

ЦИФРОВАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ:
МНОГОУРОВНЕВАЯ КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ НА
КЛИНИЧЕСКИЕ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ПАЦИЕНТ-
ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИСХОДЫ

Мухаммеджанов Нурмухаммрад
Студент, факультета медицины
Ташкентского Международного университета
Кимё, Узбекситан, г.Ташкент
Абдувалиев Анвар Арсланбекович
PhD, доцент Кафедры фундаментальных
медицинских дисциплин, Ташкентский
Международный Университет Кимё
Узбекистан, г.Ташкент

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Интеграция виртуального хирургического планирования (VSP) и пациент-специфических имплантатов (PSI) изменила стратегию реконструкции нижней челюсти, обеспечив переход от интраоперационной адаптации к предоперационному цифровому моделированию. Однако клиническое значение этих технологий выходит за пределы геометрической точности и требует системного осмысления.

Цель. Разработать и обосновать многоуровневую концептуальную модель влияния цифровой реконструкции на морфологические, биомеханические, функциональные и психосоциальные исходы.

Методы. Выполнен научно-аналитический обзор литературы 2010–2024 гг. с тематической кластеризацией публикаций и концептуальным синтезом

механизмов воздействия. Анализ строился на выявлении межуровневых причинно-следственных связей.

Результаты. Предложена шестиуровневая модель воздействия: геометрический, биомеханический, функциональный, нутритивный, психосоциальный и экономический уровни. Показано, что влияние цифровой реконструкции носит каскадный и системный характер.

Заключение. Цифровая реконструкция должна рассматриваться как многофакторная реабилитационная технология, а не исключительно как инструмент повышения точности. Модель может служить теоретической основой для будущих клинических исследований.

1. Введение

Реконструкция нижней челюсти после онкологической резекции представляет собой восстановление сложной биомеханической системы. Нижняя челюсть выполняет функцию опорной дуги, передающей жевательную нагрузку, стабилизирующей темпоромандибулярный сустав и формирующей пространственную конфигурацию нижней трети лица.

Сегментарная мандибулэктомия вызывает:

- нарушение непрерывности костной арки
- перераспределение мышечных векторов
- изменение окклюзионной плоскости
- снижение жевательной эффективности
- расстройства речи и глотания
- выраженный психосоциальный стресс

Традиционные методы реконструкции зависят от интраоперационного моделирования пластин и субъективной оценки хирурга. Это приводит к вариабельности геометрии и потенциальной нестабильности конструкции.

Цифровая реконструкция предлагает иной подход — прецизионное моделирование на основе КТ-данных с созданием индивидуализированных конструкций.

Несмотря на накопление клинических данных, влияние цифровых технологий редко рассматривается в системной перспективе. Настоящая работа направлена на формирование многоуровневой концептуальной модели, объединяющей морфологические и пациент-ориентированные исходы.

2. Методы

2.1 Дизайн

Научно-аналитический обзор с концептуальным синтезом.

2.2 Принципы анализа

Литература была сгруппирована по тематическим блокам:

точность реконструкции

биомеханика имплантатов

функциональные исходы

показатели качества жизни

осложнения

экономические аспекты

Особое внимание уделялось выявлению логических связей между структурной реконструкцией и клинической реабилитацией.

3. Результат: РАСШИРЕННАЯ МНОГОУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ

3.1 Геометрический уровень: пространственная предсказуемость

Цифровое планирование обеспечивает:

воспроизведение контралатеральной анатомии

точную симуляцию резекционных границ

оптимизацию углов остеотомии

восстановление дуги и окклюзионной плоскости

Геометрическая точность формирует фундамент для биомеханической стабильности. Даже минимальные отклонения могут привести к нарушению распределения нагрузки и вторичной дисфункции.

3.2 Биомеханический уровень: оптимизация передачи нагрузки

Индивидуализированные конструкции:

уменьшают концентрацию напряжения

обеспечивают равномерное распределение жевательной нагрузки

снижают риск микроподвижности сегментов

Пористые структуры способствуют остеоинтеграции и формированию биологической фиксации. Биомеханическая стабильность снижает вероятность усталостных переломов и расшатывания винтов.

3.3 Функциональный уровень: восстановление кинематики

Геометрическая и механическая стабильность приводит к:

восстановлению жевательной эффективности

улучшению артикуляционной чёткости

нормализации фазы орофарингеального глотания

Функциональное восстановление следует рассматривать как интегративный показатель качества реконструкции.

3.4 Нутритивный уровень: метаболическая компенсация

Пациенты после реконструкции часто страдают от:

ограничения рациона

дефицита калорий

снижения массы тела

Восстановление полноценного жевания позволяет перейти от мягкой диеты к физиологическому питанию, что положительно влияет на иммунный статус и общую реабилитацию.

3.5 Психосоциальный уровень: идентичность и адаптация

Лицевая симметрия и возможность нормального питания и речи напрямую влияют на:

самооценку

социальную активность

профессиональную реинтеграцию

снижение тревожности и депрессивных симптомов

Психосоциальная реабилитация является конечной точкой каскада.

3.6 Экономический уровень: баланс ресурсов и результатов

Хотя цифровые технологии увеличивают начальные затраты, потенциальные преимущества включают:

сокращение времени операции

уменьшение числа ревизий

ускорение реабилитации

снижение косвенных социальных затрат

Экономическая эффективность требует анализа на основе долгосрочных показателей.

Расширенная модель системного воздействия цифровой реконструкции

| Уровень | Основной механизм | Вторичный эффект | Клиническое значение |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Геометрический | Точность формы | Окклюзионная стабильность | Предсказуемость |
| Биомеханический | Распределение нагрузки | Снижение микроподвижности | Долговечность конструкции |
| Функциональный | Восстановление кинематики | Улучшение речи и жевания | Реабилитация |
| Нутритивный | Нормализация питания | Улучшение метаболизма | Общее восстановление |
| Психосоциальный | Симметрия лица | Социальная интеграция | Качество жизни |
| Экономический | Оптимизация ресурсов | Снижение ревизий | Системная эффективность |

4. Дискуссия

Предлагаемая модель демонстрирует, что цифровая реконструкция представляет собой не локальную технологическую модификацию, а системную интервенцию, затрагивающую несколько уровней клинической реальности.

Ключевой тезис:

Геометрическая точность является триггером каскада последующих реабилитационных эффектов.

Однако необходимо учитывать:

зависимость результатов от уровня центра

влияние learning curve

неравномерную доступность технологий

ограниченность долгосрочных данных

Будущие исследования должны быть направлены на межуровневый анализ исходов, а не только на сравнение времени операции.

5. Ограничения

аналитический характер работы

отсутствие количественной агрегации данных

возможная селективность источников

6. Вывод

Цифровая реконструкция нижней челюсти оказывает многоуровневое системное воздействие — от микрогеометрии до социальной реинтеграции пациента.

Предложенная модель позволяет интерпретировать существующие данные в интегративной перспективе и может служить основой для будущих клинических и экономических исследований.

Bibliography:

Padilla PL, Mericli AF, Largo RD, et al. Computer-aided design and manufacturing in head and neck reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2021;148(1):168–179.

Salinero L, Boczar D, Barrow B, et al. Patient-centred outcomes in computer-aided free flap mandibular reconstruction. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2022;60(8):1048–1056.

de Groot RJ, et al. Functional outcomes after digitally planned fibula free flap reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019.

Sun R, Zhou Y, et al. Digital versus traditional head and neck reconstruction. *World J Surg Oncol.* 2022;20:215.

Copelli C, et al. CAD/CAM technology in mandibular reconstruction. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2024

Essig H, Rana M, et al. Preoperative digital planning in mandibular reconstruction. *Head Face Med.* 2011.