

# СТОМАТОЛОГИЯ

УДК 616. 314 – 089. 23

## ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ "КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРОТЕЗ – ОПОРНЫЕ ТКАНИ"

Л.Д. Вейсгейм, Л.Н. Щербаков, А.А. Гончаров

*Кафедра стоматологии ФУВ ВолГМУ*

## INFLUENCE OF SEPARATE CLINICAL ASPECTS ON THE TENSILE DEFORMED CONDITION OF THE BIOMECHANICAL SYSTEM "COMBINED PROSTHESIS – SUPPORTING TISSUES"

L.D. Weisgeim, L.N. Scherbakov, A.A. Goncharov

*Abstract.* Examination of the statics of biomechanical system "free-end prosthesis – support tissues" using attachment shows that this static depends on the degree of atrophy of the alveolar crest, thickness and resilience of membrane of prosthetic bed. Constructive particularities of the prosthesis influence the state to a lesser degree.

*Key words:* end prosthesis, support tissues

Одним из главных аспектов, определяющих терапевтическую и функциональную значимости зубных протезов, является степень влияния их на периодонт опорных зубов, слизистую оболочку полости рта и подлежащую костную основу. В этом аспекте наиболее неоднозначным и интересным нам представляется воздействие на ткани протезного ложа свободноконцевого седла комбинированного протеза, т. к. данная конструкция опирается на разнородные ткани, и, кроме того, у протеза отсутствует дистальная опора, способная к физиологическому восприятию жевательного давления. В течение длительного времени предпринимаются попытки обоснования и создания конструкции, способной пропорционально распределять жевательное давление между пародонтом опорных зубов и слизистой оболочкой альвеолярного отростка (альвеолярной части) [2, 3, 6, 9, 10].

В числе наиболее значимых конструктивных особенностей различных комбинированных протезов находятся способы соединения съемного базиса протеза с коронками опорных зубов. Ус-

ловно все существующие мнения по этому вопросу можно разделить на 4 концепции: жесткого присоединения [5, 10, 11]; полулабильного соединения; "правильно оформленного базиса" [2, 9]; "плавающего протеза". Само по себе наличие нескольких концепций говорит о том, что ни одна из них не имеет доказательного обоснования, и они построены на умозрительном и эмпирическом уровнях [3]. Между тем, без представления о распределении нагрузок в поверхностных и глубоких слоях протезного ложа невозможно понять степень воздействия протеза на биологические структуры, в то время как распределение нагрузок именно в глубоких слоях костной ткани влияют на изменения структуры и формы альвеолярного отростка (альвеолярной части).

По нашему мнению, изучение степени воздействия функциональных нагрузок на опорные ткани в каждой конкретной клинической ситуации имеет решающее значение для выбора способа протетического лечения и оптимального проектирования протезов с целью устранения возможных травматических перегрузок и развития пато-

(16)

логических изменений опорных структур протезного ложа.

Получение достоверной информации о поведении элементов биомеханической системы, образуемой свободноконцевым протезом, опорными зубами, периодонтом, слизистой оболочкой и костной тканью альвеолярного отростка, в частности о реакциях опорных тканей протезного ложа при действии функциональной нагрузки возможно с помощью создания механического аналога, воспроизводящего общие свойства, характеристики и связи указанной системы и его исследования методами механики деформируемого твердого тела.

Функциональная нагрузка вызывает совместную объемную упругую деформацию элементов механической системы, которые обуславливают формирование контурной площади касания съемного базиса протеза с поверхностью альвеолярного отростка (альвеолярной части) и распределение контактных давлений [8]. Задача теоретического изучения механики контактного взаимодействия комбинированного протеза с опорными тканями при наличии сил трения в неизвестных областях касания седла протеза с поверхностью альвеолярного гребня является существенно нелинейной. Ее решение сопряжено со значительными математическими трудностями. При первом приближении наиболее характерные особенности указанных процессов при наличии предположения об идеальном сопряжении элементов разработанной механической системы были изучены с помощью методов классической статической теории упругости.

В данной работе приводятся постановка задачи и результаты численного моделирования процессов контактного взаимодействия элементов разработанной механической системы для малого седловидного протеза, фиксирующегося к коронкам двух опорных зубов при помощи жесткого аттачмена в виде вертикального конического шарнира с эластичными опорными тканями.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) биомеханической системы "комбинированный протез – опорные ткани" при различных клинических ситуациях.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При схематизации задачи были приняты следующие упрощающие допущения в отношении геометрической конфигурации, упругих свойств материалов, условий закрепления и нагружения модели исследуемого объекта:

1. Считалось, что объект исследований об-

ладает симметрией относительно вертикальной плоскости геометрической конфигурации и условий закрепления.

2. Функциональная нагрузка приложена по нормали к поверхности искусственного зуба комбинированного протеза и по его ширине распределена равномерно.

3. Считалось, что конструкционный материал протезов, костная ткань, периодонт, слизистая оболочка обладают свойствами идеальной упругости, шаровой изотропии и однородности.

4. Эластичные ткани имеют равномерно распределенную по их длине толщину. Периодонт жестко связан с поверхностью корней зубов и стенок альвеол, а слизистая оболочка – с костной тканью альвеолярного отростка.

5. Съемный базис жестко связан с коронками опорных зубов, в области контакта седла со слизистой оболочкой альвеолярного отростка отсутствует проскальзывание тел.

6. Элементы расчетной модели находятся в условиях плоского напряженного состояния.

Статический анализ НДС элементов изучаемой биомеханической системы при действии функциональных нагрузок производился методом конечных элементов (МКЭ) при помощи универсального конечно-элементного пакета ANSYS [1, 8]. Расчетные модели включали в себя фрагмент альвеолярного отростка, опорные зубы (2 премоляра), покрытые блоком коронок с экстракоронарным жестким аттачменом и съемный базис с искусственным зубом. Геометрическая конфигурация элементов моделей задавалась в упрощенном виде с учетом среднестатистических размеров [4]. Твердотельные модели объекта исследований были построены методом прямой генерации. Для конечно-элементной дискретизации твердотельных моделей использовались треугольные элементы PLANE-82 с двумя поступательными степенями свободы на узел относительно глобальной системы декартовых координат. Разбиение моделей расчетной сеткой производилось при помощи сеточного генератора системы ANSYS. Физико-механические характеристики модельных материалов приведены в таблице.

Таблица

Механические характеристики структурных составляющих расчетных моделей

| Элементы модели | Модуль Юнга, Мпа  | Коефф. Пуассона, $\nu$ |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| Эмаль           | $1,4 \cdot 10^4$  | 0,30                   |
| Дентин          | $1,56 \cdot 10^3$ | 0,31                   |
| Периодонт       | 5,0               | 0,45                   |
| Костная ткань   | $2,0 \cdot 10^4$  | 0,30                   |
| Слизистая       | 5,0               | 0,40                   |

|     |        |      |
|-----|--------|------|
| КХС | 2,0-10 | 0,30 |
|-----|--------|------|

НДС элементов разработанных моделей исследовалось при статическом действии функциональной нагрузки, приведенной к плоской расчетной схеме. Равномерное давление прикладывалось к жевательной поверхности искусственного зуба съемной части протеза. В качестве исходной была принята ситуация при интактном пародонте и минимальной атрофии альвеолярного гребня.

Решение задачи позволило получить распределение полей перемещений и напряжений в элементах расчетных моделей в зависимости от конструктивных особенностей протезов и анатомических особенностей протезного ложа. В рамках сформулированной задачи были исследованы механизмы силового взаимодействия всех основных элементов биомеханической системы (комбинированный протез – протезное ложе) в случаях уменьшения замкового крепления в медиодистальном направлении (максимальное приближение съемной части к несъемной), при беззубых альвеолярных гребнях II и III типа по *Elbrecht*, при атрофии альвеолярного гребня на  $\frac{1}{4}$  длины корней, при слизистой оболочке с более высоким коэффициентом упругости, при малой толщине слизистой оболочки, а также при увеличении количества искусственных зубов на съемном базисе протеза.

Результаты численных расчетов параметров НДС были представлены в табличной и графической формах в виде картин изоповерхностей напряжений и деформаций в пределах расчетных моделей, в виде векторных картин и графиков распределения исследуемых функций в различных сечениях изучаемых моделей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. НДС периодонта опорных зубов при наличии комбинированного малого седловидного протеза существенно отличается от характера указанного состояния периодонта опорных зубов без наличия протеза.

2. Механизм формоизменения и распределения напряжений во всех элементах моделей биомеханической системы при действии нагрузки во всех рассмотренных клинических ситуациях имеет общий характер.

3. Максимальные концентрации эквивалентных напряжений возникают в области соединения аттачмена с коронкой, покрывающей погра-

ничный с дефектом зубного ряда зуб, а также на жевательной поверхности этой коронки. В слизистой оболочке протезного ложа концентрации указанных напряжений локализируются в областях угловых точек базиса протеза, а в опорных зубах – в пришеечной части дистальной области корня последнего опорного зуба.

4. Напряженно-деформированное состояние элементов указанной системы наиболее существенно зависит от степени атрофии альвеолярного гребня, толщины и упругих свойств слизистой оболочки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследования напряженно-деформированного состояния биомеханической системы "комбинированный протез – опорные ткани" при использовании жесткого замкового крепления показали, что НДС элементов системы наиболее существенно зависит от степени атрофии альвеолярного гребня, толщины и упругих свойств слизистой оболочки протезного ложа. Конструктивные особенности протеза оказывают влияние на НДС в меньшей степени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
2. Изабакаров И.М. // Стоматология. – 1976. – № 1. – С. 49–52.
3. Лебедев И.Ю., Перегудов А.Б., Глебова Т.Э. и др. Телескопические и замковые крепления зубных протезов. – М., 2004. – 338 с.
4. Лебедев И.Ю., Перегудов А.Б., Хапилина Т.Э. Замковые крепления зубных протезов. – М. – 2001. – 153 с.
5. Наумов В.А. Некоторые данные о размерах зубов человека и их клиническое значение: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1966. – 16 с.
6. Олесова В.Н., Перевезенцев А.П. // Пробл. стоматологии и нейростоматологии. – М. – 1999. – № 3. – С. 48–52.
7. Руководство по ортопедической стоматологии / Под ред. проф. В. Н. Копейкина. – М.: Медицина, 1993. – С. 230–267.
8. Чуйко А.Н., Громов О.В., Выборный В.Г. Некоторые особенности биомеханики замковых креплений. Стоматолог. – 2003. – № 3. – <http://www.edentworld.ru>.
9. ANSYS theory reference. 000565. Seventh edition SAS IP, Inc ©.
10. Kerschbaum T. // Dtsch. Zahnärztl. Z. – 1986. Bd. 41, № 2. – S. 142–149.
11. Körber E., Lindemann W. // Dtsch. Zahnärztl. Z. – 1982. – Bd. 37, № 12. – S. 964–968.