

ПЛАНИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВИДНЫХ ПРОТЕЗОВ НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТАХ НА ОСНОВЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Головко А.И.

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Минск, Республика Беларусь

ortopedstom@bsmu.by

Изучение прочностных характеристик дентальных имплантатов в экспериментальных условиях имплантатов при использовании как опорного элемента мостовидного протеза, в условиях, имитирующих функциональные нагрузки в полости рта. В экспериментальных условиях испытания проводились в соответствии с ISO 14801:2012, где оценивали прочностные характеристики конструкций 18 дентальных одноэтапных имплантатов диаметра 3,5 мм и длиной 8 мм в сборе с прямым абатментом и фиксирующим винтом M1,6. В ходе эксперимента установлено, что не происходит критического изменения изгиба образцов мостовидных протезов под нагрузкой при увеличении расстояния между двумя опорами мостовидного протеза при замещении дефектов зубного ряда малой протяженности. Результаты исследования позволяют шире использовать мостовидные протезы, фиксированные на имплантатах.

Ключевые слова: *ортопедическое лечение; протезирование; дентальные имплантаты; прочностные характеристики протезов.*

PLANNING OF ORTHOPEDIC TREATMENT IN PROSTHETICS BASED ON STRENGTH SAMPLES OF PROSTHETIC CONSTRUCTIONS UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS

Golovko A.I.

Belarusian State Medical University

Minsk, Republic of Belarus

Study of the strength characteristics of dental implants in experimental conditions of implants when used as a supporting element of a bridge, in conditions that simulate functional loads in the oral cavity. In experimental conditions, the tests were carried out in accordance with ISO 14801: 2012, where the strength characteristics of the structures of 18 one-stage dental implants with a diameter of 3.5 mm and a length of 8 mm assembled with a straight abutment and an M1.6 fixing screw were evaluated. Results. In the course of the experiment, it was found that there is no critical change in the bending of the samples of bridges under load with an increase in the distance between the two supports of the bridge when replacing defects in the dentition of short length. The research results allow wider use of bridges fixed on implants.

Key words: *orthopedic treatment; prosthetics; dental implants, strength characteristics of prostheses.*

Восстановлению зубов после удаления посвящено множество работ, связанных с эстетическими и медицинскими вопросами. И это неудивительно, ведь по разным оценкам, примерно 26% людей теряют все свои зубы к 74 годам

[1]. Распространенность частичной адентии, по данным ВОЗ, достигает 75% населения Земли [2]. Основными ее причинами являются кариес и его осложнения, маргинальный периодонтит, а также травмы.

В структуре оказания в нашей стране стоматологической помощи частичная потеря составляет от 75% до 96% случаев, причем встречается во всех возрастных группах пациентов [3, 4].

Следует отметить, что широко применяемые в нашей стране мостовидные протезы имеют ряд противопоказаний, связанных с препарированием опорных зубов и их последующей биомеханической перегрузкой. На сегодняшний день дентальная имплантация вошла в число рутинных хирургических и ортопедических процедур.

Однако установка большого количества имплантатов для последующего протезирования бывает затруднена из-за различных проблем, связанных с атрофией челюсти, ее низкой минеральной плотностью и хирургическими противопоказаниями. К тому же и литературные данные о преимуществе и показаниях к различным конструкциям, способах соединения супра- и мезоструктуры, выборе необходимого количества устанавливаемых имплантатов и оптимального расстояния между ними весьма противоречивы [5,7,8,9]. В имплантологии для решения биомеханических задач используются теоретические (математический анализ, метод конечных элементов) и экспериментальные (голографическая интерферометрия, тензометрия, поляризационно-оптический метод) подходы. Выбор необходимого количества устанавливаемых имплантатов при потере зубов и планировании ортопедической конструкции проводили на экспериментальной модели в соответствии с ISO 14801:2012.

Целью исследования явилось изучение прочностных характеристик дентальных имплантатов в экспериментальных условиях имплантатов при использовании как опорного элемента мостовидного протеза, в условиях, имитирующих функциональные нагрузки в полости рта.

Материалы и методы

На кафедре ортопедической стоматологии БГМУ, в тесном сотрудничестве с рядом белорусских производителей проводится разработка имплантационной системы, которая бы отвечала нагрузочным требованиям ISO 14801. На нагрузочном стенде проведен динамический сравнительный анализ нагружения одноэтапных дентальных имплантатов при планировании мостовидного протеза разной протяженности. Принцип работы установки заключается в изучении прочностных характеристик испытываемых образцов при механических циклических нагружениях.

В экспериментальных условиях испытания проводились в соответствии с ISO 14801:2012, где оценивали прочностные характеристики конструкций 18 дентальных одноэтапных имплантатов диаметра 3,5 мм и длиной 8 мм в сборе с абатментом и фиксирующим винтом M1,6. Нагрузочные характеристики основываются на статических испытаниях согласно ISO 14801, под жевательной нагрузкой 30 кгс, что примерно соответствует силе 300 Н. Все детали состоят из сплава Ti4Al6V. Образцы жёстко зафиксированы в заливочном материале Technovit 4071 с модулем упругости более 2 ГПа и

металлической технологической оснастке, имитирующей фиксацию в кости, но не деформирующей испытываемые образцы, на расстоянии 3,5 мм между образцами и последующим увеличении согласно отсутствию одного, двух и трех зубов соответственно (рис. 2).

Ось имплантата расположена под углом $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$ относительно направления нагрузки аппарата для испытаний. Центр нагрузки расположен на пересечении центральной продольной оси имплантата, расположенной на расстоянии 11 мм (на рисунке 3) от уровня опоры имплантата и прикладывается на полусферическую поверхность.

Изгибающий момент M определяется выражением:

$$M=yF$$

Плечо пары y определяется как $l \cdot \sin 30^{\circ}$. Для испытанной конфигурации плечо момента составляет 0,5 л или 5,5 мм, тогда $M=5,5F$ (Н·мм), где: M – максимальный изгибающий момент, F – максимальная приложенная нагрузка. Силовое воздействие осуществляли на середину ортопедической конструкции. Частота нагрузки не превышает 15 Гц. Статистическая обработка цифровых данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010, Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Испытание на усталость внутрикостного зубного имплантата (ISO 14801:2012) позволяет рассчитывать напряженно деформируемое состояние, возникающие внутри механической системы под воздействием внешних сил, а также отображает участки конструкции, где происходит деформация материала и последующее разрушение при функциональной нагрузке. Была проведена серия экспериментов с различными расстояниями между установленными имплантатами и ортопедическими конструкциями различной протяженности, учитывая наиболее вероятный худший случай, позволяющий использование имплантатов. Данные проведения циклов нагружения испытываемых образцов приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Параметры испытания образцов 2–5

Образец	Сила F, Н	Частота ν , Гц	Расстояние l, мм	Расстояние x между образцами, мм	Плечо момента, y, мм	Ожидае мое количес тво циклов
2	300	10	11	7,9	5.5	$5 \cdot 10^6$
3	300	10	11	15,8	5.5	$5 \cdot 10^6$
4	300	10	11	23,7	5.5	$5 \cdot 10^6$
5	300	10	11	31,6	5.5	$5 \cdot 10^6$

Таблица 2. Результаты динамических испытаний образцов 2–5

Блок	Макс. нагрузка, Н	Макс. изгибающий момент, Н·мм	Кол-во пройденных циклов	Изгиб образцов под нагрузкой, мм	Изгиб образцов, мм	Повреждения
2	300,37	1652	$5 \cdot 10^6$	0,2	0	Отсутствуют
3	300,27	1651,5	$5 \cdot 10^6$	0,19	0	Отсутствуют
4	299,91	1651	$5 \cdot 10^6$	0,19	0	Отсутствуют
5	299,91	1651	$5 \cdot 10^6$	0,26	0	Отсутствуют

В ходе эксперимента установлено, что не происходит критического изменения изгиба образцов мостовидных протезов под нагрузкой при увеличении расстояния между двумя опорами мостовидного протеза при замещении дефектов зубного ряда малой протяженности. Так параметры значений при отсутствии двух, трех и четырех зубов находятся в рамках значений 0,19 мм, 0,20 мм и 0,20 мм соответственно и не вызывают значительных деформационных изменений имплантационных структур. При дальнейшем увеличении протяженности модели мостовидного протеза, фиксированного на дентальных имплантатах происходит значительный изгиб и деформация прежде всего супраструктуры опорных имплантатов, а также развинчивание фиксирующего винта, что приведёт к разрушению системы имплантаты-супраструктура-кость.

Выводы:

1. Представленная экспериментальная установка может быть использована в ряде имплантационных систем для оценки прочностных характеристик дентальных имплантатов совместно с ортопедическими конструкциями.

2. Объединение имплантационных структур в единый блок позволяет воспринимать гораздо большие и статические и циклические нагрузки.

3. Результаты исследования позволяют шире использовать мостовидные протезы, фиксированные на имплантатах.

4. Данные модели конструкций мостовидных протезов позволяют использовать опорные элементы при наклоненных имплантатах не более 30 градусов.

Список литературы

1. Журули Г.Н. Биомеханические факторы эффективности внутрикостных стоматологических имплантатов (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2010. – 44 с.

2. Утюж А.С. Концепция выбора ортопедической конструкции с опорой на дентальные имплантаты как метод профилактики периимплантита у пациентов с полной и частичной вторичной адентией: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2017. – 45 с.

3. Всемирная организация здравоохранения. Здоровье полости рта. Информационный бюллетень №318. [Электронный ресурс]. Доступ: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/ru/>

4. Матвеев А.М., Близнюк В.В. Основные направления деятельности стоматологической службы Республики Беларусь в 2016-2017 годах // Современная стоматология. — 2017. — №3. — С. 24-29
5. Рубникович, С. П. Оценка прочности характеристик винтовой фиксации абатментов к дентальным имплантатам с коническим типом соединения в условиях эксперимента / С. П. Рубникович, С. В. Прялкин, В. Н. Бусько // Стоматология. Эстетика. Инновация. - 2019. – том 3. - № 3.
6. Головкин, А. И. Изучение супраструктуры стоматологических имплантатов на основе метода конечно-элементного анализа / А. И. Головкин // Современная стоматология. - 2019. - № 4. - С. 32-36.
7. Миргазизов, М.З. Критерии эффективности в дентальной имплантологии / М.З. Миргазизов, А.М. Миргазизов // Российский стоматологический журнал. - 2000. - №2. - С. 4-7.
8. Weiss, C.M. Principles and Practice of Implant Dentistry / C.M. Weiss, A. Weiss - Mosby, Inc., 2001. - 447 p.
9. Influence of different implant-abutment connection designs on the mechanical and biological behavior of single-tooth implants in the maxillary esthetic zone: A systematic review. B.M. Vetromilla [et al.] J Prosthet Dent. 2019 Mar;121(3):398-403.e3. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.05.007.