

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ЗУБНЫХ АППАРАТОВ ИЗ ЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2012 В.Ю. Денисова, И.П. Рыжова, Н.В. Чиркова, В.В. Чув

*Белгородский государственный университет
Воронежская государственная медицинская академия*

Исследование напряженно-деформированного состояния в челюстно-лицевой области и биомеханики частичных съемных протезов при их использовании позволяет осуществить выбор тех конструкций протезов, которые обеспечат наиболее физиологичное перераспределение жевательной нагрузки между зубами и протезным ложем, обеспечивая тем самым нормальное функционирование зубочелюстной системы в целом. Данным исследованиям посвящается статья

Ключевые слова: сужение зубных рядов, лечебные ортодонтические аппараты, системный анализ, математическое обоснование

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Проблема лечения сужения зубных рядов актуальна в современной стоматологии. Ортодонтическое лечение пациентов с зубочелюстными аномалиями - это длительный и достаточно сложный процесс, требующий комплексного подхода к решению задач, стоящих перед врачом [2,4]. Уровень распространенности перекрестной окклюзии по данным разных авторов составляет от 0,3 до 5,9% от всех аномалий окклюзии [1,3,4]. В настоящее время среди съемных лечебных аппаратов в ортодонтической практике находят применение конструкции, базис которых изготовлен из новых термопластических полимеров. Известно, что конструкция зубного протеза, как биомеханическая система, для своего успешного функционирования должна обеспечить перераспределение жевательных нагрузок на опорные ткани полости рта таким образом, чтобы при допустимых нагрузках сохранить их нормальную функцию [1,2,4]. Чрезмерные нагрузки, как правило, сопровождаются концентрацией напряжений на отдельных участках альвеолярного гребня и приводят к развитию воспаления, процессов деструкции и преждевременной атрофии опорных тканей. Предупреждение возникновения напряжений в тканях протезного ложа имеет существенное значение для прогнозирования функциональных результатов протезирования, сохранения костной ткани и выбора конструкции протеза.

Эти трудности предопределили широкое применение математических методов исследований. Перспективным методом в настоящее время являются методы математического моделирования, т.к. протезное ложе имеет сложные геометрические формы, неоднородность струк-

туры, следовательно, построив трехмерную математическую модель можно более глубоко проанализировать необходимую информацию об особенностях её взаимодействия с различными протезными конструкциями и их материалами.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Используя математические расчеты обосновать конструкционные особенности лечебного аппарата на основе термопластического полимера для коррекции сужения зубной дуги на верхней челюсти.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для реализации поставленной цели, был предложен применить компьютерные технологии в проектировании лечебных зубных аппаратов из эластичных конструкционных материалов. К числу наиболее эффективных технологий, позволяющих выполнить эти требования, принадлежат так называемые САД-системы (computer-aided design) - системы автоматизированного проектирования. САД системы, базирующиеся на трехмерной геометрии, в настоящий момент нашли широкое применение при проектировании обширного спектра изделий. Для выполнения поставленных задач, было решено провести математическое моделирование напряженно-деформированного состояния и определения нагрузочных усилий ортодонтического аппарата оснащенного системой снижения нагрузки и применить численный метод на основе конечно-элементного анализа, т.е. метод конечных элементов. Этот метод является сеточным методом, предназначенным для решения задач микроуровня, для которого

модель объекта задаётся системой дифференциальных уравнений в частных производных с заданными краевыми условиями. Метод конечных элементов (МКЭ) в настоящее время является стандартом при решении задач механики твердого тела посредством численных алгоритмов.

В работе использовались термопластические полимеры: «DentalD» Италия, «Acry-Free» Израиль. «DentalD» на основе полиоксиметилена. Этот материал характеризуется эластичностью, высокой усталостной прочностью к динамическим знакопеременным нагрузкам. «Acry-Free» - безмономерный эластичный, высокопрочный полимер, позволяющий изготавливать достаточно тонкие и изящные конструкции.

Физическое моделирование проводилось с помощью программного пакета SolidWorks, включающего в себя утилиту для исследования напряженно-деформированного состояния сложных конструкций COSMOSWorks. Была создана твердотельная трехмерная модель челюсти, позволяющая учитывать возможные изменения и перемещения в зубном ряду под воздействием оказанной аппаратом нагрузки. В результате моделирования получены эпюры напряженно-деформированного состояния модели аппарата, показывающие распределение нагрузок в объеме конструкции, которую разделили на маленькие сегменты и в каждой точке сегмента измеряли функцию жесткости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате экспериментального моделирования аппарата, с учетом физико-механических свойств конструкционного материала, предназначенного для исправления аномальной формы костной ткани челюсти, и в тоже время, щадящего воздействия на мягкие ткани протезного ложа было установлено, что для снижения величины нагрузки на слизистую оболочку полости рта необходимо применять демпфирующие элементы. В зависимости от эластичности конструкционного материала оптимальным является размещение 2-3 элементов дозирования нагрузки. Основываясь на данных, полученных в результате математического моделирования, был сконструирован ортодонтический аппарат на верхнюю челюсть с регуляторами дозированной нагрузки в виде гибкой пружины, выполненными одновременно из того же материала, что и сам аппарат. Аппарат изготавливался на преформированной модели. Для проведения измерений деформации аппарата и его силы давления предложена следующая

процедура измерений. На рисунке 1 показан внешний вид лабораторного стенда с установленным ортодонтическим аппаратом между двумя плоскими фиксаторами. Ортодонтический аппарат устанавливается в направляющих измерительного стенда, между фрагментами гипсовой модели или с помощью фиксаторов. Далее регулировочным винтом устанавливается величина деформации аппарата, при этом сила упругости аппарата фиксируется датчиком, который значения усилия передает на блок обработки информации. Далее отфильтрованные и усредненные данные передаются на компьютер. Испытания проводились с шагом 0.156мм, это соответствует повороту регулировочного винта на 45 градусов.

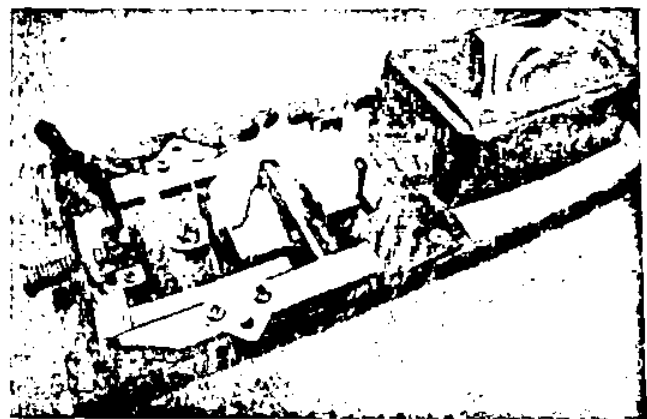


Рис. 1. Внешний вид лабораторного стенда

Результаты измерений по зависимости значений приложенной силы и выявленной деформации отражены на рисунке 2.

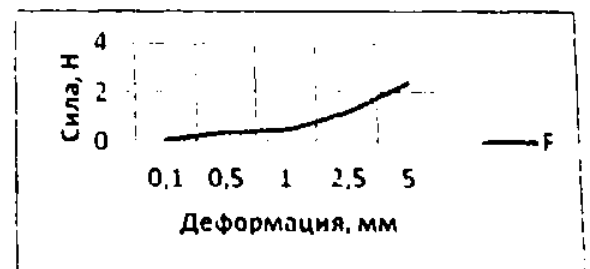


Рис. 2. Значение силы давления аппарата в зависимости от деформации в области регуляторов дозированной нагрузки аппарата

В экспериментальных исследованиях было проведено изучение по применению разного количества элементов регуляции давления. Было выявлено, что введение каждого дополнительного элемента (размерами 4x1 мм) для регулирования нагрузки снижало краевую нагрузку в среднем на 20-30%. Помимо этого, при введении элементов учитывалась площадь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ...

протезного ложа и адекватное расстояние между регуляторами, а также его параметры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с применением на этапе ортодонтического лечения математического моделирования протезных конструкций с использованием компьютерных технологий появляется объективная возможность обоснования конструкции и ее основных элементов с учетом физико-механических свойств конструкционного материала. Программное моделирование клинических ситуаций позволяет наиболее полно учесть совокупность индивидуальных факторов, обеспечивающих эффективность лечения. В связи с этим, результаты экспериментальных математических исследований требуют дальнейшего клинического применения и изучения. Статья подготовлена в рамках проекта № 4.3265.2011 Государственного задания Минобрнауки России

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. Киев, 1990.
2. Березовский С.С. Обоснование конструкций бюгельных протезов при различных дефектах зубных рядов: Дис. ... канд. мед.наук. - Одесса, 1977. - 176 с.

3. Бронников В.В. Моделирование напряжений в пародонте опорных зубов под влиянием съемных протезов с литым базисом // Организация стоматологической помощи и вопросы ортопедической стоматологии: Тез.докл. - М., 1987. - Т.1 - С. 123-125.

4. Трегубов И.Д. Обоснование к применению современных полимерных материалов в клинике ортопедической стоматологии и ортодонтии. Автореф. дисс. ... д. мед.наук. - Волгоград, 2007. - 38с.

USE OF COMPUTER TECHNOLOGY DESIGN OF MEDICAL DEVICES FROM TOOTH ELASTIC MATERIALS

V.Yu. Denisova, I.P. Ryzhova,
N.V. Chirkova, V.V. Chuev

*Belgorod State University
Voronezh State Medical Academy*

Investigation of the stress-strain state in the maxillofacial region, and biomechanics of partial dentures in their use allows for the choice of the prosthetic designs that provide the most physiologic occlusal load redistribution between the teeth and prosthetic bed, ensuring the normal functioning of the whole dentition. According to an article devoted to research

Key words: narrowing of the dentition, treatment orthodontic appliances, systems analysis, mathematical justification