

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АУТОЛОГИЧНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНОГО ТИТАНОВОГО МАТЕРИАЛА СО СКВОЗНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ НА ВНУТРИКОСТНУЮ ДЕФОРМАЦИЮ**

**Щербовских А.Е.<sup>1</sup>, Гафуров С.А.<sup>2</sup>, Кузнецов М.В.<sup>1</sup>, Тугушев В.В.<sup>1</sup>, Байриков И.М.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, e-mail: info@samsmu.ru;*

*<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», Самара, e-mail: ssau@ssau.ru*

Для анализа процессов влияния аутологичного модифицирования дентальных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью на внутрикостную деформацию нами было выполнено рентгенологическое исследование и произведена серия расчетов. В основную группу вошли 39 пациентов, которым была произведена операция дентальной имплантации с аутологичным модифицированием нетканого титанового материала и было уставлено 115 внутрикостных дентальных имплантатов. В контрольную группу были включены 35 пациентов, которым была произведена операция дентальной имплантации 118 внутрикостных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью стандартной конструкции без аутологичного модифицирования материала. Аутологичное модифицирование нетканого титанового материала со сквозной пористостью способствует деформации внутрикостного элемента дентального имплантата (M — 0,72 мм). Отсутствие костной ткани во внутрипоровом пространстве нетканого титанового материала со сквозной пористостью уменьшает параметры внутрикостной деформации (M — 0,34 мм), что способствует смещению внутрикостной пористой втулки и может негативно сказаться на стабильности имплантата.

Ключевые слова: остеоинтеграция, деформация, дентальный имплантат, нетканый титановый материал со сквозной пористостью, рентгенологическое исследование

## **ANALYSIS OF MODIFICATION AUTOLOGOUS DENTAL IMPLANTS BASED ON NON-WOVEN TITANIUM MATERIAL WITH THROUGH POROSITY INTRAOSSEOUS DEFORMATION**

**Scherbovskikh A.E.<sup>1</sup>, Gafurov S.A.<sup>2</sup>, Kusnetzov M.V.<sup>1</sup>, Tugushev V.V.<sup>1</sup>, Bairikov I.M.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Samara State Medical University, Samara, e-mail: info@samsmu.ru;*

*<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Samara State Aerospace University named academician S.P. Korolev (National Research University)", Samara, e-mail: ssau@ssau.ru*

For the analysis of processes based on the effect of modifying autologous dental implants titanium nonwoven material with continuous porosity intraosseous strain on our X-ray inspection and made a series of calculations were performed. The study group included 39 patients who underwent dental implant surgery with autologous modifying titanium non-woven material 115 and intraosseous dental implants were lined. The control group included 35 patients who underwent dental implant 118 endosseous implants on the basis of non-woven titanium material with continuous porosity standard design without modification of autologous material was produced. Modification of autologous non-woven titanium material with continuous porosity facilitates deformation element intraosseous dental implant (M-0,72mm.). Lack of bone inside the pore space in the non-woven titanium material with continuous porosity reduces the Intraosseous deformation parameters (M-0.34 mm.), which contributes to the displacement of intraosseous porous sleeve and may adversely affect the stability of the implant.

Keywords: osseointegration, deformation, dental implant, titanium non-woven material with continuous porosity, X-ray examination

В наши дни дентальные имплантаты представляют собой надежный вариант лечения в успешной реабилитации пациентов с использованием различных видов ортопедических конструкций. Применение дентальных имплантатов стало стандартной процедурой для

замещения одиночно отсутствующего зуба в эстетически значимой зоне, тем самым обеспечивая множество преимуществ. Бранемарк и иные впервые описали процесс остеоинтеграции более 45 лет назад [7, 8]. Его работы запустили новую эру исследований по изучению форм и материалов для изготовления зубных имплантатов. Устойчивый рост к таким исследованиям продолжался и в последнем десятилетии, когда центр медико-биологических исследований сместился от геометрии имплантата к остеоиндуктивному потенциалу поверхности материала. На сегодняшний день у приблизительно 1300 различных систем имплантатов существуют свои формы, размеры, материалы, конструкции резьбы и абатмента, химический состав, смачиваемость [9]. Обычные имплантаты имеют цилиндрическую или коническую форму [10]. Поверхностные характеристики, такие как рельеф, смачиваемость покрытий, способствуют оптимизации биологических процессов во время остеоинтеграции путем опосредования прямого взаимодействия с остеобластами для формирования костной ткани [7]. Тем не менее неудачи все еще имеют место у небольшого количества пациентов с дентальными имплантатами. Потеря первичной стабильности имплантата из-за недостаточной остеоинтеграции встречается у 1–2% пациентов в течение первых нескольких месяцев [8]. Отдаленные осложнения при дентальной имплантации развиваются через несколько лет после успешной остеоинтеграции у 5% пациентов [10]. Демографическая тенденция в промышленно развитых странах последовательно приводит к увеличению количества пожилых пациентов со сложными клиническими условиями, такими как нарушение качества костной ткани и ее объема, или сложными сопутствующими заболеваниями. Остеоинтеграция может быть нарушена у пациентов с сахарным диабетом, остеопорозом, при применении бисфосфонатов или после лучевой терапии. Эти пациенты остаются большой проблемой в дентальной имплантологии и способствуют созданию предпосылок для модификации поверхности дентальных имплантатов. Одним из перспективных материалов для изготовления дентальных имплантатов технологией холодного прессования является нетканый титановый материал со сквозной пористостью (металлорезина – МР, НТМСП), представляющий собой упруго-демпферную пористую систему [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Однако процессы деформации данного материала с учетом анализа рентгенологической картины в системе «кость – дентальный имплантат» до сих пор не были изучены.

**Цель исследования** – проведение анализа влияния аутологичного модифицирования дентальных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью на внутрикостную деформацию.

**Материалы и методы.** С целью оптимизации процессов остеоинтеграции, обеспечения первичной стабильности дентальных имплантатов на основе нетканого титанового

материала, расширения показаний к дентальной имплантации, повышения остеоиндуктивного и остеокондуктивного потенциалов нами разработан новый метод дентальной имплантации (Патент РФ на изобретение «Способ дентальной имплантации (варианты)» № 2544804) и внутрикостный имплантат (Патент РФ на полезную модель «Дентальный имплантат (варианты)» № 143685). Разработанный нами дентальный имплантат состоит из винта-распорки, который по принципу «дюбеля» распирает втулку на основе НТМСП в костном ложе, при этом достигается первичная стабильность данной конструкции.

В основную группу исследования вошли 39 пациентов, которым была произведена операция дентальной имплантации с аутологичным модифицированием нетканого титанового материала и было уставлено 115 внутрикостных дентальных имплантатов. В контрольную группу были включены 35 пациентов, которым была произведена операция дентальной имплантации 118 внутрикостных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью стандартной конструкции без аутологичного модифицирования материала.

Под местной анестезией производили выкраивание слизисто-надкостничного лоскута в проекции места инсталляции дентального имплантата. Скелетировали альвеолярную часть нижней челюсти и формировали костное ложе. Полученную в ходе препарирования аутологичную костную стружку собирали в дозатор и ресуспендировали ее в физиологическом растворе, после чего аутологичный материал помещали в пресс-форму для холодного прессования.

В ходе технологии холодного прессования была получена внутрикостная втулка на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью, модифицированная аутологичной костной тканью (рис. 1).



*Рис. 1. Аутологично-модифицированная внутрикостная часть дентального имплантата*

При помощи динамометрического ключа производили инсталляцию внутрикостного винта во втулку и костное ложе, устанавливали формирователи десны.

Внутриротовая рентгенография была проведена за счет нового способа (Патент РФ на изобретение «Способ внутриротовой рентгенографии» № 2576873), который позволяет:

- обеспечивать точное позиционирование сенсора при повторных рентгенологических исследованиях;
- обеспечивать возможность проведения сравнительного текстурального анализа костной ткани челюстей в исследуемой области;
- обеспечивать возможность стандартизации изображений одной области в разные сроки исследования.

Для проведения внутриротовой рентгенографии челюстей сенсор с держателем вносили в полость рта в проекции исследуемой области. Далее изготавливали шаблон сенсора из силиконового оттискного материала путем замешивания массы типа А или С. Силиконовую оттискную массу вносили в область расположения сенсора в полости рта в проекции исследуемого сегмента челюсти, адаптируя к окружающим тканям под контролем прикуса до полимеризации силикона, с образованием паза шаблона сенсора. Производили рентгенографию исследуемой области челюсти. По завершении рентгенографии исследуемой области производили извлечение шаблона сенсора из полости рта (рис. 2).



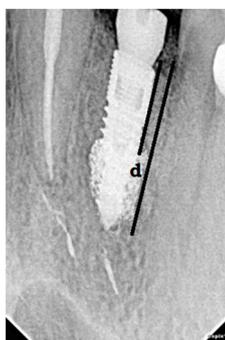
*Рис 2. Шаблон сенсора с держателем*

Из паза шаблона сенсора извлекали сенсор. Производили антисептическую обработку шаблона сенсора с держателем. Шаблон сенсора с держателем упаковывали в полимерный пакет для хранения.

На этапах лечения с целью возможности проведения сравнительного текстурального анализа костной ткани челюстей в исследуемой области и обеспечения возможности стандартизации изображений производили повторную рентгенографию в различные временные промежутки путем внесения сенсора в паз шаблона сенсора с держателем в полости рта. В рамках нашего исследования рентгенографию проводили на 14-е сутки, так как

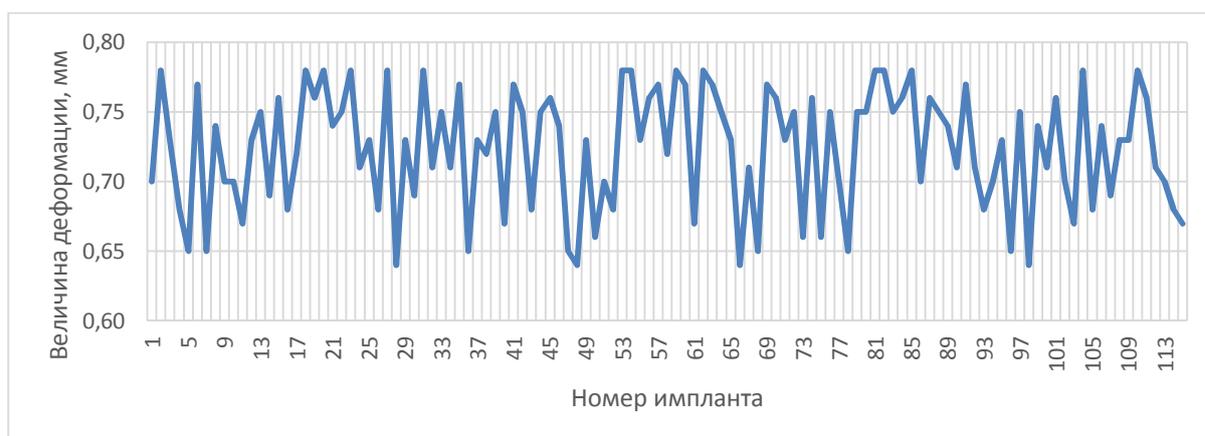
при повторных снимках изменений со стороны деформации внутрикостного элемента не наблюдалось.

При оценке деформации внутрикостного пористого элемента дентального имплантата на основе НТМСП в качестве калибровочных исходных данных использовали межвитковое расстояние профиля метрической резьбы, в вертикальной плоскости которое составляло 0,72 мм. В горизонтальной плоскости использовали исходный диаметр имплантата, проходящий между выемками профиля резьбы, который равнялся 2,06 мм. Для статистической обработки исследования был использован t-критерий Стьюдента. Внутрикостную деформацию оценивали путем измерения расстояния между плоскостью, проходящей через вершины зубцов метрической резьбы, и плоскостью наружного края внутрикостной втулки на основе НТМСП в соответствии с рисунком 3, где  $d$  (M) — деформация.



*Рис. 3. Оценка внутрикостной деформации дентального имплантата*

**Результаты и обсуждение.** Распределение показателей деформации, полученных для различных имплантатов рабочей группы, показано на рисунке 4.



*Рис. 4. Распределение показателей деформации в рабочей группе исследования*

Распределение показателей деформации имплантатов контрольной группы исследования показано на рисунке 5.



*Рис. 5. Распределение показателей деформации в контрольной группе исследования*

Параметры деформации в рабочей и контрольной группах приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры деформации внутрикостной части дентальных имплантатов в исследуемых группах

Параметры	Рабочая группа	Контрольная группа
Минимальное значение	0,64	0,25
Максимальное значение	0,78	0,38
Среднее значение	0,72	0,34
Среднее линейной отклонение	0,036304	0,024544
Дисперсия	0,001789	0,000883
Среднеквадратичное отклонение	0,042298	0,029713
Коэффициент вариации	6%	9%

Графическое изображение разницы показателей деформаций в контрольной и рабочей группах показано на рисунке 6.



Рис. 6. Анализ показателей деформаций для рабочей и контрольной групп имплантатов ( $n=233$ ), где Mean – среднее значение в группе, SD – среднее квадратичное отклонение

Среднее значение в группе (Mean) составило в рабочей группе ( $M_1$ ) 0,72 мм, в контрольной группе ( $M_2$ ) 0,34 мм. Среднее квадратичное отклонение (SD) составило в рабочей группе ( $SD_1$ ) 0,042 мм, в контрольной группе ( $SD_2$ ) 0,03 мм. При этом значение критерия t составило 80,1065, число степеней свободы – 231, критический t-критерий равен 1,96. Так как рассчитанное значение критерия больше критического, делаем вывод о том, что наблюдаемые различия статистически значимы (уровень значимости  $p<0,05$ ).

**Заключение.** Аутологичное модифицирование нетканого титанового материала со сквозной пористостью способствует деформации внутрикостного элемента дентального имплантата, среднеарифметическое (M) составило 0,72 мм. Отсутствие костной ткани во внутрипоровом пространстве нетканого титанового материала со сквозной пористостью уменьшает параметры внутрикостной деформации, среднеарифметическое (M) – 0,34 мм, что может способствовать смещению внутрикостной пористой втулки, негативно сказываясь на стабильности дентального имплантата.

### Список литературы

1. Щербовских А.Е. Клиническая оценка эффективности применения технологии аутологичного модифицирования дентальных имплантатов со сквозной пористостью. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20698>.

1. Щербовских А.Е. Клиническая оценка эффективности применения аутокостных модифицированных дентальных имплантатов со сквозной пористостью. // Аспирантский вестник Поволжья. – 2015. – № 5-6. – С. 309–312.
2. Щербовских А.Е. Сравнительный клинический анализ эффективности применения аутокостных модифицированных дентальных имплантатов. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23580>.
3. Щербовских А.Е. Экспериментальное обоснование применения аутологичного модифицирования дентальных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью. // Казанский медицинский журнал. – 2015. – Т. 96, № 6. – С. 1000–1003.
4. Щербовских А.Е., Гафуров С.А. Обоснование аутологичного биомодифицирования нетканого титанового материала со сквозной пористостью на основе исследования напряженно-деформированного состояния в системе «кость – дентальный имплантат». // Институт стоматологии. – 2015. – № 1 (66). – С. 86–87.
5. Щербовских А.Е., Гафуров С.А. Влияние аутологичного модифицирования дентальных имплантатов на основе нетканого титанового материала со сквозной пористостью на показатели первичной стабильности в эксперименте. Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 62–67.
6. Branemark P.I., Adell R., Breine U., Hansson B. O., Lindström J., Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. 1969. 3(2). 81–100.
7. Branemark P. I., Adell R., Albrektsson T., Lekholm U., Lundkvist S., Rockler B. Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. *Biomaterials*. 1983. 4(1). 25–28.
8. Junker R., Dimakis A., Thoneick M., Jansen J. A. Effects of implant surface coatings and composition on bone integration: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*. 2009. 20(4). 185–206.
9. Esposito M., Ardebili Y., Worthington H. V. Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014. 7.