

ОРТОПЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ

ОРТОПЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314-089.28



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРОТЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПЛАНТАТА В КАЧЕСТВЕ ОПОРЫ

Українська
медичинська
стоматологічна
академія,
м. Полтава

Д.М. Король

Одной из наиболее актуальных проблем дентальной имплантологии остается проблема рационального протезирования на имплантатах

[3,4].

Используя имплантаты как опоры для несъемных или съемных ортопедических конструкций, врач обязан учитывать механико - физическую специфику таких опор. Особенно это касается сочетания имплантатов и естественных зубов [1, 2].

Известно, что дентальные имплантаты в стадии остеоинтеграции лишены амортизирующих элементов, каким является пародонт зубов. Это предопределяет различную реакцию имплантатов и естественных зубов на приложение одинаковых жевательных нагрузок. Иная картина наблюдается в случае сочетания естественных зубов и имплантатов в стадии так называемой фиброостеоинтеграции, когда соединительнотканная капсула вокруг имплантата обеспечивает ему микроподвижность, уравнивая смещения от действия жевательных нагрузок.

В этой статье мы рассмотрим возможность перераспределения нагрузок с имплантата на соседние зубы при замещении одиночных дефектов зубного ряда.

Такая необходимость может возникнуть по ряду причин, а именно: дополнительная иммобилизация имплантата в послеоперационный период, недостаточная длина внутрикостной части имплантата, которая может быть обусловлена снижением уровня костной ткани в послеоперационный период. Не исключен также вариант шинирования односоставного имплантата с целью добиться остеоинтеграции.

Математическое моделирование хорошо зарекомендовало себя в практике анализа эффективности стоматологических конструкций [5], поэтому он был использован нами для изучения перспектив применения данного протеза.



Рис. 1. Схема замещения дефекта зубного ряда мостовидным протезом с опорой на имплантат и естественные зубы

Предложено конструктивное решение замещения одиночных дефектов зубного ряда (рис.1) целесообразно применять в тех случаях, когда требуется частично разгрузить пародонт в области замещаемого зуба за счет перераспределения нагрузки на соседние зубы. Расчетная схема такой конструкции представлена на рис.2.

С точки зрения механики предлагаемая конструкция представляет собой статически неопределимую систему. Незначительные расстояния между зубами и деформационные характеристики верхней части конструкции (без замещаемого зуба) позволяют пренебречь деформациями этой части конструкции вследствие их малости и рассматривать только опорные реакции естественных (R_c) и замещаемого (R_3) зубов вследствие деформации Δ (рис.2)

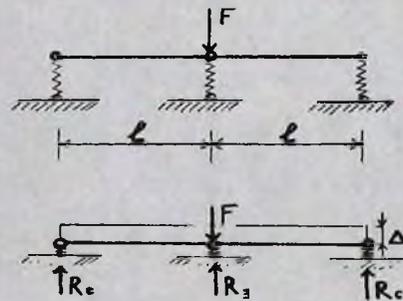


Рис. 2. Расчетная схема конструкции несъемного протеза

Нетрудно заметить, что максимальные усилия в замещаемом зубе возникнут при погружении расчетной схемы сосредоточенной нагрузкой F , поэтому дальнейший анализ будет относиться именно к этой критической ситуации. При одинаковых размерах естественных и замещаемого зуба деформации всех зубов будут одинаковы вследствие симметрии. Для определения усилий в замещаемом зубе составляем уравнение равновесия и совместности деформаций, используя общеизвестные формулы механики:

$$\sum Y = 0, \quad R_c + R_c + R_3 - F = 0 \Rightarrow R_3 = F - 2R_c, \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{R_3}{E_3} \quad \text{и} \quad \Delta = \frac{R_c h}{E_c A} + R_c \alpha. \quad (2)$$

Здесь: R_c и R_3 — соответственно опорные реакции в естественных и замещаемом зубах от действия вертикальной сосредоточенной нагрузки;



F – сосредоточенная нагрузка от пищевого кома;
 Δ – перемещение в вертикальном направлении;
 h – высота замещаемого и естественных зубов;
 A – площадь поперечного сечения зуба;
 E_c и E₃ – соответственно модули продольной упругости естественных и замещаемого зубов.

Приравнявая левые и правые части (2), получим:

$$\frac{R_c h}{E_c A} + R_c \alpha = \frac{R_3}{E_3} \Rightarrow R_c = R_3 \left[\frac{E_c}{E_3 \left(1 + \frac{\alpha E_c A}{h} \right)} \right]$$

Пусть $k = \frac{E_c}{E_3 \left(1 + \frac{\alpha E_c A}{h} \right)}$

тогда $R_c = k \cdot R_3$

Подставив полученное выражение в (1), получим:
 $R_3 = F - 2R_c = F - 2kR_3 \Rightarrow R_3(1 + 2k) = F$

Окончательно получим: $R_3 = \frac{F}{(1 + 2k)}$

где: R₃ – нагрузка на замещаемый зуб;

k – коэффициент, учитывающий соотношение жесткостей замещаемого и существующих зубов и вертикальную податливость пародонта.

Помимо вертикальной нагрузки в процессе пережевывания пищевого кома возникает и горизонтальная нагрузка, воспринимаемая как замещаемым, так и естественными зубами и вызывающая возникновение в зубах изгибающего момента аналогично схеме, представленной на рис.2.

Реакция замещаемого зуба от действия горизонтальной нагрузки:

$$R_3^2 = F_2 - 2R_c^2 \quad (3)$$

Уравнения совместности деформаций:

$$\Delta = \frac{R_3^2 h^3}{3E_3 I} = \frac{R_c^2 h^3}{3E_c I} + \beta R_c^2 \quad (4)$$

Здесь: R_c² и R₃² – соответственно опорные реакции в существующих и замещаемом зубах от горизонтальной сосредоточенной нагрузки;

F₂ – горизонтальная сосредоточенная нагрузка от пищевого кома;

Δ – перемещение в горизонтальном направлении;

h – высота замещаемого и существующих зубов;

I – осевой момент инерции поперечного сечения зуба;

E_c и E₃ – соответственно модули продольной упругости существующих и замещаемого зубов;

β – коэффициент, учитывающий горизонтальную податливость пародонта.

Решив совместно (3) и (4), получим:

$$R_3^2 = \frac{F_2}{(1 + 2k)}$$

где: R₃² – реакция замещаемого зуба от действия горизонтальной нагрузки;

k – коэффициент, учитывающий соотношение жесткостей замещаемого и существующих зубов и податливость

зубов в горизонтальном направлении.

$$k_1 = \frac{E_c}{E_3 \left(1 + \frac{3\beta E_c I}{h^3} \right)}$$

Тогда максимальный изгибающий момент, возникающий в замещаемом зубе:

$$M = R_3 2 \cdot h = \frac{F_2 h}{(1 + 2k_1)}$$

а продольная сила – $N = R_3 = \frac{F}{(1 + 2k)}$

Таким образом, полученные уравнения показывают, что, изменяя соотношение между модулями продольной упругости естественных и замещаемых зубов (за счет подбора материала конструкции), можно в достаточно широком интервале регулировать нагрузку, которая будет восприниматься замещаемым зубом.

Литература

1. Дахл Г. Имплантируемые зубные мосты. Механический и биомеханический анализы функционирования // Новое в стоматологии. - 1997. - № 6 (56), - С.113 - 114.
2. Зикова Г.В., Любомудров С.В., Денисенко О.М. та ін. Застосування ендоосальних імплантатів з функціональним покриттям у практиці протезування зубів мосто-подібними протезами // Ортопедія, травматологія і протезування. - 1998. - №3. - С. 110.
3. Кауфман С. Окклюзійні принципи при імплантаційній реабілітації порожнини рота // Новое в стоматологии. - 1997. - № 4. - С. 31 - 32.
4. Лось В.Г., Бешаров А.К., Жихарь К.И. Протезування включених дефектів зубних рядів великої протяженності з застосуванням імплантатів. Тез. докл. ХХІ обл. науч. конф. Молодих учених медиків./ Івано - Франківський гос. мед. ин - т. - Івано - Франківск, 1986. - С.68.
5. Матвеева А.И., Иванов А.Г., Гветадзе Р.Ш. и др. Повышение эффективности ортопедического лечения больных на основе математического моделирования перспективных конструкций имплантатов // Стоматология. - 1997. - Т.76, № 5. - С.44 - 48.

Стаття надійшла 10.09.2001 р.

Резюме

У статті розглянутий варіант математичного обґрунтування ефективності використання імплантату в якості опори з нерозподілом напруги на сусідні зуби.

Проведений аналіз окремого випадку у стоматології за допомогою загальнотехнічних методів прогнозування.

Summary

In the article the version of the mathematical substantiation of productivity of an implant is reviewed as a bearing with reallocating of load on adjacent dens.

The analysis of a particular case in an odontology with the help of common - technical methods of forecasting is conducted.

