

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Дубинина Алексея Лаврентьевича «Биомеханический анализ начальной стадии ортодонтического лечения», выполненную в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.08 – Биомеханика.

Актуальность темы выполненной работы

В целях повышения качества жизни вопросы изучения поведения органов и систем жизнедеятельности человеческого организма являются важными и актуальными. Одним из методов их исследования является биомеханическое моделирование с использованием современных компьютерных технологий. Оно может предоставить практикующим врачам новые способы анализа, понимания механизмов работы живых систем и оптимизации методик лечения. В представленной работе биомеханический подход был применен для изучения задач ортодонтического исправления зубочелюстных аномалий. Основное внимание уделено таким вопросам, как управление движением перемещаемого зуба в рамках костной лунки, а также определение оптимальных параметров корректирующей конструкции.

Таким образом, диссертационная работа Дубинина Алексея Лаврентьевича «Биомеханический анализ начальной стадии ортодонтического лечения» является современной и актуальной.

Основные научные результаты

В качестве основных результатов можно выделить создание биомеханического подхода для исследования перемещения зуба в рамках костной лунки, основанного на новом введенном понятии «область сопротивления зуба». На начальной стадии лечения необходимо правильно установить корректирующий аппарат, место приложения и направление действия которого бы соответствовали желаемому перемещению. Использование свойств «области сопротивления» позволяет осуществлять контроль над движением зуба в рамках костной лунки, т.е. так прикрепить элемент конструкции к коронке зуба, чтобы зуб двигался в запланированное положение и определенным образом (корпусно, наклонно-вращательно).

Также в работе А.Л. Дубинина разработана методика, позволяющая рассчитать с помощью нового количественного критерия величину силы, которую нужно реализовать

ортодонтическим аппаратом в процессе лечения. Известно, что при исправлении зубочелюстных аномалий, величина ортодонтической нагрузки играет определяющую роль. Если сила будет чрезмерной, то высок риск повреждения окружающих тканей, что повлечет осложнение процесса лечения.

Оценка достоверности

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации А.Л. Дубинина соответствует общепринятой в рамках специальности 01.02.08 – Биомеханика. Их достоверность, помимо теоретического анализа, подтверждается результатами математического конечно-элементного моделирования, а также апробированностью используемых моделей механики деформируемых тел.

Диссертационная работа объемом 127 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитированной литературы из 148 наименований. Список литературы включает как классические работы, так и современные, что позволяет получить полноценное представление по теме диссертации. Работа четко структурирована, характеризуется научной строгостью, четкостью и последовательностью изложения материала. Текст диссертации хорошо иллюстрирован графиками и таблицами в соответствии с современными требованиями. Основные научные результаты диссертации соискателя опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, внесенных в перечень журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией.

Рекомендации по использованию

Полученные результаты могут быть использованы при выборе и настройке корректирующего аппарата (брекет-система, эластопозиционер), используемого при ортодонтическом исправлении зубочелюстных аномалий, при управлении и возможной корректировке положения зуба в костной лунке в процессе его перемещения. В заключительной главе работы продемонстрировано определение параметров ортодонтической нагрузки на примере трех случаев из клинической практики, используя разработанный биомеханический подход. Полученные таким образом количественные оценки могут быть полезны практикующим ортодонтам для оптимизации и объективизации существующих методик лечения.

Замечания

1. После проведенного анализа современного состояния биомеханических исследований по определению системы сил, под действием которой зуб переместится в желаемое положение без осложнений, вместо четкой формулировки цели и задач исследования, на стр. 37 приведен неполный перечень допущений для построения модели системы «зуб–периодонт».

2. В тексте содержится противоречие в схематизации периодонта, не говоря уже о том, что коллагеновые волокна различных отделов периодонта отличаются по своему направлению и толщине образуемых ими пучков. Текст на стр.69: “Для возможности получения аналитического решения представим линейно-упругую среду (периодонт) в виде набора пружин определенной жесткости c_i (рисунок 4.1). Ориентация и положение i -пружины в пространстве задается координатами точки крепления к зубу $(x_i; y_i; z_i)$ и углами $(\eta_i; \xi_i; \theta_i)$ с осями декартовой системы координат $O_i'x_i'y_i'z_i'$, оси которой параллельны осям декартовой системы координат $Oxyz$ (рисунок 4.2).” С другой стороны, на стр. 73 приведено определение коэффициента жесткости без всякого учета ориентации и положения пружин. При этом удивляет ссылка на формулу элементарного закона Гука в учебниках сразу трех авторов: Н. М. Беляева, Ю. Н. Работнова, и В.И. Феодосьева.

3. Построение физических моделей должно проводиться на базе теории подобия. В диссертации в качестве обоснования физической модели на стр. 89,92 приводятся фразы: “Для удовлетворения цели эксперимента не требовалось точного повторения геометрической формы реального зуба и величины податливости периодонта”. Это не обоснование.

4. При проведении вычислений в программе ANSYS не приведены сведения о: 1) способах приложения в компьютерной модели внешнего воздействия (сосредоточенной силы, сосредоточенного момента), 2) выбранных конечных элементах и их форме 3) необходимом числе конечных элементов в рамках принятой погрешности вычислений.

5. С одной стороны вводится критерий оптимизации, с другой без всякого обоснования и анализа на стр. 97 вводятся: “Допустимые уровни перемещения зуба: при поступательном движении $h= 0,07$ мм (порядка 30 % от толщины периодонта); угол поворота зуба $\mu = 2^\circ$ ”.

6. Приведен целый ряд нечетких формулировок критерия оптимизации пока не появляется текст на стр. 98: “Величина нагрузки выбирается с таким ограничением, чтобы напряжения в периодонте σ_i , установившиеся в результате ее действия, не превосходили

давления крови в капиллярах периодонта ($\sigma_i^{доп}$), значение которого в среднем равно 2,7 кПа [3]”

7. Некорректно проведен сравнительный анализ результатов расчета и эксперимента на стр. 105: ”При последующем сравнении полученных значений сил и момента пары сил с соответствующими экспериментальными данными (см. таблицу 1.1) видно, что указанные величины лежат в близких пределах.”

8. Неудачно построены некоторые фразы, например: 1. На стр.77 “В общем случае геометрическая форма модели корня зуба и окружающего периодонта задается приближенной к реальной форме переднего верхнего резца, т.е. специально не имеющей элементов симметрии (рисунок 4.5, а)”; 2. На стр.96“Под оптимальной в данном случае понимается максимальная нагрузка, не приводящая к перенапряженности окружающих зуб тканей”.

В целом, представленная диссертационная работа, с учетом новизны, теоретической и практической значимости выполненных исследований и их достоверности, соответствует требованиям ВАК РФ (критериям, изложенным в п.9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, рекомендуется к защите на заседании диссертационного совета Д 212.243.10 при ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». Ее автор Дубинин Алексей Лаврентьевич достоин присуждения ему искомой степени по специальности 01.02.08 – Биомеханика.

Официальный оппонент: Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной механики и инженерной графики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

Бегун Петр Иосифович

