

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© В. А. ЗАГОРСКИЙ, В. В. ЗАГОРСКИЙ, 2013

УДК 616.314-089.28

В. А. Загорский, В. В. Загорский

## БИОМЕХАНИКА ШИНИРОВАННЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, 119991, Москва

*При изготовлении протезов на имплантатах необходимо знание механизмов передачи напряжений от супраструктуры протеза на костную ткань челюсти. Эти данные можно получить с помощью математических моделей методом конечных элементов, в основе построения которых лежат знания физических свойств костных структур челюстей черепа человека, имплантатов, твердых тканей зубов и пародонта.*

Ключевые слова: протезы на имплантатах, нагрузка на костную ткань челюсти

V. A. Zagorsky, V. V. Zagorsky

## BIOMECHANICS THE SPLINTING IMPLANT

I. M. Sechenov The first Moscow state medical university, 119991, Moscow

*In the manufacture of prostheses on implants is necessary knowledge of the mechanisms of transmission of stress from suprastructure prosthesis in the bone tissue of the jaw. These data can be obtained with the help of mathematical models of the finite element method, on the basis of which lie the knowledge of the physical properties of the bone structures of the jaw of the human skull, implants, teeth hard tissues and periodontal diseases.*

Key words: prosthetics on the implants, the load on the bone tissue of the jaw

Успешное пользование имплантатами, их долговечность, так же как и долговечность абатментов, участвующих в передаче жевательных и окклюзионных нагрузок, определяются степенью напряжений и выраженностью вызываемых ими деформаций в подлежащей костной ткани. Анализируя клиническую ситуацию при обследовании пациентов, необходимо определить количество имплантатов, их конструкцию, направление установки и расположение для оптимальной передачи нагрузок на подлежащие костные структуры. Следует оценить состояние костной ткани и слизистой оболочки протезного ложа, возможные общие и местные реакции организма на предлагаемое лечение.

В процессе изготовления протезов на имплантатах знание механизмов передачи напряжений от супраструктуры протеза на костную ткань челюсти имеет важное значение. Эти данные можно получить с помощью математических моделей методом конечных элементов, в основе построения которых лежат знания физических свойств костных структур челюстей черепа человека, имплантатов, твердых тканей зубов и пародонта.

Протезная конструкция, опирающаяся на два имплантата и более, имеет иную картину распределения напряжений и деформаций, чем одиночные, и определяется точкой приложения нагрузки от зубного протеза на балку, объединяющую имплантаты.

При двух имплантатах, объединенных в блок балкой, вертикальная нагрузка, приложенная в середине балки, вызывает напряжения, подобные распределению их в одиночных имплантатах. Основные напряжения концентрируются в месте приложения на балке, затем равномерно распределяются по двум имплантатам, концентрируясь больше в их верхних двух третях. Подобное распределение напряжений аналогично напряжениям одиночного имплантата при действии нагрузки по вертикальной оси. Однако два имплантата, объединенных балкой, более устойчивы при жевательной

нагрузке от съемного перекрывающего протеза.

Вертикальная нагрузка на один из двух имплантатов вызывает значительные, до 80%, сжимающие напряжения в точке ее приложения со значениями до 60 МПа, которые распределяются достаточно равномерно по телу опорного имплантата, концентрируясь также в его верхних двух третях. В противоположном имплантате в области соединения балки с его шейкой определяются напряжения до 50 МПа, которые носят растягивающий и расщепляющий характер. Напряжения равномерно компенсируются в верхних двух третях конструкции по убывающей до его верхушки.

Подобная картина возможна при погружении дистального отдела базиса съемного протеза в слизистую оболочку протезного ложа. Поэтому кратковременное действие этой нагрузки на один из имплантатов будет полностью компенсировано костной тканью, окружающей имплантат. Однако постоянная или циклическая, часто повторяющаяся нагрузка может вызвать деструктивные изменения в окружающей имплантат костной ткани.

Вертикальная нагрузка, приложенная к консоли одного из двух имплантатов, вызывает значительные, до 90 МПа, сжимающие напряжения в точке ее приложения, которые распределяются достаточно равномерно по телу опорного имплантата, концентрируясь также в его верхних двух третях с напряжениями до 60 МПа. В противоположном имплантате в области соединения ее балки с шейкой определяются напряжения до 50 МПа растягивающего характера, которые равномерно компенсируются в верхних двух третях конструкции по убывающей до его верхушки. Кратковременное действие жевательной нагрузки будет компенсировано костной тканью, окружающей имплантат. Однако постоянные или длительные циклические, повторяющиеся нагрузки могут вызывать деструктивные изменения в костной ткани, окружающей имплантат.

Анализ картин напряжений четырех имплантатов, установленных с усилием 17 Н/мм<sup>2</sup> при нагрузке в 100 Н, показывает, что наиболее устойчивой конструкцией изготовления зубных протезов будет опора на четыре имплантата и более.

Анализ напряжений в центре балки при усилии 100 Н вызывает равномерное распределение напряжений в месте приложения нагрузки с убыванием значений по остальным имплантатам. Наибольшие значения напряжений локализуются в основном, в верхних двух третях имплантатов по их вертикальной оси. Все напряжения компенсируются за счет количества имплантатов и объединяющей их балки.

При нагрузке, действующей на один из дистальных имплантатов, определяется скопление напряжений в противоположных имплантатах в области их шеек и местах соединения с балкой. Кратковременная нагрузка на один из краевых имплантатов с усилием до 100 Н не определяет картины напряжений, значительно отличающейся от предыдущей. Это вызвано тем, что напряжения от опорного имплантата через балку в значительной мере компенсируются тремя оставшимися имплантатами. В области шеек остальных имплантатов определяются растягивающие напряжения, которые носят компенсированный характер. Следует остерегаться постоянной нагрузки на один из дистальных имплантатов для профилактики резорбции костной ткани.

Кратковременная нагрузка за пределами установленных имплантатов до 4 мм вызывает незначительный эффект погружения опорного имплантата с распределением напряжений через балку на другие. Напряжения определяются в верхних двух третях имплантатов и в области соединения балки с имплантатами. Кратковременная нагрузка носит компенсированный характер. Однако постоянная нагрузка на консоль балки может провоцировать перегрузку костной тка-

ни вокруг опорного имплантата с последующей деструкцией кости вокруг остальных имплантатов.

В процессе исследования реакций упругонапряженных состояний костной ткани и имплантатов нами были определены опорные реакции, возникающие в вязкоупругом слое, связывающем имплантат и кость. Модель костного ложа в челюсти с системой нагружающих ее сил показала, что максимальные напряжения действуют в поверхностном слое челюсти, минимальные – у вершины имплантата. Однако напряжения, действующие в кости, в 8–10 раз меньше, чем напряжения, возникающие в теле имплантата, что обусловлено ее большим поперечным сечением и различием их механических характеристик и эластичностью титана. Прочность компактной костной ткани ниже прочности материала имплантата примерно в 6–8 раз (80 МПа по сравнению с пределом разрушающих напряжений и прочности титана 450–600 МПа), что позволяет говорить об относительно одинаковых упругих компонентах, входящих в систему имплантат – кость. Мы полагаем, что утверждение об одинаковой упругости материалов справедливо только при кратковременно действующей жевательной нагрузке до 200–300 Н. При этом возможен диапазон напряжений в этой системе от 3 до 20 МПа, что не вызывает разрушающих напряжений на границе соединения костной ткани и имплантата. Естественно, что подобное утверждение может быть справедливо только для нормальной костной ткани и имплантатов, имеющих форму корня.

Поступила 01.02.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 616.314.17-002-092:612.017.1]-092.9

Д. К. Лянова, Ф. Ю. Даурова, Г. А. Дроздова, Т. В. Тарасова, В. А. Прытков, А. А. Кульченко

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА В ПАТОГЕНЕЗЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА

ФГБОУ УВПО Российский университет дружбы народов, 117198, г. Москва, rudn@rudn.ru; ФГБОУ ВПО Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 430005, г. Саранск, dep-general@adm.mrsu.ru; республиканская стоматологическая поликлиника, 430000, г. Саранск, rstpol@moris.ru

*В работе представлены данные, полученные экспериментальным путем, о значимости иммунной реактивности организма в развитии воспалительного процесса в тканях пародонта у животных на фоне диабетических, метаболических нарушений. Развитие воспалительного процесса в пародонте, его генерализация и хронизация определяются не только и не столько видовым и количественным составом микрофлоры полости рта, сколько состоянием защитных сил самого организма и ответной реакцией иммунной системы, измененной диабетическими и патогенетическими факторами.*

Ключевые слова: иммунная реактивность организма, воспалительный процесс в тканях пародонта

*D.K. L'yanova, F.Yu. Daurova, G.A. Drozdova, T.V. Tarasova, V.A. Prytkov, A.A. Kul'chenko*

EXPERIMENTAL STUDY OF IMMUNOLOGICAL REACTIVITY OF THE ORGANISM IN THE PATHOGENESIS OF THE INFLAMMATORY PROCESS IN PERIODONTAL TISSUES

Russian University of peoples friendship, 117198, Moscow; «N. P. Ogarev Mordovia State University», 430005, Saransk, Russia; Republican stomatological polyclinic, 430000, Saransk, Russia, rstpol@moris.ru

*The paper presents the data obtained experimental way. about the importance of the immune reactivity of the organism in the development of inflammatory process in periodontal tissues in animals against the background of diabetes, metabolic disturbances. The development of the inflammatory process in the napodonme, its generalization and becomes chronic determined not only and not so much the species and quantitative composition of the microflora of an oral cavity, as a condition of protective forces of the organism and of the response of the immune system, as modified by the diabetes and pathogenetic factors.*

Key words: immune reactivity of the organism, inflammatory process in periodontal tissues