

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-110-114

УДК 616.31

СРАВНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И ДИЗАЙНА ИМПЛАНТАТОВ И ВЛИЯНИЕ ИХ ОБРАБОТКИ НА ПЕРВИЧНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ

Изосимов А. А., Аминев А. Р., Дворский Д. В.

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

Аннотация

Предмет исследования — зависимость первичной стабильности денальных имплантатов от макродизайна и метода обработки поверхности.

Цель — сравнить первичную стабильность денальных имплантатов в разных типах кости в зависимости от структуры поверхности и макродизайна.

Методология. Исследование проведено на кафедре хирургической стоматологии Башкирского государственного медицинского университета. Использованы имплантаты четырех моделей (Dentium SuperLine, Dental Synthesis NCTI, Dental Synthesis NCTI surface PEO, Dental Synthesis Synthes Pro) по 12 единиц, размер 4,0×8 мм. Установка проводилась в искусственные костные блоки 3В Biomechanical плотностью D1–D4. Оценка первичной стабильности выполнена методом резонансно-частотного анализа с определением коэффициента стабильности имплантата (ISQ) с помощью прибора Penguin RFA.

Результаты. В плотной кости типа D1 более низкие значения ISQ продемонстрировал имплантат с методом обработки поверхности NitroEX (70; $p \leq 0,05$). В кости типа D2 и D3 первичная стабильность отличалась незначительно. В мягкой кости типа D4 более высокие значения ISQ у имплантатов с квадратным профилем резьбы (42,75 и 44; $p \leq 0,05$), образцы с V-образной резьбой показали более низкий ISQ (39,25 и 38,75; $p \leq 0,05$).

Выводы. Макродизайн и метод обработки поверхности оказывают различное влияние в зависимости от типа кости. В кости D1 макродизайн и обработка поверхности оказали достоверно выраженное влияние. Имплантат с обработкой поверхности NitroEX показал значимо более низкую стабильность в сравнении с имплантатами с обработкой S.L.A и ПЭО. В кости D2 и D3 влияние макродизайна и обработки поверхности нивелировалось — первичная стабильность отличалась незначительно. В кости D4 достоверно более высокие средние значения ISQ продемонстрировали имплантаты с квадратным профилем резьбы (42,75 и 44; $p \leq 0,05$).

Ключевые слова: денальные имплантаты, первичная стабильность, поверхность имплантата, дизайн резьбы, RFA-анализ, ISQ, остеоинтеграция

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Артем Александрович ИЗОСИМОВ ORCID ID 0009-0007-7475-0508

к.м.н., доцент, заведующий кафедрой хирургической стоматологии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия
aaizosimov@bashgtmu.ru

Айрат Русланович АМИНЕВ ORCID ID 0009-0008-9243-3570

студент, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия
airatar2014@gmail.com

Дмитрий Викторович ДВОРСКИЙ ORCID ID 0009-0002-9227-2187

студент, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия
d.dvorskiy2802@mail.ru

Адрес для переписки: Дмитрий Викторович ДВОРСКИЙ

450007 г. Уфа, ул. Защитников Отечества, 6

+7 (917) 477-14-46

d.dvorskiy2802@mail.ru

Образец цитирования:

Изосимов А. А., Аминев А. Р., Дворский Д. В.

СРАВНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И ДИЗАЙНА ИМПЛАНТАТОВ И ВЛИЯНИЕ ИХ ОБРАБОТКИ НА ПЕРВИЧНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ.

Проблемы стоматологии. 2026; 2: 110-114.

© Изосимов А. А. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-110-114

Поступила 15.05.2026. Принята к печати 08.06.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-110-114

**COMPARISON OF IMPLANT SURFACE AND DESIGN
AND THE IMPACT OF THEIR PROCESSING ON PRIMARY STABILITY****Izosimov A.A., Aminev A.R., Dvorsky D.V.***Bashkir State Medical University, Ufa, Russia***Abstract****Subject.** The dependence of primary stability of dental implants on the macro design and surface treatment method.**Objectives.** Comparing the primary stability of dental implants in different bone types depending on surface structure and macro design.**Methodology.** The study was conducted at the Department of Surgical Dentistry of Bashkir State Medical University. Four models of implants were used (Dentium SuperLine, Dental Synthesis NCTI, Dental Synthesis NCTI surface PEO, Dental Synthesis Synthes Pro), 12 units each, size 4.0×8 mm. Placement was performed in artificial bone blocks 3B Biomechanical with density D1–D4. Primary stability was assessed using the resonance frequency analysis method by determining the implant stability quotient (ISQ) using a Penguin RFA device.**Results.** In dense bone type D1, the implant with the NitroEX surface treatment method demonstrated lower ISQ values (70; $p \leq 0.05$). In bone types D2 and D3, primary stability did not differ significantly. In soft bone type D4, higher ISQ values were observed in implants with a square thread profile (42.75 and 44; $p \leq 0.05$), while specimens with V-shaped thread showed lower ISQ (39.25 and 38.75; $p \leq 0.05$).**Conclusions.** Macro design and surface treatment method have different effects depending on the bone type. In D1 bone, macro design and surface treatment had a significant effect. The implant with NitroEX surface treatment showed significantly lower stability compared to implants with S.L.A. and PEO treatment. In D2 and D3 bone, the influence of macro design and surface treatment was negligible — primary stability differed insignificantly. In D4 bone, implants with a square thread profile demonstrated significantly higher ISQ values (42.75 and 44; $p \leq 0.05$).**Keywords:** dental implants, primary stability, implant surface, thread design, RFA analysis, ISQ, osseointegration**The authors declare no conflict of interest****Artem A. IZOSIMOV** ORCID ID 0009-0007-7475-0508*PhD, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia**aaizosimov@bashgmu.ru***Airat R. AMINEV** ORCID ID 0009-0008-9243-3570*Student, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia**airatar2014@gmail.com***Dmitry V. DVORSKY** ORCID ID 0009-0002-9227-2187*Student, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia**d.dvorskiy2802@mail.ru***Correspondence address: Dmitry V. DVORSKY***6 Zashchitnikov Otechestva st., Ufa, 450007, Russia**+7 (917) 477-14-46**d.dvorskiy2802@mail.ru***For citation:***Izosimov A.A., Aminev A.R., Dvorsky D.V.**COMPARISON OF IMPLANT SURFACE AND DESIGN AND THE IMPACT OF THEIR PROCESSING ON PRIMARY STABILITY. Actual problems in dentistry. 2026; 2: 110-114. (In Russ.)**© Izosimov A.A. et al., 2026**DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-110-114**Received 15.05.2026. Accepted 08.06.2026*

Введение

Современная дентальная имплантология активно развивается путем разработки новых технологий обработки поверхности и макродизайна имплантатов для улучшения их остеоинтеграционных свойств. Первичная стабильность является ключевым фактором успешной остеоинтеграции имплантата, так как она определяет его устойчивость в костной ткани на начальном этапе заживления [1–4]. Макродизайн и структура поверхности имплантата играют важную роль в обеспечении первичной стабильности, поскольку они определяют, как имплантат взаимодействует с костью при установке [1, 2, 5, 6]. Геометрические особенности, такие как форма и глубина резьбы, способствуют увеличению площади контакта с костной тканью, что улучшает механическую фиксацию [1, 6].

В доступной научной литературе недостаточно представлены исследования, оценивающие влияние характеристик поверхности и дизайна имплантата на показатели первичной стабильности.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью сравнительного анализа характеристик поверхности и макродизайна для выявления оптимальных, способствующих максимальной первичной стабильности в различных типах костной ткани. Полученные данные могут помочь клиницистам в выборе имплантационной системы с учетом индивидуальных особенностей пациента и хирургических условий.

Цель работы — сравнить первичную стабильность дентальных имплантатов в разных типах кости, в зависимости от структуры поверхности и макродизайна.

Материалы и методы исследования

В экспериментальном исследовании использовали имплантаты Dentium SuperLine (далее — Образец 1), Dental Synthesis NCTI (Образец 2), Dental Synthesis NCTI surface PEO (Образец 3) и Dental Synthesis Synthes Pro (Образец 4) по 12 единиц каждой модели, размером 4,0×8 мм. Установка имплантатов была проведена в искусственные костные блоки 3В Biomechanical (плотности D1–D4) по хирургическому протоколу Dentium/SuperLine, используя хирургический набор Dentium — SuperLine & Implantium, физиодиспенсер COXO C-Sailor Pro [7]. Описание макродизайна и структуры поверхности имплантатов составлено с официальных сайтов производителей и посредством визуальной оценки (рис. 1) [8–13]:



Рис. 1. Исследуемые дентальные имплантаты

Fig. 1. The examined dental implants

Оценка включала измерение первичной стабильности методом RFA с помощью прибора для резонансно-частотного анализа Penguin RFA (прибор предоставлен стоматологической клиникой ООО «Табиб плюс») на искусственных костных блоках (рис. 2). Данный метод позволяет измерить стабильность имплантата неинвазивно, выражая ее в виде коэффициента стабильности имплантата (ISQ), значения которого варьируются от 1 до 100 единиц [3]. На основании литературных данных, были выдвинуты примерные референсные значения ISQ: < 60 — недостаточная стабильность; 60–75 — адекватная стабильность; > 75 — стабильность, позволяющая немедленную нагрузку [3–5, 14].

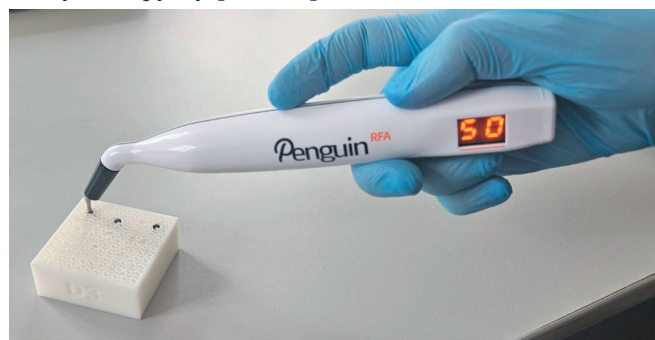


Рис. 2. Измерение первичной стабильности имплантата методом RFA при помощи Penguin RFA

Fig. 2. Measurement of implant primary stability using the RFA method with the Penguin RFA device

Результаты исследования и их обсуждение

Все рассмотренные модели имплантатов объединяет общая конструктивная концепция: конусовидная форма в сочетании с двухзаходной самонарезной резьбой, оснащенной специальными насечками [8–13].

Основные оцениваемые характеристики имплантатов представлены в таблице 1 [8–13].

В ходе проведенного сравнительного анализа макродизайна и структуры поверхности дентальных имплантатов были выявлены сходства Образца 1 и Образца 2: V-образная резьба, насечки для отвода костной стружки, визуально сходная форма. Также отмечены принципиальные отличия Образца 4 от всех исследуемых имплантатов: трехзонная резьба, уменьшенный шаг в области шейки, ПЭО-обработка поверхности. Образец 3 занял промежуточную позицию — он имеет сходства как с Образцами 1 и 2 (V-образная резьба на протяжении 3/4), так и Образцом 4 (квадратный профиль резьбы на протяжении 1/4 и ПЭО обработка поверхности).

Сравнение полученных средних значений ISQ в кости типа D1 представлено в таблице 2.

В условиях плотной кости выраженное влияние оказала методика обработки поверхности.

Показатель первичной стабильности при установке Образца 2 достоверно ниже всех сравниваемых имплантатов. Его поверхность NitroEX, вероятно, менее эффективна для обеспечения фиксации в кости D1.

Таблица 1

Сравнение характеристик дизайна исследуемых имплантатов
Table 1. Comparison of design features of the examined implants

Параметр	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Геометрия резьбы	V-образная с округленной режущей гранью	V-образная с округленной режущей гранью	Комбинированная: • Апикальная 1/4 — квадратная • Остальные 3/4 — V-образная	Трехзонная: • Апикальная 1/4 — V-образная • Средняя 2/4 — квадратная • Пришеечная часть — уменьшенный шаг
Особенности резьбы	Насечки для отвода костной стружки	Насечки для отвода костной стружки	Квадратный профиль в апикальной части преобразует осевые силы в компрессионные нагрузки	Уменьшенный шаг в области шейки для улучшения фиксации в кортикальной кости
Материал	Титановый сплав	Титановый сплав	Титановый сплав	Нанотитан (NanoTi) с прочностью ~1300 МПа
Обработка поверхности	S.L.A. (пескоструйная обработка + кислотное травление)	NitroEX (двухкислотное травление, нанопористость ~20 нм)	ПЭО (Plasma Electrolytic Oxidation), пористое оксидное покрытие (TiO ₂)	ПЭО (Plasma Electrolytic Oxidation), пористое оксидное покрытие (TiO ₂)

Образец 1 и Образец 3 показывают похожие значения (74,08 и 73,16 соответственно). Несмотря на разную геометрию, оба макродизайна в сочетании со своими структурами поверхности (S.L.A. и ПЭО) оказались одинаково эффективны для достижения первичной стабильности в данном типе кости.

Образец 4, имеющий ту же технологию обработки поверхности, что и Образец 3, показал достоверно более высокую первичную стабильность (в сравнении с другими ($p \leq 0,05$)), что объясняется трехзонной геометрией резьбы и уменьшенным шагом в пришеечной области [1, 5, 15, 16].

Сравнение полученных средних значений ISQ в кости типа D2 и D3 представлено в таблицах 3 и 4 соответственно.

В данных типах кости макродизайн и методика обработки поверхности имплантатов оказывают незначительное влияние на показатель ISQ. Все имплантаты показывают сходную эффективность.

Несколько более высокие достоверные значения продемонстрировал Образец 4. Трехзонная геометрия резьбы Образца 4, вероятно, обеспечивает лучшую фиксацию в кортикальном слое и более сильную компрессию в губчатой кости по сравнению с V-образной резьбой Образца 1 и Образца 2 [1, 5, 15, 16].

Значения Образца 3 достоверно не отличались от значений Образца 1 и Образца 2. Это говорит о том, что его апикальная часть с квадратной резьбой обеспечивает стабильность, сопоставимую по эффективности с данными моделями в кости типа D2 и D3.

Сравнение полученных средних значений ISQ в кости типа D4 представлено в таблице 5.

В мягкой кости достоверно устойчивыми оказались имплантаты с дизайном, максимально направленным на увеличение площади контакта и создание компрессии (квадратная резьба) [1, 5, 15].

Таблица 2

Сравнение первичной стабильности имплантатов в кости типа D1
Table 2. Comparison of primary implant stability in bone type D1

Тип кости D1				
№ Образца	1	2	3	4
1	–	70*	73,16	76,5*
2	74,08*	–	73,16*	76,5*
3	74,08	70*	–	76,5*
4	74,08*	70*	73,16*	–

* $p \leq 0,05$

Таблица 3

Сравнение первичной стабильности имплантатов в кости типа D2
Table 3. Comparison of primary implant stability in bone type D2

Тип кости D2				
№ Образца	1	2	3	4
1	–	63,75	64,33	65,83
2	64,75	–	64,33	65,83*
3	64,75	63,75	–	65,83
4	64,75	63,75*	64,33	–

* $p \leq 0,05$

Таблица 4

Сравнение первичной стабильности имплантатов в кости типа D3
Table 4. Comparison of primary implant stability in bone type D3

Тип кости D3				
№ Образца	1	2	3	4
1	–	51,83	51,33	52,25*
2	50,66	–	51,33	52,25
3	50,66	51,83	–	52,25
4	50,66*	51,83	51,33	–

* $p \leq 0,05$

Таблица 5
Сравнение первичной стабильности имплантатов
в кости типа D4
Table 5. Comparison of primary implant stability
in bone type D4

№ Образца	Тип кости D4			
	1	2	3	4
1	–	38,75	42,75*	44*
2	39,25	–	42,75*	44*
3	39,25*	38,75*	–	44
4	39,25*	38,75*	42,75	–

* $p \leq 0,05$

Образец 3 и Образец 4 демонстрируют значимо более высокие значения первичной стабильности. Их дизайн — комбинированная резьба с квадратным профилем у Образца 3 и трехзонная резьба с уменьшенным шагом у шейки Образца 4 — оказался наиболее адаптивным к мягкой кости, поскольку квадратная резьба эффективно преобразует осевые силы в компрессию [1, 5, 15].

Образец 1 и Образец 2 показали достоверно более низкие значения. Их более простая V-образная геометрия не обеспечивает достаточной стабильности в условиях низкой плотности кости.

Выводы

Таким образом, в ходе проведенного экспериментального исследования установлено, что макро дизайн

и метод обработки поверхности оказывают различное влияние в зависимости от типа кости.

В кости типа D1 как макро дизайн, так и обработка поверхности оказали достоверно выраженное влияние: V-образная резьба, прорезаясь в кость, расклинивает ее, что обеспечивает фиксацию имплантата; имплантат с NitroEX обработкой поверхности показал достоверно более низкую стабильность в сравнении с имплантатами с обработкой S.L.A и ПЭО. При этом стоит отметить значимо более высокое среднее значение ISQ Образца 4 (76,5), которое обеспечивается уменьшенным шагом резьбы в пришеечной трети.

В кости D2 и D3 влияние макро дизайна и обработки поверхности нивелировалось — при сравнении первичная стабильность отличалась незначительно. Образец 4 показал значимые различия при сравнении с Образцом 2 в кости D2 и Образцом 1 в кости D3 за счет лучшей фиксации в кортикальном слое D2 и более сильной компрессии в губчатой кости D3.

В кости D4 достоверно более высокие средние значения ISQ продемонстрировали имплантаты с квадратным профилем резьбы (Образец 3—42,75 и Образец 4—44), который обеспечивает большую компрессию мягкой кости по сравнению с V-образной резьбой. Макро дизайн Образца 4 оказал значимо более выраженное влияние на первичную стабильность, за счет уменьшенного шага резьбы в пришеечной области, что создает большую площадь контакта и компрессию кости.

Литература/References

1. Resnik R. R. Misch's Contemporary Implant Dentistry. 4th ed. St. Louis: Elsevier Inc.; 2021. 1264 p. <https://books.google.ru/books?id=2w3MDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>
2. Wang J. Q., Zhang Y., Pang M., Wang Y. Q., Yuan J., Peng H. et al. Biomechanical Comparison of Six Different Root-Analog Implants and the Conventional Morse Taper Implant by Finite Element Analysis. *Frontiers in genetics*. 2022;13:915679. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.915679>
3. Остапович А. А., Ивашенко С. В., Дрик Ф. Г., Шпак И. И. Стабильность дентальных имплантатов в процессе их остеоинтеграции по данным голографической интерферометрии. *Современная стоматология*. 2021;(2):68–72. [Astarovich A., Ivashenko S., Drik F., Shpak I. Stability of dental implants during their osseointegration according to holographic interferometry data. *Sovremennaya stomatologiya*. 2021;(2):68–72. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-dentalnyh-implantatovv-protsesse-ih-osteointegratsii-po-dannym-golograficheskoy-interferometrii/viewer>
4. Махмудов Т. Г. Коэффициент стабильности дентальных имплантатов и его связь с биомаркерами костного метаболизма. *Клиническая стоматология*. 2020;(3):61–65. [Mahmudov T. G. The stability coefficient of dental implants and its relationship with biomarkers of bone metabolism. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2020;(3):61–65. (In Russ.)]. https://doi.org/10.37988/1811-153X_2020_3_61
5. Ayub F. A., Sunarso S., Dewi R. S. The Influence of Implant Macro-geometry in Primary Stability in Low-Density Bone: An in vitro Study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*. 2025;15(2):134–143. https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_155_24
6. Ganeles J., Norkin F., Dias D., Fava P., Levine R., Aranguren L. Implant shapes and macro-designs: advantages and disadvantages. *Forum implantologicum*. 2021;17(1):44–57. <https://doi.org/10.3290/iti.fi.45624>
7. Руководство пользователя Dentium. [Dentium User Manual. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: https://implantium.ru/files/dentium_manual.pdf
8. Каталог Dental Synthesis 15.07.2022. [Dental Synthesis Catalog 15.07.2022. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: <https://nct.dental/upload/iblock/b8c/a2uv27k5uxdpxu3ar21cy2g1ev2x0bkj.pdf>
9. Dental Synthesis: Научно-исследовательская производственная группа, объединяющая в себе учёных, врачей, физиков и биологов. Научные статьи Dental Synthesis. [Dental Synthesis: A research and production group that brings together scientists, doctors, physicists and biologists. Scientific articles Dental Synthesis. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: <https://synthesis.dental/doctor/article.php>
10. Dental Synthesis: Научно-исследовательская производственная группа, объединяющая в себе учёных, врачей, физиков и биологов. Дентальный имплант Synthes Pro. [Dental Synthesis: A research and production group that brings together scientists, doctors, physicists and biologists. Synthes Pro dental implant. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: <https://synthesis.dental/doctor/products/synthespro.php>
11. Парфенов Е. В., Рааб Г. И., Дюрягин В. С. Применение нанотитана в дентальных имплантатах. *Дентальная имплантология и хирургия*. 2022;(2):80–82. [Parfenov E. V., Raab G. I., Dyuryagin V. S. Application of nanotitanium in dental implants. *Dental'naâ implantologîa i hirurgiâ*. 2022;(2):80–82. (In Russ.)]. <https://synthesis.dental/upload/iblock/f9b/u69zrgivtip7eknt4sl9db5jr66yl6bh.pdf>
12. Каталог продукции Dentium. [Dentium Product Catalog. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: https://implantium.ru/files/dentium_catalog.pdf
13. Dental Synthesis: Научно-исследовательская производственная группа, объединяющая в себе учёных, врачей, физиков и биологов. [Dental Synthesis: A research and production group that brings together scientists, doctors, physicists and biologists. (In Russ.)]. Доступно на / Available from: <https://synthesis.dental>
14. Брайловская Т. В., Вербо Е. В., Абрамян С. В., Дениев А. М., Тангиева З. А. Результаты дентальной имплантации у пациентов после реконструктивно-восстановительной хирургии с применением ревааскуляризованных аутоотрансплантатов по данным резонансно-частотного анализа. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2020;(4):23–33. [Brailovskaya T. V., Verbo E. V., Abramyan S. V., Deniev A. M., Tangiyeva Z. A. Dental implantation outcomes after reconstructive surgery with vascularized autotransplants according to resonance-frequency analysis data. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2020;(4):23–33. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202004123>
15. Yamaguchi Y., Shiota M., Fujii M., Shimogishi M., Munakata M. Effects of implant thread design on primary stability — a comparison between single- and double-threaded implants in an artificial bone model. *International journal of implant dentistry*. 2020;6(1):42. <https://doi.org/10.1186/s40729-020-00239-1>
16. Jin Z. H., Peng M. D., Li Q. The effect of implant neck microthread design on stress distribution of peri-implant bone with different level: A finite element analysis. *Journal of dental sciences*. 2020;15(4):466–471. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2019.12.003>