

**ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ВРЕМЕННЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С ОПОРОЙ НА ИЗОЭЛАСТИЧНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ
ИЗ ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Дубова Л.В., Малик М.В., Серикова Ю.С.

ФГБОУ ВО МГМСУим А.И. Евдокимова (Москва)

В настоящее время все чаще при замещении дефектов зубных рядов решением служит применение несъемных конструкций зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты. [1] Дентальные имплантаты в основном изготавливаются из титана. Потенциальные проблемы, связанные с этими имплантатами, описаны в литературе, например, перегрузка альвеолярной кости во время жевания из-за значительной разницы модулей упругости кости и титана. [2] Большой интерес вызывает материал полиэфирэфиркетон, который стал альтернативой титану в стоматологии из-за своей биосовместимости и модуля упругости, аналогичного челюстным костям. [3]

Применение дентальных имплантатов позволяет получать долгосрочные предсказуемые результаты, однако, сопряжено с необходимостью использования временных ортопедических конструкций. [4]

В связи с появлением дентальных имплантатов с новыми механическими свойствами (из полиэфирэфиркетона) актуален вопрос выбора конструкционных материалов для временного протезирования.

Применение метода математического моделирования, в частности метода конечных элементов, дает возможность выбора оптимальной модели конструкции для ортопедического лечения с использованием дентальных имплантатов. [5] Этот метод позволяет изучить напряженно-деформационное состояние конструкции до ее изготовления в полости рта, а также модифицировать ее в соответствии с предъявляемыми требованиями. [6] Таким образом, метод конечных элементов в высокой степени описывает физико-механические свойства реальной конструкции. [7]

Целью нашего исследования явилась оптимизация выбора материала для изготовления временных мостовидных протезов длительного пользования с точки зрения их механической прочности и конструктивных особенностей при

протезировании на изоэластичных имплантатах методом математического моделирования.

Материалы и методы. Нами проведено численное моделирование нагружения конструкции при максимальном соответствии реальным значениям геометрических и физических параметров, а также нагрузок и ограничений. Основной задачей является определение максимального жевательного давления, при котором сохраняется работоспособность конструкции.

Для решения поставленных задач применен программный пакет конечно-элементного анализа ASTRA, разработанный в Институте проблем механики РАН под руководством д.ф.-м.н., проф. Н.Г. Бурого. Для всех выбранных вариантов конструкции и сочетаний материалов определены предельно допустимые нагрузки, при которых в конструкции протеза и имплантатов возникают напряжения, равные пределу прочности соответствующего элемента конструкции.

Нами было разработано четыре вида конструкций: временный мостовидный протез из трех единиц (первый премоляр, второй премоляр, первый моляр) с двумя точками опоры на крайних коронках, различающийся разновидностью опорных элементов. В качестве опорных элементов мы рассматривали следующие сочетания:

Модель 1: крестальный имплантат - крестальный имплантат;

Модель 2: крестальный имплантата - базальный имплантата;

Модель 3: крестальный имплантат - естественный зуб;

Модель 4: базальный имплантат - естественный зуб.

В качестве материала для изготовления временных мостовидных протезов мы изучали:

Материал 1: Dentokeep PEEK (Артикон);

Материал 2: Temp Basic (Zirkonzahn);

Материал 3: Нолатек (ВладМиВа).

Для всех выбранных моделей конструкции и сочетаний материалов определены предельно допустимые нагрузки, при которых в конструкции мостовидного протеза и имплантатов возникают напряжения, равные пределу прочности соответствующего элемента конструкции.

Результаты собственных исследований. При проведении исследования нами выявлено, что во всех моделях распределение напряжений зависит от свойств изучаемых материалов временного протеза незначительно.

При исследовании Модели 1 (крестальный имплантат - крестальный имплантат) наблюдаем, что при исследовании всех изучаемых материалов максимум напряжений возникает в шейке имплантата премоляра: материал 1 - 15.386 МПа, материал 2 - 15.139 МПа, материал 3 - 14.980 МПа.

При исследовании Модели 2 (крестальный имплантат - базальный имплантат) наблюдаем в варианте с материалом 1 возникновение максимума напряжений в зоне контакта имплантата и нижней кромки коронки моляра - 19.599 МПа, в остальных случаях - в центре цилиндрической части базального имплантата: материал 2 - 17.826 МПа, материал 3 - 18.108 МПа.

При исследовании Модели 3 (крестальный имплантат - естественный зуб) наблюдаем, что во всех случаях максимум напряжений возникает в шейке имплантата моляра: материал 1 - 15.692 МПа, материал 2 - 15.661 МПа, материал 3 - 15.649 МПа.

При исследовании Модели 4 (базальный имплантат - естественный зуб) наблюдаем в варианте 1 возникновение максимума напряжений в зоне контакта имплантата и нижней кромки коронки моляра - 21.003 МПа, в остальных случаях - в центре цилиндрической части базального имплантата: материал 2 - 20.241 МПа, материал 3 - 20.426 МПа.

Заключение. Анализ полученных данных по изучению компьютерных 3D моделей методом конечных элементов показывает, что распределение напряжений в коронках из всех исследуемых материалов практически не зависит от свойств изучаемых материалов временных мостовидных протезов. Средний уровень напряжений, возникающих в коронках на порядок меньше возникающего в имплантате максимального напряжения. Во всех моделях области максимального напряжения, которые определяют предельные нагрузки на конструкцию, возникают во внутрикостной части имплантатов. Наиболее прочными оказались модели 1 и 3. Наименее прочной оказалась модель 4.

Список литературы

1. Арутюнов С. Д.; Лебедеко И. Ю., Перевезенцева А. А. Оптимизация протезирования при комбинации временной и двухэтапной дентальной имплантации //Стоматология. - 2013. - №3. - С. 21-24.

2. *Finite element analysis of the biomechanical effects of PEEK dental implants on the peri-implant bone.* / A.D. Schwitalla, M. Abou-Emara, T. Spintig, J. Lackmann, W.D. Muller. // *Journal of biomechanics.* - 2015. - Issue 1, P. 1-7.
3. *Schwitalla A.D., Muller W.D / PEEK dental implants: A Review of the Literature // Journal of Oral Implantology.* - 09/2011.
4. *Арутюнов С.Д., Ерошкин В.А., Перевезенцева А.А., Бойко А.В., Широков И.Ю. Критерии прочности и долговременности временных несъемных зубных протезов. // Институт стоматологии. СПб., - 2010. №4. - С.84-85.*
5. *Широков Иван Юрьевич. Экспериментальное обоснование применения временных несъемных зубных протезов при дентальной имплантации: Дис... канд. мед. наук /ГБОУВПО "Московский государственный медико- стоматологический университет" (ГБОУВПО "МГМСУ"). - 2013.*
6. *Дмитрова А. Г. Комплексное изучение особенностей остеоинтеграции и оценка эффективности одно- и двухэтапного использования пластиночных имплантатов: Дис. к.м.н./Центральный научно-исследовательский институт стоматологии, М.-2004,-162 с.*
7. *Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д., Лебедева И.Ю. / Математическое моделирование напряженно-деформационного состояния зубных протезов. // Москва. - 2003. -271 с.*