированные операции.
4. Достижения: улучшение качества медицинского лечения, упрощение рутинных манипуляций врача-ортодонта, сокращение времени лечения, повышение комфорта пациентов.
5. Синергия между робототехникой и ортодонтией открывает новые перспективы.
6. Подчеркивается преобразующий потенциал робототехники в ортодонтическом лечении.

### **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Moran, M.E. Rossum's universal robots: not the machines / Moran, M.E. // J Endourol. 2007 Dec;21(12):1399-402.
2. Prakash V. Robotics in dental implantology - accuracy and automation / Prakash V. // J Indian Prosthodont Soc. 2018;18:0.
3. Robot technology in dentistry, part two of a systematic review: an overview of initiatives. / van Riet TCT, Chin Jen Sem KTH, Ho JTF. [et al.] // Dent Mater. 2021 Aug;37(8):1227-1236. doi: 10.1016/j.dental.2021.06.002. Epub 2021 Jun 20. PMID: 34162501.
4. Jiang J.-G. Analysis and experimentation of a robotic system for archwire bending / Jiang J.-G., Zhang Y.-D. // Applied Mechanics and Materials. Trans. Tech. Publ. 2012;121:3805–3809.
5. Bending process analysis and structure design of robot for orthodontic archwire bending / Jiang J.-G., Zhang Y.-D., Jin M.-L., Wei C.-G. // Int. J. Smart Home. 2013;7:345–352.
6. Motion planning and control of a robotic system for orthodontic archwire bending / Deng H., Weng S., Gan Y. [et al.]. - Proceedings of the 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS); Hamburg, Germany. 28 September – 2 October 2015; pp. 3729–3734.
7. Development of a robotic system for orthodontic archwire bending / Xia Z., Deng H., Weng S. [et al.]. - Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA); Stockholm, Sweden. 16–21 May 2016; pp. 730–735.
8. Gilber A. In-office wire-bending robot for lingual orthodontics / Gilber A. // J. Clin. Orthod. 2011;45:230.
9. Clinical results for patients completing treatment by means of the SureSmile™ method versus conventional fixed orthodontics / Alford T.J., Roberts W.E., Hartsfield J.K. [et al.]. - Angle Orthod. 2011;81:383–388. doi: 10.2319/071810-413.1.
10. Grauer D. Accuracy in tooth positioning with a fully customized lingual orthodontic appliance / Grauer D., Proffit W.R. // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140(3):433–443.
11. Grauer D. Точность позиционирования зубов с помощью полностью индивидуального лингвального ортодонтического аппарата. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140(3):433–443.
12. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign / Kravitz N.D., Kusnoto B., BeGole E. [et al.]. - // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135(1):27–35.
13. Robotic bending of orthodontic archwires: an experimental study / Li W., Chen F., Zhang X., [et al.]. - // J Med Eng Technol. 2018;42(3):201–208.
14. Artificial Intelligence in Orthodontics: Contemporary Applications and Future Perspectives / Mao B., Zhang Y., Wang L., Zhao X. // Dent J. 2022;10(5):83.
15. Accuracy and reliability of 3D planning and printing of orthodontic appliances / Nedelcu R., Olsson P., Nyström I., [et al.] // Prog Orthod. 2020;21(1):1–12.
16. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review / Rossini G., Parrini S., Castrolfiorio T. [et al.] // Angle Orthod. 2015;85(5):881–889.
17. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges / Schwendicke F., Samek W., Krois J. [et al.] // J Dent Res. 2020;99(7):769–774.
18. Orthodontic treatment with clear aligners and the scientific reality behind their marketing: a literature review / Tamer I. Oztash E., Marshan G. [et al.] // Turk J Orthod. 2019;32(4):241–246.
19. Fabrication and characterization of thermoplastic materials for invisible orthodontics / Zhang N., Bai Y., Ding X. [et al.] // Materials. 2021;14(4):965
20. Transitioning to precision orthodontics: a changing paradigm for planning and delivering individualized orthodontic therapy / Jheon A.H., Oberoi S., Solem R.C. [et al.] // Orthod Craniofac Res. Orthod Craniofac Res. 2021;24(S1):39-45.

### **Сведения об авторах**

М.А. Хачатрян – студент

Н.Б. Джуряева – студент

### **Information about the authors**

M.A. Khachatryan\* – Student

N.B. Dzhuraeva -Student

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

1032225734@pfur.ru

УДК: 616.05

## ВЛИЯНИЕ АЛЛОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СТРУКТУРУ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ДЕСНЫ В ПРОЕКЦИИ ИМПЛАНТАЦИИ

Чеканова Анастасия Александровна<sup>1</sup>, Сельский Натан Евсеевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России  
Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России  
Уфа, Россия

### Аннотация

**Введение.** Актуальность проблемы клиницистов в области дентальной имплантологии направлена на поиск оптимальных условий и средств для повышения эффективности стоматологической реабилитации пациентов [1, 3, 5]. Начиная с конца семидесятых годов, рядом авторов были предложены критерии для успеха дентальной имплантации: отсутствия подвижности дентального имплантата, радиопрозрачности периимплантных тканей, инфекции и дискомфорта пациента [2,4,5]. **Цель исследования** – изучить структуру слизистой оболочки десны в проекции дентального имплантата при использовании аллогенных материалов. **Материалы и методы.** В исследование включены 60 пациентов (из них 25 мужчин, 55 женщин) возрастной категории от 37 до 64 лет, проходивших лечение в стоматологических поликлиниках за период с декабря 2021 г. по июнь 2023 г. В зависимости от примененного метода лечения пациенты распределены на 3 группы исследования. У всех пациентов до оперативного вмешательства определяли границы ширины кератинизированной прикрепленной десны при помощи пародонтологического зонда. Ширина между слизисто-десневым соединением с вестибулярной и оральной сторон являлась шириной кератинизированной прикрепленной десны. Прирост кератинизированной прикрепленной десны оценивали непосредственно после операции и через 6 месяцев после оперативного вмешательства. **Результаты.** Аутотрансплантаты слизистой с бугра верхней челюсти в течение 6 месяцев после операции замещаются с выраженным воспалением, которое, вероятно, в последующем продолжится и приведет к рубцеванию слизистой или оголению кости. Результаты исследований свидетельствуют о том, что аллотрансплантаты, изготовленные из белой оболочки яичка и пересаженные в область имплантации через 6 месяцев адекватно полностью замещаются соединительнотканым регенератом, но по результатам нами отмечено, что на месте трансплантации формируется фенотип «тонкой» десны. **Выводы.** В контрольной группе пациентов ткани десны в области проекции импланта через 6 месяцев по толщине приближаются к фенотипу «тонкой» или «средней» десны. Аллотрансплантаты через 6 месяцев полностью замещаются без признаков воспалительных процессов адекватным соединительнотканым регенератом, покрытым полноценным эпителиальным слоем и формируют фенотип «толстой» десны.

**Ключевые слова:** дентальный имплантат, аллотрансплантаты, аутотрансплантаты

## THE EFFECT OF ALLOGENEIC MATERIALS ON THE STRUCTURE OF THE GINGIVAL MUCOSA IN THE IMPLANTATION PROJECTION

Chekanova Anastasia Alexandrovna<sup>1</sup>, Selsky Nathan Evseevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Surgical Dentistry, Otorhinolaryngology and Maxillofacial Surgery

<sup>1</sup>Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Bashkir State Medical University

Ufa, Russia

### Abstract

**Introduction.** The relevance of the problem of clinicians in the field of dental implantology is aimed at finding optimal conditions and means to improve the effectiveness of dental rehabilitation of patients [1, 3, 5]. Since the late seventies, a number of authors have proposed criteria for the success of dental implantation: lack of mobility of the dental implant, radiotransparency of periimplant tissues, infection and patient discomfort [2,4,5]. **The aim of the study** was to study the structure of the gingival mucosa in the projection of a dental implant using allogeneic materials. **Material and methods.** The study included 60 patients (25 of them men, 55 women) aged from 37 to 64 years who were treated in dental clinics during the period from December 2021 to June 2023. Depending on the treatment method used, the patients were divided into 3 study groups. In all patients, the boundaries of the width of the keratinized attached gum were determined using a periodontal probe before surgery. The width between the mucous-gingival junction on the vestibular and oral sides was