

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

Рашидов Рустам Абдурасул угли

DSc, ТГСИ, Доцент кафедры Госпитальной ортопедической стоматологии

Ибрагимов Исфандиёр Алижон угли

Ташкентский Международный Университет Кимё, ассистент Кафедры фундаментальных медицинских наук

Аннотация: Современные технологии значительно изменили подходы к лечению в ортопедической стоматологии. Одним из важнейших достижений является внедрение цифрового протокола, который включает 3D-сканирование, компьютерное моделирование и аддитивные технологии. Цель данной статьи – рассмотреть преимущества и особенности применения цифрового протокола в ортопедической стоматологии, а также оценить его влияние на качество лечения и удовлетворенность пациентов.

Ключевые слова: цифровой протокол, интраоральное сканирование, 3D печать, ортопедическая стоматология.

Введение

Ортопедическая стоматология требует высокой точности и индивидуального подхода к каждому пациенту. Традиционные методы изготовления ортопедических конструкций имеют ряд ограничений, включая длительный процесс изготовления, вероятность ошибок на этапах снятия оттисков и моделирования. Развитие цифровых технологий позволило значительно упростить и усовершенствовать процесс создания ортопедических конструкций. Цифровой протокол охватывает весь процесс лечения — от первичной консультации и диагностики до установки готового протеза. Основными инструментами становятся интраоральные сканеры, системы CAD

(computer-aided design) и САМ (computer-aided manufacturing), а также технологии 3D-печати.

Основные этапы цифрового протокола

Интраоральное сканирование:

Интраоральные сканеры представляют собой современную альтернативу традиционным слепкам, обеспечивая высокоточную цифровую репликацию анатомических особенностей зубов и окружающих тканей. Их использование значительно повышает комфорт пациента, исключая необходимость в слепочных массах, которые могут вызывать неприятные ощущения. Благодаря встроенным функциям цветного сканирования современные устройства позволяют не только создавать точные трехмерные модели, но и передавать цветовую гамму тканей и реставрационных материалов в режиме реального времени, что упрощает процесс планирования и согласования лечения. Полученные цифровые данные легко интегрируются в компьютерные системы, упрощая их передачу в зуботехнические лаборатории, применение в CAD/CAM-технологиях и использование для последующего анализа, моделирования и изготовления ортопедических конструкций.

Изготовление ортопедических конструкций с помощью CAD/CAM-технологий:

Программное обеспечение CAD играет ключевую роль в цифровом протоколе изготовления ортопедических конструкций, позволяя стоматологам и зубным техникам создавать детализированные виртуальные модели будущих реставраций. На этом этапе осуществляется комплексный анализ и проектирование, включающее:

- Оценку окклюзионных взаимоотношений и особенностей прикуса пациента для оптимального распределения жевательной нагрузки.
- Разработку формы, размеров и структуры протеза с учетом индивидуальных анатомических параметров.

- Виртуальное моделирование взаимодействия реставрации с окружающими тканями, что позволяет спрогнозировать ее поведение в полости рта.

Благодаря гибкости современных программных решений специалисты могут вносить коррективы в проект, адаптируя его под клинические и эстетические требования. Кроме того, пациенты получают возможность заранее увидеть предполагаемый результат и принять участие в процессе согласования, что повышает предсказуемость и эффективность лечения.

Преимущества цифрового протокола

Высокая точность и предсказуемость результатов Использование цифровых технологий минимизирует влияние человеческого фактора и устраняет ошибки, характерные для традиционных методов, таких как деформации слепков или неточности гипсовых моделей. Это особенно критично при создании сложных ортопедических конструкций, включая мостовидные протезы и цельнокерамические коронки, где даже минимальное отклонение может повлиять на посадку и функциональность реставрации.

Сокращение сроков изготовления Цифровой рабочий процесс позволяет значительно ускорить процесс создания ортопедических конструкций. Благодаря интеграции CAD/CAM-систем, в ряде случаев реставрации можно спроектировать, изготовить и установить в течение одного визита, что особенно востребовано в концепции «протезирование за один день» (Same-Day Dentistry).

Повышенный комфорт для пациента Отказ от традиционных слепочных масс устраняет дискомфорт, связанный с их использованием, особенно у пациентов с повышенным рвотным рефлексом. Дополнительно, возможность визуализации результата лечения на этапе планирования позволяет пациенту заранее увидеть ожидаемый итог, что повышает доверие и удовлетворенность процессом лечения.

Гибкость, универсальность и интеграция данных Цифровые данные легко сохраняются, передаются и используются в различных стоматологических

направлениях, включая ортопедию, ортодонтию и имплантологию. Интеграция с программами для хирургического планирования позволяет точно прогнозировать исход лечения и повышает его междисциплинарную координацию. Кроме того, цифровые модели можно архивировать, что упрощает повторное изготовление конструкций при необходимости.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение цифровых технологий в ортопедическую стоматологию сопряжено с рядом ограничений и трудностей:

Высокая стоимость оборудования и внедрения Современные интраоральные сканеры, CAD/CAM-системы и 3D-принтеры требуют значительных финансовых вложений как на этапе приобретения, так и в процессе их эксплуатации. Кроме того, расходы включают регулярное обновление программного обеспечения, техническое обслуживание и замену изношенных компонентов. Это делает цифровой протокол менее доступным для небольших стоматологических клиник и лабораторий.

Необходимость дополнительного обучения специалистов. Для эффективной работы с цифровыми технологиями стоматологи, зубные техники и их ассистенты должны проходить специализированное обучение. Освоение программного обеспечения для моделирования, настройка оборудования и интерпретация цифровых данных требуют времени и практического опыта, что может замедлить внедрение новых технологий в клиническую практику.

Технические сложности и несовместимость систем. Несмотря на общий прогресс в цифровой стоматологии, остаются вопросы совместимости программного обеспечения и оборудования различных производителей. Возможны сбои в передаче и обработке данных, ошибки при экспорте цифровых моделей или несовместимость файловых форматов между сканерами, фрезерными станками и 3D-принтерами. Это может приводить к необходимости дополнительных корректировок и увеличивать время производства реставраций.

Ограничения в выборе материалов. Хотя цифровые технологии активно развиваются, не все стоматологические материалы совместимы с CAD/CAM-

обработкой или 3D-печатью. Некоторые виды керамики, композитов или металлов требуют традиционной методики изготовления, что ограничивает возможности полной цифровизации процесса.

Потенциальные риски хранения и защиты данных Переход на цифровой протокол предполагает хранение большого объема информации о пациентах, включая 3D-сканы, планы лечения и виртуальные модели. Это создает дополнительные требования к безопасности данных и защите конфиденциальной информации от утечек или кибератак.

Несмотря на эти вызовы, постоянное совершенствование цифровых технологий, снижение их стоимости и улучшение совместимости программных решений делают цифровой протокол все более доступным и эффективным инструментом в ортопедической стоматологии.

Будущее цифрового протокола в стоматологии

Технологии продолжают активно развиваться, делая цифровой протокол все более доступным и универсальным. Среди перспективных направлений можно выделить:

- Интеграцию искусственного интеллекта для автоматического проектирования реставраций,
- Развитие биосовместимых материалов для 3D-печати,
- Внедрение облачных технологий для хранения и обработки данных. Эти достижения позволят повысить доступность цифрового протокола, расширить его применение и улучшить качество стоматологических услуг.

Заключение

Цифровой протокол в ортопедической стоматологии представляет собой инновационный подход, который меняет традиционные методы диагностики и лечения. Его использование позволяет достигать высокой точности, предсказуемости и эффективности, улучшая как профессиональный процесс, так и удовлетворенность пациентов. Внедрение этих технологий требует

значительных инвестиций и обучения специалистов, однако их преимущества очевидны. Цифровая трансформация становится неотъемлемой частью современной стоматологии, задавая новые стандарты качества и удобства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Güth J.F., Edelhoff D., Schweiger J., Keul C. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations // *British Dental Journal*. – 2014. – Vol. 217, No. 9. – P. 535-544.
2. Revilla-León M., Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for 3D Metal Printing in Dentistry // *Current Oral Health Reports*. – 2017. – Vol. 4, No. 3. – P. 201-208.
3. van Noort R. The future of dental devices is digital // *Dental Materials*. – 2012. – Vol. 28, No. 1. – P. 3-12.
4. Alifui-Segbaya F., Bowman J., White A.R. In-vitro evaluation of CAD/CAM manufactured occlusal splints using additive manufacturing // *Journal of Dentistry*. – 2019. – Vol. 81. – P. 35-40.
5. Abduo J., Lyons K. Clinical considerations for digital scanning in prosthodontics and restorative dentistry // *Australian Dental Journal*. – 2013. – Vol. 58, No. 1. – P. 34-42.
6. Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая // *Стоматология*. – 2021. – №3.
7. Кузнецов С.Д., Кузнецова Е.С. Цифровые технологии в ортопедической стоматологии: современное состояние и перспективы // *Стоматология*. – 2020. – Т. 99, №4. – С. 72-76.
8. Иванова Е.В. Интеграция цифровых технологий в стоматологии-ортопедии: тенденции и проблемы // *Вестник современной клинической медицины*. – 2020. – Т. 13, №5. – С. 45-50.