

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТОМАТОЛОГИИ

А.К. Гуц, В.М. Семенюк, Н.Н. Нескреба

guts@omsu.ru

Омский государственный университет
Омская государственная медицинская академия

Дается краткий обзор применения компьютерного моделирования, основанного на методе конечных элементов в ортопедической стоматологии.

В настоящее время большую область применения имеет метод конечных элементов (МКЭ), который с успехом применяется для точного описания зубочелюстного аппарата человека [1,2].

Существуют различные компьютерные программы, с помощью которых производится моделирование объектов на основе МКЭ. Одними из новейших компьютерных программ являются пакеты прикладных программ COSMOS/M (Structural Research and Analysis Co., Santa Monica, USA.) и COSMOS Work.

Пакет программ COSMOS/M позволяет автоматически осуществить расчет напряжений и деформаций любой модели, построенной пользователем. Для выполнения этих расчетов в базу данных программы достаточно ввести свойства материалов, из которых составлен моделируемый объект.

В России одними из первых работы по компьютерному моделированию в стоматологии были начаты в Иркутске В.А. Воробьевым [1] и в Омске В.М.Семенюком (ОмГМА), А.К.Гуцем (ОмГУ) и др. [2,3]. На Украине первым был А.Н. Чуйко [4]. В последнее десятилетие в мировой научной прессе все чаще встречаются публикации об исследованиях, проведенных с помощью МКЭ. Медицинские издания наиболее развитых в научно-техническом плане государств (Япония, США, Германия и др.) не являются исключением. Большой интерес к МКЭ проявляют и врачи, производящие изыскания в области материаловедения, имплантологии, экспериментальной и практической стоматологии. Полный обзор о применении МКЭ в стоматологии дан в [7].

Перечислим основные достижения омских ученых в области компьютерного моделирования в ортопедической стоматологии.

В статье [2] было доказано, что разрушенные ниже уровня десны на 1/4 длины корни фронтальные зубы могут быть использованы в клинической стоматологии. Это позволило отказаться от рекомендации лечащим врачам проводить удаление корня зуба, если он разрушен ниже уровня десны. Более того, с помощью компьютерного моделирования было показано, что штифтовые конструкции можно усовершенствовать с помощью особого «воротничка», который повышает их надежность [3].

В работе [7] описываются эксперименты с моделью штифтовой конструкции для фронтальных зубов с диаметром штифта, равным 2 мм. Такой штифт требует расширения канала зуба, и это наводит на мысль, что такая штифтовая конструкция будет способствовать ослаблению прочностных характеристик зуба. Последнее должно повлечь его разрушение. Насколько справедливо это предположение проверялось в ходе проделанных исследований. Компьютерные эксперименты показали: не следует использовать штифты с диаметром более 1 мм. В данном случае была подтверждена интуиция стоматологов. Но в отличие от компьютеров они не имели права экспериментировать для проверки своей интуиции на больных.

Осложненный кариес или травма могут вызывать разрушение одного из корней двукорневых зубов, тогда как второй корень не был подвержен разрушению. Возможно развитие патологического процесса в костной ткани челюсти вокруг пораженного корня, в то же время костная ткань челюсти вокруг второго корня остается интактной (здоровой). В этом случае врачам-стоматологам приходится решать вопрос о полном удалении зуба. Между тем, удаление зуба вызывает резорбцию костной ткани альвеолярного отростка и повышение функциональных нагрузок на пародонт соседних зубов. Для профилактики этих осложнений часть коронки и один из корней многокорневого зуба при определенных условиях можно сохранить и использовать в качестве опоры различных конструкций зубных протезов.

Чтобы математически обосновать использование оставшихся корня и части коронки зуба можно опереться на данные морфологических исследований и на компьютерное моделирование. На основе метода конечных элементов с помощью пакета прикладных программ COSMOSM 2.5 была построена двумерная компьютерная модель двукорневого зуба (интактного и после гемисекции) вместе с окружающей челюстной костью с целью исследования на прочность при внешних нагрузках [5].

В статье [11] с помощью трехмерной компьютерной модели изучалась возможная степень нагружения сегментов двукорневых зубов, оставшихся после проведения коронарорадикулярной сепарации. Эта зубосохраняющая операция используется в последнее десятилетие для предупреждения удаления двукорневого зуба при локализации патологического процесса в области фуркации (расхождения) корней. Моделировали вертикальную несимметричную нагрузку в 3, 30, 60 и 90 кг. Для упрощения модели предполагалось, что объект целиком состоит из дентина. Модели реализованы для унифицированного объекта, сочетающего в равной степени средние арифметические параметры первого и второго нижних больших коренных зубов. При осуществлении компьютерных экспериментов накладывалось условие нулевого граничного перемещения (жесткого закрепления). Была получена полная картина распределения напряженных состояний (в виде цветных зон). Появление обширных зон с напряжениями, превосходящими предел прочности дентина – 42 н/кв.мм – трактовалось как ситуация, ведущая к разрушению. Выяснилось, что сегменты двукорневых зубов после проведения

коронарорадикулярной сепарации сохраняют значительный запас прочности. Критической является нагрузка более 30 кг.

Созданные компьютерные модели, основывались на использовании в качестве опоры различных штифтовых конструкций и зубных протезов сохраняемой части коронки или части корня. Они имитировали ситуации, с которыми сталкиваются на практике стоматологи, и позволили проверить многие гипотезы, связанные с лечением больных

Библиографический список

1. Воробьев В.А. Выбор конструкции зубных протезов и имплантантных систем на основе программного математического моделирования при лечении больных с различными дефектами зубных рядов. – Дис. д-ра мед. наук. Иркутск, 1996.

2. Гуц А.К., Капотина Т.Н., Панова Н.И., Семенюк В.М., Файзуллин Р.Т., Яковлев К.К. Математическое обоснование к использованию корней фронтальных зубов, разрушенных ниже уровня десны, под штифтовые конструкции – Деп.в ВИНТИ 21.06.95, №1790-B95.

3. Гуц А.К., Капотина Т.Н., Семенюк В.М., Яковлев К.К., Панова Н.И. Математическое обоснование к использованию культевой штифтовой вкладки с «воротничком» при разрушении корней зубов ниже уровня десны // Вестник Омского университета. – 1996. – №2. – С.17–19.

4. Чуйко А.Н. О возможностях конечно-элементного моделирования в ортопедической стоматологии // Стоматолог. – 2000. – №3. – С.37–38.

5. Семенюк В.М., Артюхов А.В., Сырцова А.В., Гуц А.К. Математические модели интактного моляра и моляра после гемисекции // Математические структуры и моделирование. – 2001. – Вып.8. – С.52–55.

6. Семенюк В.М., Вагнер В.Д., Гуц А.К., Капотина Т.Н., Яковлев К.К., Захаров А.В., Кирющенко В.М., Ефименко А.В., Коломейцев С.Н. Методические подходы к использованию корней зубов, разрушенных ниже уровня десны, в качестве опоры под штифтовые конструкции // Панорама ортопедической стоматологии. – 2001. – №4. – С.34–35.

7. Семенюк В.М., Гуц А.К., Панова Н.И. Компьютерные эксперименты с моделью штифтовой конструкции с большим диаметром штифта // Математические структуры и моделирование. – 2002. – Вып.9. – С.124–128.

8. Семенюк В.М., Путалова И.Н., Артюхов А.В., Сырцова А.В., Гуц А.К. Применение метода конечных элементов в стоматологии (обзор литературных источников) // Математические структуры и моделирование. – 2002. – Вып.9. – С.113–123.

9. Семенюк В.М., Гуц А.К., Путалова И.Н., Артюхов А.В., Сырцова А.В. Биомеханика сегмента моляра нижней челюсти после гемисекции // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции и Труды VII съезда Стоматологической Ассоциации России. Минздрав РФ, Стоматологическая Ассоциация России. – М., 2002. – С.24–325.

10. Путалова И.Н., Семенюк В.М., Артюхов А.В., Гуц А.К., Девятков С.А. Опытная проверка математической модели нижнечелюстного моляра // Бюллетень СО РАМН. – 2002. – №3. – С.108–111.

11. Нескреба Н.Н., Семенюк В.М., Артюхов А.В., Гуц А.К. Математическая модель двукорневого зуба после коронарорадикулярной сепарации // Математические структуры и моделирование. – 2003. – Вып.12. – С.107–112.

12. Семенюк В.М., Гуц А.К., Путалова И.Н., Артюхов А.В. Биомеханическое обоснование использования сегментов нижних моляров после зубосохраняющих операций // Стоматология. – 2004. – Т.83, №6. – С.23–25.