УДК: 616.716.1/.4-089.843/.844:519.711.3

Д.В. МОНАКОВ[1], И.М. БАЙРИКОВ[1], О.А. ЛОГИНОВ[2]

[1]Самарский государственный медицинский университет
[2]НТЦ «Экспертиза Риски Анализ»

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ В КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

В статье рассматриваются биомеханические аспекты выбора дентального имплантата при дефиците костной ткани в зоне предполагаемой имплантации. Проводится анализ напряжений в костной ткани при использовании внутрикостного и внутрикостно-накостного имплантатов.

Ключевые слова: дентальная имплантация, напряженно-деформируемое состояние, конечно-элементное моделирование

Монаков Дмитрий Вячеславових *- аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии СамГМУ. E-mail: dr.monakov@yandex.ru*

Байриков Иван Михайлович *- д.м.н., профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и стоматологии СамГМУ. E-mail: bayrikov@mail.ru*

Логинов Олег Александрович *- к.ф.-м.н., главный специалист НТЦ «Экспертиза Риски Анализ», г. Самара. E-mail: dr.monakov@yandex.ru*

D.V. MONAKOV[1], I.M. BAYRIKOV[1], O.A. LOGINOV[2]

[1]Samara State Medical University
[2]"Expertiserating" Samara

ANALYSIS OF STRESSES IN THE BONE TISSUE OF THE JAWS IN VARIOUS DESIGNS OF DENTAL IMPLANTS

The article discusses the biomechanical aspects of the choice of dental implant at the bone deficit in the area of the proposed implant. The analysis of stresses in the bone tissue when using intraosseous and external-intraosseous implants is carried out.

Keywords: dental implant, stress distribution, finite element modeling.

Dmitriy Monakov *- postgraduate student of the Department of maxillofacial surgery and stomatology, Samara State Medical University. E-mail: dr.monakov@yandex.ru*

Ivan Bayrikov, *Doctor of Medicine, professor, Head of the Department of maxillofacial surgery and stomatology, Samara State Medical University. E-mail: bayrikov@mail.ru*

Oleg Loginov*, PhD, chief specialist of "Expertiserating", Samara. E-mail: dr.monakov@yandex.ru*

В настоящее время дентальные имплантаты представлены большим разнообразием конструкций. В основном это внутрикостные винтовые имплантаты, менее распространены внутрикостные пластиночные и субпериостальные имплантаты. Базовые методики дентальной имплантации рассчитаны на стандартные анатомические условия, при которых имеется достаточная высота и ширина альвеолярного отростка для устанавливаемого имплантата. Однако приблизительно в 30% случаев из-за неблагоприятных анатомических условий базовые стандартные методики могут применяться только в определенных модификациях [2]. Одним из вариантов решения вопроса дентальной имплантации в условиях дефицита костной ткани челюстей является применение эндо-субпериостальных имплантатов [1]. Оригинально использованы внутрикостные и накостные фиксирующие элементы, что позволило при дефиците костной ткани без дополнительных травматичных вмешательств обеспечить стабилизацию имплантата, способного нести жевательную нагрузку.

Следует при этом отметить, что в настоящее время далеко не в полной мере определены оптимальные размеры и типы накостных фиксирующих элементов, в основном представленных пластинами, и способы их крепления.

Цель исследования: оценить и сравнить напряжения, возникающие в челюсти в условиях дефицита костной ткани при установке классических внутрикостных имплантатов внутрикостно-накостных имплантатов.

Материалы и методы исследования

Метод конечно-элементного моделирования, широко используемый в настоящее время, позволяет оценить преимущества (или недостатки) для любого типа пластин, используемых в клинической практике. Поставленную задачу следует рассматривать как нелинейную и многокритериальную.

Одним из наиболее значимых критериев является максимальная величина напряжений, возникающих в костной ткани нижней челюсти в процессе нагружения.

Следует отметить, что в литературе [4] приводятся экспериментально полученные на неживых тканях значения напряжений, при которых происходит разрушение (разрыв) костных тканей, однако эти значения могут служить лишь некоторым ориентиром для определения напряжений, при которых начинает происходить биологическая деградация живых костных тканей. В теории упругости при возникновении аналогичных проблем вводится величина допускаемых напряжений.

$$\frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_u}$$

коэффициент надежности $\gamma_u = 1{,}3$ $\gamma_u = 1{,}3$ для элементов конструкций, коэффициенты условий работы $\gamma_c \gamma_c$, расчетное сопротивление $R_u R_u$,

$$K = \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_u} \quad K = \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_u}$$

где К – коэффициент запаса прочности.

В зависимости от важности решаемой задачи (и точности измерения для имеющихся величин) величина коэффициента запаса прочности может изменяться в широких пределах от 1,15 до 3. В рассматриваемой задаче для коэффициента запаса можно принять значение 2.

В ходе решения поставленной задачи с помощью метода конечно-элементного моделирования были построены конечно-элементные (КЭ) модели, описывающие поведение нижней челюсти с имплантатами, соединенными накостными пластинами. Технология построения КЭ моделей и основные этапы описаны А.Б. Каплуном и соавт. [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа и сравнения моделировался как классический внутрикостный имплантат, так и внутрикостно-накостный (ВНИ). Вид полученных КЭ моделей представлен на рис. 1а-б и рис. 3а-б. Вид распределения напряжений на нижней челюсти и в сечении для случая внутрикостного имплантата представлен на рис. 2а-б.

На рис. 4 а-г представлены распределение тензора напряжений и деформаций на нижней челюсти и в сечении для случая внутрикостно-накостного имплантата.

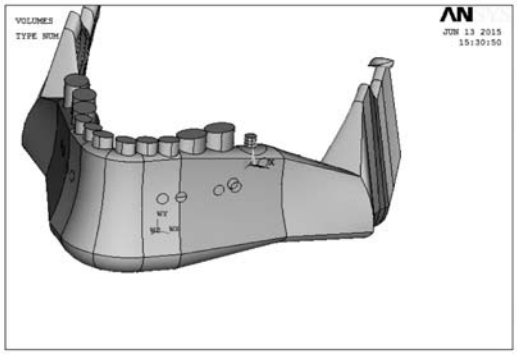

Рис. 1а. Модель нижней челюсти с внутрикостным имплантатом

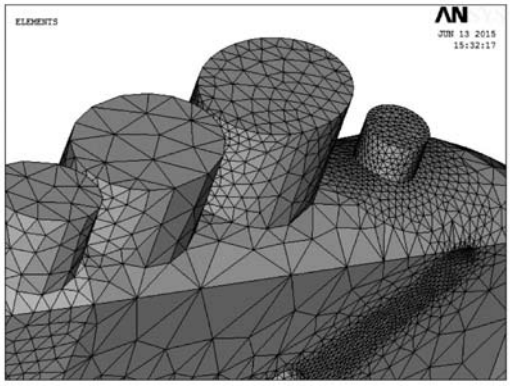

Рис. 1б. КЭ модель нижней челюсти с внутрикостным имплантатом

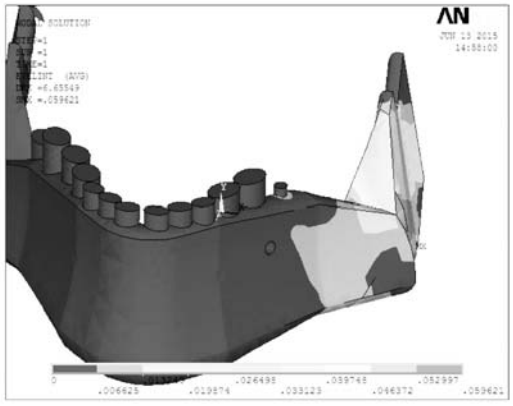

Рис. 2а. Распределение величины интенсивности тензора деформаций в нижней челюсти при установке внутрикостного имплантата

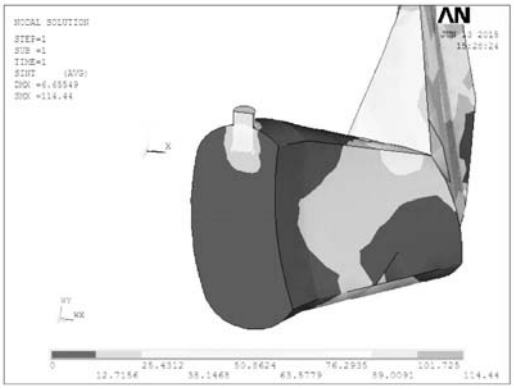

Рис. 2б. Распределение величин интенсивности тензора напряжений в сечении нижней челюсти при установке внутрикостного имплантата.

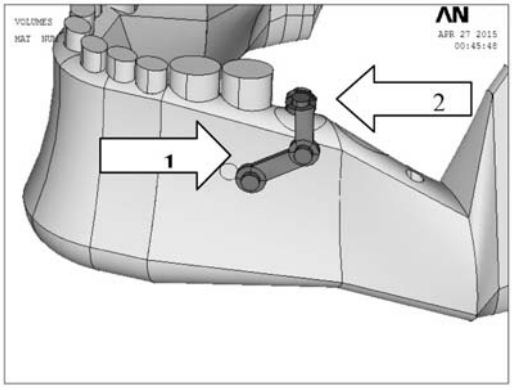

Рис. 3а. Вид твердотельной модели нижней челюсти с внутрикостно-накостным имплантатом:
1- накостная пластина,
2 – внутрикостная часть имплантата

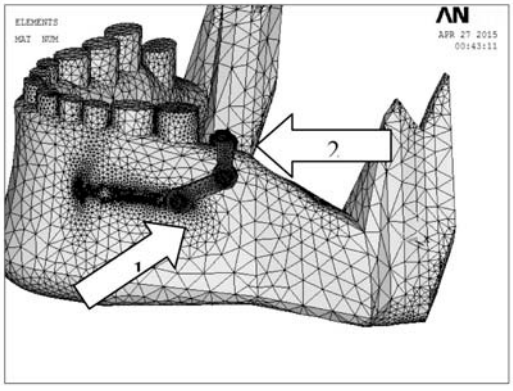

Рис. 3б. Вид твердотельной КЭ модели нижней челюсти с внутрикостно-накостным имплантатом:
1- накостная пластина,
2 – внутрикостная часть имплантата

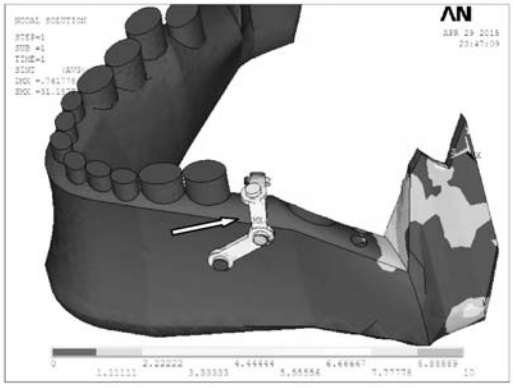

Рис. 4а. Распределение величины интенсивности напряжений в нижней челюсти.
Стрелкой указана область максимальных напряжений в пластине

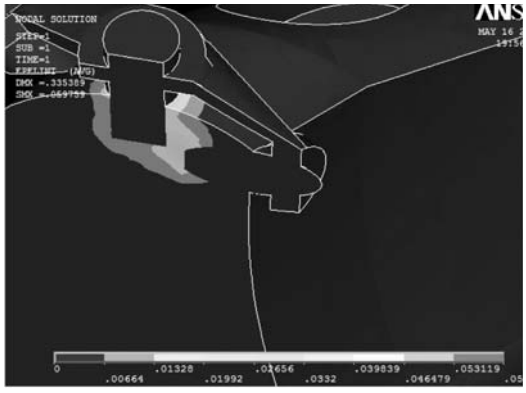

Рис. 4б. Распределение величины интенсивности тензора деформаций в нижней челюсти с ВНИ

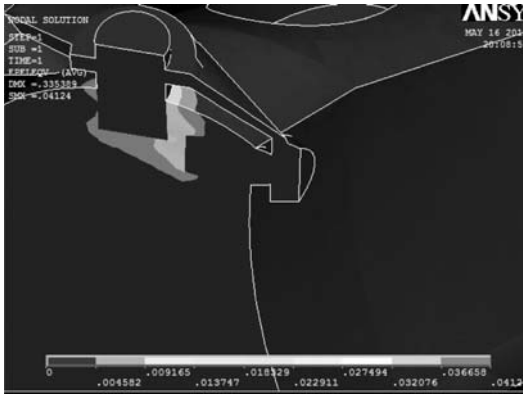

Рис. 4в. Распределение величины интенсивности тензора деформаций в нижней челюсти с ВНИ

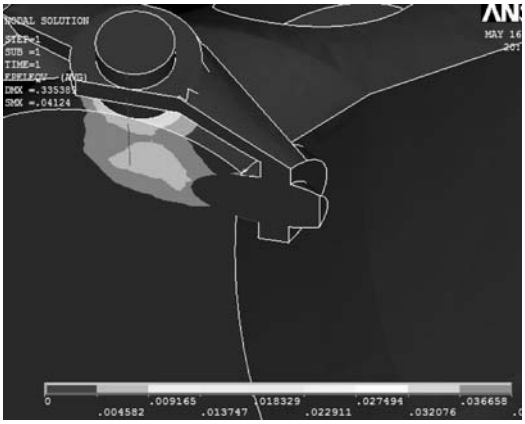

Рис. 4г. Распределение величины интенсивности тензора деформаций в нижней челюсти с ВНИ

Выводы

1. Для рассмотренного случая нагружения величина интенсивности тензора напряжений оказывается выше для внутрикостного имплантата по сравнению с внутрикостно-накостным имплантатом.

2. Критично важным оказывается расстояние между краями внутрикостной части имплантата и фиксирующими элементами накостной конструкции.

При последующем моделировании планируется оценить величину расстояния между краями внутрикостной части имплантата и фиксирующими элементами накостной конструкции, которая обеспечит непревышение допустимого уровня напряжений, а также сравнение величины интенсивности тензора напряжений внутрикостного имплантата и внутрикостно-накостного имплантата при боковых нагружениях.

Список литературы

1. Жусев, А. И., Ремов А.Ю. Дентальная имплантация. Критерии успеха. – М.: Центр дентальной имплантации. 2004. 224 с.

2. Иванов С.Ю., Васильев А.Ю., Буланова Т.В. Методика предимплантационного обследования пациентов // Российский вестник дентальной имплантологии. 2003. № 2. С. 42 - 43.

3. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС. 2003. 272с.

4. Сухарев М. Изучение деформации кости в зависимости от степени ее плотности при проведении имплантации. // Клиническая имплантология и стоматология. – СПб., 1997. № 3. С. 34-38.