

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-135-141

УДК:616.31-085

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Саркисов Д. С., Степанов А. Г., Апресян С. В., Аветисян З. А.

Российский университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, г. Москва, Россия

Аннотация

В хирургической стоматологии активно применяются навигационные хирургические шаблоны, которые существенно сокращают продолжительность оперативных вмешательств и минимизируют риск послеоперационных осложнений. Эти шаблоны создаются с использованием аддитивных технологий, таких как 3D-печать.

Тем не менее, технологии 3D-печати в стоматологической практике продолжают развиваться и совершенствоваться. Ключевыми направлениями исследований являются выбор оптимальных конструкционных материалов и разработка методов постпечатной обработки.

В данной статье представлена клиническая апробация результатов оптимизации конструкции хирургических навигационных шаблонов для дентальной имплантации.

В исследовании участвовали 124 пациента с частичной вторичной адентией в области жевательного отдела верхней или нижней челюсти (III класс по Кеннеди), которым требовалось проведение дентальной имплантации. В соответствии с заранее установленными критериями включения, исключения и отбора, 64 пациента были рандомизированы и разделены на две равные группы. В основной группе дентальная имплантация выполнялась с использованием хирургических шаблонов оптимизированной конструкции, в то время как в контрольной группе применялись автоматически смоделированные шаблоны. Для обеих групп было характерно использование пар имплантатов различной длины (от 8 до 12 мм) с постоянным диаметром 4 мм.

Клиническое исследование подтвердило высокую эффективность применения оптимизированных шаблонов, изготовленных из отечественного фотополимера, с точки зрения прецизионности установки имплантатов различной длины.

Оптимизация конструкции хирургического навигационного шаблона привела к значительному повышению точности позиционирования имплантатов, что выразилось в снижении средних значений смещений: на $51,48 \pm 9,12\%$ в medio-dистальном направлении, на $39,88 \pm 8,05\%$ в вестибуло-оральном направлении и на $53,41 \pm 4,73\%$ в вертикальном направлении. Кроме того, оптимизированная конструкция обеспечила более высокую жесткость фиксации дентальных имплантатов во время их установки.

Ключевые слова: навигационные хирургические шаблоны, дентальная имплантация, 3D-печать, частичное отсутствие зубов, конструкционные материалы для аддитивного производства

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Давид Самвелович САРКИСОВ ORCID ID 0000-0002-2005-0473
аспирант института цифровой стоматологии медицинского института, Российский
университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, г. Москва, Россия
sarkisov97@gmail.com

Александр Геннадьевич СТЕПАНОВ ORCID ID 0000-0002-6543-0998
д.м.н., профессор, профессор института цифровой стоматологии медицинского института,
Российский университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, г. Москва, Россия
stepanovmd@list.ru

Самвел Владиславович АПРЕСЯН ORCID ID 0000-0002-3281-707X
д.м.н., профессор, директор института цифровой стоматологии медицинского института, Российский
университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, г. Москва, Россия
dr.apresyan@mail.ru

Завен Ашотович Аветисян ORCID ID 0009-0004-8068-3418
аспирант института цифровой стоматологии медицинского института, Российский
университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы, г. Москва, Россия
avetisyan-z@mail.ru

Адрес для переписки: Александр Геннадьевич СТЕПАНОВ
117049, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
+7(916) 823-08-70
stepanovmd@list.ru

Образец цитирования:

Саркисов Д. С., Степанов А. Г., Апресян С. В., Аветисян З. А.
КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ
ШАБЛОНОВ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ. Проблемы стоматологии. 2025; 1: 135-141.
© Саркисов Д. С. и др., 2025
DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-135-141

Поступила 15.03.2025. Принята к печати 07.04.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-135-141

CLINICAL EFFICACY OF USING OPTIMIZED SURGICAL NAVIGATION TEMPLATES

Sarkisov D.S., Stepanov A.G., Apresyan S.V., Avetisyan Z.A.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Annotation

Navigational surgical templates are actively used in surgical dentistry, which significantly reduce the duration of surgical interventions and minimize the risk of postoperative complications. These templates are created using additive technologies such as 3D printing.

Nevertheless, 3D printing technologies in dental practice continue to evolve and improve. The key areas of research are the selection of optimal structural materials and the development of post-printing processing methods.

This article presents a clinical trial of the results of optimizing the design of surgical navigation templates for dental implantation.

The study involved 124 patients with partial secondary adentia in the masticatory region of the upper or lower jaw (Kennedy class III) who required dental implantation. According to pre-determined inclusion, exclusion, and selection criteria, 64 patients were randomized and divided into two equal groups. In the main group, dental implantation was performed using optimized surgical templates, while in the control group, automatically modeled templates were used. Both groups were characterized by the use of pairs of implants of different lengths (from 8 to 12 mm) with a constant diameter of 4 mm.

A clinical study confirmed the high efficiency of using optimized templates made from domestic photopolymer in terms of precision installation of implants of various lengths.

Optimization of the design of the surgical navigation template led to a significant increase in the accuracy of implant positioning, which resulted in a decrease in the average displacement values: by $51.48 \pm 9.12\%$ in the medio-distal direction, by $39.88 \pm 8.05\%$ in the vestibulo-oral direction and by $53.41 \pm 4.73\%$ in the vertical direction. In addition, the optimized design provided a higher rigidity of fixation of dental implants during their installation.

Keywords: *navigational surgical templates, dental implantation, 3D printing, partial absence of teeth, structural materials for additive manufacturing*

The authors declare no conflict of interest.

David S. SARKISOV ORCID ID 0000-0002-2005-0473

Postgraduate student of the Institute of Digital Dentistry at the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
sarkisov97@gmail.com

Alexander G. STEPANOV ORCID ID 0000-0002-6543-0998

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor at the Institute of Digital Dentistry of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
stepanovmd@list.ru

Samvel V. APRESYAN ORCID ID 0000-0002-3281-707X

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Director of the Institute of Digital Dentistry at the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
dr.apresyan@mail.ru

Zaven A. AVETISYAN ORCID ID 0009-0004-8068-3418

Postgraduate student of the Institute of Digital Dentistry of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
avetisyan-z@mail.ru

Correspondence address: Alexander G. STEPANOV

6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117049
+7 (916) 823-08-70
stepanovmd@list.ru

For citation:

Sarkisov D.S., Stepanov A.G., Apresyan S.V., Avetisyan Z.A.

CLINICAL EFFICACY OF USING OPTIMIZED SURGICAL NAVIGATION TEMPLATES. *Actual problems in dentistry*. 2025; 1: 135-141. (In Russ.)

© Sarkisov D.S. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-135-141

Received 15.03.2025. Accepted 07.04.2025

Введение

В настоящее время дентальная имплантация является наиболее активно развивающимся направлением стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, поскольку частота патологии, требующей комплексной ортопедической реабилитации, остается на высоком уровне, и в перспективе не будет иметь тенденции к уменьшению [1].

Дентальная имплантация является оптимальным способом восстановления функции и эстетики зубо-челюстной системы, повышения качества жизни пациента [2]. В настоящее время цифровые технологии охватили практически все аспекты стоматологии, в том числе дентальную имплантацию [3, 4].

Предварительное виртуальное планирование ортопедического лечения с применением дентальных имплантатов становится широко востребованным среди стоматологов. Выбор ортопедической конструкции с учетом индивидуальных анатомических параметров, полученных путем совмещения рентгенологических и оптических изображений, позволяют продемонстрировать пациенту результат лечения до его начала, спланировать оптимальное положение имплантатов [5].

В хирургической стоматологии наиболее востребованными являются навигационные хирургические шаблоны, позволяющие сократить время операции и минимизировать послеоперационные осложнения [6]. Как правило, указанный вид изделий медицинского назначения изготавливается методами компьютерного моделирования и производства, а именно, аддитивной технологией — 3D-печати [7–10].

Однако технологии аддитивного производства в стоматологии все еще нуждаются в исследовании, поскольку остаются нерешенными вопросы об оптимальной конструкции хирургического шаблона. В ходе операции дентальной имплантации хирургические шаблоны испытывают разнонаправленные нагрузки, что нередко приводит к механическим поломкам шаблона во время операции.

Все конструкционные материалы медицинского назначения должны соответствовать жестким требованиям, таким как: токсикологические, технологические, физико-механические, эстетические, медико-биологические, а в случае с материалами для изготовления навигационных хирургических шаблонов, высокими прочностными характеристиками, не меняющими свои показатели после стерилизации [11–14].

Однако не все конструкционные материалы для производства хирургических шаблонов допускают стерилизацию готовых изделий с помощью автоклавирования. В хирургической практике не все специалисты подвергают хирургические шаблоны стерилизации перед операцией, а чаще всего ограничиваются дезинфекцией в растворах антисептиков. Проведенная стерилизация путем автоклавирования и последующие испытания выявили отличия в прочности и трещиностойкости в сравнении с образцами, не прошедшими данную процедуру [15].

Цель работы — повышение эффективности дентальной имплантации у пациентов с частичным отсутствием зубов путем применения навигационных хирургических шаблонов оптимизированной конструкции, изготовленных методом объемной печати.

Материалы и методы исследования

Клиническое исследование по подтверждению эффективности дентальной имплантации, проведенной с помощью оптимизированной конструкции хирургических навигационных шаблонов, проводилось на базе института цифровой стоматологии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», в центре цифровой стоматологии МАРТИ (директор — доктор медицинских наук, профессор, Апресян Самвел Владиславович) и стоматологической клинике «Домодент» в соответствии с протоколами, утвержденными Комитетом по этике Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы протокол № 17 от 20.04.2023.

В исследовании приняли участие 124 пациента с частичным отсутствием зубов. Проводилось лечение 64 больных, рандомизировано разделенных на 2 равные группы в соответствии с критериями включения и невключения в исследование.

Обязательным условием включения пациентов в исследование являлось отсутствие двух рядом стоящих жевательных зубов нижней или верхней челюсти — III класс по Кеннеди односторонний включенный дефект.

Пациентам первой группы дентальную имплантацию выполняли с использованием оптимизированных хирургических навигационных шаблонов, изготовленных методом объемной печати из конструкционного материала YellowClearPro (HarzLabs, Россия) [16]. Пациентам второй группы аналогичное лечение проводили с применением автоматически смоделированных хирургических шаблонов из того же материала.

На этапе формирования клинических групп пациенты проходили визуальный и инструментальный стоматологический осмотр, включающий: оценку общего внешнего вида; пальпацию поднижнечелюстных, подподбородочных, передних шейных и затылочных лимфатических узлов; пальпацию точек выхода на кожу ветвей тройничного нерва; пальпацию жевательных, височных и медиальных крыловидных мышц; аускультацию и пальпацию височно-нижнечелюстного сустава; оценку состояния слизистых оболочек полости рта и органов; пальпацию и оценку секреторной функции околоушных, подъязычных и поднижнечелюстных слюнных желез; анализ состояния зубных рядов и зубов. Для исключения мышечно-суставной дисфункции пациентам проводили короткий Гамбургский тест.

Гигиеническое состояние полости рта пациентов оценивали на этапах формирования клинических

групп, а также через 30, 90 и 180 дней после оперативного вмешательства с использованием индекса эффективности гигиены полости рта PHP.

Диагностика пародонтологического статуса заключалась в визуальной оценке состояния слизистой оболочки десны, наличия рецессий десны, наличия высокого прикрепления уздечки нижней губы, тяжей слизистой оболочки и глубина преддверия полости рта, определении пародонтального индекса.

В качестве оценочного инструмента использовали папиллярно-альвеолярно-маргинальный индекс (PMA). При проведении которого, у пациентов на этапах формирования клинических групп и на сроках после оперативного вмешательства через 30, 90 и 180 суток, маргинальную десну окрашивали раствором Люголя.

Всем пациентам была выполнена дентальная имплантация. После успешной интеграции дентальных имплантатов осуществлялось временное протезирование с использованием полимерных конструкций, предназначенных для длительного использования.

Стабильность имплантатов оценивалась сразу после операции, а затем через 3, 4 и 12 месяцев (после установки временной и постоянной ортопедических конструкций). Наиболее информативным критерием, определяющим эффективность проведенных исследований, является оценка смещения имплантата по факту установки от запланированной при моделировании шаблона позиции. С целью объективизации данного показателя нами был разработан способ определения отклонений установленного дентального имплантата. Патент РФ 2832827 от 09.01.2025 [17].

На этапе планирования в специализированном программном обеспечении создается виртуальная модель дентального имплантата, интегрированная с виртуальной моделью скан-маркера, принадлежащего той же имплантационной системе. Формируется навигационный шаблон для установки имплантата с использованием технологии объемной печати. После изготовления шаблона по технологии объемной печати осуществляется установка дентального имплантата с фиксацией скан-маркера.

Во время хирургического вмешательства, после установки имплантата, проводится внутриротовое сканирование зубных рядов с использованием скан-маркера. Полученные данные преобразуются в виртуальную модель установленного имплантата с интегрированным скан-маркером.

Далее осуществляется сопоставление виртуальной модели имплантата, созданной на этапе планирования, с виртуальной моделью установленного имплантата, полученной в процессе операции. Проводится изменение отклонений по предварительно заданным разметкам. На основе анализа этих данных выявляются несоответствия между положением фактически установленного имплантата и его виртуальной моделью, созданной на этапе дооперационного планирования.

Таким образом, достигается возможность оценки отклонения положения установленного имплантата от

его виртуальной модели, созданной на этапе планирования, непосредственно в процессе операции.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам анализа проведенного клинического исследования было показано, что для контрольной группы, в которой дентальная имплантация проводилась с использованием стандартных хирургических шаблонов не было выявлено статистически значимых различий коэффициентов стабильности имплантатов при рассматриваемых геометрических комбинациях длин на различных временных интервалах диагностики (0, 3, 4 и 12 месяцев). Однако, значимые различия были обнаружены для всех типов смещений (медио-дистального, вестибуло-орального и вертикального). При оценке мезио-дистального смещения имплантатов выявлены значимые различия между группами, где использовались пары имплантатов разной длины: 8 и 10 мм (пара 8Х10) и 10 и 12 мм (пара 10Х12). Различия между средними значениями составили 0,43 мм, а между медианными значениями — 0,45 мм. При исключении поправки Бонферрони на множественные сравнения, значительные различия в мезио-дистальных смещениях также наблюдались для пар имплантатов 8 и 8 мм (пара 8Х8) и 10 и 12 мм (пара 10Х12), с разницей средних значений в 0,4 мм, что совпадает с величиной медианных значений.

Наименьшие величины смещений характерны для имплантатов с меньшей длиной — 8 и 10 мм, а также их комбинаций.

При анализе вестибуло-оральных смещений в контрольной группе выявлены значимые различия для двух комбинаций имплантатов. Значимые различия зафиксированы для пар имплантатов 8 и 8 мм (пара 8Х8), 10 и 12 мм (пара 10Х12), 8 и 10 мм (пара 8Х10) и 10 и 12 мм (пара 10Х12). Без учета поправки Бонферрони к парам со значимыми различиями в анализ также включены пары 10 и 10 мм (пара 10Х10) и 10 и 12 мм (пара 10Х12), где различия выборочных средних превышают 0,55 мм. Как и в случае мезио-дистальных смещений, максимальные отклонения наблюдаются для пар имплантатов с максимальной длиной 12 мм.

Из-за значительных различий в величине перемещений имплантатов по разным направлениям исследуемые выборки не могут быть объединены в одну без учета значений длин используемых имплантатов. Дальнейший анализ типов перемещений между контрольной группой и группой сравнения проводился для каждой пары отдельно.

Для выявления статистически значимых различий в смещениях при использовании стандартной и модернизированной конструкций хирургических шаблонов применялись параметрический (t)-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Манна-Уитни. Параметрический критерий использовался, если две сравниваемые выборки соответствовали нормальному распределению, в остальных случаях применялся критерий Манна-Уитни.

Парным сравнениям с использованием (t)-критерия Стьюдента подвергались следующие параметры:

Мезио-дистальное смещение: 4,0Х10,0 и 4,0Х12,0, 4,0Х10,0 и 4,0Х12,0.

Вестибуло-оральное смещение: 4,0Х10,0 и 4,0Х10,0.

Вертикальное смещение: 4,0Х10,0 и 4,0Х12,0.

Для всех остальных групп использовался критерий Манна-Уитни. Статистически значимые различия ($p < 0,05$) были выявлены для всех типов пар имплантатов между контрольной группой и группой сравнения, за исключением значений вестибуло-орального смещения для пары имплантатов 4,0Х12,0 и 4,0Х12,0 мм. Это может быть связано со статистической ошибкой второго рода, возникшей при выполнении парного сравнения выборок, полученных в ходе клинической диагностики, так как все остальные парные сравнения показали значимые различия.

Использование оптимизированной конструкции хирургического навигационного шаблона привело к значительному повышению точности позиционирования имплантатов различной длины. Средние значения выборочных отклонений снизились на $51,48 \pm 9,12\%$ для мезио-дистального направления, на $39,88 \pm 8,05\%$ для вестибуло-орального направления и на $53,41 \pm 4,73\%$ для вертикального направления.

Гистограммы распределений для каждой пары исследования представлены на рисунках 1–5.

Использование оптимизированной конструкции хирургического навигационного шаблона демонстрирует явное повышение прецизионности позиционирования имплантатов различных длин, снижая величину выборочных средних отклонений в среднем на $51,48 \pm 9,12\%$ для мезио-дистального, на $39,88 \pm 8,05\%$ для вестибуло-орального и на $53,41 \pm 4,73\%$ для вертикального направления.

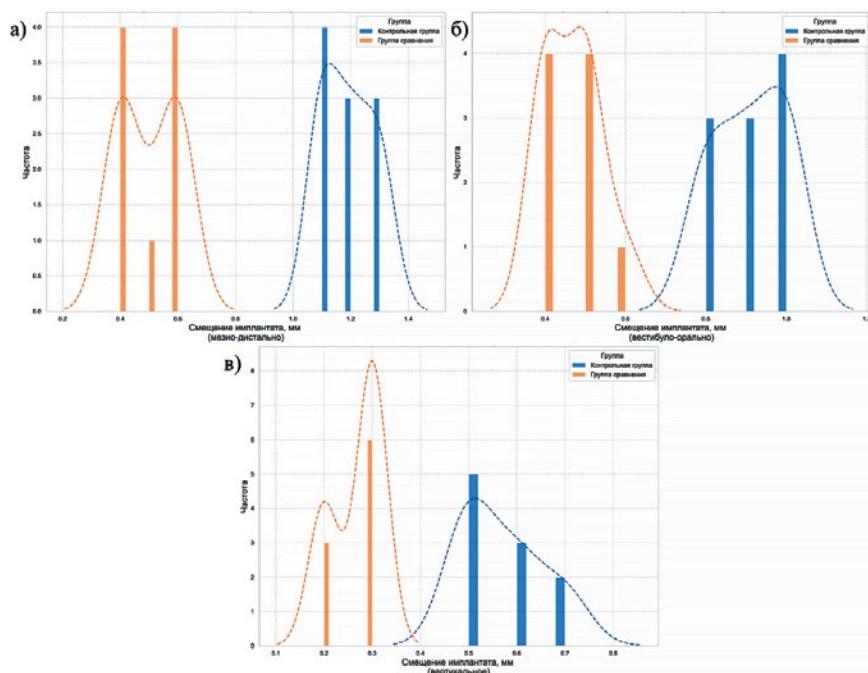


Рис. 1. Гистограмма распределения смещений для пары имплантатов длины 10 мм. контрольной группы и группы сравнения: а) мезио-дистальное смещение; б) вестибуло-оральное смещение; в) вертикальное смещение

Fig. 1. Histogram of the distribution of displacements for a pair of 10 mm long implants of the control group and the comparison group: a) mesio-distal displacement; b) vestibulo-oral displacement; c) vertical displacement

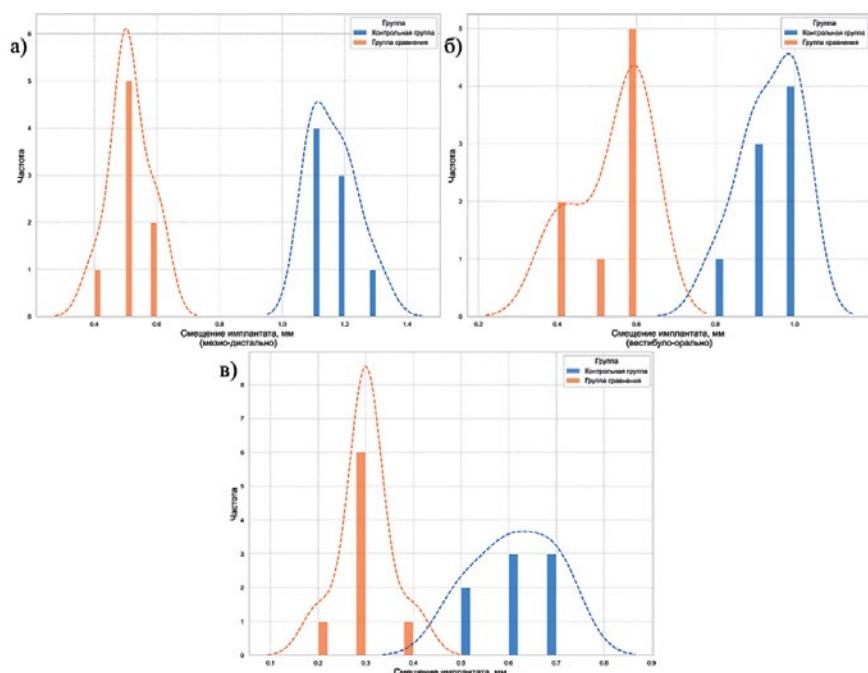


Рис. 2. Гистограмма распределения смещений для пары имплантатов длины 8 и 10 мм. контрольной группы и группы сравнения: а) мезио-дистальное смещение; б) вестибуло-оральное смещение; в) вертикальное смещение

Fig. 2. Histogram of the distribution of displacements for a pair of implants of lengths 8 and 10 mm. control group and comparison group: a) mesio-distal displacement; b) vestibulo-oral displacement; c) vertical displacement

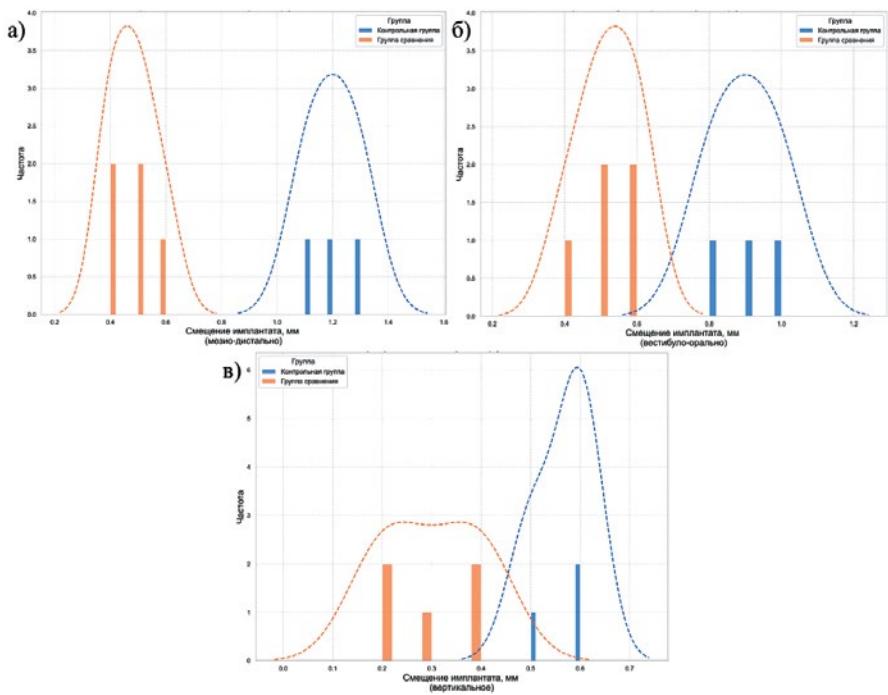


Рис. 3. Гистограмма распределения смещений для пары имплантатов длины 10 мм. контрольной группы и группы сравнения: а) медио-дистальное смещение; б) вестибуло-оральное смещение; в) вертикальное смещение
Fig. 3. Histogram of the distribution of displacements for a pair of 10 mm long implants of the control group and the comparison group: a) mesio-distal displacement; b) vestibulo-oral displacement; c) vertical displacement

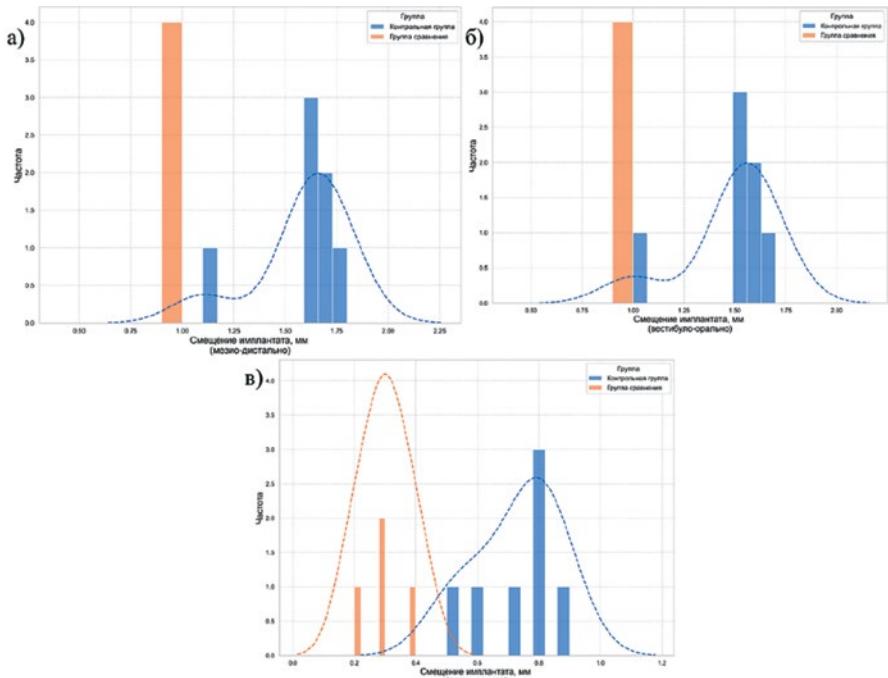


Рис. 4. Гистограмма распределения смещений для пары имплантатов длин 10 и 12 мм. контрольной группы и группы сравнения: а) медио-дистальное смещение; б) вестибуло-оральное смещение; в) вертикальное смещение
Fig. 4. Histogram of the distribution of displacements for pairs of 10 and 12 mm implants of the control group and the comparison group: a) mesio-distal displacement; b) vestibulo-oral displacement; c) vertical displacement

Выводы

Оптимизированная конструкция хирургического навигационного шаблона повышает уровень прецизионности позиционирования имплантатов различных длин, снижая величину средних смещений на $51,48 \pm 9,12\%$ для медио-дистального, на $39,88 \pm 8,05\%$ для вестибуло-орального и на $53,41 \pm 4,73\%$ для вертикального направления, а также обеспечивает большую жесткость закрепления дентальных имплантатов во время их установки.

Литература/References

1. Апресян С.В., Степанов А.Г., Антоник М.М., Дегтярев Н.Е., Кравец П.Л., Лихненко М.Н. и др. Комплексное цифровое планирование стоматологического лечения. Москва: Мозартика; 2020. 398 с. [Apresyan S.V., Stepanov A.G., Antonik M.M., Degtyarev N.E., Kravets P.L., Likhnenko M.N. et al. Comprehensive digital planning of dental treatment: a practical guide. Moscow: Mozartika; 2020. 398 p. (In Russ.)].
2. Степанов А.Г., Апресян С.В. Цифровые технологии в хирургической стоматологии. Москва: Мозартика; 2021. 125 с. [Stepanov A.G., Apresyan S.V. Digital technologies in surgical dentistry. Moscow: Mozartika; 2021. 125 p. (In Russ.)].
3. Поляков Д.И., Муслов С.А., Степанов А.Г., Арutyunov С.Д. Механические свойства тканей уха и биосовместимых силиконов для протезирования ушной раковины. В кн.: Физико-химическая биология: Материалы VIII международной научной интернет-конференции; Ставрополь; 30 ноября 2020 года. Ставрополь: СтГМУ; 2020. С. 135-141. [Polyakov D.I., Muslov S.A., Stepanov A.G., Arutyunov S.D. Mechanical properties of ear tissues and biocompatible silicones for ear prosthetics. In: "Physico-chemical biology: Proceedings of the VIII International Scientific Internet Conference; Stavropol; November 30, 2020. Stavropol: StSMU; 2020. Pp. 135-141. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44587001&pf=1>
4. Апресян С.В., Степанов А.Г., Деев М.С., Гаджиев М.А., Бородина И.Д. Исследование поверхности образцов конструкционных материалов для изготовления окклюзионных шин с помощью CAD/CAM технологий. Институт стоматологии. 2022;(3):93-95. [Apresyan S.V., Stepanov A.G., Deev M.S., Gadzhiev M.A., Borodina I.D. Investigation of the surface of samples of structural materials for the manufacture of occlusal splints using CAD / CAM technologies. Institut stomatologii. 2022;(3):93-95. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49483819>
5. Гаджиев М.А., Апресян С.В., Степанов А.Г. Оценка физико-механических свойств конструкционного материала, используемого в технологии изготовления стоматологических ортопедических конструкций методом 3D-печати, в условиях искусственного старения. Институт стоматологии. 2022;(1):104-106. [Gadzhiev M.A., Apresyan S.V., Stepanov A.G. Evaluation of the physical and mechanical properties of the structural material used in the technology of manufacturing dental orthopedic structures by 3d-printing under conditions of artificial aging. Institut stomatologii. 2022;(1):104-106. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48213694>

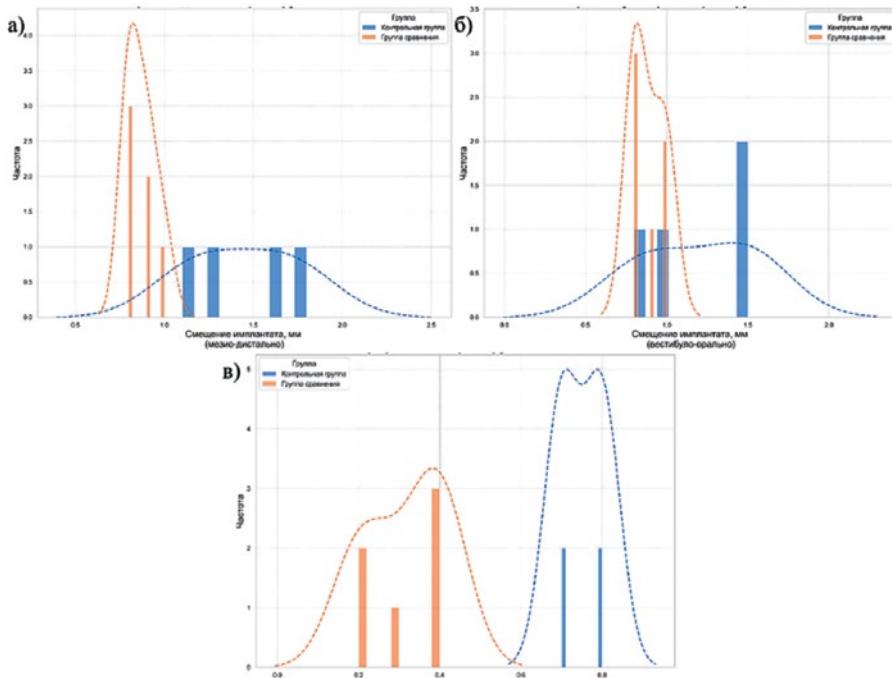


Рис. 5. Гистограмма распределения смещений для пары имплантов длины 12 мм контрольной группы и группы сравнения: а) медио-дистальное смещение; б) вестибуло-оральное смещение; в) вертикальное смещение

Fig. 5. Histogram of the distribution of displacements for a pair of 12 mm long implants in the control and comparison groups: a) mesio-distal displacement; b) vestibulo-oral displacement; c) vertical displacement

- Левченко И.М., Степанов А.Г., Киракосян Л.Г. Изучение физико-механических свойств полимерных материалов, используемых в аддитивной технологии изготовления зубных протезов методом 3д-печати. Материалы 17-го Всероссийского стоматологического форума и выставки-ярмарки Дентал-ревю 2020, 10–12.02.20, Москва, Россия. Российская стоматология. 2020;13(2):66-68. [Levchenko I.M., Stepanov A.G., Kirakosyan L.G. The study of the physical and mechanical properties of polymeric materials used in the additive technology for the manufacture of dental prostheses by 3d printing. Abstracts 17th All-Russian Dental Forum Dental Review 2020, 10—12.02.20, Moscow, Russia. Russian Journal of Stomatology. 2020;13(2):66-68. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/rossomat20201302143>
- Арутюнов С.Д., Степанов А.Г., Апресян С.В. [и др.]. авторы: Арутюнов С.Д. патентообладатель. Фрезерованный трансдентальный имплантат Российской Федерации патент RU 2529392. Опубл. 27.09.2014. [Arutyunov S.D., Stepanov A.G., Apresyan S.V. et al. inventors; Arutyunov S.D. assignee. Machined transdental implant. Russian Federation patent RU 2529392. Publ. 09/27/2014 (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37453431>
- Muslov S.A., Polyakov D.I., Lotkov A.I., Stepanov A.G., Arutyunov S.D. Measurement and Calculation of Mechanical Properties of Silicone Rubber. Russian Physics Journal. 2021;63(9):1525-1529. <https://doi.org/10.1007/s11182-021-02201-z>
- Sennenhenn-Kirchner S., Weustermann S., Mergeryan H., Jacobs H.G., Borg-von Zepelin M., Kirchner B. Preoperative sterilization and disinfection of drill guide templates. Clinical oral investigations. 2008;12(2):179-187. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0153-9>
- Arisan V., Böltükbaşı N., Öksüz L. Computer-assisted flapless implant placement reduces the incidence of surgery-related bacteremia. Clinical oral investigations. 2013;17(9):1985-1993. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0886-y>
- European Committee for Standardization. Sterilization of medical devices — Requirements for medical devices to be designated 'STERILE' — Part 1: Requirements for terminally sterilized medical devices (CEN-EN 556-1:2001). 2001. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/e011763a-4f78-4685-a98b-14870a7a69cf/en-556-1-2024>
- Царёв В.Н., Степанов А.Г., Ипполитов Е.В., Подпорин М.С., Царёва Т.В. Контроль первичной адгезии микроорганизмов и формирования биоплёнок на стоматологических материалах, используемых для трансдентальной имплантации при зубосохраняющих операциях. Клиническая лабораторная диагностика. 2018;63(9):568-573. [Tsarev V.N., Stepanov A.G., Ippolitov E.V., Podporin M.S., Tsareva T.V. Control of primary adhesion of microorganisms and formation of biofilms on stomatological materials used for transdental implantation in dental stabilizing operations. Clinical laboratory diagnostics. 2018;63(9):568-573. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36510269>
- Wang X., Zhang Y., Jiang X., Wang Y., Li Y., Li X. Design, and fabrication of a novel surgical guide for dental implant placement using CAD/CAM technology. J Prosthodont Res. 2019 Apr;63(2):220-224. doi: 10.1016/j.jpor.2018.11.004. Epub 2018 Dec 4. PMID: 30522930 Нет такой статьи, в указанном журнале на этих страницах другие источники, по названию и по авторам не находится тоже, DOI и идентификатор PMID принадлежат двум другим разным источникам. Удалить/заменить
- Alghamdi HS, Alqahtani ND, Alshammari FS, Alqahtani MA. Comparison of accuracy between conventional and computer-aided implant placement systems: A systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent. 2021 Feb;125(2):219-228.e2. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.04.011. Epub 2020 May 27. PMID: 32473990. Нет такой статьи, в указанном журнале на этих страницах другие источники, по названию и по авторам не находится тоже, DOI и идентификатор PMID принадлежат двум другим разным источникам. Удалить/заменить
- Саркисов Д.С., Степанов А.Г., Апресян С.В. Физико-механические свойства материалов, используемых в технологии компьютерного производства хирургических шаблонов. Стоматология. 2024;103(1):8-11. [Sarkisov D.S., Stepanov A.G., Apresyan S.V. Physical and mechanical properties of materials used in the technology of computer production of surgical templates. Stomatology. 2024;103(1):8-11. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/stomat20241030118>
- Саркисов Д.С., Степанов А.Г., Джалаева М.В., Апресян С.В., Королкова О.П. Численное исследование напряженно-деформированного состояния хирургических шаблонов. Клиническая стоматология. 2025;28(1):72-77. [Sarkisov D.S., Stepanov A.G., Jalalova M., Apresyan S.V., Korolkova O.P. Numerical study of the stress-strain state of surgical templates. Clinical Dentistry (Russia). 2025;28(1):72-77. (In Russ.)]. <https://www.kstom.ru/ks/article/view/0113-10>
- Степанов А.Г., Апресян С.В., Москвич О.О., Южаков В.А., Саркисов Д.С., Сибирякова А.В. авторы; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патрика Лумумбы" (РУДН) патентообладатель. Способ определения отклонений установленного дентального имплантата. Российская Федерация патент RU 2832827. Опубл. 09.01.2025. [Stepanov A.G., Apresyan S.V., Moskovets O.O., Yuzhakov V.A., Sarkisov D.S., Sibiryakova A.V. inventors; Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Rossijskij universitet druzhby narodov imeni Patrika Lumumby"(RUDN), assignee. Method of determining deviations of installed dental implant from planned position. Russian Federation patent RU 2832827. Publ. 01/9/2025. (In Russ.)]. <https://patents.google.com/patent/RU2832827C1/r>