

КЛИНИКО - МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО СЪЕМНОГО ПЛАСТИНОЧНОГО ПРОТЕЗА НА НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Садыков М.И.¹, Тлустенко В.П.¹, Нестеров А.М.¹, Винник С.В.¹

¹ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, Россия (443099, г. Самара, ул. Чапаевская д.89), e-mail: vinniksv@gmail.com

Полное отсутствие зубов является одной из актуальных проблем ортопедической стоматологии. Несмотря на заметное улучшение качества оказания стоматологической помощи пациентам протезирование в случае полного отсутствия зубов, особенно на нижней челюсти - одна из наиболее сложных проблем ортопедической стоматологии, которая до настоящего времени окончательно не решена. Неблагоприятные анатомические условия беззубого протезного ложа приводят к отказу большинства больных с полным отсутствием зубов от пользования полными съёмными пластиночными протезами. Распространенной причиной отказа является травма слизистой оболочки беззубого протезного ложа базисом полного съёмного пластиночного протеза. Одной из причин механической травмы слизистой оболочки является перегрузка мало податливых участков протезного ложа, которые необходимо разгружать от жевательной нагрузки. Изучено напряженно-деформированное состояние (математическое моделирование) в системе "полный съёмный протез - беззубая нижняя челюсть".

Ключевые слова: полное отсутствие зубов, беззубое протезное ложе, податливость слизистой оболочки

CLINICAL AND MATHEMATICAL JUSTIFICATION OF A NEW METHOD FOR THE FABRICATION OF COMPLETE REMOVABLE LAMINAR DENTURE ON THE LOWER JAW

Sadykov M.I.¹, Tlustenko V.P.¹, Nesterov A.M.¹, Vinnik S.V.¹

¹State Educational Establishment of Higher Professional Training Samara State Medical University of the Ministry of Public Health of the Russian Federation, Samara, Russia (443093, ul. Chapayevskaya, 89, Samara, 443093, Russia), e-mail: vinniksv@gmail.com

Complete absence of teeth is one of the urgent problems of prosthetic dentistry. Despite marked improvement in the quality of dental care to patients prosthetics in case of complete absence of teeth, especially on the lower jaw is one of the most difficult problems of prosthetic dentistry, hitherto not fully resolved. Unfavorable anatomic conditions toothless prosthetic bed lead to the refusal of the majority of patients with complete absence of teeth from the use of full removable laminar dentures. A common cause of failure is injury to the mucosa of edentulous prosthetic bed base complete removable laminar denture. One of the causes of mechanical injury of the mucous membrane is to overload a little pliable sections prosthetic bed that need to be relieved of the chewing load. Studied the stress-strain state (mathematical modeling) in the "full denture - toothless lower jaw".

Keywords: complete absence of teeth, edentulous denture-supporting area, the compliance of the mucous membrane

Реабилитация больных с полным отсутствием зубов и, в особенности на нижней челюсти представляет собой одну из основных проблем ортопедической стоматологии. На сегодняшний день от 15 до 46% пациентов старше 44 лет нуждаются в полном съёмном протезировании [5]. По данным ВОЗ, около 26% больных с полным отсутствием зубов не пользуются изготовленными протезами и особенно из-за нижнего полного съёмного пластиночного протеза. Доказано, что суммарная нагрузка на слизистую оболочку беззубой нижней челюсти от базиса полного съёмного протеза не должна превышать 37 кг (370 Н) – по Е.С. Ирошниковой [2]. Названная нагрузка должна равномерно распределяться на всю слизистую оболочку протезного ложа нижней челюсти. При этом необходимо разгрузить от

жевательного давления мало податливые участки слизистой оболочки протезного ложа беззубой нижней челюсти. Для этого применяют функционально-дифференцированные оттиски, изолируют плохо податливые участки слизистой оболочки протезного ложа, используют мягкие подкладки из эластичной пластмассы на базисе протеза и методы имплантации для несъемного протезирования.

Цель. Повысить эффективность протезирования больных при полном отсутствии зубов с помощью нового метода изготовления полного съемного пластиночного протеза нижней челюсти.

Материалы и методы. Мы провели ортопедическое лечение 24 больных в возрасте от 47 до 69 лет, 10 мужчин и 14 женщин с полным отсутствием зубов с применением способа подготовки гипсовой модели нижней челюсти перед паковкой базисной пластмассы (патент РФ на изобретение №2546502) [6].

Способ подготовки гипсовой модели нижней челюсти перед паковкой базисной пластмассы при изготовлении полных съемных протезов включает в себя снятие оттисков альгинатной массой (например "Уреен"), отливку модели из гипса, очерчивание границ протезов, измерение площади беззубого протезного ложа нижней челюсти, измерение податливости слизистой оболочки по альвеолярному гребню нижней челюсти с помощью предложенного нами устройства для определения степени податливости тканей протезного ложа беззубой нижней челюсти под базисом будущего полного съемного пластиночного протеза [1], изготовление индивидуальных ложек, припасовку индивидуальных ложек и получение функциональных оттисков корригирующим материалом силиконовых масс, изготовление восковых базисов с окклюзионными валиками, определение центрального соотношения челюстей анатомо-физиологическим методом, загипсовку гипсовых моделей с окклюзионными валиками в артикулятор "Protar - 3", постановку искусственных зубов по методике М.Е. Васильева, проверку конструкции протезов в полости рта пациента, очерчивание границ мало податливых участков на протезном ложе нижней челюсти перед паковкой теста базисной пластмассы на гипсовую модель в кювете. Границы расширяли на 2 мм в сторону податливых зон и на эти участки приклеивали прочный изолирующий материал (свинцовую фольгу) толщиной не менее величины податливости слизистой оболочки по расширенным границам мало податливых участков, замену восковых базисов на акриловую пластмассу ("Фторакс"), шлифовку и полировку протезов и наложение полных съемных протезов на челюсти.

Для выявления преимуществ и недостатков новой методики изготовления полного съемного протеза нижней челюсти относительно общеизвестной нами было изучено напряженно-деформированное состояние (НДС) в системе "полный съемный протез -

беззубая нижняя челюсть". Математический анализ напряженно-деформированного состояния в исследуемых зонах позволяет выявить усилия, возникающие в системе "полный съемный протез - беззубая нижняя челюсть" методом конечных элементов, так как под действием механических усилий в тканях и органах появляется механическое движение, ведущее к деформации и напряжению.

Метод конечных элементов - это основной способ решения задач расчета прочности и жесткости конструкций в самых различных сферах деятельности. ANSYS - программный пакет, реализующий метод конечных элементов, является стандартом в отраслях машиностроения. Используется он и в медицинских исследованиях. Моделирование позволяет рассчитать допустимые нагрузки, которые сможет выдержать опорная система больного. Это дает возможность врачу определить места возможных проблем и выбрать оптимальную, наиболее удобную и вместе с тем надежную систему для пациента.

В работе использовался программный пакет ANSYS Academic Research Release 14.5 (академическая лицензия для научных исследований), принадлежащий Самарскому государственному аэрокосмическому университету имени академика С.П. Королева.

Аналізу подвергались два полных съемных пластиночных протеза нижней челюсти:

1. Протез, изготовленный по классической методике, с обычной изоляцией участка мало податливой слизистой оболочки без учета степени податливости слизистой оболочки протезного ложа (тонкой фольгой или пластырем);

2. Протез, изготовленный по новой методике, с изолированием мало податливого участка слизистой оболочки протезного ложа материалом, толщина которого не меньше степени податливости обычной слизистой оболочки протезного ложа (границы изоляции расширены в сторону податливой слизистой оболочки примерно на 2 мм).

Для анализа моделировалась нижняя челюсть с полным отсутствием зубов. Протезное ложе имело участок мало податливой слизистой оболочки. Исследованиями подтверждено, что механические характеристики слизистой оболочки ротовой полости имеют нелинейный характер.

При создании всех моделей использовался пакет SolidWorks. Для исследования создавали модель нижней челюсти (рис. 1), где 3 - кортикальная кость, 4 - губчатая кость и двумя отдельными телами слизистую оболочку: 1 - обычная слизистая оболочка, 2 - мало податливая слизистая оболочка. Базис протеза изготовлен из акриловой пластмассы «Фторакс», а искусственные зубы из пластмассы «Синма». Модели протеза отличаются формой базиса в месте расположения участка мало податливой слизистой оболочки.

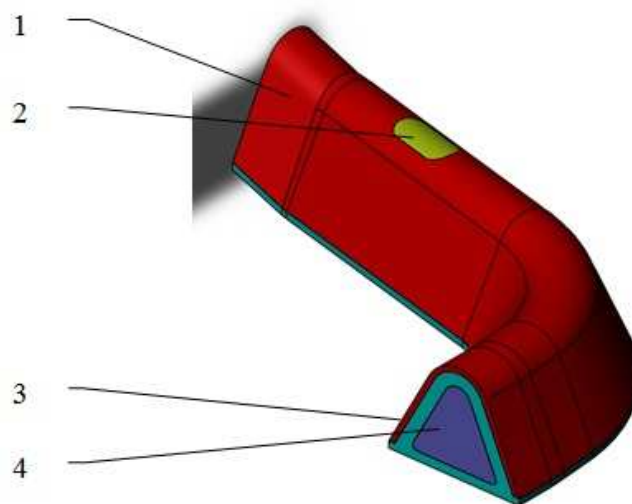


Рис. 1. Расположение мало податливого участка слизистой оболочки на беззубой нижней челюсти: 1 - слизистая оболочка; 2 - участок мало податливой слизистой оболочки; 3 - кортикальная кость; 4 - губчатая кость

Сечения протеза, изготовленного с обычной изоляцией мало податливой слизистой оболочки (тонкой фольгой) показаны на рис. 2.

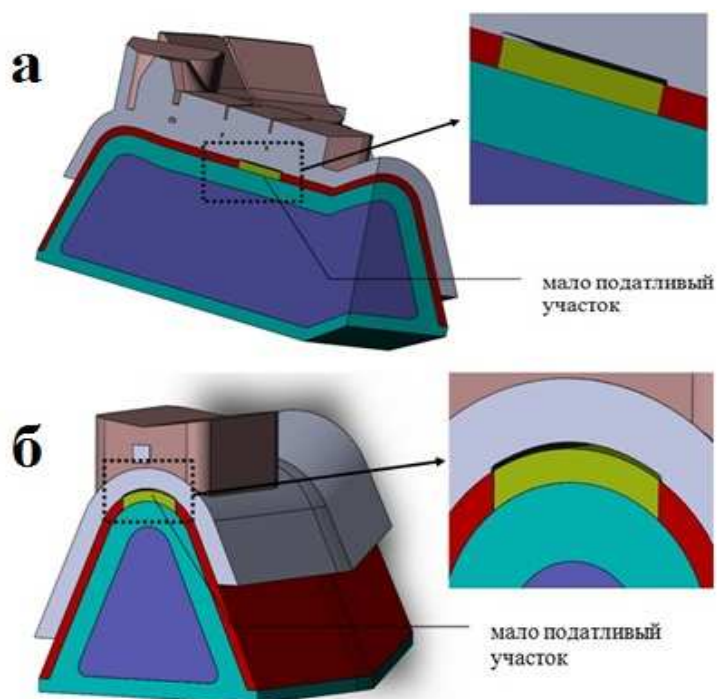


Рис. 2. Разрезы модели нижней челюсти с протезом, изготовленного с обычной изоляцией мало податливой слизистой оболочки: а - продольный разрез; б - поперечный разрез

Сечения протеза изготовленного по новой методике, с изолированным мало податливым участком слизистой оболочки (с расширением границ изолирующего материала в сторону податливой слизистой оболочки) показаны на рис. 3.

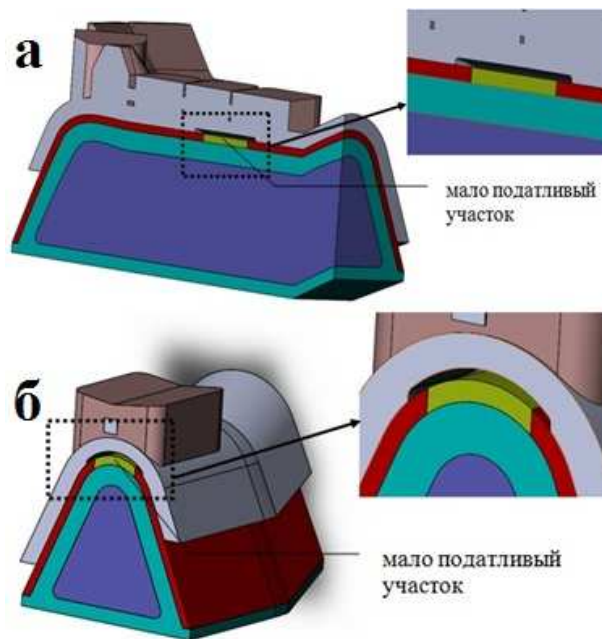


Рис. 3. Разрезы модели нижней челюсти с протезом, изготовленного по новой методике с изолированием мало податливого участка слизистой оболочки: а - продольный разрез; б - поперечный разрез

Для анализа напряженно-деформированного состояния приняты следующие допущения: нижняя челюсть моделируется упрощенно, так как значимость представляют результаты на альвеолярной части нижней челюсти, являющейся ложем полного съемного протеза. Интересует состояние ее тканей: слизистой оболочки и кости под базисом съемного протеза в зоне расположения мало податливого участка слизистой оболочки; в модели челюсти по суставу моделируется шарнир, в месте прикрепления мышц накладываются граничные условия закрепления; взаимным влиянием левой и правой частей системы "полный съемный протез - беззубая нижняя челюсть" пренебрегаем. Моделируется половина протеза, в месте стыка частей челюсти формируются условия симметрии, т.е. имитируется расчет полной нижней челюсти.

При анализе нагружения съёмного протеза нижней челюсти, использовался случай распределения нагрузки по зубам описанный отечественными авторами [3]. Распределение усилий принимаем согласно приведенной формуле $P_n = \frac{k \times n^{0.67}}{n}$, где k - линейный коэффициент корректировки нормального равновесия сил принятый равным 1, n - порядковый номер зуба. Поскольку полная жевательная нагрузка на полный съемный протез нижней челюсти составляет 370 Н, а моделируется половина протеза, то суммарная нагрузка 185 Н распределяется следующим образом: на первый премоляр 37,5 Н, на второй премоляр 43,5 Н, на первый моляр 49,3 Н, на второй моляр 54,7 Н.

Контактное взаимодействие между различными частями конструкции, не имеющими взаимных смещений (кортикальная - губчатая кости, кортикальная кость - слизистая

оболочка, искусственные зубы - базис протеза) моделируется контактом типа Bounded. Он обеспечивает связь различных сеток конечных элементов. Контакт базиса протеза со слизистой оболочкой моделируется контактом типа Frictionless, обеспечивающим взаимодействие с возможностью проскальзывания и отрыва поверхностей.

Выше указаны материалы из которых состоит система. Их упругие свойства взяты из работы В.Н. Олесовой с соавт. [4] и приведены ниже: кортикальная костная ткань с модулем Юнга $E=18100$ МПа; губчатая костная ткань с модулем Юнга равным 490 МПа; слизистая оболочка с модулем Юнга $1,18$ МПа; материал искусственных зубов "Синма" с модулем Юнга $E=49$ МПа; пластмасса "Фторакс" (базис протеза) с модулем Юнга 21 МПа; мало податливая слизистая оболочка с модулем Юнга $3,2$ МПа.

При расчетах учитывается влияние больших деформаций, отслеживаются изменения действующих нагрузок при деформировании системы "беззубая нижняя челюсть – полный съемный протез". Напряжения представлены по третьей теории прочности.

Результаты расчета напряженно-деформированного состояния системы «полный съёмный протез - нижняя челюсть» при использовании протеза, изготовленного с обычной изоляцией представлены на рис. 4.

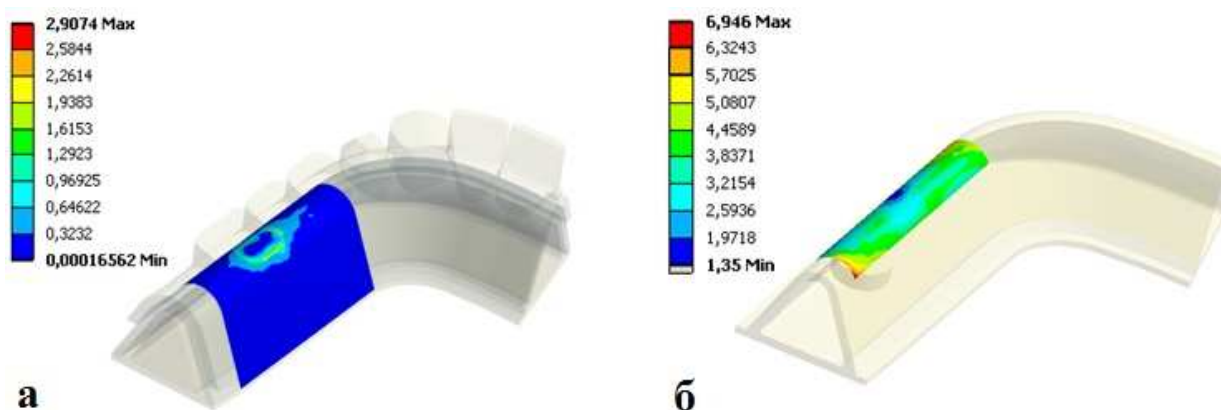


Рис. 4. Поля напряжений на поверхности слизистой оболочки модели нижней челюсти с протезом, изготовленного с обычной изоляцией мало податливой слизистой оболочки (а); поля напряжений на поверхности кортикальной кости модели с протезом, изготовленного с обычной изоляцией мало податливой слизистой оболочки (б)

Напряжения на слизистой оболочке концентрируются на границах участка с малой податливостью, их максимальное значение составляет $2,9$ МПа. Участок слизистой оболочки с низкой податливостью не участвует в передаче силовой нагрузки от места приложения (поверхности зубов) на кортикальную кость. Но, поскольку зона разгрузки практически совпадает по границам с участком низкой податливости, возникает эффект, когда вдавливание обычной слизистой на границе вовлекает в передачу силового потока и зону слизистой с малой податливостью. На поверхности кортикальной кости уровень напряжений составляет $6,94$ МПа.

Результаты расчета НДС системы «полный съёмный протез – беззубая нижняя челюсть» при использовании протеза, изготовленного по новой методике, с изолированным мало податливым участком слизистой оболочки представлены на рис. 5.

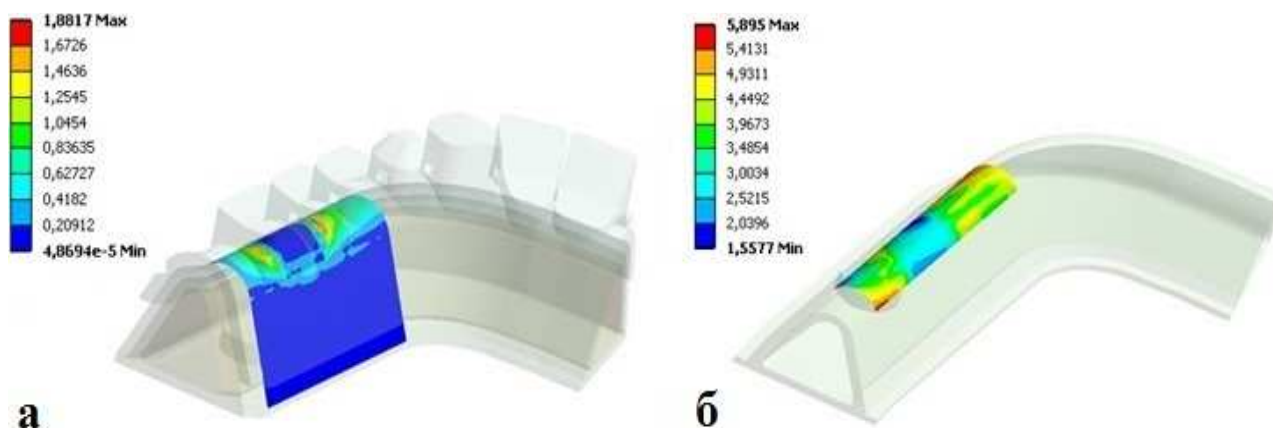


Рис. 5. Поля напряжений на поверхности слизистой оболочки модели нижней челюсти с протезом, изготовленного по новой методике, с изолированием мало податливого участка слизистой оболочки (а); поля напряжений на поверхности кортикальной кости модели с протезом, изготовленного по новой методике, с изолированием мало податливого участка слизистой оболочки (б)

Напряжения на слизистой оболочке концентрируются слева и справа в некотором отдалении от участка с малой податливостью на альвеолярном отростке протезного ложа, их максимальное значение составляет 1,9 МПа. Участок слизистой оболочки с низкой податливостью не участвует в передаче силовой нагрузки от места приложения (поверхности зубов) на кортикальную кость. За счет того, что зона разгрузки имеет отступ от границ с участка низкой податливости, он не вовлекается в передачу силового потока. Незначительная концентрация напряжений возникает слева и справа от зоны изоляции, но величина концентрации мала и можно говорить о равномерном распределении напряжений по протезному ложу. На поверхности кортикальной кости напряжения составляют 5,89 МПа.

По результатам работы явно видно, что конструкция протеза с обычной изоляцией мало податливого участка перегружает слизистую оболочку в области малой податливости. Напряжения, по сравнению с новой методикой изготовления полного съемного протеза на 54 процента выше на слизистой оболочке и на 17 процентов выше на кости нижней челюсти.

Мы провели лечение 24 больных с полным отсутствием зубов, которым изготовили 48 полных съемных пластиночных протезов, из которых 24 протеза для нижней челюсти по предложенной нами методике с учетом результатов НДС в системе "полный съемный протез - беззубая нижняя челюсть". Пациенты наблюдались нами в течение 12 месяцев. Адаптация к полным съемным протезам наступала через 28.0 ± 3.0 дня. Пациенты после ортопедического лечения не нуждались в коррекции базисов полных съемных протезов.

Заключение. Таким образом, разработанная нами методика изготовления полного съемного пластиночного протеза с учетом математического анализа напряженно-деформированного состояния в системе "полный съемный протез - беззубая нижняя челюсть" позволяет качественно протезировать больных с мало податливыми участками слизистой оболочки беззубой нижней челюсти и сокращает время адаптации. Кроме этого, больные не нуждаются в коррекции базисов протезов.

Список литературы

1. Винник С.В. Клинико-математический подход к протезированию больных с полным отсутствием зубов на нижней челюсти // Аспирантский вестник Поволжья. - 2014. - № 5-6 - С. 66-69.
2. Калинина Н.В., Загорский В.А. «Протезирование при полной потере зубов» - М., 1990. – 224 с.
3. Кирюшин М.А. Лебедеко И.Ю., Ревякин А.В. Напряженно-деформированное состояние в системе «Полный съемный пластиночный протез - нижняя челюсть» со сферической и балочной системами фиксации на четырех внутрикостных винтовых имплантатах. // Современная ортопедическая стоматология. - 2005. - № 4. – С. 92-94.
4. Олесова В.Н., Шашмурина В.Р., Чумаченко Е.Н., Воложин А.И. Принципы математического моделирования взаимодействия структур костной ткани нижней челюсти с полными съемными протезами, опирающимися на внутрикостные имплантаты // Стоматология. - 2008. - № 1 - С. 49.
5. Садыков М.И. Успехи и неудачи при реабилитации больных с полным отсутствием зубов: Монография.- Самара: ООО "Офорт"; СамГМУ, 2004.- 168 с.
6. Садыков М.И., Нестеров А.М., Тугушев Р.И., Винник С.В., Эртесян А.Р. Способ подготовки гипсовой модели челюсти перед паковкой базисной пластмассы // Патент РФ №2546502, опубл. 10.04.2015, Бюл. №10

Рецензенты:

Потапов В.П., д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара;

Хамадеева А.М., д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии детского возраста ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара.