НОВАЯ ЭРА НАУКИ И ЗНАНИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
global-science-review.com
editor@global-science-review.com

УДК 616.314-089.23:004

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

«1-Стоматология»

Рахимова Дилбар Саидахроровна

Цифровой дизайн улыбки в ортопедической стоматологии: возможности, клиническое значение и перспективы применения

Аннотация

В данной статье представлен анализ современных возможностей применения цифрового дизайна улыбки (Digital Smile Design, DSD) в ортопедической стоматологии. Рассмотрены основные этапы цифрового планирования, включающие фотографический протокол, внутриротовое сканирование, компьютерное моделирование и интеграцию полученных данных с CAD/CAM-технологиями. Особое внимание уделено роли DSD в визуализации предполагаемого результата лечения, индивидуализации ортопедических конструкций и совершенствовании коммуникации между _____ пациентом и зубным техником. Проанализированы современные данные о точности цифровых оттисков, влиянии клинических условий и опыта оператора на результаты внутриротового сканирования. Показано, что цифровой рабочий процесс создает возможности для более последовательного планирования эстетической и функциональной реабилитации, однако не исключает необходимости клинической оценки биологических и функциональных параметров. Сделан вывод о том, что DSD целесообразно рассматривать как компонент комплексного цифрового протокола ортопедического лечения, а не как самостоятельный метод терапии.

Ключевые слова: *ортопедическая стоматология, цифровой дизайн улыбки, Digital Smile Design, цифровая стоматология, внутриротовое сканирование, CAD/CAM, эстетическая реабилитация, цифровой рабочий процесс.*

Center for Professional Qualification Development of Medical Workers

1 – Dentistry

Rakhimova D.S.

Digital Smile Design in Prosthodontics: Opportunities, Clinical Significance, and Prospects for Application

Abstract

This article presents an analytical review of the current applications of Digital Smile Design (DSD) in prosthodontics. The main stages of digital treatment planning are discussed, including photographic documentation, intraoral scanning, computer-aided modeling, and integration with CAD/CAM technologies. Particular attention is given to the role of DSD in visualizing the proposed treatment outcome, individualizing prosthetic restorations, and improving communication among the clinician, patient, and dental technician. Current evidence concerning the accuracy of digital impressions and the influence of clinical conditions and operator experience on intraoral scanning is also reviewed. The available evidence suggests that digital workflows provide opportunities for more structured planning of esthetic and functional rehabilitation but do not eliminate the need for clinical assessment of biological and functional parameters. DSD should therefore be regarded as a component of comprehensive digital prosthodontic planning rather than an independent treatment modality.

Keywords: *prosthodontics, Digital Smile Design, digital dentistry, intraoral scanning, CAD/CAM, esthetic rehabilitation, digital workflow.*

Tibbiyot xodimlarining kasbiy malakasini oshirish markazi

1 – Stomatologiya

Raximova D.S.

Ortopedik stomatologiyada raqamli tabassum dizayni: imkoniyatlar, klinik ahamiyati va qo‘llash istiqbollari

Annotatsiya

Ushbu maqolada zamonaviy ortopedik stomatologiyada Digital Smile Design (DSD) texnologiyasidan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Raqamli rejalashtirishning asosiy bosqichlari — fotografik protokol, og‘iz bo‘shlig‘ini skanerlash, kompyuter modellashtirish hamda CAD/CAM texnologiyalari bilan integratsiya qilish masalalari ko‘rib chiqiladi. DSDning davolash natijasini oldindan vizuallashtirish, ortopedik konstruksiyalarni individuallashtirish hamda shifokor, bemor va tish texnigi o‘rtasidagi kommunikatsiyani yaxshilashdagi o‘rni yoritiladi. Raqamli ish jarayonining imkoniyatlari bilan bir qatorda, skanerlash aniqligiga klinik sharoitlar va operator tajribasining ta’siri ham tahlil qilinadi. DSDni mustaqil davolash usuli emas, balki ortopedik reabilitatsiyani kompleks raqamli rejalashtirishning tarkibiy qismi sifatida ko‘rish maqsadga muvofiq degan xulosaga kelindi.

Kalit so‘zlar: *ortopedik stomatologiya, raqamli tabassum dizayni, Digital Smile Design, raqamli stomatologiya, intraoral skanerlash, CAD/CAM, estetik reabilitatsiya, raqamli ish jarayoni.*

Цифровой дизайн улыбки в ортопедической стоматологии: возможности, клиническое значение и перспективы применения

Введение

Современная ортопедическая стоматология ориентирована не только на восстановление утраченной функции зубочелюстной системы, но и на достижение эстетического результата, соответствующего индивидуальным

особенностям пациента. При планировании ортопедического лечения необходимо учитывать форму и положение зубов, состояние окружающих мягких тканей, положение губ, особенности лицевых пропорций и функциональные взаимоотношения зубных рядов.

Традиционный диагностический протокол включает клиническое обследование, фотографирование, получение диагностических моделей и восковое моделирование. Эти методы сохраняют важное клиническое значение, однако объединение большого количества диагностической информации в единую систему может быть затруднено. Развитие цифровых технологий создало возможность интеграции различных видов данных в единую виртуальную модель пациента. Digital Smile Design представляет собой цифровой подход к анализу и проектированию эстетических параметров улыбки. Его применение позволяет визуализировать предполагаемые изменения формы, размеров и положения зубов и использовать полученную информацию при дальнейшем планировании ортопедического лечения. Систематические обзоры последних лет указывают на потенциальную пользу DSD для коммуникации с пациентом, удовлетворенности лечением и восприятия предполагаемого эстетического результата. Вместе с тем цифровую визуализацию необходимо отличать от доказанной клинической эффективности. Виртуальный проект представляет собой модель предполагаемого лечения и не способен полностью воспроизвести биологическое поведение тканей, индивидуальные функциональные особенности и клинические условия. Поэтому цифровое планирование должно использоваться в сочетании с полноценной клинической диагностикой.

Цель исследования

Целью исследования являлся анализ современных возможностей применения цифрового дизайна улыбки в ортопедической стоматологии и

определение его места в комплексном планировании эстетической и функциональной реабилитации.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- охарактеризовать основные этапы цифрового проектирования улыбки;
- определить роль DSD в цифровом рабочем процессе ортопедического лечения;
- рассмотреть возможности применения внутриротового сканирования и CAD/CAM-технологий;
- проанализировать преимущества и ограничения цифрового подхода;
- оценить влияние опыта оператора на качество цифрового рабочего процесса;
- определить перспективные направления дальнейшего развития DSD.

Материалы и методы

Проведен аналитический обзор современной научной литературы, посвященной цифровому дизайну улыбки, цифровому планированию эстетического лечения, внутриротовому сканированию и CAD/CAM-технологиям в ортопедической стоматологии. Приоритет отдавался систематическим обзорам, метаанализам и клиническим исследованиям, опубликованным в рецензируемых научных изданиях и индексируемым в международных библиографических базах. Анализировались публикации, посвященные пациент-ориентированным результатам применения DSD, точности цифровых оттисков, особенностям сканирования беззубых зубных рядов, влиянию опыта оператора на внутриротовое сканирование и

возможностям применения искусственного интеллекта в цифровом дизайне улыбки.

При интерпретации результатов учитывались различия между исследованиями in vitro и in vivo, неоднородность используемых цифровых протоколов, различия в типах внутриротовых сканеров и клинических ситуациях.

Основные этапы цифрового дизайна улыбки

Цифровое проектирование улыбки представляет собой последовательный процесс обработки и интеграции диагностической информации. В зависимости от клинической задачи цифровой протокол может включать фотографическую документацию, внутриротовое сканирование, регистрацию окклюзионных взаимоотношений, компьютерное моделирование и последующее CAD/CAM-проектирование.

Фотографический протокол

Фотографическая документация является одним из исходных компонентов цифрового анализа. Фотографии лица и улыбки в стандартизированных проекциях позволяют оценивать положение губ, линию улыбки, симметрию и взаимное расположение зубов относительно лицевых ориентиров.Важным принципом является оценка зубов не изолированно, а в контексте общей лицевой композиции. Такой подход позволяет учитывать индивидуальные особенности пациента при определении предполагаемой формы, длины и положения будущих реставраций. Фотографические данные могут использоваться совместно с трехмерными цифровыми моделями, что расширяет возможности визуального анализа и позволяет формировать более комплексное представление о предполагаемом результате лечения.

Внутриротовое сканирование

Внутриротовое сканирование позволяет получать трехмерную цифровую модель зубных рядов, которая может использоваться для

последующего компьютерного проектирования ортопедических конструкций. По сравнению с физическими моделями цифровые данные удобны для электронного хранения, передачи между специалистами и интеграции с CAD/CAM-системами. Однако точность цифрового оттиска зависит от множества факторов, включая тип сканера, протяженность сканируемой области, особенности поверхности зубов и мягких тканей, условия в полости рта и технику работы оператора. Систематический обзор клинических исследований Giachetti и соавт. показал, что традиционные оттиски в рассмотренных клинических условиях демонстрировали более высокую точность, чем цифровые оттиски. При этом авторы подчеркнули необходимость дальнейшего изучения цифровых методов в более широком спектре клинических ситуаций.

Особые ограничения выявляются при сканировании полностью беззубых челюстей. В систематическом обзоре Wang и соавт., включившем 25 исследований, было показано, что точность внутриротового сканирования существенно варьировала в зависимости от условий исследования. Авторы указали на недостаточную точность цифровых оттисков полностью беззубых челюстей in vivo, особенно в периферических областях с подвижными тканями. Следовательно, выбор между цифровым и традиционным методом получения оттиска должен осуществляться с учетом конкретной клинической ситуации.

Компьютерное моделирование

После получения исходных коэффициентов формируется виртуальная модель, на которой могут анализироваться форма и размеры зубов, их положение относительно соседних структур, эстетические параметры и функциональные взаимоотношения. Компьютерное моделирование помогает создавать и сравнивать различные варианты будущих реставраций до начала их окончательного изготовления. Это предоставляет врачу возможность

обсуждать предполагаемый дизайн с пациентом и при необходимости корректировать проект на этапе планирования. Нужно учитывать вместе с тем виртуальная модель не заменяет клиническую оценку. Окончательное решение должно учитывать вместе с ортопедом состояние твердых и мягких тканей, пародонта, окклюзионные взаимоотношения и биологические ограничения.

Интеграция DSD и CAD/CAM

Практическая значимость цифрового дизайна возрастает при его объединении с CAD/CAM-технологиями. После согласования концепции реставрации цифровые данные могут использоваться при проектировании коронок, виниров, мостовидных протезов и других ортопедических конструкций. Таким образом, формируется последовательный цифровой рабочий процесс, при котором диагностическая информация может переходить от этапа планирования к моделированию и последующему производству ортопедической конструкции.Интеграция цифровых технологий позволяет уменьшить количество промежуточных этапов, связанных с физическим переносом диагностической информации, и обеспечить возможность электронного хранения данных. Однако наличие цифрового протокола не исключает клинического контроля. Врач должен оценивать состояние зубов и пародонта, объем твердых тканей, окклюзию и другие параметры, которые невозможно полноценно определить только по виртуальной модели.

Значение DSD для коммуникации с пациентом

Одной из важных особенностей цифрового дизайна улыбки является возможность визуального представления предполагаемого результата лечения. Пациенту может быть трудно представить будущие изменения формы, длины и положения зубов на основании только диагностических моделей и стандартных фотографий. Цифровая визуализация делает

обсуждение предполагаемого дизайна более наглядным и создает дополнительные возможности для участия пациента в обсуждении эстетических параметров лечения. Систематический обзор Jain и соавт., включивший публикации за период 2013–2023 гг., показал потенциальную пользу DSD для коммуникации, удовлетворенности пациентов и планирования эстетического лечения . Более поздний систематический обзор, посвященный пациент-ориентированным результатам DSD, также сообщил о положительной связи цифрового планирования с удовлетворенностью пациентов, принятием лечения, коммуникацией и восприятием предполагаемого результата. При этом авторы подчеркнули неоднородность исследований и необходимость дальнейших качественных и долгосрочных исследований . Таким образом, DSD может выполнять не только диагностическую и проектировочную, но и коммуникативную функцию.

Точность цифрового рабочего процесса

Точность является одним из основных критериев оценки качества цифрового рабочего процесса. Ошибки, возникающие на этапе получения исходных данных, потенциально могут передаваться на последующие стадии цифрового проектирования. Результаты исследований свидетельствуют о том, что точность цифровых оттисков зависит от клинической ситуации. В систематическом обзоре Giachetti и соавт. традиционные оттиски показали более высокую точность в рассмотренных клинических исследованиях, однако авторы отметили необходимость дальнейшего изучения цифровых методов . При этом цифровые методы обладают рядом организационных преимуществ. Полученные данные могут храниться в электронном виде, передаваться между специалистами и использоваться повторно при последующем планировании лечения. Следовательно, качество цифрового рабочего процесса целесообразно оценивать не только по точности отдельного сканирования, но и по совокупности всех этапов — от получения

диагностических данных до изготовления и клинической оценки ортопедической конструкции.

Роль опыта оператора

Несмотря на высокий уровень автоматизации, цифровая стоматология остается зависимой от квалификации специалиста. На результат могут влиять выбор стратегии сканирования, последовательность перемещения сканера, контроль рабочего поля и способность специалиста правильно оценивать полученную цифровую модель.Систематический обзор, метаанализ и метарегрессионное исследование Limones и соавт., опубликованные в 2026 году, показали, что неопытные операторы демонстрировали небольшое снижение показателя trueness и увеличенное время сканирования по сравнению с более опытными специалистами. Также было выявлено снижение удовлетворенности пациентов при выполнении сканирования неопытным оператором. После проведения обучения отмечалось улучшение точности и сокращение времени сканирования . При этом авторы указывают на низкую или очень низкую определенность доказательств для ряда исходов. Поэтому полученные результаты необходимо интерпретировать с учетом ограничений существующей доказательной базы . Данные результаты подчеркивают необходимость стандартизации цифровых протоколов и систематического обучения специалистов.

Преимущества цифрового дизайна улыбки

К основным возможностям применения DSD в ортопедической стоматологии относятся:

- предварительная визуализация предполагаемого эстетического результата;
- индивидуализация формы и размеров ортопедических конструкций;

- объединение фотографических и трехмерных данных;
- повышение наглядности коммуникации с пациентом;
- улучшение взаимодействия врача и зубного техника;
- интеграция с CAD/CAM-проектированием;
- цифровое хранение диагностической информации;
- возможность повторного использования полученных данных;
- создание последовательного цифрового рабочего процесса.

Особое значение DSD приобретает при комплексной эстетической и функциональной реабилитации, когда необходимо учитывать не отдельный зуб, а взаимосвязь зубов, мягких тканей, губ и лицевых ориентиров.

Ограничения метода

Несмотря на значительные возможности, цифровой дизайн улыбки имеет ряд ограничений.

1. Во-первых, виртуальная модель представляет собой цифровое отображение клинической ситуации и не может полностью воспроизвести биологические особенности тканей.

2. Во-вторых, качество конечного результата зависит от точности исходных данных. Ошибки на этапе фотографирования, сканирования или регистрации окклюзионных взаимоотношений могут передаваться на последующие этапы цифрового рабочего процесса.

3. В-третьих, цифровая визуализация может формировать у пациента чрезмерно конкретные ожидания. Поэтому виртуальный дизайн следует представлять как инструмент планирования, а не как гарантию получения идентичного клинического результата.

4. Кроме того, точность внутриротового сканирования неодинакова в различных клинических ситуациях. Особенно выраженные ограничения могут наблюдаться при полном отсутствии зубов и наличии подвижных мягких тканей. В систематическом обзоре Wang и соавт. отмечены проблемы сканирования периферических областей беззубых челюстей, включая преддверие полости рта, мягкое небо и подъязычную область .

Перспективы развития

Дальнейшее развитие цифровой ортопедической стоматологии связано с объединением различных диагностических технологий в единую цифровую платформу. Перспективным направлением является интеграция фотографических данных, трехмерных моделей зубных рядов, CAD/CAM и технологий трехмерной визуализации. Отдельное направление представляет использование искусственного интеллекта. Современные исследования рассматривают AI-инструменты для автоматизированного анализа лицевых параметров и создания цифровых вариантов дизайна улыбки. Систематический обзор и метаанализ Saini и соавт., опубликованный в 2025 году, был посвящен влиянию AI-based DSD на удовлетворенность пациентов и специалистов, а также оценку лицевой эстетики. Авторы отмечают перспективность данного направления, но одновременно указывают на необходимость дальнейшего клинического изучения и учета неоднородности существующих исследований.

Таким образом, искусственный интеллект может рассматриваться как дополнительный инструмент цифрового анализа, но его использование не

исключает участия квалифицированного врача в интерпретации результатов и принятии клинических решений. Перспективным также является развитие полностью цифровых рабочих процессов, при которых диагностические данные пациента могут использоваться на различных этапах лечения — от первоначального планирования до проектирования, изготовления и контроля ортопедической конструкции.

Обсуждение

Цифровой дизайн улыбки отражает переход современной ортопедической стоматологии от использования отдельных диагностических материалов к их интеграции в единую цифровую систему. Основная ценность DSD заключается не только в возможности создать виртуальное изображение будущей улыбки, но и в объединении эстетических, анатомических и функциональных данных в процессе планирования лечения. Вместе с тем наличие цифрового оборудования само по себе не является гарантией улучшения клинического результата. Эффективность цифрового рабочего процесса определяется качеством исходной диагностики, корректностью получения и регистрации цифровых данных, квалификацией специалиста и правильностью интерпретации полученной информации. Современная доказательная база подтверждает перспективность цифровых технологий, но одновременно демонстрирует существующие ограничения. В частности, точность внутриротового сканирования зависит от клинической ситуации, протяженности сканируемой области и особенностей используемой технологии . Поэтому цифровые и традиционные методы целесообразно рассматривать не как взаимоисключающие системы, а как инструменты, выбор которых должен соответствовать конкретной клинической задаче. С учетом имеющихся данных DSD наиболее рационально рассматривать как компонент комплексного цифрового протокола ортопедической реабилитации.

Заключение

Разработанный данный метод, является перспективным инструментом современной ортопедической стоматологии, позволяющим систематизировать диагностическую информацию, визуализировать предполагаемый результат лечения и совершенствовать коммуникацию между врачом, пациентом и зубным техником. Интеграция DSD с внутриротовым сканированием и CAD/CAM-технологиями создает условия для формирования последовательного цифрового рабочего процесса — от диагностики и проектирования до изготовления ортопедической конструкции. Вместе с тем существующая доказательная база не позволяет рассматривать цифровые технологии как универсальную замену традиционным методам во всех клинических ситуациях. Точность цифрового протокола зависит от клинических условий, используемого оборудования, программного обеспечения, методики работы и квалификации оператора. Дальнейшее развитие цифрового дизайна улыбки связано со стандартизацией диагностических протоколов, накоплением клинических данных, совершенствованием CAD/CAM-систем и внедрением технологий искусственного интеллекта. На современном этапе DSD целесообразно рассматривать как компонент комплексного, индивидуализированного и ориентированного на пациента планирования ортопедической реабилитации.

Литература

Alwabel L.K., Alabduljabar W.M., Alawfi L.K., et al. Digital Smile Design and Patient-Centered Outcomes in Esthetic Restorative Dentistry: A Systematic Review. 2025.

Jain A., Bhushan P., Mahato M., Solanki B.B., Dutta D., Hota S., Raut A., Mohanty A.K. The Recent Use, Patient Satisfaction, and Advancement in Digital Smile Designing: A Systematic Review. Cureus. 2024;16(6):e62459

Giachetti L., Sarti C., Cinelli F., Scaminaci Russo D. Accuracy of Digital Impressions in Fixed Prosthodontics: A Systematic Review of Clinical Studies. International Journal of Prosthodontics. 2020;33(2):192–201.

Wang Y., Li Y., Liang S., Yuan F., Liu Y., Ye H., Zhou Y. The Accuracy of Intraoral Scan in Obtaining Digital Impressions of Edentulous Arches: A Systematic Review. Journal of Evidence-Based Dental Practice. 2024;24(1):101933.

Limones A., Morton D., Sallorenzo A., Lin W.S., Sadid-Zadeh R., Phasuk K., Revilla-León M., Gómez-Polo M. Impact of operator experience on intraoral digital scanning: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. The Journal of Prosthetic Dentistry.

Saini R.S., Kaur K., Gurumurthy V., Binduhayyim R.I.H., Kaushik A., Kuruniyan M.S., Alarcón-Sánchez M.A., Heboyan A. Impact of artificial intelligence-based digital smile design on patient and clinician satisfaction and facial esthetic outcomes: A systematic review and meta-analysis. DIGITAL HEALTH. 2025;