

Построение трехмерной модели корней зубов с применением компьютерной программы

Разработана методика построения трехмерной модели корней зубов верхней и нижней челюстей в виде эллиптических гиперболоидов на основе доступных для каждого врача методов обследования. Полученные геометрические параметры и пространственные координаты корней зубов необходимы для расчета напряженно-деформированного состояния периодонта опорных зубов мостовидных протезов с применением автоматизированной компьютерной системы. Компьютерное моделирование позволяет конструировать протезы, которые не будут вызывать перегрузки опорных зубов и будут отличаться долговечностью и надежностью. Ключевые слова: корень зуба, трехмерная модель, эллиптический гиперболоид, панорамная томография, напряжения в периодонте.



Наумович С.С.,
аспирант кафедры
ортопедической
стоматологии БГМУ

S. Naumovich
Construction of 3-d model of teeth roots with the use of computer program
Methods of construction of 3-D model of teeth roots of upper and lower jaws in state of elliptic hyperboloid on the base of available for every dentists examination methods have been worked out. Obtained geometrical parameters and spatial coordinates of teeth roots are necessary for calculation of the tense-strained condition in periodontium of abutment teeth of fixed partial dentures. Computer modeling allows design denture, which won't overload abutment teeth and will be characterized by longevity and durability.
Key words: tooth root, 3-D model, elliptic hyperboloid, panoramic tomography, stress in periodontium.

В РБ дефекты зубных рядов занимают первое место среди заболеваний зубочелюстной системы, требующих ортопедического лечения, при чем в последние годы отмечается неуклонный рост числа таких пациентов [5]. Наиболее оптимальным и частым средством лечения данной патологии давно признаны мостовидные протезы, или как их называют в международной литературе, частичные несъемные протезы. Их широкое применение обусловлено наличием большого количества преимуществ. Однако в то же время использование данных протезов сопряжено с рядом нежелательных последствий, которые развиваются довольно часто. Так по литературным данным из-за перегрузки опорных зубов мостовидные протезы снимаются у 13-26% пациентов [1,4]. В стоматологической практике при конструировании различных протезов необходимо знать напряжения, которые испытывает периодонтальная связка, которую мы рассматриваем как тонкую упругую оболочку, находящуюся между подвижной поверхностью корня опорного зуба и неподвижной стенкой альвеолы [10].

Для решения сложной задачи прогнозирования биомеханических процессов в

системе «зуб- периодонт», как опорного элемента мостовидного протеза, создаются численные либо аналитические модели периодонтального комплекса, и на их основе производят расчет напряженно-деформированного состояния периодонта под действием произвольной по силе и направлению нагрузки [6,7,8,9].

Необходимо остановиться на том, что при рассмотрении вопроса опоры в стоматологии, при несъемном протезировании, речь идет о корне зуба, правильное сказать о той части корня зуба, которая связана с периодонтом, а через него с костной тканью. Поэтому для расчета напряжений, возникающих в периодонте опорного зуба в мостовидном протезе, необходимо иметь представление не только о размерах корня во всех плоскостях, но также знать и пространственное расположение корня в костной ткани. На основании всего вышеизложенного встает проблема разработки адекватной модели корня зуба, позволяющей максимально близко приблизиться к реальной форме корней зубов и в тоже время позволяющей находить жесткости зубов посредством математических вычислений.

Внимательное изучение формы поперечного сечения корня зуба показывает, что, хотя его форма и овальная, однако с одной осью симметрии. Следовательно, если модель формы поперечного сечения корня зуба составить из двух различных полуэллипсов с одной общей малой осью, то такая модель окажется вполне реальной. В такой трактовке А. Е. Крушевским и С. А. Наумовичем разработана математическая модель периодонта, используемая нами для создания программы [2,3]. Таким образом, мы считаем, что корень зуба представлен в виде двух совмещенных эллиптических гиперboloидов с общей малой осью. Ввиду того, что стыковка двух полуэллипсов производится в вершинах, то сохраняется не только непрерывность поверхности, но и касательной (нормали) к ней. Модель периодонта корня в виде эллиптического гиперboloида позволяет довольно легко привязать ее к каждому корню одно- и многокорневых зубов, построив трехмерную модель корней зубного ряда.

В рамках автоматизации процессов ортопедического лечения пациентов создан программное обеспечение, позволяющее существенно повысить качество результатов протезирования. Разработанный программный комплекс позволяет хранить и обрабатывать необходимые для выполнения протезирования данные о пациентах, включающие в себя карточки пациентов с их идентификационными данными, результатами наблюдений и осмотров, рентгеновские снимки зубного ряда, изображения сканированных моделей челюстей, геометрические и механические параметры зубного ряда, необходимые для выполнения расчетов прогнозируемого напряженного состояния, и т.п.

Для каждого пациента заводится карточка, которая кроме стандартных данных, включающих в себя паспортные данные, жалобы, анамнез заболевания, анамнез жизни и т.д., в режиме «Обследование \ Зубной ряд» содержит информацию о геометрических параметрах зубного ряда, необходимых для выполнения расчетов. При этом параметры вводятся не для зубов, а для корней каждого зуба. В списке предлагаемых врачу зубов количество корней для каждого зуба соответствует анатомической норме. Данные отображаются отдельно для верхней и нижней челюстей. Все величины расстояний измеряются в сантиметрах, все величины углов - в градусах.

При переходе в режим «Параметры корня» можно вводить и корректировать следующие параметры корня зуба, необходимые для выполнения расчетов:

- признак включения в расчеты (т.е. будет ли данный корень включаться в конструкцию мостовидного протеза, для многокорневых зубов необходимо включать все

корни);

- высота корня зуба (рабочая, т.е. уровень костной ткани, где имеются волокна периодонтальной связки) - h ;
- асимметричные оси сечения корня (параметры, определяющие размер поперечного сечения корня с вестибулярной и небной поверхностями) – a_1, a_2 ;
- симметричная полуось сечения корня (мезиодистальный размер поперечного сечения корня, представленного в виде эллиптического гиперboloида) - b ;
- степень закругления вершины корня - d ;
- толщина периодонта - pt ;
- смещение локальной системы координат относительно глобальной (т.е. координаты вершины корня) – x, y, z ;
- угол между плоскостью вертикальной симметрии корня и плоскостью симметрии тела человека (угол поворота зуба вокруг своей оси) - α ;
- угол поворота корня вокруг горизонтальной оси, лежащей в плоскости симметрии корня (угол мезиодистального отклонения корня) - β ;
- угол поворота корня вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости симметрии корня (угол вестибулоорального отклонения корня) – δ (данный угол должен задавать врач, так как отсутствует возможность его автоматического определения).

Для автоматизации процесса получения информации о вышеперечисленных параметрах корней зубов нами были взяты методы обследования, доступные для многих практических врачей: сохраненные в цифровом формате ортопантограммы челюстей и сканированные диагностические модели челюстей.

На первом этапе для определения пространственных координат вершущек корней на изображение сканированной модели челюсти и рентгеновского снимка накладываются оси трехмерной системы координат: X и Y – на гипсовую модель, а Z – на панорамный снимок.

Панорамная томография является одним из наиболее распространенных и часто применяемых дополнительных методов обследования и позволяет получить сведения с продольном сечении корня. Для этого на ортопантограмме врач должен сопоставить контур корня зуба, который находится в костной ткани, со стандартным шаблоном представляющим собой продольное сечение эллиптического гиперboloида (рис. 1). Все полученные параметры при обсчете снимков пересчитываются с учетом искажений, которые неизбежны при проведении данного метода исследования.

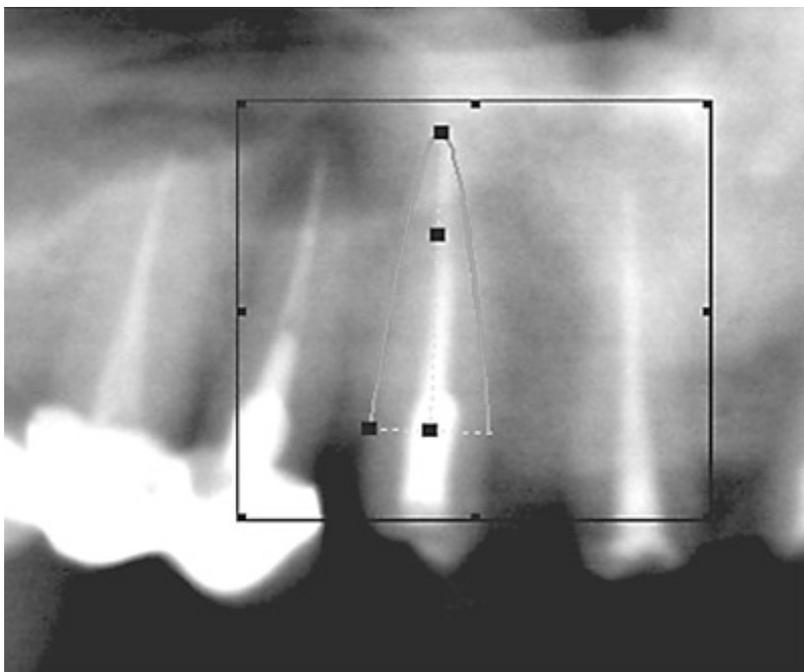


Рис.1. Режим «Альбом снимков» - рентгеновский снимок.

Следующим этапом в обработке данных является исследование сканированных диагностических моделей челюстей. Врач снимает оттиски с челюсти, на которую планируется изготавливать мостовидные протезы, после чего отливают модели из супергипса. Подготовка моделей к сканированию заключается в срезании коронок зубов до уровня десны и разметке периметра корня с помощью химического карандаша, что облегчает в дальнейшем распознавание контура поперечного сечения корня зуба в графическом файле. При этом срезанные на моделях коронки многокорневых зубов делятся врачом равномерно на участки, количество которых соответствует количеству корней данного многокорневого зуба. Взаиморасположение участков должно совпадать с пространственным расположением каждого из корней многокорневого зуба, т.о. мы получаем проекцию поперечного сечения корней на уровне десны. На полученном графическом изображении врач должен сопоставить контур поперечного сечения зуба с стандартным шаблоном, представляющим собой поперечное сечение двуполостного эллиптического гиперboloида. Кроме этого необходимо указать направление падения рентгеновского луча к зубу во время рентгеновской съемки, что необходимо для пересчета параметров, полученных с панорамных снимков (рис. 2).

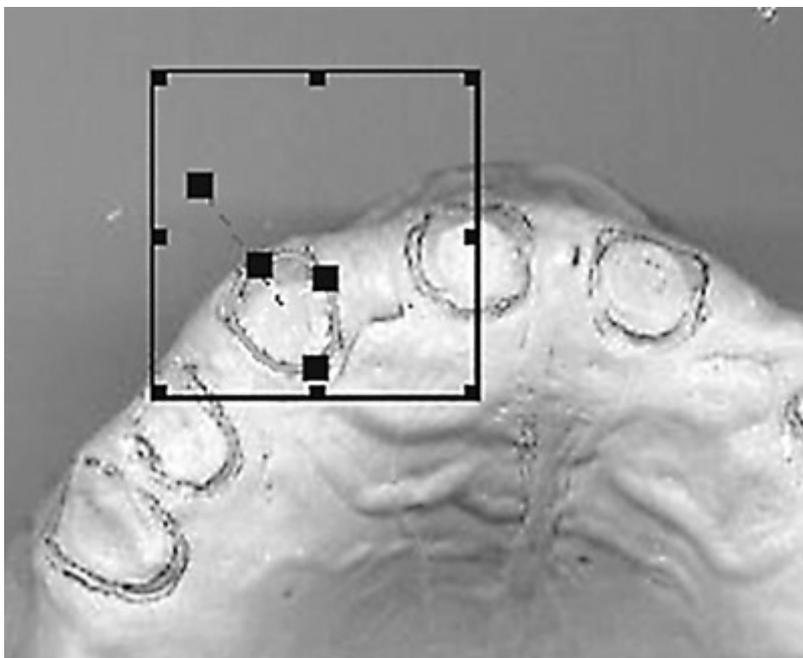


Рис.2. Режим «Альбом снимков» - сканированная модель челюсти.

Полученные таким образом геометрические параметры и координаты расположения корней в костной ткани являются основой для построения 3-D модели зубного ряда с отображением корней зубов, которые выступают в качестве опоры мостовидного протеза, а также позволяют рассчитать напряженно-деформированное состояние периодонта опорных зубов мостовидного протеза под действием сил действующих на протез при жевании.

Литература

1. Дегтярев И.М., Андреев И.М., Сибгатуллин Х.Х. О причинах снятия мостовидных протезов // Казан. мед. журн. - 1984. - № 3. - С.225 - 226.
2. Крушевский А.Е., Наумович С.А. Решение задачи о равновесии периодонта как оболочки, ограниченной двумя составными эллиптическими гиперблоидами// Зарубеж радиоэлектроника (Биомед. радиотехника). - М., 1996. - № 12. - С.62-72.
3. Наумович С.А., Крушевский А.Е. Биомеханика системы зуб-периодонт.- Мн.,2000. - 168 с.
4. Саакян Ш.Х., Каламкарлова С.Ч., Чикунев С.О. и др.Причины осложнений при применении металлокерамических протезов // Стоматология. - 1994. - № 2. - С.54-56.
5. Справочник по основным показателям стоматологической помощи в Республике Беларусь. - Минск, 2002. - Вып. МЗ РБ Сектор. методол. и анализа мед. статист. МЗ РБ. - С.24.
6. Шварц А.Д. Биомеханика и окклюзия зубов. - М.: Медицина,1994.-208 с.
7. Farah J.W. Finite element analysis of three- and four-unit bridges / J.W. Farah, R.G Craig, K.A. Meroueh // J. Oral Rehabil. – 1989.- Vol.,№6. - P. 603-611. Jeon P. D. Analysis of stress in the periodontium of the maxillary first molar with a three-dimensional finite element model / P. D. Jeon, P.K. Turley , H.B. Moon, K. Ting // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 1999. – Vol.115,№3.- P. 267-274.
8. Lee H.E. Stress analysis of four-unit fixed bridges on abutment teeth with reduced periodontal support / H.E. Lee, C.H. Wang, G.L. Chang, T.Y. Chen // J. Oral Rehabil. – 1995.- Vol.22, №9. – P.705-710.
9. Lu H.P. Three dimensional finite element analysis of stress induced by orthodontic forces in the periodontal tissue / H.P. Lu, M.K. Fu, J.F.Huang // Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 1994.- Vol.29,№6. – P.332-335, 384.

10. Picton D.C. An investigation of the displacement of fixed bridges and their abutments under occlusal load in Monkeys (*Macaca Fascicularis*) / D.C. Picton, P.R. Likeman // Restorative Dent.- 1991.- Vol.7, №1. – P.8-11.