

Применение алгоритма диагностики и медицинской реабилитации у пациентов с локальным дефицитом мягких тканей в полости рта после реконструктивных оперативных вмешательств с применением цифрового 3D-моделирования

М.А. Власов¹, Е.В. Яковлев^{1,3,4}✉, vmeda-ev@mail.ru, Д.Ю. Бутко¹, В.О. Еркудов¹, И.А. Божков^{1,5}, С.А. Живолупов², Л.А. Даниленко¹, М.В. Калинина¹, Н.В. Корнева^{1,5}

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

² Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

³ Институт прикладного психоанализа и психологии Университета при Межпарламентской ассамблее ЕвразЭС; 199226, Россия, Санкт-Петербург, Галерный проезд, д. 3

⁴ Многопрофильная инновационная клиника «Поток»; 199226, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кораблестроителей, д. 21, корп. 1в

⁵ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 195015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

Резюме

Введение. Стоматологическая реабилитация – это комплекс лечебно-диагностических мероприятий, направленных на восстановление функций челюстно-лицевой области после травм, заболеваний или оперативного вмешательства.

Цель. Клиническая оценка разработанного способа восстановительного лечения и реабилитации пациентов с дефицитом мягких тканей в области зуба или дентального имплантата после реконструктивной операции на слизистой оболочке полости рта.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 281 пациент, проходившие хирургическое восстановительное лечение по поводу дефицита мягких тканей полости рта. Все пациенты были разделены на три группы: 1-я (n = 90, контроль), 2-я (n = 86, контроль установкой защитной каппы) и 3-я (n = 105, алгоритм). Всем пациентам проводили оценку сроков заживления донорского и реципиентного участков и выраженности боли с применением визуально-аналоговой шкалы.

Результаты. Обнаружено длительное, в течение 10–15 дней, заживление у 57–79% пациентов из 1–2-й групп. У 87 и 84% пациентов из 3-й группы имело место заживление операционных ран в течение 6–9 дней. У 85–95% пациентов из 1–2-й групп на 1–4-е сут. после операции наблюдалась выраженная и невыносимая боль. На 8-е сут. у 99% обследованных из этих групп оставалась легкая и умеренная боль. На 1–4-е сут. наблюдения 97% пациентов из 3-й группы отмечали умеренные или легкие болевые ощущения. На 8-е сут. наблюдения легкая боль беспокоила 72% пациентов 3-й группы, остальные не отмечали болевых ощущений в этот период.

Выводы. Разработанный способ программной оптимизации лечения и реабилитации, включающий вестибулопластику с цифровым планированием и применением биоклея «Сульфакрилат», фотобиотерапию, электрофорез гелем Ферменкол и нормобарическую гипокситерапию, продемонстрировал уменьшение сроков заживления донорского и реципиентного участков, снижение продолжительности и уровня боли.

Ключевые слова: вестибулопластика, индивидуальный подход, цифровое 3D-моделирование, восстановительное лечение, физиотерапия, боль, сроки заживления, стоматологическая реабилитация

Для цитирования: Власов МА, Яковлев ЕВ, Бутко ДЮ, Еркудов ВО, Божков ИА, Живолупов СА, Даниленко ЛА, Калинина МВ, Корнева НВ. Применение алгоритма диагностики и медицинской реабилитации у пациентов с локальным дефицитом мягких тканей в полости рта после реконструктивных оперативных вмешательств с применением цифрового 3D-моделирования. *Медицинский совет*. 2025;19(23):228–238. <https://doi.org/10.21518/ms2025-343>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Application of a diagnostic algorithm and medical rehabilitation in patients with local soft tissue deficiency in the oral cavity after reconstructive surgical interventions using digital 3D-modeling

Mikhail A. Vlasov¹, Evgeny V. Yakovlev^{1,3,4✉}, vmeda-ev@mail.ru, Dmitry Y. Butko¹, Valery O. Erkudov¹, Igor A. Bozhkov^{1,5}, Sergey A. Zhivolupov², Larisa A. Danilenko¹, Marina V. Kalinina¹, Natalya V. Korneva^{1,5}

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia

² Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia

³ Institute of Applied Psychoanalysis and Psychology of the University under the Interparliamentary Assembly of the EurAsEC; 3, Galerniy Proezd, St Petersburg, 199226, Russia

⁴ Multidisciplinary Innovative Clinic Potok LLC; 21, Bldg. 1b, Korablestroiteley St., St Petersburg, 199226, Russia

⁵ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 195015, Russia

Abstract

Introduction. Dental rehabilitation is a complex of therapeutic and diagnostic measures aimed at restoring the functions of the maxillofacial region after injuries, diseases or surgical intervention.

Aim. Clinical evaluation of the developed method of restorative treatment and rehabilitation of patients with soft tissue deficiency in the area of a tooth or dental implant, after reconstructive surgery on the oral mucosa.

Materials and methods. The study involved 281 patients undergoing surgical rehabilitation treatment for oral soft tissue deficiency. All patients were divided into three groups: I (n = 90, control), II (n = 86, control by installing a protective mouth guard) and III (n = 105, algorithm). All patients underwent an assessment of the healing time of the donor and recipient sites and the severity of pain using a visual analog scale.

Results. Long-term healing, lasting 10–15 days, was observed in 57–79% of patients in groups I and II. In 87% and 84% of patients in group III, surgical wounds healed within 6–9 days. In 85–95% of patients in groups I and II, severe and unbearable pain was observed on days 1–4 after surgery. On day 8, 99% of patients in these groups still experienced mild to moderate pain. On days 1–5 of observation, 97% of patients in group III reported moderate or mild pain. On day 8 of observation, 72% of patients in group III reported mild pain, while the remaining patients did not report any pain during this period.

Conclusion. The developed method of software-based optimization of treatment and rehabilitation, which includes vestibuloplasty with digital planning and the use of Sulfacrylate bioadhesive, photobiotherapy, electrophoresis with Fermentol gel, and normobaric hyperoxygen therapy, has demonstrated a reduction in the healing time of the donor and recipient sites, as well as a decrease in the duration and intensity of pain.

Keywords: vestibuloplasty, individual approach, digital 3D-modeling, rehabilitation treatment, physiotherapy, pain, healing time, dental rehabilitation

For citation: Vlasov MA, Yakovlev EV, Butko DY, Erkudov VO, Bozhkov IA, Zhivolupov SA, Danilenko LA, Kalinina MV, Korneva NV. Application of a diagnostic algorithm and medical rehabilitation in patients with local soft tissue deficiency in the oral cavity after reconstructive surgical interventions using digital 3D-modeling. *Meditsinskiy Sovet*. 2025;19(23):228–238. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-343>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Стоматологическая реабилитация – это комплекс лечебно-диагностических процедур, направленных на восстановление эстетической, жевательной и других функций челюстно-лицевой области после травм, заболеваний или оперативного вмешательства [1]. Ранее нами была разработана программа восстановительного лечения пациентов с рецессией десны после осуществления вестибулопластики, которая включала диагностическую, оперативную и лечебно-восстановительную процедуры [2–4].

Диагностический этап был разработан на основании описанных в литературе алгоритмов [5, 6] и предполагал цифровое планирование и создание 3D-физической

и компьютерной модели фрагмента верхней или нижней челюсти [2–4]. В настоящее время использование 3D-моделирования в стоматологии является передовой медицинской технологией для оптимизации, упрощения, снижения рисков и повышения эффективности лечения [5, 7] за счет низкой стоимости [8] и персонализации зоны хирургического интереса [7]. Эти методы распространены не только для протезирования, но и имплантологии, ортодонтии, эндодонтии, пародонтологии, а также в челюстно-лицевой хирургии [8]. Несколько исследований сообщили об улучшении течения послеоперационного периода у пациентов, перенесших вестибулопластику, за счет создания персонализированных механических барьеров, отграничивающих хирургическую рану [9], или способа атравматического

забора десневого лоскута за счет использования хирургического навигационного шаблона [6, 10, 11]. Необходимо отметить, что в данной работе будет представлен иной подход к применению цифрового планирования процедуры вестибулопластики, заключающийся в получении шаблона для точного определения размеров забираемого трансплантата в донорском участке [3]. Он будет дополнен комплексом физиотерапевтических процедур, направленных на снижение отека, улучшение гемостаза, уменьшение выраженности боли и сокращение периода временной нетрудоспособности: фотобиостимуляцией, использованием адгезивных средств, оксигенотерапией и противорубцовой терапией [2–4]. В литературе имеется достаточно сведений об эффективности лазерного лечения [12], оксигенотерапии [13] для лучшего заживления ран и снижения болевых ощущений в стоматологии. Также обсуждается применение синтетических хирургических клеев на основе цианоакрилата для закрытия раневой поверхности [14, 15] и использование препаратов коллагеназы для предупреждения образования рубцов у пациентов, перенесших оперативное вмешательство на слизистой оболочке ротовой полости [16].

Таким образом, анализ текущей литературы подтверждает необходимость создания и изучения эффективности новых моделей реабилитации пациентов с патологией зубочелюстной системы, сочетающих цифровое планирование, 3D-моделирование и физиотерапевтические методы восстановительного лечения. Как сказано выше, существующие конкурентные способы оптимизации оперативного реконструктивного лечения стоматологических пациентов нацелены в основном на облегчение работы хирурга и не дополняются консервативными методами медицинской реабилитации. Представленный в работе способ не имеет аналогов, т. к. его использование предполагает ограничение размеров раневой поверхности донорского участка слизистой оболочки твердого неба и комплекс процедур восстановительного лечения [2–4].

Цель работы – клиническая оценка разработанного способа восстановительного лечения и реабилитации пациентов с дефицитом мягких тканей в области зуба или дентального имплантата после реконструктивной операции на слизистой оболочке полости рта.

Мы предполагаем, что применение данного способа уменьшит сроки заживления донорского и реципиентного участков десны и снизит интенсивность боли, что положительно скажется на качестве жизни и периоде временной нетрудоспособности у этих пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 322 пациента, мужчин и женщин в возрасте от 18 до 76 лет, обратившихся в стоматологическую клинику «Тотал Стом» (ООО «Тотал-С») г. Санкт-Петербурга, являющуюся клинической базой ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», по поводу лечения рецессии зубов нижней и верхней челюсти методом вестибулопластики. Окончательная выборка

281 пациента была сформирована на основании следующих критериев включения: возраст старше 18 лет; отсутствие острых соматических заболеваний; проведение обязательной профессиональной гигиены полости рта за неделю до хирургического вмешательства; наличие КТ-признаков (с локальным дефицитом мягких тканей слизистой полости рта) и объективной оценки биотипа десны (зондирование); наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании; дефицит мягких тканей и тонкий биотип десны в области установленных либо планируемых к установке дентальных имплантатов; установленный диагноз, соответствующий кодировке МКБ-10 T84, K08.8, K06, K06.8, K06.9. При этом 41 пациент был исключен на основании следующих критериев: отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании, несоблюдение пациентом плана лечебно-реабилитационных мероприятий, развитие местных и/или системных побочных эффектов, препятствующих продолжению участия в исследовании, наличие хронической соматической патологии в стадии декомпенсации, прохождение радиологического и/или химиотерапевтического лечения, местные и/или системные аллергические реакции в анамнезе, беременность и грудное вскармливание, оперативные вмешательства и травмы челюстно-лицевой области головы за последние 6 мес. до включения в исследование, психические заболевания, лечение антикоагулянтами, дезагрегантами, стероидными и нестероидными противовоспалительными препаратами на протяжении последнего месяца до включения в исследование.

Все участники исследования случайным образом были разделены на три группы в зависимости от способа диагностики полости рта, варианта оперативного вмешательства и объема получаемого восстановительного лечения.

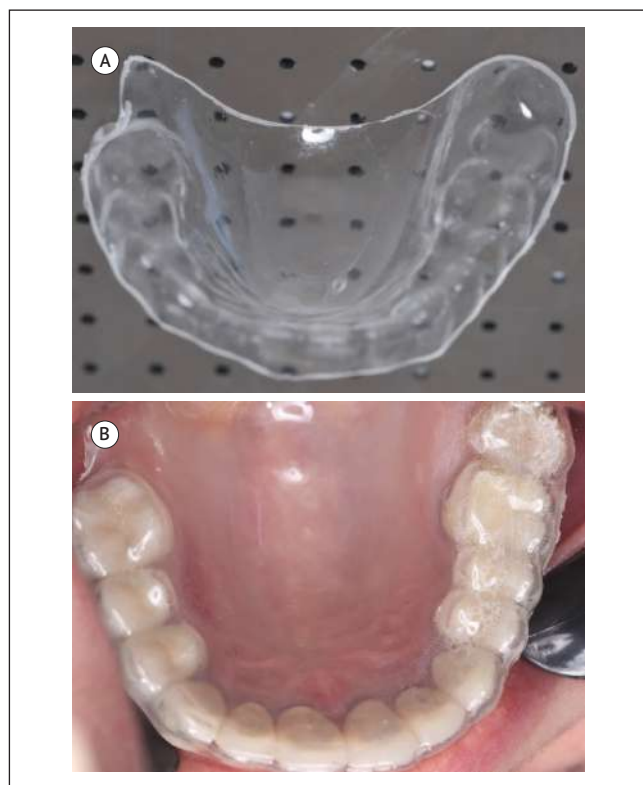
1-ю группу составили 90 пациентов, из них 33 мужчины и 57 женщин в возрасте от 18 до 76 лет (средний возраст 43 ± 14 года), которые перенесли операцию вестибулопластики без цифрового планирования и получили восстановительное лечение – фотобиотерапию и лекарственный электрофорез геля Ферменкол.

Во 2-ю группу были включены 86 пациентов, из них 60 женщин и 26 мужчин в возрасте от 22 до 71 года (средний возраст 40 ± 13 лет), перенесших операцию вестибулопластики без цифрового планирования и прошедших реабилитацию в виде установки защитной барьерной каппы для механического ограничения зоны хирургического интереса, фотобиотерапию и электрофорез геля Ферменкол (рис. 1).

В 3-ю группу были включены 105 пациентов, из них 68 женщин и 37 мужчин в возрасте от 18 до 71 года (средний возраст 41 ± 13 лет), перенесших вестибулопластику с цифровым планированием и созданием шаблона, с фиксацией донорского участка с применением адгезивного биоклея «Сульфакрилат». Данным пациентам проводилось лечебно-восстановительное лечение: фотобиотерапия, электрофорез геля Ферменкол, нормобарическая гиперокситерапия.

Вестибулопластика по поводу дефицита мягких тканей в области зуба или дентального имплантата проводилась

● **Рисунок 1.** Общий вид барьерной защитной каппы
 ● **Figure 1.** General view of the mouthguard



А – до; В – после установки в ротовую полость пациента

пересадкой соединительнотканного трансплантата с применением офтальмологического ножа, без оголения костной ткани и ее повреждения. После местной анестезии раствором Артикаина (в разведении 1:100000) производился забор ткани из донорского участка и пересадка его в реципиентную зону, где выполнялся разрез, соответствующий длине трансплантата, а также мобилизация десны с целью последующего расположения лоскута и закрытия обнажения имплантов. У пациентов из 1–2-й групп на рану накладывались узловые и горизонтальные П-образные швы (шовный материал Supramid 4.0), а у пациентов из 3-й группы для закрытия дефекта использовали адгезивный медицинский клей «Сульфакрилат». Фотосъемку хода операции осуществляли с применением камеры Canon 70D с объективом Canon 100 mm Macro (Япония).

При этом у пациентов из 1–2-й групп измерение площади поверхности донорского и реципиентного участков слизистой оболочки полости рта проводилось с использованием пародонтального зонда. У участников исследования из 3-й группы для этого производили цифровое сканирование, создание цифровой и физической модели зоны хирургического интереса с целью точного определения границ трансплантата. После регистрации клинических данных пациента осуществлялось измерение толщины десны оптическим сканированием с применением высокоскоростного интраорального сканера Medit i500 (Корея) и КТ нижней части головы с использованием конусно-лучевого компьютерного томографа (КЛКТ) MyRay (Италия). Кроме этого, оценивался биотип десны, цвет, плотность ткани, отсутствие мобильности при

надавливании. Эти данные были загружены в зарегистрированную авторскую программу для ЭВМ CMSI 1.0 с целью определения индекса целесообразности применения восстановительного лечения у всех участников исследования [4]. У всех участников исследования компьютерная программа с графическим интерфейсом для ЭВМ CMSI 1.0 сгенерировала заключение о целесообразном применении методики восстановительного лечения с учетом биотипа десны, возраста, цвета, смещаемости десны и величины рецессии.

Далее на основании данных оптического и КТ-сканирования с применением программного обеспечения Exocad 3.2 (Германия) создавалась трехмерная реконструкция сегмента верхней или нижней челюсти с десной. Данная виртуальная модель использовалась для создания физической тренировочной трехмерной имитации с применением 3D-принтера Phrozen Sonic Mini 8K (Тайвань) и полимерного материала HARS Labs (Россия). В результате получали возможность создания шаблона для точного забора и реимплантации десневого лоскута, который прикладывали к донорскому участку, и по его размерам выкраивали фрагмент для трансплантации. После этого донорский участок покрывали тонким равномерным слоем медицинского биоклея «Сульфакрилат» («Медин», Россия) с целью получения оптимальных условий для изоляции и протекции раневой поверхности.

Начиная с 3-го дня после оперативного вмешательства проводилась восстановительная терапия посредством инфракрасного лазерного излучения, головкой (излучателем), путем наложения ее рабочей поверхности в проекции раны слизистой оболочки полости рта (донорского участка). Методика контактная, режим импульсный с частотой 1000–1500 Гц и мощностью в импульсе 6–10 Вт, время воздействия 5–8 мин ежедневно, длина волны 890 Нм, курсом 10 процедур. Фотобиотерапию проводили с применением инфракрасного лазерного терапевтического стоматологического аппарата «Интрадонт-Скан» («Трима», Россия) пациентам всех групп.

Кроме этого, пациентам из всех групп наблюдения производили лекарственный электрофорез геля Ферменкол (научно-производственная компания «Высокие технологии», Россия) с использованием аппарата «Элфор-Проф» («Невотон», Россия) в течение 10 мин с 3-х сут. в послеоперационном периоде. Для этого смоченный физиологическим раствором (0,9%-ный натрия хлорид) «десневой» электрод устанавливали на донорский участок слизистой полости рта и пропускали постоянный электрический ток частотой 30 Гц и силой тока 30 мА.

Нормобарическая гиперокситерапия проводилась всем пациентам 3-ей группы (n = 105) с применением аппарата ОХУТERRA («СЕЛЛДЖИМ-РУС», регистрационное удостоверение № ФСР 2009/06438, Россия) [17]. Терапия проводилась с первого дня лечения через день до 14 сут. Для терапии использовался аппарат «Окситерра ГИПО-ОКСИ-1», камеры Oxysys 4000, Oxysys 4500, O2one. Для лечения используют кислородно-воздушную смесь с содержанием кислорода до 32% под давлением 1020–1100 гПа. Проводилась интервальная

нормобарическая гиперокситерапия. Режим: смесь с 32% O₂ – 3 мин; далее атмосферный воздух в течение 3 мин, 3 цикла.

Удаление швов производили на 7-е сут. послеоперационного периода. Сроки заживления донорского и реципиентного участков регистрировали по следующим признакам. Наличие следов и сгустков крови расценивалось как «свежий» раневой процесс, отсутствие следов крови, частичная эпителизация – как раневой процесс в фазе начального восстановления тканей, полная эпителизация – как раневой процесс в фазе завершения восстановления тканей.

Оценку выраженности боли выполняли на 1, 4 и 8-е сут. после операции с применением 10-балльной визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). Пациенту предлагалось разместить линию, перпендикулярно пересекающую визуально-аналоговую шкалу в той точке, которая соответствует интенсивности боли. С помощью линейки измеряется расстояние в сантиметрах между «отсутствием боли» и «невыносимой болью». Категоризацию болевых ощущений производили по следующей схеме: 0 баллов соответствовало отсутствию боли, 1–3 расценивали как легкую боль, 4–6 баллов – как умеренную, 7–8 – как выраженную, 9–10 – как невыносимую боль.

Статистический анализ полученных результатов осуществлялся с помощью алгоритма обработки данных StatXact-8 с программной оболочкой Cytel Studio version 8.0.0. Категориальные переменные сравнивались оценкой однородности распределения с помощью критерия хи-квадрат Пирсона для таблиц сопряженности признаков 4 × 3 и 5 × 3 с вычислением долей (с 95%-ными доверительными интервалами) пациентов из 1–3-й групп, имеющих признаки заживления в те или иные сроки, а также легкую, умеренную, выраженную, невыносимую боль по ВАШ на 1, 4 и 8-е сут. в послеоперационном периоде. Для анализа взаимозависимости площади поверхности донорского и реципиентного участков, их сроков заживления и уровня боли по шкале ВАШ у пациентов из обеих групп на 1, 7 и 14-е сут. после операции производили расчет и оценку коэффициентов корреляции Спирмена и их 95%-ных доверительных интервалов по общеизвестной репрезентативной методике. Статистически значимыми результаты считали при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

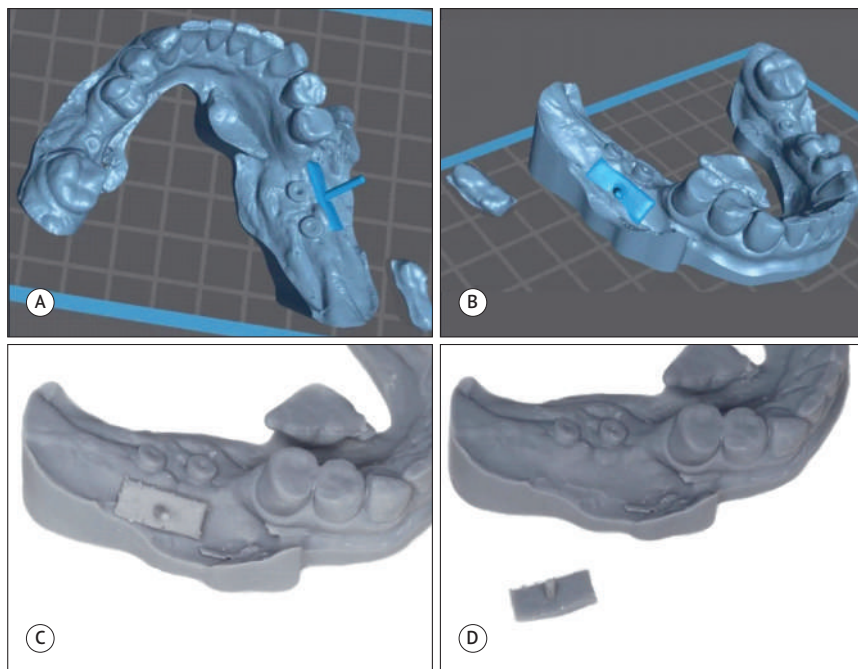
Пример успешного клинического применения разработанной 3D-модели после цифрового планирования у пациента М. 43 лет (3-я группа наблюдения) с признаками рецессии десны нижнего зубного ряда показан на *рис. 1, 2*.

На основании данных КЛКТ-исследования и оптического сканирования была создана тренировочная модель с целью планирования и подготовки к операции по пересадке свободных соединительнотканых лоскутов, а также проведения тоннельной пластики рецессий (*рис. 2*).

После проведения тренировочной операции на фантоме была измерена площадь реципиентного участка, а также подготовлены шаблоны для забора лоскутов. После выполнения местная анестезия раствором Артикаина (в разведении 1:100000), в области рецессии слизистой оболочки полости рта подготовлен «тоннель», обнажены импланты и проведена антисептическая обработка раствором Хлоргексидина 0,05% и подготовка реципиентной зоны. Шаблон был использован для забора лоскута с донорского участка с последующей его пересадкой в область рецессии (*рис. 2*). Донорский участок был покрыт слоем клея «Сульфакрилат» с целью ускорения заживления раны. Швы были сняты на 7-е сут. Мы не зафиксировали никаких осложнений или жалоб пациента на болевые ощущения в области вмешательства. Полное заживление раны произошло на 14-е сут. (*рис. 3*).

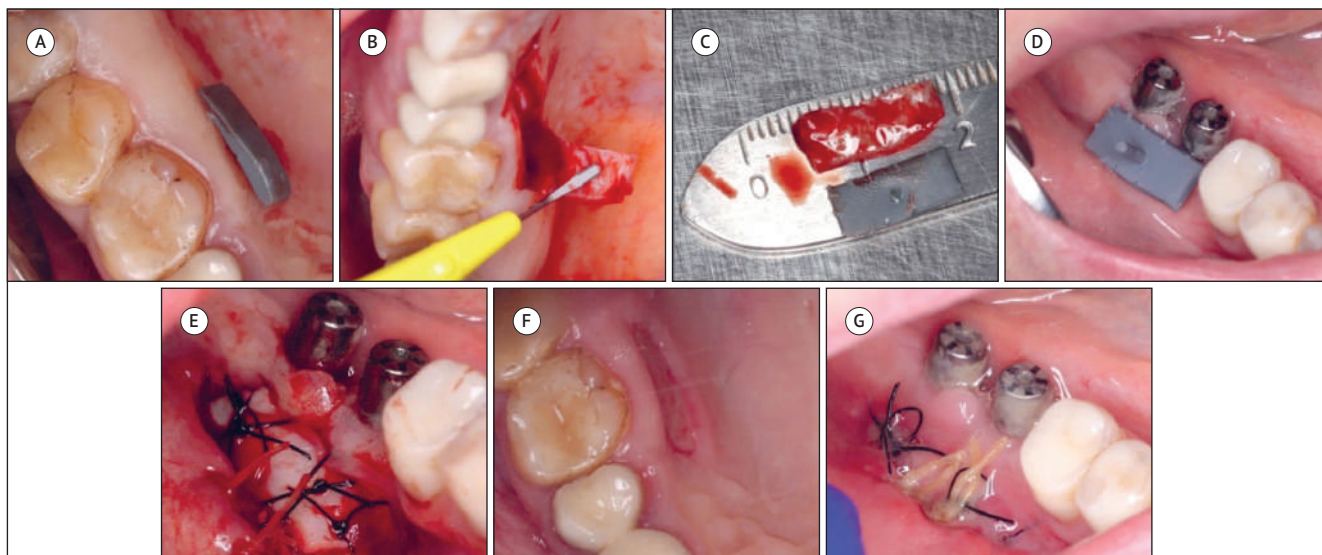
В литературе отмечают влияние местных факторов (длительные послеоперационные кровотечения, термические повреждения и др.) на заживление ран у стоматологических пациентов [18, 19]. В связи с этим мы провели исследование между группами для определения возможной взаимосвязи между площадью поверхности трансплантата и сроков заживления донорского и реципиентного участков в период реабилитации у разных групп.

- **Рисунок 2.** Пример этапности создания тренировочной трехмерной модели и шаблонов для забора и реимплантации десневого лоскута у пациента 3-й группы
- **Figure 2.** Example of a stage-by-stage approach to creating a training three-dimensional model and templates for harvesting and reimplanting a gingival flap in a patient from group 3



А, В – трехмерная реконструкция альвеолярной дуги; С, D – создание физической модели с применением 3D-принтера и полимерного материала

- **Рисунок 3.** Этапы выполнения операции у пациента из 3-й группы
 ● **Figure 3.** Phases of the surgical procedure in a patient from group 3



A, B, C – забор лоскута с применением офтальмологического скальпеля; D, E – реимплантация лоскута, F, G – вид раны через 7 дней после операции; C – вид раны через 30 дней после оперативного лечения

- **Таблица 1.** Корреляция площади поверхности трансплантата и сроков заживления донорского и реципиентного участков у пациентов из 1–3-й групп (представлены коэффициенты корреляции Спирмена (ρ), их 95%-ные доверительные интервалы и p -значения)

- **Table 1.** Correlation between the graft surface area and the healing time for the donor and recipient sites in patients from groups 1–3 (Spearman's rank correlation coefficients (ρ), their 95% confidence intervals and p -values are presented)

| Участок | Группа | | |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | 1-я группа | 2-я группа | 3-я группа |
| Донорский | 0,22 (0,01; 0,28), $p = 0,03805^*$ | 0,04 (-0,17; 0,25), $p = 0,703074$ | 0,09 (-0,10; 0,16), $p = 0,36612$ |
| Реципиентный | 0,09 (-0,12; 0,17), $p = 0,41105$ | 0,08 (-0,13; 0,29), $p = 0,450023$ | 0,34 (0,15; 0,38), $p = 0,000377^*$ |

* $p < 0,05$.

Результаты анализа зависимости между площадью поверхности трансплантата и сроков заживления донорского и реципиентного участков представлены в *табл. 1*. Представлена слабая прямая корреляция площади поверхности трансплантата и срока заживления донорского (но не реципиентного) участка у пациентов из 1-й группы, а также средняя прямая корреляция площади поверхности трансплантата и срока заживления реципиентного (но не донорского) участка у пациентов из 3-й группы. Указанные параметры у пациентов из 2-й группы не коррелировали (*табл. 1*).

В *табл. 2* представлены результаты анализа взаимосвязи площади поверхности трансплантата и уровня боли по ВАШ у пациентов суммарно из трех обследуемых групп. Обнаружена средняя обратная корреляция площади поверхности трансплантата и уровня боли по шкале ВАШ на 1, 4 и 8-е сут. обследования (*табл. 2*).

Анализ данных показал, что распределение сроков заживления донорского и реципиентного участков неоднородно и статистически значимо отличается у пациентов 1–3-й групп (*табл. 3*).

Распространенность легкой, умеренной, выраженной, невыносимой боли также не была однородна и статистически значимо отличалась у пациентов 1–3-й групп на 1, 4 и 8-е сут. после операции (*табл. 4*).

- **Таблица 2.** Корреляция площади поверхности трансплантата с уровнем боли по шкале ВАШ у пациентов из всех групп на 1, 4 и 8-е сут. после операции (представлены коэффициенты корреляции Спирмена (ρ), их 95%-ные доверительные интервалы и p -значения)

- **Table 2.** Correlation between the graft surface area and VAS pain intensity scores in patients from all groups on day 1, 4 and 8 after surgery (Spearman's rank correlation coefficients (ρ), their 95% confidence intervals and p -values are presented)

| Уровень боли по ВАШ | Площадь поверхности трансплантата |
|---------------------|--|
| На 1-е сут. | -0,44 (-0,53; -0,34), $p = 8,44 \times 10^{-15}$ |
| На 4-е сут. | -0,47 (-0,56; -0,38), $p = 8,77 \times 10^{-18}$ |
| На 8-е сут. | -0,53 (-0,61; -0,44), $p = 1,11 \times 10^{-22}$ |

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в работе приведены убедительные доказательства зависимости сроков заживления донорского и реципиентного участков от алгоритма применяемой диагностики и восстановительного лечения. Так, у пациентов из 1–2-й групп длительные сроки заживления имели место почти у 100% обследованных. При этом обнаружено длительное, в течение 10–15 дней, заживление

● **Таблица 3.** Распространенность сроков заживления донорского и реципиентного участков у пациентов 1–3-й групп (доли с 95%-ными доверительными интервалами)

● **Table 3.** Prevalence of the healing time of the donor and recipient sites in patients from groups 1–3 (proportions with 95% confidence intervals)

| Сроки | Условия | | | | | |
|------------|----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Донорский* | | | Реципиентный** | | |
| | 1-я | 2-я | 3-я | 1-я | 2-я | 3-я |
| До 3 сут. | 0 (0; 0,05) | 0 (0; 0,05) | 0,01 (0,0001; 0,06) | 0 (0; 0,05) | 0 (0; 0,05) | 0 (0; 0,04) |
| 3–5 сут. | 0,01 (0,00014; 0,07) | 0 (0; 0,05) | 0,07 (0,02; 0,15) | 0 (0; 0,05) | 0 (0; 0,05) | 0,05 (0,01; 0,12) |
| 6–9 сут. | 0,42 (0,29; 0,56) | 0,38 (0,26; 0,52) | 0,87 (0,77; 0,94) | 0,21 (0,12; 0,33) | 0,31 (0,20; 0,45) | 0,84 (0,73; 0,92) |
| 10–15 сут. | 0,57 (0,43; 0,69) | 0,62 (0,48; 0,74) | 0,06 (0,02; 0,14) | 0,79 (0,67; 0,88) | 0,69 (0,55; 0,80) | 0,11 (0,05; 0,21) |

* $p = 5,337 \times 10^{-10}$, ** $p = 5,842 \times 10^{-10}$.

● **Таблица 4.** Распространенность легкой, умеренной, выраженной, невыносимой боли у пациентов 1–3-й групп на 1, 4 и 8-е сут. после операции (доли с 95%-ными доверительными интервалами)

● **Table 4.** Prevalence of mild, moderate, severe, intolerable pain in patients from groups 1–3 on days 1, 4 and 8 after surgery (shares with 95% confidence intervals)

| Боль | Условия | | | | | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | 1-е сут.* | | | 4-е сут.** | | | 8-е сут.*** | | |
| | 1-я | 2-я | 3-я | 1-я | 2-я | 3-я | 1-я | 2-я | 3-я |
| Нет | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,05) | 0 (0; 0,06) | 0,28 (0,18; 0,40) |
| Легкая | 0 (0; 0,06) | 0,01 (0,0001; 0,08) | 0,74 (0,63; 0,84) | 0,02 (0,002; 0,09) | 0,15 (0,07; 0,27) | 0,95 (0,88; 0,99) | 0,26 (0,15; 0,38) | 0,49 (0,35; 0,63) | 0,72 (0,60; 0,82) |
| Умеренная | 0,07 (0,02; 0,16) | 0,79 (0,66; 0,89) | 0,23 (0,14; 0,34) | 0,27 (0,16; 0,40) | 0,83 (0,70; 0,92) | 0,05 (0,01; 0,12) | 0,63 (0,49; 0,75) | 0,50 (0,36; 0,64) | 0 (0; 0,05) |
| Выраженная | 0,51 (0,38; 0,64) | 0,16 (0,08; 0,28) | 0,03 (0,005; 0,10) | 0,68 (0,55; 0,79) | 0,02 (0,002; 0,10) | 0 (0; 0,06) | 0,10 (0,04; 0,20) | 0,01 (0,0001; 0,08) | 0 (0; 0,05) |
| Невыносимая | 0,42 (0,29; 0,56) | 0,03 (0,01; 0,12) | 0 (0; 0,06) | 0,03 (0,01; 0,11) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,06) | 0,01 (0,0001; 0,08) | 0 (0; 0,06) | 0 (0; 0,05) |

* $p = 1,768 \times 10^{-9}$, ** $p = 1,915 \times 10^{-9}$, *** $p = 7,581 \times 10^{-10}$.

донорского участка у 57% пациентов из 1-й группы и у 62% испытуемых из 2-й, а также реципиентного участка у 79% обследованных из 1-й группы и 79% из 2-й. Только 1% пациентов из 1-й группы продемонстрировали быстрое (3–5 дней) заживление донорского участка.

Совершенно иная картина наблюдалась при анализе послеоперационных сроков заживления у пациентов из 3-й группы. Обнаружено, что заживление донорского и реципиентного участка в течение 6–9 дней имело место у 87 и 84% пациентов соответственно. При этом короткие сроки заживления (3–5 дней) донорского участка наблюдались у 8% пациентов, а реципиентного участка – у 5% пациентов из этой группы. Длительные сроки заживления донорского и реципиентного участков наблюдались всего у 6 и 11% пациентов.

Сроки исчезновения болевых послеоперационных ощущений также отличались у пациентов из трех групп наблюдения. При этом у пациентов из 1–2-й групп наблюдалась сходная динамика. У 93% пациентов из 1-й группы на первые сутки после операции

наблюдалась выраженная и невыносимая боль и только у 7% – умеренная. У 95% пациентов из 2-й группы в это время имела место выраженная и умеренная боль, а у 3% – невыносимая. На 4-е сут. 95% из 1-й группы и 85% пациентов из 2-й группы испытывали умеренные и выраженные болевые ощущения по ВАШ. Легкая боль имела место у 2% пациентов из 1-й группы и 15% из 2-й группы. Невыносимая боль наблюдалась у 2% пациентов из 2-й группы. На 8-е сут. наблюдений у 89% пациентов из 1-й группы и 99% пациентов 2-й группы оставались легкие и умеренные болевые ощущения. Выраженная боль зарегистрирована у 10% пациентов из 1-й группы и 1% из 2-й. При этом у 1% участников из 1-й группы оценили болевые ощущения как невыносимые в этот период.

Пациенты из 3-й группы демонстрировали другую динамику исчезновения боли. На 1-е сут. наблюдения 97% пациентов из этой группы имели умеренные или легкие болевые ощущения и всего 3% – выраженную боль. На 4-е сут. обследования 95% пациентов испытывали

легкую боль, 5% – умеренную. На 8-е сут. наблюдения легкая боль беспокоила 72% пациентов, остальные не отмечали болевых ощущений в этот период.

Предполагается, что представленная в исследовании 3D-тканевая инженерия с использованием цифровых технологий, направленная на точное и индивидуализированное планирование размера трансплантата, является одним из факторов быстрого заживления послеоперационной раны у пациентов из 3-й группы. В результате проведенного анализа было показано, что площадь раневой поверхности прямо коррелирует с продолжительностью восстановительного периода после повреждения (табл. 1), что многократно подтверждалось при обследовании как пациентов с повреждением кожи [18], так и стоматологических пациентов [19]. В литературе сообщается, что точное планирование размеров трансплантата улучшило его приживаемость при лечении рецессии десны при коротком и длительном наблюдении [20]. Похожие результаты зарегистрированы при анализе взаимосвязи размеров небного лоскута и интенсивности боли [21].

Также сообщается, что механическое препятствие в виде постоянного соприкосновения раневой поверхности и здоровой слизистой [19], движение языка и смачивание слюной [22] являются распространенными предикторами длительного заживления за счет смещения грануляционной ткани и вновь образованного эпителия в сочетании с воздействием агрессивной среды, содержащей остатки пищи. Для ликвидации данных последствий нами была разработана и протестирована в работе защитная каппа, которая не показала достаточной эффективности. Другие исследования сообщают об удачном опыте применения индивидуализированных защитных барьерных средств, изготовленных на 3D-принтере, для ускорения заживления послеоперационной раны [9] и уменьшения болевых ощущений [23] после вестибулопластики. Отсутствие положительных результатов при применении защитной каппы в данной работе будут инициировать новые исследования по усовершенствованию методики ее применения.

Раневая поверхность после забора десневого трансплантата заживает вторичным натяжением, и поэтому их восстановление сопровождается длительным периодом заживления и болевыми ощущениями [12]. Динамика исчезновения болевых ощущений соответствует литературным данным: в большинстве источников указывается, что после вестибулопластики в первые 3 дня пациенты имеют достаточно интенсивную боль, на 5-е сут. – умеренную, а после 7-го дня она либо полностью исчезает, либо регистрируется слабая боль или дискомфорт в покое и при движении [24, 25]. На этом основании можно предположить, что пациенты из 1–2-й групп имели условно среднестатистические сроки исчезновения боли, а пациенты из 3-й группы демонстрируют ускоренное купирование болевых ощущений в раннем восстановительном периоде.

В данной работе положительные эффекты цифрового планирования объема трансплантата дополняются медикаментозными и физиотерапевтическими методами восстановительного лечения. Пациенты из всех групп наблюдения получали лазеротерапию и электрофорез геля Ферменкол.

Многочисленные исследования сообщают о противовоспалительном и анальгетическом эффекте экспозиции лазера на раневую поверхность после удаления третьих моляров, хирургически ассистированном быстром расширении неба, а также восстановлении после ранения десны и лечении травм и воспалительных заболеваний [26–31]. Применение лазера также способствовало уменьшению площади раны после забора тканевого трансплантата [32] и способствовало заживлению десны вокруг имплантата [33]. Согласно данным источников литературы, сочетание электрофоретического введения геля Ферменкол и лазерной терапии является лучшей комбинацией в предупреждении рубцовых изменений и стимуляции заживления [34, 35].

Применение фармакологических средств на основе коллагеназы способствовало санации раны, образованию грануляционной ткани, лучшей эпителизации, уменьшению размера раны, предупреждению разрастания рубцовой ткани [16]. Некоторые исследователи наблюдали взаимоусиливающий эффект лазерной терапии и применения Ферменкола [34, 35], что соответствует результатам, приведенным в данной работе.

Лучшие клинические эффекты уменьшения уровня боли и ускорения заживления донорского и реципиентного участка слизистой оболочки полости рта у пациентов из 3-й группы, возможно, были связаны с использованием хирургического клея «Сульфакрилат» и влиянием нормобарической гиперокситерапии. Клей «Сульфакрилат» обладает высокой адгезивностью, противовоспалительным и антибактериальным действием, поэтому широко рекомендовал себя для применения в стоматологии [14]. Применение адгезивных медицинских средств на основе цианоакрилата обладает не только удерживающей функцией, но и антибактериальным, гемостатическим, противовоспалительным и противоотечным эффектом [36, 37]. Применение этих медикаментозных средств показало улучшение восстановительного периода после хирургического удаления третьих моляров [38].

Оксигенотерапия продуцирует большое количество активных форм кислорода, которые стимулируют деление эпителиальных клеток и фибробластов для образования соединительной ткани, ангиогенез, обладает бактерицидным действием [13]. Многочисленные исследования сообщают о положительном эффекте гипербарической оксигенации и нормобарической гиперокситерапии в лечении ран десны [39], восстановлении после трансплантации десневого лоскута [40], заживлении лунок удаленных зубов [41], лечении пародонтита [42].

Необходимо отметить, что длительное психоэмоциональное напряжение, курение, употребление алкоголя, сахарный диабет, ожирение или недоедание, химиотерапия являются факторами, удлиняющими период заживления после операций [43], в т. ч. на слизистой полости рта, поскольку они связаны с локальными нарушениями кровообращения и иммунной функции [19, 44–46]. Обсуждается, что восстановление слизистой оболочки от повреждения может быть недостаточно у мужчин [47] и пожилых людей [44]. Среди местных факторов, влияющих на заживление ран у стоматологических пациентов, выделяют

длительные послеоперационные кровотечения, термические повреждения, наличие острых краев костей [19]. Молодой возраст, женский пол [19], повышенная тревожность, ожидание восприятия боли, наличие воспаления в ране [23], двигательная активность с вовлечением зоны хирургического интереса [48] являются предикторами интенсивных и продолжительных болевых ощущений [49].

Таким образом, учитывая безопасность представленной методики цифрового планирования восстановительного лечения в сочетании с медикаментозными и физиотерапевтическими средствами, возможно рекомендовать ее в качестве программы выбора при наличии у пациентов перечисленных факторов риска и с учетом биотипа десны.

ВЫВОДЫ

В исследовании представлены результаты клинического применения алгоритма восстановительного лечения хирургических ран после вестибулопластики по поводу реконструктивно восстановительных операций на слизистой оболочке полости рта при дефиците мягких тканей. Установлена клиническая эффективность цифрового

планирования и 3D-моделирования с созданием шаблона для прогнозирования точного размера трансплантата, протекцией донорского участка с применением адгезивного клея «Сульфакрилат» и лечебно-восстановительным лечением комбинацией лазеротерапии, электрофореза геля Ферменкол и нормобарической гиперокситерапии. У пациентов, получивших данный способ реабилитации, наблюдалось уменьшение сроков заживления донорского и реципиентного участков слизистой оболочки полости рта и снижение продолжительности и интенсивности болевого синдрома в 2–3 раза. Данный способ возможно рекомендовать для комплексного восстановительного лечения у пациентов при проведении реконструктивно восстановительных операций на слизистой оболочке полости рта, особенно при наличии факторов риска длительного заживления слизистой ротовой полости: пожилого возраста, злоупотребления алкоголем или табакокурением, онкологического заболевания, сахарного диабета и других метаболических нарушений.



Поступила / Received 03.07.2025

Поступила после рецензирования / Revised 25.07.2025

Принята в печать / Accepted 14.08.2025

Список литературы / References

1. Давыдов АА. Комплексная функциональная реабилитация в стоматологии. *Dental Magazine*. 2016;3(147):36–41. Режим доступа: <https://dentalmagazine.ru/posts/kompleksnaya-funkcionalnaya-reabilitaciya-v-stomatologii.html>. Davydov AA. Complex functional rehabilitation in stomatology. *Dental Magazine*. 2016;3(147):36–41. (In Russ.) Available at: <https://dentalmagazine.ru/posts/kompleksnaya-funkcionalnaya-reabilitaciya-v-stomatologii.html>.
2. Авалиян ВА, Власов МА, Сачиан ЮВ, Дайтиева АС, Карапетян ЕА. Применение 3D-технологий в практике стоматолога – ортодонта. *Современная стоматология*. 2023;1(1):41–42. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-3d-tehnologiy-v-praktike-stomatologa-ortodonta/pdf>. Avalyan VA, Vlasov MA, Sachiyan YV, Daitieva AS, Karapetyan EA. The use of 3D technologies in the practice of an orthodontist. *Modern Dentistry*. 2023;1(1):41–42. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-3d-tehnologiy-v-praktike-stomatologa-ortodonta/pdf>.
3. Власов МА, Колсанов АВ, Яковлев ЕВ, Смирнов АА, Бутко ДЮ, Живолупов СА, Гаврилова ТА. *Персонализированная литниковая система для моделирования и отработки техники забора и имплантации десневого лоскута*. Патент RU 233861 U1, 07.05.2025. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/rqtznx>.
4. Иванов ДО, Яковлев ЕВ, Бутко ДЮ, Власов МА, Даниленко ЛА, Калинина МВ, Баранцевич НЕ. *Программа для определения индекса в выборе оптимальной методики восстановительного лечения при реконструктивных операциях на мягких тканях зубочелюстной системы CMSI 1.0*. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025618147, 02.04.2025. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/dchixn>.
5. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl.):25–42. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g1.2>.
6. Апресян СВ, Степанов АГ, Ткаченко ЭД. *Направляющий шаблон для мягкотканной трансплантации*. Патент RU 2760296 C1, 23.11.2021. Режим доступа: <https://patent.ru/patent/RU2760296C1.pdf>.
7. Oleksy M, Dynarowicz K, Aebischer D. Rapid Prototyping Technologies: 3D Printing Applied in Medicine. *Pharmaceutics*. 2023;15(8):2169. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15082169>.
8. Jeong M, Radomski K, Lopez D, Liu JT, Lee JD, Lee SJ. Materials and Applications of 3D Printing Technology in Dentistry: An Overview. *Dent J*. 2023;12(1):1. <https://doi.org/10.3390/dj12010001>.
9. Gogoi A. Enhancing Gingival Phenotype With Vestibuloplasty and Free Gingival Graft: Improving Maintenance of Regular Oral Hygiene. *Cureus*. 2022;14(3):e23642. <https://doi.org/10.7759/cureus.23642>.
10. Апресян СВ, Степанов АГ, Варданян БА. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая. *Стоматология*. 2021;100(3):65–71. <https://doi.org/10.17116/stomat202110003165>.
11. Апресян СВ, Степанов АГ, Ретинская МВ, Суонии ВК. Разработка комплекса цифрового планирования стоматологического лечения и оценка его клинической эффективности. *Российский стоматологический журнал*. 2020;24(3):135–140. <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-135-140>. Апресян СВ, Степанов АГ, Ретинская МВ, Суонии ВК. Development of a complex of digital planning of dental treatment and evaluation of its clinical effectiveness. *Russian Journal of Dentistry*. 2020;24(3):135–140. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-135-140>.
12. Ebrahimi P, Hadilou M, Naserneysari F, Dolatabadi A, Tarzamani R, Vahed N et al. Effect of photobiomodulation in secondary intention gingival wound healing—a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):258. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01611-2>.
13. Ngeow WC, Tan CC, Goh YC, Deliberador TM, Cheah CW. A Narrative Review on Means to Promote Oxygenation and Angiogenesis in Oral Wound Healing. *Bioengineering*. 2022;9(11):636. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9110636>.
14. Спицын ВВ. Морфологические аспекты регенерационных процессов во внутренних органах на фоне применения клея «Сульфакрилат». *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2014;3(2):9–13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/sqivvp>.
15. Spitsin VV. Morphological aspects of regeneration processes in internal organs against the background of application of "Sulfacrylate" glue. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2014;3(2):9–13. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/sqivvp>.
16. Al-Azzawi HMA, Paolini R, Celentano A. Is Hydrogel an Appropriate Bioadhesive Material for Sutureless Oral Wound Closure? *Health Sci Rep*. 2024;7(12):e70249. <https://doi.org/10.1002/hsr.7.70249>.
17. Amadeh A, Mohebbi N, Amadeh Z, Jamshidbeigi A. Comparative Efficacy of Autolytic and Collagenase-Based Enzymatic Debridement in Chronic Wound Healing: A Comprehensive Systematic Review. *Int Wound J*. 2025;22(4):e70177. <https://doi.org/10.1111/iwj.70177>.
18. Цыганова ТН, Бобровникий ИП. *Аппарат для гупо-, гиперокситерапии*. Патент RU 2301686 C1, 27.06.2007. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/nodsok>.
19. Gorin DR, Cordts PR, LaMorte WW, Manzoian JO. The influence of wound geometry on the measurement of wound healing rates in clinical trials. *J Vasc Surg*. 1996;23(3):524–528. [https://doi.org/10.1016/s0741-5214\(96\)80021-8](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(96)80021-8).
20. Politis C, Schoenaers J, Jacobs R, Agbaje JO. Wound Healing Problems in the Mouth. *Front Physiol*. 2016;7:507. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00507>.
21. César Neto JB, Cavalcanti MC, Silva CO, Almeida VC, Sapata VM, Lazarin RO et al. Digital three-dimensional assessment of free gingival graft remodeling over 12 months. *J Dent*. 2024;148:105216. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105216>.
22. D'Ambrosio F, Caggiano M, Chiacchio A, Acerra A, Giordano F. Palatal Graft Harvesting Site Healing and Pain Management: What Is the Best Choice? *An Umbrella Review*. *Appl Sci*. 2024;14(13):5614. <https://doi.org/10.3390/app14135614>.

22. Wu J, Pan Z, Zhao ZY, Wang MH, Dong L, Gao HL et al. Anti-Swelling, Robust, and Adhesive Extracellular Matrix-Mimicking Hydrogel Used as Intraoral Dressing. *Adv Mater*. 2022;34(20):e2200115. <https://doi.org/10.1002/adma.202200115>.
23. Gardner SE, Abbott LI, Fiala CA, Rakel BA. Factors associated with high pain intensity during wound care procedures: A model. *Wound Repair Regen*. 2017;25(4):558–563. <https://doi.org/10.1111/wrr.12553>.
24. Almeida FX, Cotrim KC, Kalil EC, Bechara K, Dalla R, Rovai ES et al. Is there an effective way to control pain perception after free gingival graft removal? A systematic review and meta-analysis. *Braz Dent J*. 2023;34(6):10–29. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305503>.
25. Lektemur Alpan A, Torumtay Cin G. PRF improves wound healing and post-operative discomfort after harvesting subepithelial connective tissue graft from palate: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2020;24(1):425–436. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02934-9>.
26. Lacerda-Santos JT, Granja GL, Firmino RT, Dias RF, de Melo DP, Granville-Garcia AF, Martins CC. Use of Photobiomodulation to Reduce Postoperative Pain, Edema, and Trismus After Third Molar Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2023;81(9):1135–1145. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2023.05.007>.
27. Giansiracusa A, Parrini S, Baldini N, Bartali E, Chisci G. The Effect of Photobiomodulation on Third Molar Wound Recovery: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2024;13(18):5402. <https://doi.org/10.3390/jcm13185402>.
28. Abreu ME, Viegas VN, Pagnoncelli RM, de Lima EM, Farret AM, Kulczynski FZ, Farret MM. Infrared laser therapy after surgically assisted rapid palatal expansion to diminish pain and accelerate bone healing. *World J Orthod*. 2010;11(3):273–277. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20877738>.
29. Kohale BR, Agrawal AA, Raut CP. Effect of low-level laser therapy on wound healing and patients' response after scalpel gingivectomy: A randomized clinical split-mouth study. *J Indian Soc Periodontol*. 2018;22(5):419–426. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_239_18.
30. Isler SC, Uraz A, Guler B, Ozdemir Y, Cula S, Cetiner D. Effects of Laser Photobiomodulation and Ozone Therapy on Palatal Epithelial Wound Healing and Patient Morbidity. *Photomed Laser Surg*. 2018;36(11):571–580. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4492>.
31. Артемова АВ, Дикусар АА, Шекина ЛА. Использование лазера в лечении больных остеомиелитами нижней челюсти. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2015;5(10):1188. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru/uzpawr>.
32. Artemova AV, Dikussar AA, Shchekina LA. Laser use in the treatment of patients with osteomyelitis of the mandible. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015;5(10):1188. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/uzpawr>.
33. Morshedzadeh G, Aslroosta H, Vafaei M. Effect of GaAlAs 940 nm Photobiomodulation on palatal wound healing after free gingival graft surgery: a split mouth randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):202. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02229-8>.
34. Camolesi GCV, Somoza-Martín JM, Reboiras-López MD, Camacho-Alonso F, Blanco-Carrión A, Pérez-Sayáns M. Photobiomodulation in dental implant stability and post-surgical healing and inflammation. A randomised double-blind study. *Clin Oral Implants Res*. 2023;34(2):137–147. <https://doi.org/10.1111/clr.14026>.
35. Гриннева ТД, Диш АО, Трухачев ИГ. Опыт реабилитации в раннем периоде производственной травмы. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021;98(3-2):65. Режим доступа: <https://rumed.ru/wp-content/uploads/2021/06/Sbornik-tezisev-Zdravnitsa-2021.pdf>.
36. Гриннева ТД, Диш АО, Трухачев ИГ. Experience of rehabilitation in the early period of industrial trauma. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2021;98(3-2):65. (In Russ.) Available at: <https://rumed.ru/wp-content/uploads/2021/06/Sbornik-tezisev-Zdravnitsa-2021.pdf>.
37. Исмаилян КВ, Нагорнев СН, Круглова ЛС, Фролков ВК. Динамика уровня матриксных металлопротеиназ при проведении коррекции незрелых гипертрофических рубцов кожи с помощью импульсного лазера на красителе и фонофореза ферменкола. *Курортная медицина*. 2022;3(2):29–37. https://doi.org/10.51871/2304-0343_2022_3_29.
38. Ismailian KV, Nagornev SN, Kuglova LS, Frolov VV. Dynamics of matrix metalloproteinases level during correction of immature hypertrophic skin scars with pulsed dye laser and fonophoresis of fermentol. *Spa Medicine*. 2022;3(2):29–37. (In Russ.) https://doi.org/10.51871/2304-0343_2022_3_29.
39. Большедворская НЕ, Васильева ЛС, Молоков ВД. Морфологическая характеристика пародонта при лечении экспериментального пародон- тита с помощью антибактериальной клеевой композиции «Сульфакритат». *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2011;100(1):26–30. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/nqvieh>.
40. Bolshedvorskaya NE, Vasilieva LS, Molokov VD. Morphological characteristics of periodontium in the treatment of experimental periodontitis with antibacterial adhesive composition "Sulfacritate". *Siberian Medical Journal*. 2011;100(1):26–30. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/nqvieh>.
41. Escobar M, Pauletto P, Benfatti CAM, Cruz ACC, Flores-Mir C, Henriques BAPC. Effect of cyanoacrylate tissue adhesive in postoperative palatal pain management: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2021;25(6):3609–3622. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03683-w>.
42. Mahardawi B, Jiaranuchart S, Rochanavibhata S, Siriwat K, Mattheos N, Pimkhakham A. Cyanoacrylate tissue adhesive versus silk sutures for mandibular third molar surgery: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2024;28(3):180. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05578-6>.
43. Kasikatsiri J, Apaijai N, Aschaitrakool Y, Kerdphoo S, Sriyaryana N, Chattipakorn N, Chattipakorn SC. Hyperbaric oxygen therapy restores wound healing in irradiated gingiva to a similar level to that in healthy gingiva. *J Wound Care*. 2023;32(10):676–684. <https://doi.org/10.12968/jowc.2023.32.10.676>.
44. Helmers R, Milstein DM, van Hulst RA, de Lange J. Hyperbaric oxygen therapy accelerates vascularization in keratinized oral mucosal surgical flaps. *Head Neck*. 2014;36(9):1241–1247. <https://doi.org/10.1002/hed.23437>.
45. Liao J, Ren J, Qing W, Mu YD, Li P. Impact of Hyperbaric Oxygen on the Healing of Teeth Extraction Sockets and Alveolar Ridge Preservation. *Clin Oral Investig*. 2020;24(8):2591–2601. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03117-2>.
46. Бобровицкий ИП, Нагорнев СН, Рыгина КВ. Применение интервальной гипоксической тренировки и антиоксиданта мексидола при хронических генерализованных пародонтитах. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2008;3(2):27–31. Режим доступа: <http://elb.fesmu.ru/Article.aspx?id=185593>.
47. Bobrovitsky IP, Nagornyev SN, Rygina KV. Application of interval hypoxic training and antioxidant mexidol in chronic generalized periodontitis. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2008;3(2):27–31. (In Russ.) Available at: <http://elb.fesmu.ru/Article.aspx?id=185593>.
48. Яковлев ЕВ, Власов МА, Бутко ДЮ, Литвинцев БС, Даниленко ЛА. Создание фантомных моделей для отработки мануальных навыков хирургов с целью улучшения медицинской реабилитации пациентов стоматологического профиля. *Межвузовская научно-практическая конференция «Медико-психологические и педагогические аспекты реабилитации»*. Санкт-Петербург, 15 октября 2024 г. СПб.: Университет при МПА ЕвразЭС; 2024. С. 71–72.
49. Bogdan-Andrescu CF, Bănăţeanu AM, Botoacă O, Defta CL, Poalelungi CV, Brăila AD et al. Oral Wound Healing in Aging Population. *Surgeries*. 2024;5(9):956–969. <https://doi.org/10.3390/surgeries5040077>.
50. Алиханов БГ, Иорданишвили АК, Павлова СГ, Юшкова ИД. Гериатрические аспекты современной пластической хирургии. *Успехи геронтологии*. 2021;34(6):948–952. <https://doi.org/10.34922/AE.2021.34.6.018>.
51. Alikhanov BG, Iordanishvili AK, Pavlova SG, Yushkova ID. Geriatric aspects of modern plastic surgery. *Advances in Gerontology*. 2021;34(6):948–952. (In Russ.) <https://doi.org/10.34922/AE.2021.34.6.018>.
52. Tachalov VV, Orekhova LY, Kudryavtseva TV. Making a complex dental care tailored to the person: population health in focus of predictive, preventive and personalised (3P) medical approach. *The EPMA Journal*. 2021;12(2):129–140. <https://doi.org/10.1007/s13167-021-00240-7>.
53. Engeland CG, Marucha PT, Manos MP. Oral mucosal wound healing: Sex differences and inflammation. *Brain Behav Immun*. 2013;32(Suppl):e38. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.07.143>.
54. Rakel BA, Zimmerman BM, Geasland K, Embree J, Clark CR, Noiseux NO et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain during rehabilitation after total knee arthroplasty: A randomized, blinded, placebo-controlled trial. *Pain*. 2014;155(12):2599–2611. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2014.09.025>.
55. Давыдов АТ, Бутко ДЮ, Гришаев СЛ, Даниленко ЛА, Калинина МВ, Калинин АВ, Вышегородцева ЗИ. Особенности терапии болевого синдрома в реабилитационной практике. *Университетский терапевтический вестник*. 2023;5(2):5–16. <https://doi.org/10.56871/UTJ.2023.96.71.001>.
56. Davydov AT, Butko DYU, Grishaev SL, Danilenko LA, Kalinina MV, Kalinin AV, Vyshegorodtseva ZI. Special aspects of the pain syndrome treatment methods in rehabilitation practice. *University Therapeutic Journal*. 2023;5(2):5–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.56871/UTJ.2023.96.71.001>.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования – Е.В. Яковлев, М.А. Власов, Д.Ю. Бутко

Написание текста – Е.В. Яковлев, М.А. Власов, В.О. Еркудов

Сбор и обработка материала – М.А. Власов, Е.В. Яковлев, Л.А. Даниленко, С.А. Живолупов, М.В. Калинина, И.А. Божков

Обзор литературы – М.А. Власов, Е.В. Яковлев, Н.В. Корнева

Статистическая обработка – В.О. Еркудов, Е.В. Яковлев, М.А. Власов

Редактирование – Е.В. Яковлев, М.А. Власов, Д.Ю. Бутко, С.А. Живолупов, И.А. Божков, Н.В. Корнева

Утверждение окончательного варианта статьи – Е.В. Яковлев, М.А. Власов, Д.Ю. Бутко

Contribution of authors:

Study concept and design – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Dmitry Y. Butko

Text development – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Valery O. Erkudov

Collection and processing of material – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Igor A. Bozhkov, Sergey A. Zhivolupov, Larisa A. Danilenko, Marina V. Kalinina

Literature review – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Natalya V. Korneva

Statistical processing – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Valery O. Erkudov

Editing – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Dmitry Y. Butko, Sergey A. Zhivolupov

Approval of the final version of the article – Mikhail A. Vlasov, Evgeny V. Yakovlev, Dmitry Y. Butko

Информация об авторах:

Власов Михаил Арменакович, ассистент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0000-0002-9673-6703>; SPIN: 5579-2726; vlasov_mikael@inbox.ru

Яковлев Евгений Васильевич, д.м.н., доцент, заведующий неврологическим отделением, врач-невролог высшей категории, многопрофильная инновационная клиника ООО «Поток»; 199226, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кораблестроителей, д. 21, корп. 1в; заведующий кафедрой психофизиологии, Институт прикладного психоанализа и психологии Университета при Межпарламентской ассамблее ЕвразЭС; 199226, Россия, Санкт-Петербург, Галерный проезд, д. 3; доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0000-0002-8435-7562>; vmeda-ev@mail.ru

Бутко Дмитрий Юрьевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0000-0001-6284-0943>; prof.butko@mail.ru

Еркудов Валерий Олегович, к.м.н., доцент, доцент кафедры нормальной физиологии, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0000-0001-7351-0405>; verkudov@gmail.com

Божков Игорь Александрович, д.м.н., доцент, профессор кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; профессор кафедры семейной медицины, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 195067, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; <https://orcid.org/0000-0001-5586-9633>; bozhkovsxxi@rambler.ru

Живолупов Сергей Анатольевич, д.м.н., профессор, профессор кафедры нервных болезней, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; <https://orcid.org/0000-0003-0363-102X>; peroslava@yandex.ru

Даниленко Лариса Андреевна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0009-0009-4452-044X>; SPIN-код: 1183-8101; ldanspb@mail.ru.

Калинина Марина Васильевна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; <https://orcid.org/0009-0004-5809-1651>; SPIN-код: 4835-9842; marartamonova@mail.ru

Корнева Наталья Вячеславовна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет; 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; ассистент кафедры фтизиопульмонологии и торакальной хирургии, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 195015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; <https://orcid.org/0000-0003-1428-8263>; n.korneva82@mail.ru

Information about the authors:

Mikhail A. Vlasov, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9673-6703>; vlasov_mikael@inbox.ru

Evgeny V. Yakovlev, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Neurological Department, Neurologist of the Highest Category, Multidisciplinary Innovative Clinic Potok LLC; 21, Bldg. 1b, Korablestroiteley St., St Petersburg, 199226, Russia; Head of the Department of Psychophysiology of the Institute of Applied Psychoanalysis and Psychology of the University under the Interparliamentary Assembly of the EurAsEC; 3, Galerniy Proezd, St Petersburg, 199226, Russia; Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-8435-7562>; vmeda-ev@mail.ru

Dmitry Y. Butko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6284-0943>; prof.butko@mail.ru

Valery O. Erkudov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7351-0405>; verkudov@gmail.com

Igor A. Bozhkov, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; Professor of the Department of Family Medicine of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 195015, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5586-9633>; bozhkovsxxi@rambler.ru

Sergey A. Zhivolupov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Nervous Diseases, Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0363-102X>; peroslava@yandex.ru

Larisa A. Danilenko, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0009-0009-4452-044X>; ldanspb@mail.ru

Marina V. Kalinina, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; <https://orcid.org/0009-0004-5809-1651>; marartamonova@mail.ru

Natalya V. Korneva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya St., St Petersburg, 194100, Russia; Assistant Professor of the Department of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 195015, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-1428-8263>; n.korneva82@mail.ru