

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Салимов О.Р., Махмудов М.В., Алимов О.Р.

**Ташкентский государственный стоматологический институт
Узбекистан**

Аннотация: Восстановление функции жевания разнообразными видами протезов при частичной потере зубов до настоящего времени остается актуальной задачей ортопедической стоматологии. Несъёмные мостовидные протезы с опорой на имплантаты обеспечивают, в сравнении с другими видами ортопедического лечения, более полное восстановление жевательной функции зубочелюстной системы и быструю адаптацию к ним.

В данной работе оценена роль ортопедического лечения в общем комплексе лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению развития осложнений при протезировании с опорой на имплантаты, разработана математическая модель прогнозирования эффективности замковых креплений на имплантатах.

Впервые с помощью клинико-функциональных и математических методов исследования проведено комплексное изучение состояния опорных зон имплантатов ортопедических конструкций и научно обоснован выбор ортопедического метода лечения дефектов зубных рядов с опорой на дентальные имплантаты в зависимости от оценки эффективности замкового крепления (аттачменов) зубных протезов на естественных зубах и имплантатах.

Цель исследования: разработать математическую модель прогнозирования оценки эффективности замкового крепления (аттачменов) зубных протезов на естественных зубах и имплантатах.

Материалы и методы исследования: С целью создания корректной математической модели протезного ложа мы провели дополнительные клинические и математические исследования по определению модуля упругости и коэффициента поперечной деформации слизистой оболочки.

Нами была проведена оценка точности изготовления литых замковых кламмеров по двум методикам. Для этого была изготовлена фантомная модель из твердого гипса, на которой имелся металлический имитатор опорной коронки с фрезеровкой под литой замковый кламмер. Сравнивались методика изготовления замковых кламмеров со снятием восковой репродукции с рабочей модели и метод литья на огнеупорной модели.

Результаты и их обсуждение

Нами было протезировано 100 пациентов комбинированными протезными конструкциями с различными типами аттачменов. Из них 17 человек с аттачменом фирмы Авиценна, 14 - Rhein 83 strategy, 23 - Servo Dental (рельсовым), 16 - МК-1, 17 - Bredent VKS SG, 14 — с аттачменом собственной конструкции. Оценка ближайших и отдаленных результатов, проведена у всех пациентов. Оценка эффективности ортопедического лечения пациентов с применением съёмных

протезов на замках проводилась на основании отзывов пациентов о протезе, осмотра тканей протезного ложа, выявления наличия или отсутствия патологической подвижности опорных зубов десневых и пародонтальных карманов, зубных отложений, участков гиперемии слизистой оболочки беззубых альвеолярных отростков. Учитывалось также качество прилегания искусственных коронок, наличие или отсутствие ретракции десневого края в области искусственных коронок, наличие промывного пространства под искусственными зубами и патрицами в некоронковых аттачменов.

Пациенты, ранее не пользовавшиеся съемными протезами, после наложения испытывали ощущения инородного тела в полости рта, повышенное слюноотделение, нарушение дикции, стеснение движения языка. Наиболее часто это отмечали пациенты, имеющие обширные дефекты зубных рядов и давно утратившие зубы. Адаптация к протезам занимала, со слов пациентов, от двух-трех дней до одной-трех недель.

У всех пациентов фиксация протезов сразу после их наложения была хорошей. При обследовании пациентов спустя 6 месяцев подвижность опорных зубов и образование зубодесневых карманов не обнаружены. Зубные отложения локализовались в основном на язычной поверхности коронок. Рентгенологическое обследование не выявило существенных изменений состояния пародонта опорных зубов и альвеолярного отростка.

Перебазировка готового протеза потребовалась в 40% случаев. После наложения протезов пациенты приглашались на первую коррекцию на следующий день. Образование участков раздражения на слизистой оболочке было отмечено у 25 человек без преобладания в какой-либо возрастной группе либо тяготения к какому-либо типу замкового крепления. Период привыкания к протезам у 80% пациентов проходил без каких-либо сложностей. У 20% пациентов сложности в период адаптации были связаны с болезненностью под базисом протеза (18 человек), с нарушением дикции (10 человек). Все пациенты, у которых была длительная болезненность под базисом протеза, имели концевые изъяны нижнего зубного ряда с выраженной атрофией альвеолярного отростка и четвертым типом по Кулаженко.

При наложении протезов плохой фиксации не наблюдалось. Мы связываем это с достаточным контролем качества в лаборатории. В случаях, когда межальвеолярная высота недостаточна, для размещения аттачмена и облицовки жевательной поверхности над ним целесообразно создавать литую жевательную поверхность или литую накусочную площадку, занимающую часть жевательной поверхности. Если в данном случае пытаться облицовывать жевательную поверхность первого зуба съемного протеза пластмассой, то в дальнейшем происходит ее ускоренное стирание с обнажением ретенционных элементов (перлов). При этом ухудшается внешний вид протеза, однако при попытке наслоить новую порцию пластмассы происходит завышение межальвеолярной высоты. Лучшие результаты получаются при применении для облицовки композиционных материалов.

Для создания трехмерной геометрической модели в рамках настоящей

работы использовалась методика воссоздания геометрии на основе последовательности описаний параллельных плоских сечений (слоев) зубочелюстной системы, отстоящих друг от друга на заданном расстоянии. Современная компьютерная томография позволяет получать изображения таких сечений с достаточной для последующего моделирования точностью. Для создания математической модели использовались компьютерные томограммы как нижней, так и верхней челюстей пациентов. На основе томографических срезов, полученных со смещением по вертикальной оси на заданную величину (от 0,7 до 1 мм) были созданы векторные контуры кортикального слоя кости, спонгиозного вещества кости, а так же модели зубов -антагонистов. В виртуальной графической среде было осуществлено масштабирование препаратов до реальных размеров и проведена стратификация препаратов по высоте с заданным шагом (0.7 мм).

Далее в программной среде INVENTOR по отдельности моделировались кортикальный слой кости и спонгиозное вещество кости. При этом использовалась операция построение тела по сечениям. С помощью пакета 3Д - моделирования по соответствующим изолиниям были построены поверхности. Аналогичным образом была получена модель зубного ряда пациента. Используя операции булевой алгебры модель зубного ряда совмещалась с моделью имплантата. Файлы отдельных поверхностей модели в формате IGES были экспортированы в программу HYPERMESH, с помощью которой была осуществлена операция разбиения твердотельной модели на конечные элементы.

Рассмотренная методика построения математических конечно элементных моделей использовалась при численном моделировании нескольких клинических случаев.

Важно отметить, что созданные по рассмотренной методике пространственные математические модели позволяли выделить и детально проанализировать любой участок костной ткани и любой элемент протезной конструкции.

Выбор адекватной математической модели системы играет важнейшую роль при проведении численных исследований. Именно на этапе разработки математической модели решаются сложные вопросы, связанные с оценкой степени влияния тех или иных факторов и их рациональным математическим описанием. Особые, отличительные свойства биологических тканей используются либо для построения моделирующих их конечных элементов с особыми свойствами, либо для записи граничных условий. Например, условий в зонах контакта имплантата с биологическими тканями.

В таблице 1 приведены значения максимальных сил сдавливания, полученные в различных исследованиях. Приведенные в таблице значения следует рассматривать как некоторые среднестатистические оценки рассматриваемых величин в силу неизбежности статистического разброса характеристик зубочелюстной системы у различных пациентов.

Таблица 1

Экспериментальные данные о величинах максимальных сдвигающих сил

Максимальная сила сдвигания (в ньютонах)				
Зубы	Резцы	Клыки	Премоляры	Моляры
Взрослые пациенты	до 150	323-485	424-583	475-749

На величину нагрузок помимо возраста влияет общее физиологическое состояние пациента. По-видимому, по мере накопления фактического материала можно будет более точно описать необходимые законы статистического распределения и пользоваться ими при математическом моделировании.

Математическая модель биомеханической системы: антагонисты - супраструктура - имплантаты - опорные ткани протеза, включающая в себя в качестве исходных параметров основные характеристики зубочелюстной системы пациента и характеристики проектируемой протезной конструкции, позволила с помощью ЭВМ проанализировать для каждого конкретного клинического случая различные варианты протезных конструкций и остановить выбор на варианте наиболее рациональном для пациента.

Выводы. Математическое моделирование системы протез - протезное ложе при концевых дефектах зубных рядов должно быть основано на построении предельно приближенной к анатомическому строению расчетной модели с использованием контактного алгоритма решения и точным воспроизведением механики крепления протеза. При соблюдении указанных условий становится возможным изучение напряженно деформированного состояния тканей протезного ложа, максимально приближенного к клиническим.

Список литературы:

1. Доменюк, Д. А., et al. "Персонализированный подход в морфологической оценке кранио-и гнатометрических соотношений у людей с физиологическим прикусом постоянных зубов." *Медицинский алфавит* 3.24 (2018): 18-25.
2. Saidaloevich, Murtazaev Saidmurodkhon, Dushmanamedov Makhmud Zakirovich, and Murtazaev Saidazim Saidagzamovich. "Ethnic aspects of orthognathic bite." *European science review* 7-8 (2015): 80-84.
3. Арипова, Г. Э., et al. "ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСТАЛЬНОЙ ОККЛЮЗИЕЙ ЗУБНЫХ РЯДОВ В ПЕРИОД СМЕНЫ ПРИКУСА."
4. Mastryukov, V. S., et al. "An electron diffraction study of the molecular structure of gaseous bicyclo [3.3. 1] nonane." *Journal of Molecular Structure* 52 (1979): 211-224.
5. Нигматов, Р., et al. "Разработка тактики лечения при случаях редкой врожденной олигодентии." *Stomatologiya* 1.1-2 (59-60) (2015): 143-147.
6. Bos, Kirsten I., et al. "A treponemal genome from an historic plague victim

supports a recent emergence of yaws and its presence in 15th century Europe." *23rd Paleopathology Association European meeting, August 25-29, 2022, Vilnius, Lithuania: abstract book*. Vilnius University Press, 2022.

7. АРИПОВА, ГАВХАР ЭРКИНОВНА, and ШАХНОЗА РАСУЛЖАНОВНА РАСУЛОВА. "ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ДИСТАЛЬНЫМ ПРИКУСОМ С УЧЁТОМ ТИПА РОСТА ЧЕЛЮСТНЫХ КОСТЕЙ." *МОЛОДЕЖНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ВЕСТНИК* Учредители: Воронежский государственный медицинский университет имени НН Бурденко 11.S1 (2022): 414-415.