

БИОМЕХАНИКА МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МОСТОВИДНЫХ ПРОТЕЗОВ ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ МАЛЫХ ДЕФЕКТОВ БОКОВЫХ ОТДЕЛОВ ЗУБНЫХ РЯДОВ

УДК 616.314.—089.29—63

Поступила 3.07.2009 г.



Е.Н. Жулев, д.м.н., профессор, зав. кафедрой ортопедической стоматологии¹;

О.В. Сулягина, аспирант кафедры ортопедической стоматологии¹;

Н.В. Леонтьев, к. техн. н., доцент кафедры пластичности и упругости²

¹Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород;

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Н. Новгород

Для совершенствования протезирования пациентов с малыми дефектами боковых отделов зубных рядов комбинированными мостовидными протезами с опорой на вкладках использовалась методика математического моделирования. При изучении биомеханики в системе «мостовидный протез—опорные зубы—периодонт—альвеолярная часть челюсти» использовались четыре вида конструкций металлокерамических мостовидных протезов. Результаты исследования показали, что у мостовидных протезов с мезиальной опорой на вкладку и дистальной опорой в виде искусственной коронки распределение упругих напряжений происходит неблагоприятно и может вызывать развитие осложнений.

Для замещения малых дефектов боковых отделов зубного ряда рекомендуется использовать мостовидные протезы с двусторонней опорой на вкладки в мезио-окклюзионно-дистальных полостях и конструкции протезов с мезиальной опорой в виде искусственной коронки и дистальной опорой в виде вкладки.

Ключевые слова: мостовидные протезы на вкладках, малый дефект зубного ряда.

English

Biomechanics of the metalloceramic bridge prostheses at the dental row lateral department small defect substitution

E.N. Zhulyov, MD, professor, head of the orthopedic stomatology chair¹;

O.V. Sulyagina, graduate student of the orthopedic stomatology chair¹;

N.V. Leontiev, c. tech. s., assistant professor of a plasticity and elasticity chair²

¹ Nizhny Novgorod state medical academy, N. Novgorod;

² N.I. Lobachevsky Nizhny Novgorod state university, N. Novgorod

A method of mathematical simulation was used for prosthetics improvement of patients with the dental row lateral department small defects by combined bridge prostheses with a support on insets. Four types of the metalloceramic bridge prosthesis constructions were used at a study of a biomechanics in a system of «bridge prosthesis—supporting teeth—periodontium—alveolar part of a jaw». The investigation results have demonstrated that a distribution of elastic tensions is unfavorable and can cause complications in bridge prostheses with a mesial support on inset and a distal support in a form of artificial crown.

It is recommended to use the bridge prostheses with a bilateral support on insets in the mesioocclusive and distal cavities and the prosthesis constructions with a mesial support in a form of artificial crown and a distal support in a form of inset for substitution of the dental row lateral department small defects.

Key words: bridge prostheses on insets, small defect of a dental row.

Для информации: Сулягина Ольга Владимировна, тел. моб. +7 920-257-63-44.

В настоящее время для замещения малых включенных дефектов боковых отделов зубных рядов используются различные способы ортопедического лечения. Наиболее популярными по-прежнему остаются традиционные конструкции мостовидных протезов, обладающих хорошими эстетическими и функциональными качествами, но оказывающих побочное действие на пародонт и пульпу зуба [1—3]. Возросшая информированность пациентов и осознанное отношение к своему здоровью обуславливают необходимость использования более щадящих методов ортопедического лечения. Среди конструкций опорных элементов мостовидных протезов, требующих значительно меньшего объема препарирования опорного зуба, можно выделить полукоронки и вкладки.

Важным вопросом конструирования мостовидных протезов является изучение биомеханических аспектов распределения жевательной нагрузки как в пределах самого мостовидного протеза, так и в подлежащих твердых тканях зубов и пародонта. Одним из способов решения этой задачи является использование методов математического моделирования. При этом мы сделали акцент на изучение биомеханики металлокерамического мостовидного протеза, имеющего опорные элементы в виде вкладок.

Цель работы — совершенствование методики протезирования пациентов с малыми дефектами боковых отделов зубных рядов комбинированными мостовидными протезами с опорой на вкладки.

Материалы и методы. Для моделирования поведения тканей и элементов протезов нами применялся метод конечных элементов. В настоящее время существуют ряд программных систем, автоматизирующих процесс создания модели и решения задач. Одной из них является система ANSYS, нами была использована система ANSYS версии 11.0.

Базовая математическая модель представляет собой фрагмент нижней челюсти и имитирует малый включенный дефект бокового отдела зубного ряда (отсутствие первого моляра). На фрагменте имеется два препарированных опорных зуба (второй премоляр и второй моляр) с наложенными металлокерамическими мостовидными протезами в четырех вариантах, зубы имеют корни, погруженные в костную ткань и периодонт. Между опорными элементами мостовидного протеза и зубами воспроизведен слой фиксирующего материала. При моделировании мостовидного протеза выделялся металлический каркас и керамическая облицовка.

Были рассмотрены четыре варианта конструкции протеза с созданием следующих моделей.

Модель 1 — металлокерамический мостовидный протез с двусторонней опорой на вкладки. Опорные зубы препарированы под вкладки с созданием мезио-окклюзионных (МО) и окклюзионно-дистальных (ОД) полостей (рис. 1).

Модель 2 — металлокерамический мостовидный протез с двусторонней опорой на вкладки, с созданием мезио-окклюзионно-дистальных полостей (МОД) на обоих опорных зубах (рис. 2).

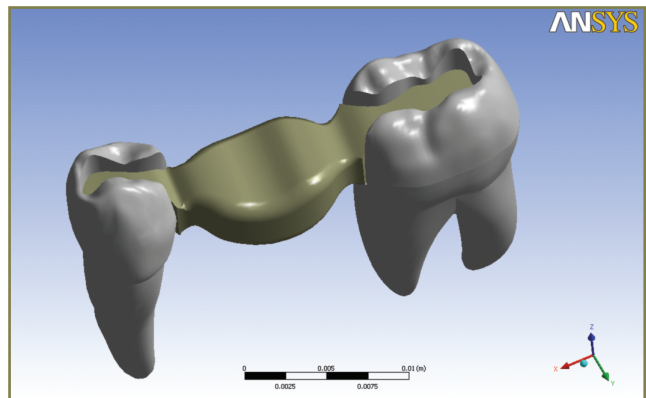


Рис. 1. Металлический каркас мостовидного протеза с двусторонней опорой на вкладки наложен на опорные зубы

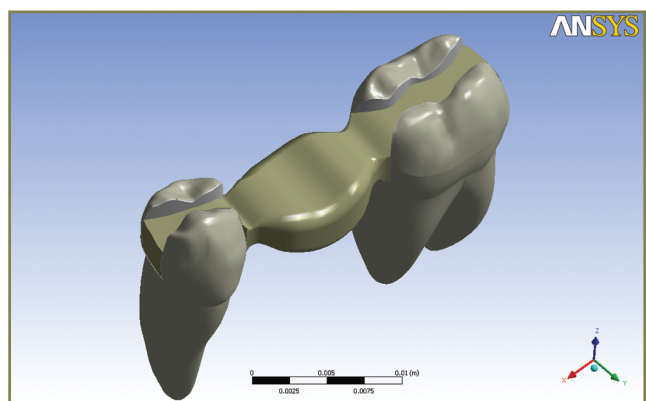


Рис. 2. Металлический каркас мостовидного протеза с двусторонней опорой на вкладки, в полостях типа МОД, наложен на опорные зубы

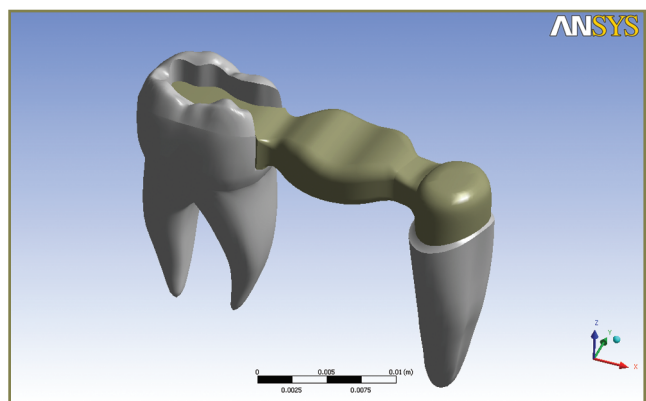


Рис. 3. Металлический каркас мостовидного протеза с мезиальной опорой на полную искусственную коронку и дистальной опорой на вкладку наложен на опорные зубы

Модель 3а — металлокерамический мостовидный протез с мезиальной опорой на полную искусственную коронку и дистальной опорой на вкладку. Второй премоляр препарирован под искусственную коронку, а второй моляр — под вкладку, с созданием МО-полости (рис. 3).

Модель 3б — металлокерамический мостовидный протез с мезиальной опорой на вкладку и дистальной

опорой на полную металлокерамическую коронку. Второй премоляр препарирован под вкладку, с созданием ОД-полости, а второй моляр — под искусственную коронку (рис. 4).

Для сравнительного биомеханического анализа все многообразие вариантов приложения нагрузки было формализовано следующим образом. На окклюзионной поверхности каждого из включенных в модель зубов и протезов были выделены по три поверхности (рис. 5): в центральных ямках (1-й вариант), на вестибулярно-дистальных бугорках (2-й вариант), на язычно-медиальных бугорках (3-й вариант).

К выбранным поверхностям прикладывалась нагрузка в виде нормального (т.е. перпендикулярного к поверхности) давления интенсивностью 100 МПа.

Были исследованы следующие характеристики: максимальные перемещения модели (в миллиметрах), максимальные напряжения в опорных зубах (интенсивность напряжений), максимальные напряжения в опорных зубах (среднее напряжение растяжения и сжатия), максимальные напряжения в периодонте опорных зубов (интенсивность напряжений), максимальные напряжения в периодонте опорных зубов (среднее напряжение растяжения и сжатия), максимальные напряжения в кости челюсти под опорными

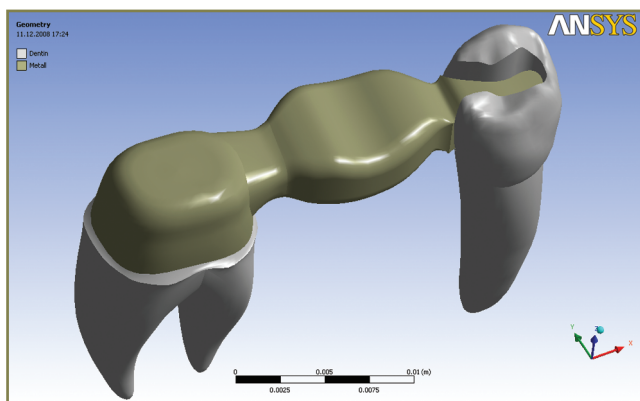


Рис. 4. Металлический каркас мостовидного протеза с мезиальной опорой на вкладку и дистальной опорой на полную искусственную коронку наложен на опорные зубы

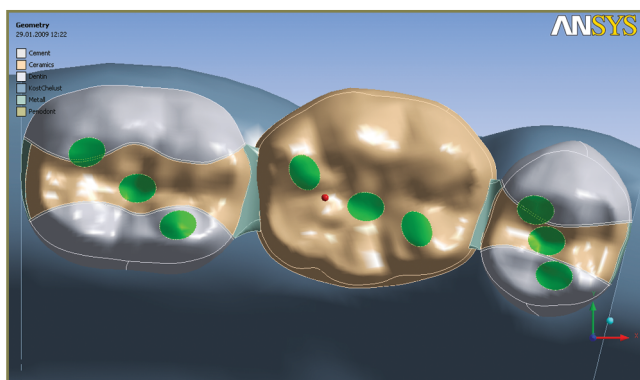


Рис. 5. Выбранные области приложения нагрузки на окклюзионные поверхности зубов

зубами (интенсивность напряжений), максимальные напряжения в кости челюсти под опорными зубами (среднее напряжение растяжения и сжатия), максимальные главные напряжения в цементном слое, максимальные главные напряжения в керамике.

В процессе исследования для моделирования деформаций тканей протезного ложа и перемещений протеза применялись положения теории упругости. Метод конечных элементов использовался для численного решения задач, которые были представлены в виде цветных диаграмм, отображающих перемещения протеза и тканей протезного ложа, моменты сопротивления и величину упругих и эквивалентных напряжений.

Результаты и обсуждение. Изучение распределения упругих напряжений в тканях протезного ложа при использовании мостовидных протезов с опорой на вкладки выявило следующие моменты.

1. Максимальные перемещения моделей определяются главным образом вариантом нагружения. Это означает, что при целостности цементного соединения все модели обладают приблизительно одинаковой жесткостью, но жесткость моделей с полными искусственными коронками чуть выше. Смещения протеза определяются податливостью периодонта и костной ткани.

2. Вертикальная нагрузка приводит к меньшим значениям интенсивности напряжений и среднего гидростатического давления как в опорных зубах, так и в периодонте с костной тканью. Она наиболее благоприятна для всех четырех моделей, а боковая нагрузка, особенно направленная вестибулярно, благоприятна менее.

3. При всех видах нагрузки интенсивность напряжений в опорных зубах моделей 1, 2, 3а распределена равномерно. В модели 3б (мостовидный протез с мезиальной опорой на вкладку и дистальной опорой на искусственную коронку) выявляется неблагоприятная ситуация, обусловленная высокими показателями интенсивности напряжения и среднего давления на премоляре и большой разницей их значений для опорных зубов.

4. Сравнение модели 3а (мостовидный протез с мезиальной опорой на полную коронку и дистальной опорой на вкладку) и 3б (мостовидный протез с мезиальной опорой на вкладку и дистальной опорой на полную искусственную коронку) по результатам распределения интенсивности напряжений показало, что модель 3а (второй премоляр под коронкой, а второй моляр — под вкладкой) имеет более низкие показатели напряжений для обоих опорных зубов с меньшей разницей между ними.

5. В моделях 3а и 3б зуб, находящийся под полной искусственной коронкой (в модели 3а — второй премоляр, а в модели 3б — второй моляр), имеет более низкие значения интенсивности напряжений, обусловленные тем, что полная коронка распределяет напряжения более равномерно и передает их на корень зуба.

6. Вертикальная и вестибулярная нагрузки вызывают примерно одинаковые картины распределения ин-

тенсивности напряжения в опорных зубах. Максимальное напряжение в опорных зубах, имеющих вкладку, локализуется в проекции места ее приложения и передается на придесневую стенку полости. Точка максимального напряжения совпадает с направлением прикладываемой нагрузки. При вертикальной и вестибулярной нагрузке напряжения локализируются на щечных бугорках и наружном углу придесневой стенки; при язычно-направленной нагрузке — на язычном бугорке с передачей ее на внутренний угол полости. В зубах, покрытых полными искусственными коронками, при вертикальной и вестибулярной нагрузке максимальные напряжения локализируются на щечной поверхности корней, а при язычно-направленной нагрузке переходят на лингвальную сторону корней премоляра и моляра (рис. 6). В целом под полной искусственной коронкой создаются более равномерные нагрузки, что согласуется с данными Ю.Н. Иванова [4].

7. Распределение напряжений растяжения в модели 2 (мостовидный протез с двусторонней опорой на вкладках, расположенных в полостях типа МОД) происходит более благоприятно, так как значения для обоих опорных зубов наиболее близки.

8. Ярко выражена зависимость интенсивности напряжений и среднего давления в периодонте опорных зубов от варианта нагружения. Вертикальная нагрузка является наиболее благоприятной. Картина распределения интенсивности напряжений в периодонте опор-

ных зубов также зависит от направления прикладываемой нагрузки. При 1-м и 2-м вариантах зоны максимальной интенсивности напряжений у второго премоляра находятся в проекции верхней трети корня с вестибулярной стороны, а при нагружении в 3-м варианте — с язычной стороны. У моляра максимальные напряжения концентрируются в области верхушек корней при всех вариантах нагружения (рис. 7).

9. Картины распределения среднего давления для 1-го и 2-го вариантов нагружения в периодонте опорных зубов практически одинаковы для всех моделей. Максимальное отрицательное давление у премоляра и моляра наблюдается на верхушках корней, максимальное положительное — в районе бифуркации корней с лингвальной поверхности у моляра, в верхней трети с язычной стороны — у премоляра. При 3-м варианте нагружения максимальное напряжение в периодонте второго премоляра локализовано в верхней трети корня с вестибулярной и дистальной поверхности. В периодонте моляра максимум — в области верхушек корней.

10. Все варианты нагружения в модели 3б (второй премоляр под вкладкой, а второй моляр — под полной искусственной коронкой) вызывают неравномерную нагрузку в цементном слое опорных зубов. Напряжение в цементном слое моляра, покрытого коронкой, в 3—5 раз меньше напряжения в цементном слое премоляра, имеющего вкладку.

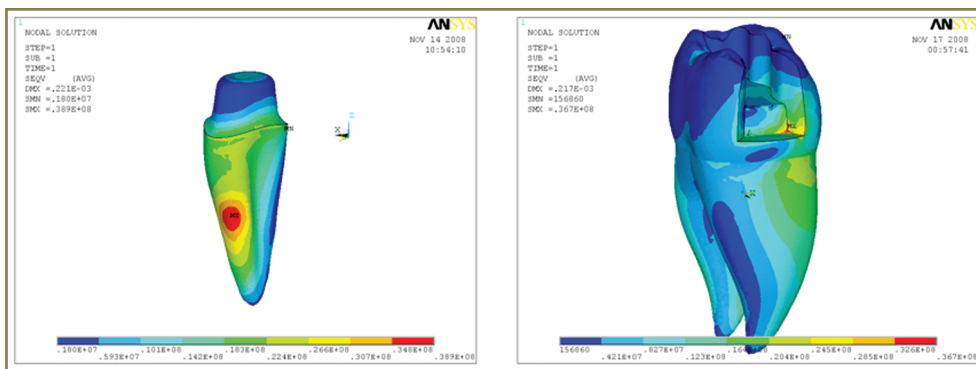


Рис. 6. Картина распределения интенсивности напряжений в опорных зубах при вертикальной нагрузке в премоляре и моляре в модели 3а (1-й вариант)

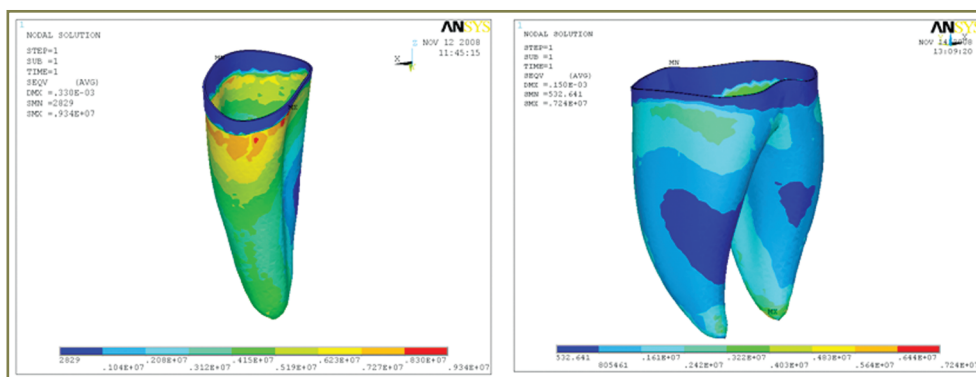


Рис. 7. Картина распределения интенсивности напряжений в периодонте опорных зубов при 2-м варианте нагружения в модели 2

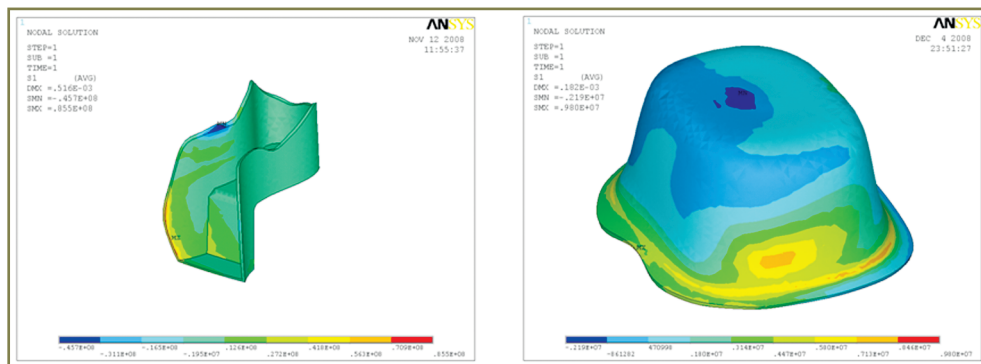


Рис. 8. Картина распределения максимальных главных напряжений в цементном слое при 3-м варианте нагружения в модели 3б

11. Нагрузка на опорных зубах в моделях, имеющих опорные вкладки, вызывает напряжения в цементном слое, распределенные в области придесневой стенки и углов, прилежащих к ней, а также переходящие на вестибулярную (язычную) стенку полости со стороны отсутствующего зуба при изменении направления нагрузки. В полных искусственных коронках (в модели 3а — на втором премоляре, а в модели 3б — на втором моляре) максимальные напряжения концентрируются в области уступа и меньше зависят от направления нагрузки (рис. 8). Локализация напряжений цементного слоя в придесневой области вкладок и коронок заставляет уделить повышенное внимание этому участку на всех этапах протезирования, что согласуется с исследованиями М.С. Шестопалова [5].

12. Напряжения в керамическом покрытии премоляра больше, чем в аналогичном покрытии моляра во всех моделях и при всех вариантах нагружения. В месте приложения нагрузки, на окклюзионной поверхности зубов, наблюдается максимальное сжатие, а в близлежащей ямке — максимальное растяжение. При боковых нагрузках напряжение керамического покрытия передается на области перехода коронок и вкладок в промежуточную часть, т.е. на самый тонкий участок.

Заключение. Результаты математического моделирования и собственные клинические наблюдения позволяют сделать вывод, что использование мостовидных протезов с мезиальной опорой на вкладку и

дистальной опорой в виде искусственной коронки не рекомендуется из-за неблагоприятного распределения упругих напряжений и опасности развития осложнений.

Для замещения малых дефектов боковых отделов зубного ряда рекомендуется использовать мостовидные протезы с двусторонней опорой на вкладки в мезио-окклюзионно-дистальных полостях и конструкции протезов с мезиальной опорой в виде искусственной коронки и дистальной опорой в виде вкладки.

Литература

1. *Абакаров С.И.* Современные конструкции несъемных зубных протезов. М: Высшая школа; 1994; 95 с.
2. *Щербаков А.С., Гаврилов Е.И., Трезубов В.Н., Жулев Е.Н.* Ортопедическая стоматология. СПб: Фолиант; 1998; 565 с.
3. *Жулев Е.Н.* Металлокерамические протезы. Н. Новгород: НГМА; 2005; 288 с.
4. *Иванов Ю.Н.* Морфологическое и биомеханическое обоснование ортопедического лечения включенных дефектов боковых отделов зубных рядов мостовидными протезами. Дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 1995; 162.
5. *Шестопалов М.С.* Клинико-экспериментальное применение щадящих методов препарирования зубов при протезировании малых дефектов зубных рядов. Дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 2006; 153 с.