

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ЧАСТИЧНЫХ СЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ НА КЛИНИЧЕСКОМ ПРИМЕРЕ

Институт механики НАН Украины им. С. П. Тимошенко (г. Киев)

***Национальный медицинский университет им. А. А. Богомольца (г. Киев)**

В данной работе представлены результаты использования методики определения опорных реакций частичных съемных протезов в исследованиях, проведенных в рамках выполнения кандидатской диссертации на тему «Клинико-лабораторное обоснование путей перераспределения жевательной нагрузки при частичном съемном протезировании», которая является фрагментом комплексной научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре ортопедической стоматологии НМУ им. А. А. Богомольца «Этиология, ортопедическое лечение и профилактика окклюзионных нарушений зубочелюстного аппарата», номер государственной регистрации 0106U002347.

Вступление. Кариез и его осложнения, травмы, поражение опорного аппарата зубов патологическими процессами часто приводят к их потере и необходимости восстановления целостности зубочелюстного аппарата [5]. По результатам исследований, из тысячи обследованных человек взрослого населения Украины в возрасте старше 40 лет 64% нуждаются в изготовлении частичных съемных протезов на обе челюсти [6]. Восстановление зубного ряда с их помощью приводит к перераспределению функциональных нагрузок между опорными элементами зубочелюстного аппарата – опорными зубами и слизистой оболочкой, расположенной под седловидными частями протеза. Чрезмерная нагрузка опорных элементов зубочелюстного аппарата может привести к его дальнейшей деградации: потере опорных зубов и атрофии альвеолярного отростка. Поэтому определение опорных реакций протеза с целью оптимального распределения жевательной нагрузки между опорными элементами зубочелюстного аппарата является актуальной задачей ортопедической стоматологии.

В стоматологии все большее применение находят методы математического моделирования [1, 2, 4], которые позволяют описать различные аспекты стоматологической практики. Например, в источниках [8, 9 и др.] описаны методики определения опорных реакций мостовидного протеза в зависимости от геометрических параметров дефектов, характера нагружения и состояния корней опорных зубов. В [7] предложена методика определения напряженно-деформированного состояния тканей пародонта в зависимости от степени атрофии альвеолярного отростка. В работах [7-9] предполагается, что напряженно-деформированное состояние системы протез-челюсть является плоским

и не меняется в направлении одной из осей системы координат. Однако, в процессе жевания протез осуществляет сложное пространственное перемещение, которое генерирует соответственно и пространственное напряженно-деформированное состояние системы протез-челюсть.

В нашей работе [3] предложена методика определения опорных реакций частичных съемных протезов под действием физиологической нагрузки в трехмерной постановке. В [3] мы полагали, что движение протеза можно разложить на поступательное (корпусное) перемещение в вертикальном направлении и поворот относительно двух осей координат x и y , которые лежат в окклюзионной плоскости. Ось x находится на пересечении фронтальной плоскости, а ось y – на пересечении сагиттальной плоскости с окклюзионной плоскостью. В настоящей работе мы приводим результаты применения данного подхода для определения опорных реакций бюгельного протеза в конкретном клиническом случае.

Целью данного исследования является совершенствование процесса изготовления частичных съемных протезов на этапе планирования конструкции, позволяющее предотвратить деградацию зубочелюстного аппарата пациентов.

Задачей исследования является определение опорных реакций частичного съемного протеза на опорные зубы и слизистую оболочку под седловидными частями протеза.

Результаты исследований и их обсуждение. Определение опорных реакций протеза осуществляется с использованием методов теоретической механики, строительной механики и механики твердого деформируемого тела. При определении реакций опор протеза сделаны допущения об однородности, изотропности, сплошности всех конструктивных элементов системы протез-челюсть [3]. В нашей методике мы считали, что опорные зубы и слизистая оболочка закреплены на абсолютно жестких нижней и верхней челюстях, а все элементы системы протез-челюсть работают в пределах линейно-упругой работы материала. Предполагается, что при отсутствии жевательных усилий опоры протеза одновременно касаются зубов и слизистой оболочки, а реакции опор при отсутствии жевательной нагрузки будут равны нулю. После приложения жевательной нагрузки в конструктивных элементах системы протез-челюсть появляются деформации и напряжения. Так как бюгельные протезы опираются, как правило, больше, чем на три зуба или на зубы

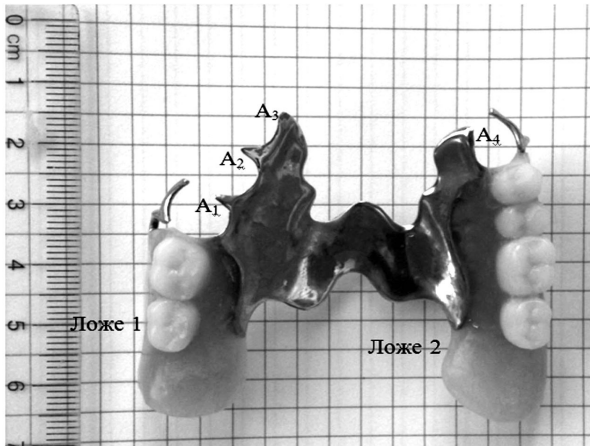


Рис. 1. Общий вид протеза.

и слизистую оболочку, то система протез–челюсть является статически неопределимой и реакции опор в таких системах определяют с учетом жесткости всех конструктивных элементов этой системы.

Основными конструктивными элементами, формирующими жесткость системы протез–челюсть являются литой каркас протеза, опорные кламмера, опорные зубы и их периодонт, седловидные части протеза и участки слизистой оболочки, на которую они опираются. Из этих конструктивных элементов наибольшей деформативностью обладают периодонт и слизистая оболочка, а наименьшей – седловидные части и каркас протеза. На периодонт и слизистую оболочку приходится 92% потенциальной энергии деформирования [3]. Такое распределение потенциальной энергии деформирования позволяет пренебречь деформацией каркаса и седловидных частей, считая, что каркас и седловидные части перемещаются как жесткое целое [3].

Для определения реакций опор протеза в [3] составлена система трех уравнений статического равновесия. В качестве неизвестных приняты: поступательное (корпусное) перемещение δ_{II} протеза в перпендикулярном к окклюзионной плоскости направлении и углы его поворота φ , ψ относительно осей x и y . Решив эту систему относительно

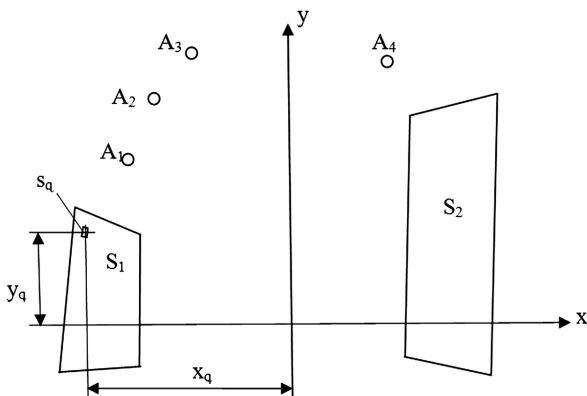


Рис. 2. Места опирания протеза.

Таблица 1

Зубная формула верхней челюсти пациента А., 53 лет

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

обобщенных переменных, можно определить опорные реакции зубов и протезного ложе.

Рассмотрим конкретный клинический случай, демонстрирующий использование методики [3] определения опорных реакций частичных съёмных бюгельных протезов.

У пациента А., 53 лет с зубной формулой верхней челюсти, представленной в таблице 1, был изготовлен протез, общий вид которого изображен на рис. 1.

В протезе были установлены 16, 17 и 24-27 искусственные зубы. Под этими искусственными зубами сделаны, соответственно, 1-ая и 2-ая седловидные части. На рис. 2 показаны места опирания протеза. Система уравнений для определения обобщенных перемещений решалась численно, для чего площади седловидных частей 1 и 2 разбивали на отдельные участки площадью s с координатами x_q, y_q .

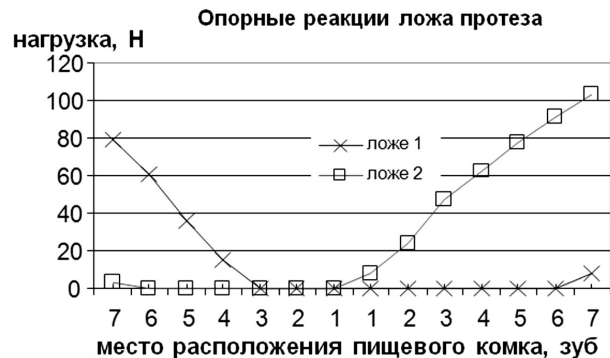


Рис. 3. Опорные реакции ложа протеза.



Рис. 4. Опорные реакции зубов.

Результаты расчета обобщенных перемещений протеза

Положение пищевого комка, зуб	δ_{II} , мм	φ , град	ψ , град	седло 1, Н	седло 2, Н	A_1 , Н	A_2 , Н	A_3 , Н	A_4 , Н
17	0,129	-0,12	-0,15	79	3,1	22	9,1	0,2	-13,3
16	0,094	-0,17	-0,04	61	0	26,5	16,4	7,8	-11,6
15	0,086	-0,22	0,1	36,3	0	31,1	24,8	17	-9,3
14	0,105	-0,25	0,22	15,2	0	34,6	31,6	24,8	-6,2
13	0,245	-0,56	1,44	0	0	0,8	47,2	62,4	-10,3
12	0,500	-0,69	2,51	0	0	-42,8	52,2	91,8	-1,2
11	0,529	-0,49	2,51	0	0	-57,5	44,8	90,9	21,8
21	0,238	0,20	0,5	0	8,2	-8,8	16,9	31,3	52,4
22	0,233	0,24	0,48	0	24,3	-16,1	11	27,1	53,6
23	0,204	0,27	0,39	0	47,1	-21	4	19,9	50
24	0,179	0,27	0,3	0	62,8	-21,7	-0,1	14,3	44,7
25	0,147	0,24	0,17	0	78	-18	-3	7,7	35,3
26	0,131	0,19	0,02	0	91,1	-11,8	-4,8	1,4	24,1
27	0,153	0,16	-0,12	7,8	103,5	-9,1	-8,9	-6,4	13,1

В расчетах было принято, что усилие сжатия пищевого комка было равно 100 Н. Так как величины опорных реакций протеза зависят от места, где расположен пищевой комок, то было проведено 14 расчетов расположения пищевого комка в центрах окклюзионной поверхности каждого из 14 зубов. В таблице 2 представлены результаты расчета обобщенных перемещений протеза – корпусного перемещения каркаса протеза в месте расположения пищевого комка δ_{II} , угла поворота каркаса вокруг дистальной оси φ угла поворота каркаса вокруг вестибулярной оси ψ , а также опорные реакции для всех 14 точек. На рис. 3, 4 представлены графики реакций опор на зубы и на слизистую оболочку в зависимости от места расположения пищевого комка.

Проведенные расчеты показывают, что наибольшее вертикальное поступательное перемещение – около 0,5 мм и поворот на 2,5° вокруг оси у каркас протеза осуществляется при положении пищевого комка на 11 и 12-ых зубах. При этом появляется значительное прижимающее усилие в точке A_3 – 91,8 Н и отрицательное (снимающее) усилия в точке опирания A_1 – 57,5 Н. Большие снимающие усилия на опорных зубах объясняются тем, что слизистая оболочка несет только сжимающие усилия и не удерживает протез от снимающих усилий. Наименьшее перемещение – 0,086...0,094 мм и поворот 0,02...0,22° у каркаса осуществляет при прикусывании 15 и 16-го зубов. Наибольшее усилие прижатия испытывает слизистая оболочка под седловидной частью 2 – 103,5 Н при прикусывании 27-ого зуба, причем, это усилие даже превышает величину сжатия пищевого комка. Анализ результатов вычисления опорных реакций данного протеза показывает, что большие усилия сжатия пищевого комка допустимы только в

области седловидных частей. Приложение этих усилий в области передних зубов может вызвать перемещение протеза, провоцирующее соскальзывание кламмеров с опорных зубов.

Выводы. Замещение дефектов зубного ряда с помощью частичных съемных протезов приводит к значительной нагрузке опорных зубов и слизистой оболочки протезного ложе. Поэтому оптимальное распределение опорных реакций протеза является важнейшей предпосылкой здорового состояния зубочелюстной системы, восстановленной с помощью протезирования. В нашей работе [3] была предложена методика определения опорных реакций, основанная на разложении движения протеза на поступательное (корпусное) перемещение в вертикальном направлении и поворот относительно двух осей координат, которые лежат в окклюзионной плоскости.

По этой методике была составлена система уравнений относительно обобщенных перемещений каркаса протеза для конкретного клинического случая. В результате решения системы уравнений были вычислены обобщенные перемещения протеза и его опорные реакции. Проведен анализ полученных результатов.

Перспективы дальнейших исследований. Перспективность данного исследования заключается в том, что анализ поведения системы протез-челюсть с помощью предложенной методики математического моделирования позволит прогнозировать перемещения протеза в полости рта пациента и правильно рассчитать конструкцию частичного съемного протеза и, возможно, других видов протезов, и таким образом оптимизировать распределение жевательной нагрузки на зубочелюстной аппарат.

Список литературы

1. Григоренко О. Я. Моделирование процесса расширения зубных дуг на основе ортодонтического устройства, оснащенного упругим элементом / О. Я. Григоренко, М. М. Джарбуе, С. И. Дорошенко [и др.] // Доповіді НАН України. – 1999. – № 2. – С. 74-78.
2. Григоренко О. Я. Моделирование процесса поворота зуба при аппаратурному лікуванні / О. Я. Григоренко, С. И. Дорошенко, Н. І. Жачко [и др.] // Доповіді НАН України. – 1999. – № 2. – С. 74-78.
3. Григоренко Я. М. Определение опорных реакций частичных съёмных протезов / Я. М. Григоренко, А. Я. Григоренко, В. П. Неспрядько, Н. Н. Тормахов, Д. А. Тихонов // Вісник проблем біології і медицини. – 2012. – Вип. 3, Т. 2. – С. 136-139.
4. Григоренко Я. М. О форме зубных дуг при ортогнатической окклюзии / Я. М. Григоренко, А. Я. Григоренко, Н. Н. Тормахов [и др.] // Доповіді НАН України. – 2010. – № 1. – С. 188-194.
5. Жулев Е. Н. Частичные съёмные протезы (теория, клиника и лабораторная техника) / Е. Н. Жулев. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2000. – 428 с.
6. Лабунец В. А. Потреба та рівень забезпечення дорослого міського населення України в стоматологічній ортопедичній допомозі / В. А. Лабунец // Мат. I (VIII) з'їзду Асоціації стоматологів України. – К.: Тов. «Книга плюс», 1999. – С. 37-38.
7. Романенко Г. А. Обоснование конструкции зубного протеза в зависимости от геометрических параметров опорных элементов и протяженности включенного дефекта в боковом отделе зубного ряда / Г. А. Романенко, З. Р. Дзараева // Актуальные вопросы клинической стоматологии. Сборник научных работ (под редакцией д. м. н. профессора С. Н. Гаражи). – Ставрополь, 2006. – С. 160-165.
8. Трофименко О. А. Визначення напружено-деформованого стану тканин пародонту в залежності від ступеня атрофії альвеолярного відростка / О. А. Трофименко // Современная стоматология. – 2007. – № 1. – С. 115-118.
9. Чуйко А. Н. Биомеханика в стоматологии / А. Н. Чуйко, И. А. Шинчуковский. – Х.: Изд-во «Форт», 2010. – 468 с.

УДК 616.314-76:612.311

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ЧАСТИЧНЫХ СЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ НА КЛИНИЧЕСКОМ ПРИМЕРЕ

Григоренко Я. М., Григоренко А. Я., Неспрядько В. П., Тормахов Н. Н., Тихонов Д. А.

Резюме. С использованием методики, учитывающей пространственный характер напряженно-деформированного состояния опор частичного съёмного протеза и состояние пародонта опорных зубов, получена математическая модель системы протез-челюсть. Выполнен анализ полученных результатов и даны рекомендации по применению и использованию полученных результатов на практике.

Ключевые слова: математическое моделирование, частичный съёмный протез, опорный зуб, периодонт, атрофия.

УДК 616.314-76:612.311

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРНИХ РЕАКЦІЙ ЧАСТКОВИХ ЗНІМНИХ ПРОТЕЗІВ НА КЛІНІЧНОМУ ПРИКЛАДІ

Григоренко Я. М., Григоренко О. Я., Неспрядько В. П., Тормахов М. М., Тихонов Д. О.

Резюме. З використанням методики, яка враховує просторовий характер напружено-деформованого стану опор часткового знімного протеза та стан пародонту опорних зубів, отримана математична модель системи протез-щелепа. Виконано аналіз отриманих результатів і дані рекомендації по застосуванню та використанню отриманих результатів на практиці.

Ключові слова: математичне моделювання, частковий знімний протез, опорний зуб, періодонт, атрофія.

UDC 616.314-76:612.311

Method of Partial Removable Dentures Support Reactions Determination on the Clinical Example Grigorenko Ya. M., Grigorenko O. Ya., Nespriadko V. P., Tormakhov M. M., Tykhonov D. O.

Summary. Using the methodology which takes into account spatial nature of the stress-strain state of partial dentures supports and periodontal condition of the abutment teeth, the mathematical model of the prosthesis-jaw system was obtained. The analysis of the results was made and recommendations for application and use of the results in practice were given.

Key words: mathematical modeling, partial removable dentures, abutment tooth, periodont, atrophy.

Стаття надійшла 5.10.2012 р.

Рецензент – проф. Новіков В. М.