

# СТОМАТОЛОГИЯ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ МОЛЯРОВ МЕТОДОМ СПЕКЛ-ФОТОМЕТРИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАСКРЫВАЮЩЕЙ NiTi ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ

**А.С. Бирюков, М.Б. Васильева,  
Т.Ф. Косырева**

Кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии  
Медицинский институт  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 10/2, Москва, Россия, 117198*

На разработанной экспериментальной модели зубного ряда с искусственным пародонтом методом спекл-фотографии проведено определение перемещений моляров верхней челюсти при воздействии раскрывающей NiTi ортодонтической пружины между ними и фиксацией первого моляра к мини имплантату. Определены перемещения моляров при различных типах крепления или анкорража.

**Ключевые слова:** анкорраж, дистализация моляров, ортодонтический типодонт, спекл-фотометрия.

В настоящее время для управления процессом ортодонтического лечения необходимо знание принципов биомеханики [1]. В основе ортодонтического лечения лежит перемещение зуба под действием различных сил. Величина и направление силы зависят от конструкции аппарата и режима его применения, которые подбирает врач. В ответ на воздействие силы на зуб в тканях пародонта происходит ряд сложных биологических реакций, результатом которых является движение зуба в кости. Клетки тканей пародонта не различают конструкцию аппарата, сплав, из которого он изготовлен, форму дуги и т.д., поэтому выраженность биологического ответа на лечение зависит исключительно от величины и направления давления на зуб и степени напряжения, возникающего при этом в тканях.

Таким образом, для получения точного прогнозируемого результата лечения необходимы четко заданные параметры воздействующей силы и конструкции элементов аппарата. Успех лечения в ортодонтии зависит от умения прикладывать силы необходимой величины и направления для достижения желаемого результата с учетом сил противодействия и качества опоры.

Для проведения экспериментальных исследований по определению перемещений зубов верхней челюсти под действием NiTi дуг и пружин мы создали модель верхней челюсти, которая отражала свойства периодонта [2].

С этой целью использовали гипсовую модель верхней челюсти, по которой делали оттиск силиконом марки Elite double 22 (Zhermack, Italy). При моделировании верхней челюсти использовались искусственные зубы, изготовленные из композиционного реставрационного материала. На корневую часть зубов наносился силикон марки Elite double 22 (Zhermack, Italy) в два слоя, что позволило имитировать периодонтальную щель, толщина которой в нашем случае составила 0,3 мм. После этого искусственные зубы с нанесенным силиконом устанавливали коронковой частью в силиконовый оттиск, изготовленный с гипсовой модели. Далее сформированный силиконовый оттиск заливали пластмассой холодной полимеризации марки «Протакрил», в которую устанавливали пластину с креплениями с целью последующей фиксации модели в оптической схеме интерферометра. После завершения процесса полимеризации откручивали и удаляли, а пластмассовая модель верхней челюсти извлекали из силиконовой формы.

Далее силикон корневой части зубов заменяли на литейный воск (Accu Flakes (KerrLab)). С каждого зуба удаляли силиконовый слой с целью последующей его замены воском путем заполнения лунок удаленных зубов расплавленным воском. После этого зубы позиционировали в расплавленный воск в лунках с небольшими смещениями, имитируя патологическое перемещение зубов (например: моляры смещались или наклонялись мезиально). Таким образом, изготавливали типодонт (экспериментальная модель) верхней челюсти с искусственным периодонтом.

Моделирование процесса перемещения зубов с помощью несъемной вестибулярной техники «прямой дуги» с самолигирующими брекетами под действием внешних нагрузок от фиксированных на зубах нитиноловых дуг изучали на фрагменте верхней челюсти, изготовленной из пластмассы холодной полимеризации по методике изготовления типодонта с установленными искусственными зубами в литейном воске, моделирующем периодонтальную щель.

Моделирование процессов, происходящих в периодонте перемещаемых зубов, осуществляли воском в пластичном состоянии. Для этого подбирали оптимальная температура нагрева воска, которая в нашем эксперименте составляла 60—65°. При данной температуре за период времени 1 мин. перемещения зуба составляли величину порядка 90 мкм. Для определения перемещений использовали цифровые индикаторы линейных перемещений. Это позволило выбрать оптимальную температуру нагрева воска и фиксировать величину перемещений, которая могла быть определена методом спекл-фотографии.

Для определения перемещений зубов в вертикальной и горизонтальной плоскостях применяли изготовленный типодонт верхней челюсти. Определение перемещений исследуемых зубов осуществляли *методом спекл-фотографии*.

Получали фотографию исследуемого объекта в когерентном свете с последующим сканированием зарегистрированного на фотопластинке изображения объекта нерасширенным лазерным лучом. При записи на фотопластинке изображений исследуемого объекта применяли метод двух экспозиций.

При первой экспозиции регистрировали на фотопластинку исходное состояние объекта, в данном случае верхние первый и второй моляры. Далее осуществляли нагревание области верхних первого и второго моляров теплым воздухом. В результате теплового воздействия воск, имитирующий периодонт, становился пластичным, и происходило изменение положения мезиально спозиционированных боковых моляров. После остывания объекта регистрировали вторую экспозицию.

При освещении объекта когерентным светом образуется пространственная спекл-структура. На фотопластинке регистрировали два спекл-поля, образованных исходным состоянием объекта и деформированным. При восстановлении нерасширенным пучком на экране, расположенном на некотором удалении от спекл-фотографии объекта, наблюдали картины полос равного шага типа Юнга.

Количество полос в интерференционном гало дает прямо пропорциональную информацию о величине перемещения, т.е. чем больше полос в гало, тем больше величина перемещения. Направление перемещения всегда перпендикулярно интерференционным полосам в гало.

Учитывая, что метод спекл-фотографии хорошо работает на плоских и квазиплоских плоскостях [3], для контроля перемещений исследуемых зубов в них устанавливали жесткие металлические вставки с экранами, которые перемещались совместно с исследуемыми зубами.

Оптическую схему регистрации спекл-фотографий исследуемого объекта собирали на виброизолированной плите голографической установки (рис. 1). Объект 1 освещали плоскопараллельным фронтом 2 от источника когерентного излучения с длиной волны 0,53 мкм и мощностью 300 мвт. С помощью объектива 3 формировалось изображение исследуемого объекта в плоскости фотопластинки 4.

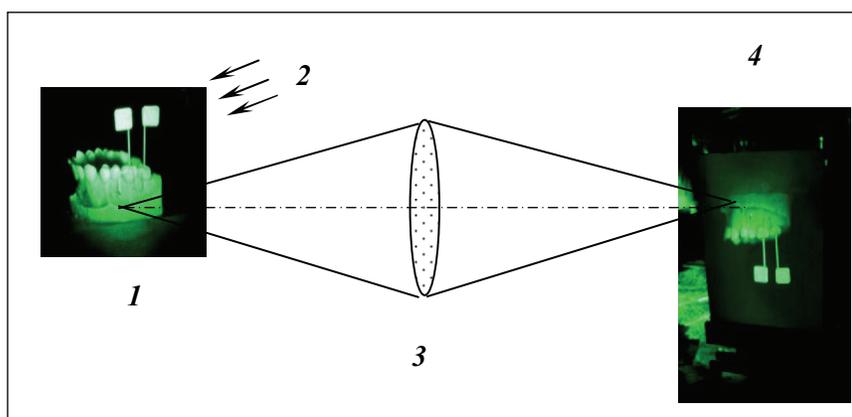


Рис. 1. Оптическая схема регистрации спекл-фотографий

После регистрации двухэкспозиционной спекл-фотографии осуществляли ее сканирование нерасширенным лазерным лучом с целью восстановления спекл гало и определения величины и направления перемещений.

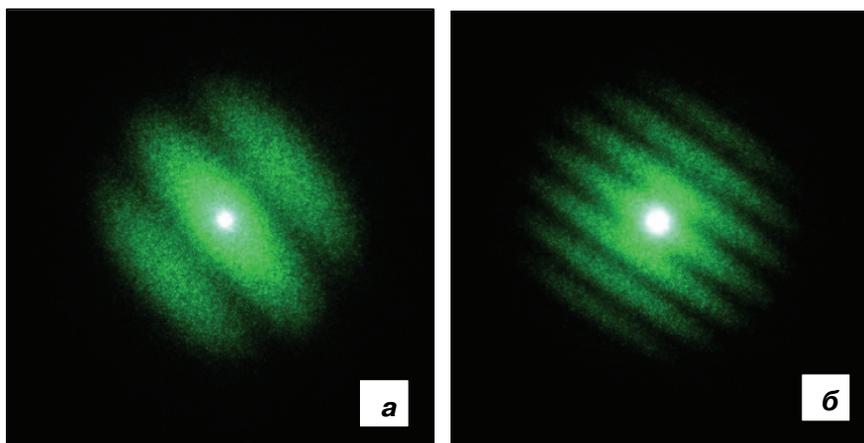
По шагу интерференционных полос, расстоянию от спекл-фотографии до экрана, где наблюдается интерференционное гало и длине волны света определяли величину перемещения, направление перемещений — перпендикулярно интерференционным полосам.

С помощью метода спекл-фотографии изучалось перемещение первых и вторых моляров верхней челюсти в сагиттальной, вертикальной и трансверсальной плоскостях на NiTi дуге из материала фирмы ORMCO сечением  $0,014 \times 0,025$ ".

В первом варианте фиксировался только один опорный первый моляр отрезком стальной дуги с микроимплантом, вкрученным в модель верхней челюсти.

Во втором варианте — три зуба (1.6, 1.5, 1.4): первый, второй премоляры и первый моляр верхней челюсти справа жестко фиксировались между собой отрезком стальной дуги сечением  $0,017" \times 0,025"$ , образуя жесткий треугольник, вершина которого закреплялась микроимплантом в модели верхней челюсти. За первым моляром на рабочую дугу накладывался отрезок NiTi раскрывающей пружины длиной, равной длине межзамкового расстояния и ширины одного замка.

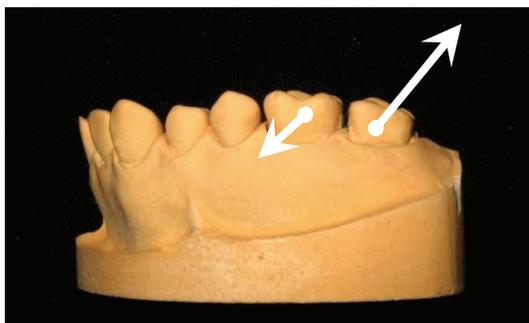
На рис. 2 представлены картины интерференционных полос типа Юнга при сканировании спекл-фотографии исследуемой модели верхней челюсти вблизи первого и второго моляров в случае использования крепления на один опорный зуб. Величина перемещений первого моляра порядка 8 мкм, а второго моляра — около 16 мкм, что определили по шагу интерференционных полос. Направления перемещений зубов показаны на рис. 3 векторами, их величина — длиной вектора.



**Рис. 2.** Картины интерференционных полос типа Юнга при сканировании вблизи первого моляра — а, второго моляра — б, вариант закрепления на один опорный зуб

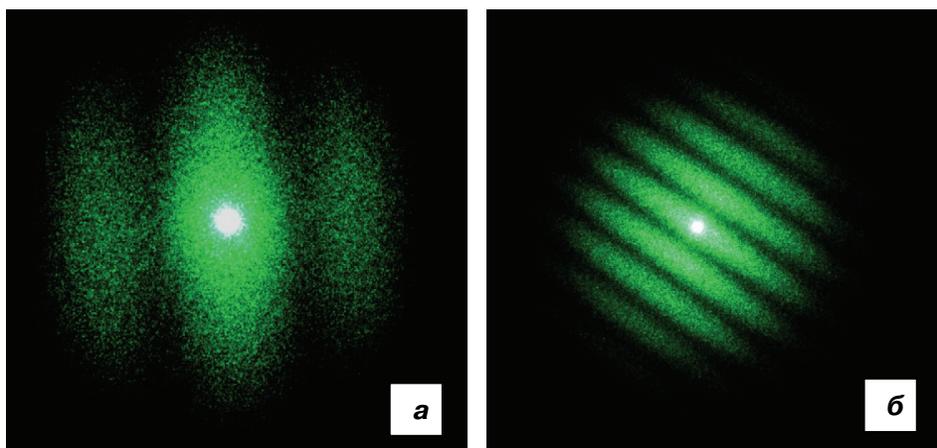
Величина перемещений в горизонтальной плоскости первого моляра порядка 5 мкм, а второго моляра — около 13 мкм, что определяется по шагу интерференционных полос.

Крепление опорного моляра с помощью отрезка стальной дуги к миниимплантату не позволяло исключить поворот зуба и его наклон. Для жесткой фиксации опорного зуба необходима более жесткая связь.



**Рис. 3.** Модель, поясняющая перемещение моляров в вертикальной плоскости, вариант закрепления на один опорный зуб (1.6)

В случае использования варианта фиксации трех опорных зубов (1.4, 1.5, 1.6) величина перемещений первого моляра в вертикальной плоскости составила порядка 1,5 мкм, т.е. зуб практически неподвижен, а второго моляра около 19 мкм, что определяли по шагу интерференционных полос (табл. 1) (рис. 4).



**Рис. 4.** Картины интерференционных полос типа Юнга при сканировании вблизи первого моляра — а, второго моляра — б, вариант фиксации трех опорных зубов

Таблица 1

**Векторы перемещения моляров при дистализации зуба 1.7 при двух типах крепления**

Векторы плоскости перемещения моляров верхней челюсти	Зуб 1.6	Зуб 1.7
Величина перемещения при опоре 1.6 к миниимплантату		
В вертикальной плоскости	8 мкм	16 мкм
В горизонтальной плоскости	5 мкм	13 мкм
Величина перемещения при опоре 1.4, 1.5, 1.6 зубов к миниимплантату		
В вертикальной плоскости	1,5 мкм	19 мкм
В горизонтальной плоскости	0,5 мкм	23 мкм

Величина перемещений в горизонтальной плоскости первого моляра составила 0,5 мкм, т.е. он практически неподвижен, а второго моляра — около 23 мкм, что определяли по шагу интерференционных полос.

Имела место незначительная ротация второго моляра порядка  $2 \cdot 10^{-3}$  рад.

Таким образом, при решении вопроса дефицита места в зубном ряду для впереди стоящих зубов возможно применять воздействие раскрывающей NiTi пружины с целью дистального перемещения боковых зубов. При этом для дистального перемещения второго моляра показано жесткое крепление опорных зубов, а именно двух премоляров и первого моляра с помощью жесткой фиксации композитом отрезка стальной дуги с микроимплантом. Это позволит практически исключить поворот и наклон первого моляра в качестве опорного зуба.

Установлено, что при жестком креплении трех опорных зубов перемещения вдоль зубного ряда опорного моляра, будут практически отсутствовать, а перемещаемого зуба дистально — на 77% больше, чем в случае крепления к миниимплантату одного опорного зуба.

При дистализации происходит также экструзия перемещаемого зуба при расположении NiTi пружины изгибом вверх, и наоборот, интрузия — при расположении NiTi пружины изгибом вниз. Данное положение следует учитывать при выборе конструкции ортодонтического приспособления с учетом желаемых перемещений зубов в каждой индивидуальной клинической ситуации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Нанда Р.* Биомеханика и эстетика в клинической ортодонтии / Перевод с англ. М.: Медпресс-информ, 2009.
- [2] *Бирюков А.С., Васильева М.Б., Косырева Т.Ф., Осинцев А.В., Селекор О.Н.* Патент на полезную модель «Ортодонтический типодонт» № 2013131685/14(047352) от 29.08.2013.
- [3] *Рубникович С.П.* Применение метода цифровой спекл-фотографии в изучении напряженно-деформационного состояния корня зуба, восстановленного штифтовой вкладкой. Достижения медицинской науки Беларуси // *Стоматология*. 2001. № 2. С. 44—46.

## SPECKLE PHOTOMETRY AT MOLARS MOVEMENT WITH SUPERELASTIC NITI FINGER SPRING

**A.S. Birukov, M.B. Vasil'yeva, T.F. Kosyрева**

Department of pediatric dentistry and orthodontics  
Medical Institute

Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 10/2, Moscow, Russia, 117198*

In developed an experimental model of dentition with an artificial periodontal by speckle photography carried out determination of movements molars of the upper jaw when exposed disclosing NiTi orthodontic finger spring between them and the fixation of the first molar to the mini implant. Determined molars movement in different types of fixing or anchorage.

**Key words:** anchorage, molar distalization, orthodontic tipodont, speckle photometry.

## **REFERENCES**

- [1] *Nanda P.* Biomechanics and esthetics in clinical orthodontics. Transl. from English. M.: Medpress-inform, 2009.
- [2] *Biryukov A.S., Vasilieva M.B., Kosyreva T.F., Osintsev A.V., Selecor O.N.* Patent for useful model "Orthodontic tyodont" № 2013131685/14(047352), 29.08.2013.
- [3] *Rubikovich S.P.* Method of digital speckle photography in study of stress-strain state of root of tooth restored with pin tab. Advances in medical science of Belarus. *Dentistry*. 2001. № 2. P. 44—46.