

УДК 616.314.17-008.1-007.251-085

**Биомеханическое исследование интенсивности напряжения в премолярах верхней челюсти при фуркационной перфорации твердых тканей.**

Доля Э.И., Рябоконт Е.Н.

Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков, Украина.

[Dolya\\_e@mail.ru](mailto:Dolya_e@mail.ru)

Исследование является фрагментом научно-исследовательской работы «Удосконалення та розробка нових методів діагностики та лікування хворих з патологією щелепно-лицевої ділянки» (№ держреєстрації 0106U001858)

Введение.

Применение методов математического и компьютерного моделирования в современной стоматологии существенно расширяет возможности экспериментальной и клинической практики. Особенно важную роль математическое моделирование приобретает для прогнозирования развития осложнений и моделирования изменений в биологических тканях под действием механических нагрузок [1,3,4,5,7,17]. Одним из наиболее часто встречающихся осложнений во время механической обработки полости зуба и корневых каналов являются перфорация дна или стенок полости зуба, а также перфорация корневого канала [2,6,8,9,16].

Целью данной работы является исследование влияния особенностей напряженно-деформированного состояния (НДС) многокорневого зуба с перфорацией твердых тканей в области бифуркации в зависимости от диаметра перфорации. Для достижения поставленной задачи необходимо было разработать расчетную схему, математическую модель зуба (на основе метода конечных элементов (МКЭ)) и выполнить численные исследования ряда

вариантов, включающих различные диаметры перфорационного канала и объемы замещаемого материала.

### Объекты и методы исследования.

Изучение НДС зубов требует применения численных методов механики деформируемого твердого тела, так как в связи со сложностью их формы и структуры, получение аналитических (точных) решений невозможно.

При решении задач МКЭ исследуемый объект разбивается на конечные элементы (КЭ). Каждый КЭ определяется совокупностью узловых точек, принадлежащих ему. Функции перемещений в КЭ аппроксимируются суммой произведений их искомым узловых значений на заданные функции формы, обеспечивающие совместность перемещений на общих границах соседних КЭ. Такой подход дает возможность свести краевую задачу для системы дифференциальных уравнений равновесия к решению системы линейных алгебраических уравнений [6,7].

В качестве объекта исследования был выбран двухкорневой зуб - премоляр верхней челюсти, как наиболее простой объект для построения расчетных моделей.

Трехмерная конечно-элементная модель включала в себя объемы всех твердых тканей зуба: эмали, дентина, цемента; учитывался периодонт, губчатое и компактное вещество кости; объемы отпрепарированной полости зуба и перфорационного канала. Осредненные размеры элементов и механические параметры материалов зуба, замещающего удаленную часть дентина, и коронки взяты из известной литературы [6,7,15].

Модуль упругости пломбировочного материала корневого канала принят равным модулю упругости дентина, что устраняет излишнюю концентрацию напряжений. Геометрия зуба симметрична относительно сагиттальной плоскости, однако при замещении его части искусственным материалом симметрия НДС иногда нарушается. Перфорационный канал представлен цилиндрическим отверстием, проходящим через ткани дентина и цемента в

области бифуркации корней. Корни зуба приняты в виде вытянутых конусов. Были выполнены расчеты влияния перфорации различного диаметра: 1,5мм; 2,0мм; 2,5мм. Эти величины соответствуют размеру инструментам которые используют для расширения устьев корневых каналов: боры с удлиненным стержнем, а также Gates-Gliden. Перфорация в области фуркации корней зубов часто возникает при чрезмерном препарировании этими инструментами в ходе поиска устьев корневых каналов [2,6,10,11,12].

Выбранные нами для исследования диаметры соответствуют размерам шаровидному штопферу №1; №2 и №3. Этот факт легко может быть использован в диагностических целях для определения диаметра перфорации на клиническом приеме.

Условия закрепления зуба заданы равенством нулю перемещений его узлов на поверхности выделенной части кости альвеолы и продольных перемещений на ее боковых гранях. Он нагружен под углом  $45^\circ$  давлением на жевательную поверхность в области фиссуры, модуль главного вектора которого равен 100 Н.

Конечно-элементная модель зуба содержит  $117 \cdot 10^3$  конечных элементов, число узлов составляет  $135 \cdot 10^3$ , порядок разрешающей системы алгебраических уравнений равен  $3 \cdot n = 405 \cdot 10^3$ .

#### Результаты численного исследования и их обсуждения.

Распределение интенсивности напряжения в объекте происходило следующим образом. Максимальные показатели интенсивности напряжения были отмечены в зоне бифуркации. При перфорации с диаметром 1,5мм показатели интенсивности напряжения составляли 6,70 МПа, диаметром 2мм-8,38МПа а диаметром 2,5мм-8,65МПа. Интенсивность напряжения уменьшалась в направлении апикальной части корня по внутренней его поверхности. В области средней трети она составила 1,86-2,31 МПа затем возрастая в области апекальной части до показатели 2,77-3,23 МПа.

Приведенные данные позволили сделать следующие выводы.

1. При перфорации в области фуркации, возникает концентрация напряжения в участках твердых тканях зуба и околозубных тканях которая в норме не наблюдалась.
2. Наиболее напряженной зоной зуба не зависимо от диаметра перфорационного канала является область фуркации корней. Напряжение которое концентрируется в этой области гораздо выше напряжения возникающего без наличия перфорации.
3. Наибольшая концентрация напряжения для всех исследованных случаев возникает при диаметре перфорации 2,5мм (8,65 МПа).
4. Хотя уровень напряжения при наличии перфорации не превышает разрушающего напряжения дентина (50 мПа) однако их возникновение является дополнительным травмирующим фактором способствующим усилению неблагоприятных физиологических процессов.

Список литературы.

1. Багмутов В. П., Данилина Т. Ф. Основы сопротивления материалов в стоматологии/ Багмутов В.П.-М.:Медицина, 2007.-208с.
2. Боровский Е. В. Терапевтическая стоматология/ Боровский Е.В.-М.: Медицинское информационное агентство, 2004.-256с.
3. Рябоконт Е.Н., Кантор Б.Я., Петруша Д.В. Влияние штифтов на прочность прямой реставрации центральных верхних резцов/Е.Н. Рябоконт // Современная стоматология.- 2008.- №4.- С. 124 – 128.
4. Мащенко И. С., Громов О. В., Чуйко А. Н. Биомеханическое моделирование несущей способности зуба в норме /И.С.Мащенко // Вісник стоматології.— 2003.— № 2.— С. 65–73.

5. Чуйко А. Н., Громов О. В. Некоторые практические вопросы биомеханики мостовидных протезов/ А.Н.Чуйко// Стоматолог.-2003.- № 1.-С.48–53.
6. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике/ Зенкевич О.-М.: Мир, 1975.-541с.
7. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация/Зенкевич О. – М.: Мир, 1986. – 318 с.
8. Норри Д., Де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов/Норри Д. – М.: Мир, 1981. – 304 с.
9. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы/Галлагер Р.-М.: Мир, 1984.-428, с.
10. Мамедова Л.А. Этапы в технологии лечения осложненных форм кариеса зубов (Историко-медицинский аспект)/Л.А.Мамедова//Стоматология для всех.-1999.-№4(9)-С.52-55
11. Радлинский С.В. Прочность и эластичность зубных тканей и прямых реставраций /С.В.Радлинский// Dentsply.- 2006.- №12.- С. 4-9.
12. Кударь А.И., Кударь М.А. Лечение хронического перфоративного межкорневого периодонтита многокорневого зуба /А.И.Кударь // Стоматолог.-2003.-№2.-С.18-21.
13. Гречишников В.И. Лечение хронических межкорневых периодонтитов/ В.И. Гречишников, С.В. Новиков //Актуальные вопросы медицины. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции «Новые технологии в стоматологии».: Мат.конф. – Ставрополь,1996.-С.13-14.
14. Rubin C., Krishnamurthy N., Capilouto E., Yi H. Stress analysis of the human tooth using a three-dimensional finite element model/ C. Rubin// J Dent Res.- 2005.-№62.-P.82-86
15. LI Li-li, WANG Zhong-yi, BAI Zhong-cheng, MAO Yong, GAO Bo, XIN Hai-tao, ZHOU Bing, ZHANG Yong, LIU Bing. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in

combination with titanium alloy posts/Li-li Li// Chinese Medical Journal.-  
2006.-Vol. 119, No. 4.- 105p.

16. Pegoretti A., Fambri L, Zappini G., Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post/ A.Pegorrey// J Dent Res.- 2007.-№62.- P.82-86
17. Christy W.H. Endodontics: past, present and future/ W.H. Christy / /J.Calif. Dent. Ass.-2002.-V.56.-№6.-P.503-507.

Ключевые слова: перфорация, препарирование зуба, биомеханическое исследование, эндодонтическое лечение.

Ключові слова: перфорація, препарування зуба, біомеханічне дослідження, ендодонтичне лікування.

Key words: perforation, tooth preparation, biomechanical research, endodontic treatment.

Реферат. Биомеханическое исследование интенсивности напряжения в премолярах верхней челюсти при фуркационной перфорации твердых тканей. Представлены результаты биомеханических расчетов интенсивности напряжения в твердых тканях зуба в области бифуркации корней при различных размерах перфорации.

Доля Э.И., Рябоконт Е.Н.

Реферат. Біомеханічне дослідження інтенсивності наруги в премолярах верхній щелепи при фуркаційних перфораціях твердих тканин.

Наведені дані біомеханічних досліджень інтенсивності наруги в твердих тканинах зуба в області біфуркації коріння при різних розмірах перфорації.

Доля Е.І., Рябоконт Є.М.

Summery. Biomechanics researching intensity of tension of premolars of the upper jaw at perforation of the furcation area of hard tissue.

Results of studying of biomechanics of perforation of the upper jaw at perforation of hard tissue in the given paper.

Dolya E.I., Ryabokon E.N.