УДК 616.314-77

ЦИФРОВЫЕ ПОЛНЫЕ СЪЁМНЫЕ ПРОТЕЗЫ: КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ CAD/CAM-ТЕХНОЛОГИЙ И ОГРАНИЧЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Хабибуллаева Диана Кудратуллаевна

Исмаилова Замира Баходировна

Саидова Диёрахон Шавкатовна

dianash.ds63@gmail.com
zamira2205577@gmail.com
diyoraiskandariy@gmail.com

Аннотация. Цифровизация съёмного протезирования меняет традиционный алгоритм лечения пациентов с полной адентией. CAD/CAM-подход позволяет переводить регистрацию клинических данных, проектирование базиса и постановку искусственных зубов в цифровую среду, а окончательную конструкцию изготавливать методом фрезерования либо аддитивной печати. Цель настоящей работы — на основании современных систематических обзоров оценить клинические преимущества и ограничения цифровых полных съёмных протезов. Анализ показывает, что цифровые конструкции в целом обеспечивают сопоставимые с традиционными протезами показатели удовлетворённости пациентов и клинической эффективности, при этом фрезерованные базисы демонстрируют стабильную адаптацию и возможность стандартизации производственного процесса. Наиболее уязвимыми звеньями остаются регистрация функциональных границ протезного ложа, передача межчелюстных отношений и качество исходного цифрового сканирования при выраженной атрофии. Сделан вывод о целесообразности дифференцированного выбора цифрового, традиционного или комбинированного протокола в зависимости от клинической ситуации.

Ключевые слова: ортопедическая стоматология, полная адентия, полный съёмный протез, CAD/CAM, цифровое протезирование, фрезерование, 3D-печать.

Актуальность

Полная потеря зубов остаётся значимой клинической проблемой, поскольку влияет не только на жевательную эффективность, но и на речь, эстетику, социальную адаптацию

и качество жизни пациента. Традиционное изготовление полного съёмного протеза требует нескольких клинических и лабораторных этапов: первичных и функциональных оттисков, определения центрального соотношения челюстей, постановки искусственных зубов, полимеризации базиса и последующей коррекции. Каждый дополнительный этап потенциально создаёт источник размерной или оператор-зависимой ошибки.

Цифровой рабочий процесс направлен на сокращение числа промежуточных операций и сохранение клинической информации в электронном виде. В зависимости от системы данные могут быть получены путём прямого интраорального сканирования, сканирования традиционных оттисков или гипсовых моделей. После виртуального проектирования протез изготавливается методом субтрактивного фрезерования промышленно полимеризованного диска либо аддитивной 3D-печати.

При этом тезис о безусловном превосходстве цифрового метода некорректен. При полной адентии слизистая оболочка подвижна, отсутствуют стабильные зубные ориентиры, а функциональная форма переходной складки должна регистрироваться с учётом движения мягких тканей. Поэтому цифровой протокол следует оценивать не по степени технологичности, а по способности воспроизводимо обеспечить ретенцию, стабилизацию, окклюзию и комфорт пациента.

Цель исследования

Оценить клиническую эффективность, основные преимущества и ограничения CAD/CAM-технологий при изготовлении полных съёмных зубных протезов на основании современных данных доказательной стоматологии.

Материалы и методы

Работа выполнена как аналитический обзор научных публикаций 2024–2026 гг., представленных в рецензируемых стоматологических изданиях. Приоритет отдавался систематическим обзорам, метаанализам и клиническим исследованиям, в которых цифровые полные съёмные протезы сравнивались с традиционными конструкциями по ретенции, адаптации базиса, удовлетворённости пациентов, числу коррекций, экономическим показателям и технологическим осложнениям. Отдельно анализировались различия между фрезерованными и 3D-печатными конструкциями.

Результаты и обсуждение

Систематический обзор и метаанализ Avelino и соавт. включил 16 исследований. Авторы показали, что цифровые полные съёмные протезы в целом имеют сходные или лучшие показатели клинической эффективности по сравнению с традиционными конструкциями. Для удовлетворённости пациентов статистически значимых различий между цифровыми и традиционными методами не было выявлено. Вместе с тем в вопросе ретенции необходимо различать способ производства: традиционные протезы

в объединённом анализе имели преимущество над напечатанными, тогда как между традиционными и фрезерованными конструкциями значимого различия по ретенции не отмечалось.

Эти данные важны для практики: термин «цифровой протез» объединяет технологически разные конструкции. Фрезерованный базис формируется из промышленно полимеризованной заготовки и не проходит классический этап полимеризации в кювете, что уменьшает влияние усадки. Для 3D-печати результат сильнее зависит от ориентации объекта, толщины слоя, фотополимера, режима постполимеризации и качества финишной обработки. Следовательно, клиническая оценка должна учитывать конкретную технологию производства, а не только факт применения CAD/CAM.

Метаанализ Jafarpour и соавт. показал отсутствие устойчивого превосходства цифровых протезов по субъективной удовлетворённости пациента, однако отметил преимущества отдельных CAD/CAM-протоколов в отношении числа коррекционных визитов и затрат. Это означает, что реальная ценность цифрового протезирования может проявляться прежде всего в воспроизводимости, архивировании дизайна и организационной эффективности, а не в обязательном улучшении каждого клинического показателя.

Систематический обзор Liu, Zhao и Xu, опубликованный в 2025 г., подчёркивает, что основными нерешёнными вопросами остаются точная регистрация функциональных границ, получение достоверного цифрового оттиска беззубой челюсти и перенос челюстных соотношений. В сложных клинических случаях комбинированный протокол, при котором функциональный оттиск получают традиционно, а дальнейшее проектирование и изготовление выполняют цифровым способом, может быть рациональнее полностью цифрового сценария.

Критерий	**Традиционный протокол**	**CAD/CAM-протокол**
Хранение данных	Физические модели и оттиски	Цифровой архив, возможное повторное изготовление
Количество лабораторных операций	Высокое	Сокращается при интегрированном процессе

Критерий	Традиционный протокол	CAD/CAM-протокол
Ретенция	Предсказуема при качественном функциональном оттиске	Сопоставима для фрезерованных протезов; зависит от метода получения данных
Коррекция/ремейк	Требуется повторение ряда этапов	Дизайн можно использовать повторно при сохранении клинической ситуации
Критическая зона	Полимеризационная усадка, человеческий фактор	Сканирование мягких тканей, межчелюстные отношения, программный протокол

Таблица 1. Сравнение традиционного и цифрового рабочего процесса при полном съёмном протезировании.

Практически значимым преимуществом цифрового подхода является возможность сохранения дизайна протеза. При утрате или переломе конструкции цифровой архив потенциально позволяет быстрее воспроизвести протез без полного повторения диагностико-лабораторного цикла, если состояние протезного ложа и межчелюстные отношения существенно не изменились. Однако эта возможность не должна подменять клиническую переоценку тканей протезного ложа, поскольку их состояние со временем меняется.

Таким образом, наиболее сильный сценарий использования CAD/CAM при полной адентии — не механическая замена каждого традиционного этапа цифровым, а выбор тех этапов, где цифровизация реально повышает воспроизводимость и снижает число технологических ошибок. Для пациентов с выраженной атрофией, подвижной слизистой оболочкой или сложной нейромышечной адаптацией полностью цифровая регистрация может быть недостаточной и должна дополняться функциональными клиническими методами.

Выводы

1. CAD/CAM-технологии являются клинически обоснованным инструментом современной ортопедической стоматологии при лечении полной адентии.
2. По данным современных систематических обзоров, удовлетворённость пациентов цифровыми и традиционными полными протезами в большинстве сравнений существенно не различается; фрезерованные конструкции демонстрируют более

предсказуемую ретенцию, чем часть 3D-печатных протезов.

3. Ключевыми преимуществами цифрового процесса являются стандартизация, цифровое архивирование, возможность воспроизводства конструкции и сокращение ряда лабораторных операций.

4. Основными ограничениями остаются точность регистрации подвижных мягких тканей, функциональных границ и межчелюстных отношений при полной адентии.

5. При сложной анатомии протезного ложа оптимальным может быть комбинированный протокол: традиционная функциональная регистрация с последующим цифровым проектированием и CAD/CAM-изготовлением.

Практические рекомендации

Перед выбором полностью цифрового протокола необходимо оценивать степень атрофии альвеолярных отростков, подвижность слизистой оболочки, возможность стабильной регистрации центрального соотношения и качество цифрового оттиска. Метод производства — фрезерование или 3D-печать — должен рассматриваться как отдельный клинически значимый фактор.

Литература

1. Avelino M.E.L., Costa R.T.F., Vila-Nova T.E.L. et al. Clinical performance and patient-related outcome measures of digitally fabricated complete dentures: A systematic review and meta-analysis. Journal of Prosthetic Dentistry. 2024;132(4):748.e1–748.e10. doi:10.1016/j.prosdent.2024.02.003.

2. Jafarpour D., Haricharan P.B., de Souza R.F. CAD/CAM versus traditional complete dentures: A systematic review and meta-analysis of patient- and clinician-reported outcomes and costs. Journal of Oral Rehabilitation. 2024;51(9):1911–1924. doi:10.1111/joor.13738.

3. Liu R., Zhao L., Xu L. Research status, technical challenges, and clinical application of digitally fabricated complete dentures: A systematic review. Journal of Prosthetic Dentistry. 2025;134(4):1107.e1–1107.e12. doi:10.1016/j.prosdent.2025.06.008.

4. Grande F., Pavone L., Molinelli F. et al. CAD-CAM complete digital dentures: An improved clinical and laboratory workflow. Journal of Prosthetic Dentistry. 2025;133(6):1430–1435. doi:10.1016/j.prosdent.2024.11.016.

5. Menon R.K., Yew H.X., Wei B.C.T. et al. CAD-CAM vs. conventional denture bases: a systematic review with network meta-analysis of in vitro studies comparing strength, hardness, toughness, and elastic properties. Frontiers in Dental Medicine. 2025;6:1638794. doi:10.3389/fdmed.2025.1638794.

6. Singh R., Mistry G., Choudhary M. et al. An update on CAD-CAM usage for removable partial denture fabrication: A systematic review. Bioinformation. 2024;20(12):1794–1799. doi:10.6026/9732063002001794.