

Комплексный анализ элементного состава и поверхностной морфологии титановых абатментов современных производителей

Р.А. Садиков¹, Ю.В. Плоткина³, Е.М. Черновол², А.Л. Рубежов², Е.С. Михайлова¹, А.Р. Садиков⁴

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Трансгингивальная часть ортопедических компонентов имплантационных систем является субстратом для первичной адаптации мягких тканей и формирования околоимплантатной десневой манжетки – комплекса тканей, выступающих в роли биологического барьера и обеспечивающих нормальное функционирование искусственных опор в микроокружении полости рта. Немаловажное значение имеет морфология поверхности ортопедического компонента (абатмента), который в нагрузочном периоде будет находиться в постоянном контакте с десной. Изменение свойств поверхностной морфологии трансгингивальной части ортопедических конструкций чревато формированием в поддесневой зоне микробной биопленки с последующим развитием воспалительного процесса в околоимплантатных тканях: мукозита и периимплантита. Исходя из вышеизложенного, изучение характеристик поверхности ортопедических компонентов имплантационных систем представляется актуальным в свете понимания патогенеза воспалительных процессов в периимплантатных тканях и оценки факторов риска развития осложнений дентальной имплантации.

Цель исследования. Изучение различий элементного состава и характеристик поверхностной морфологии абатментов ряда современных производителей.

Материалы и методы. Для исследования отобраны ортопедические компоненты пяти современных компаний производителей. Для оценки использовался элементный анализ поверхности с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Oxford Instruments X-Max20, а также морфологический анализ с использованием сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3. Образцы оценивались на однородность поверхности, наличие посторонних включений, трещин и/или следов фрезеровки.

Результаты. Выявлены значительные различия трансгингивальных частей абатментов у современных производителей как по элементному составу, так и по морфологии поверхности.

Выводы. Методика комплексного анализа характеристик поверхностей, использованная в исследовании, может быть рекомендована для описания и сравнения ортопедических компонентов различных компаний-производителей.

Ключевые слова: трансгингивальная часть абатмента, растровая электронная микроскопия, морфология поверхности абатмента.

Для цитирования: Садиков РА, Плоткина ЮВ, Черновол ЕМ, Рубежов АЛ, Михайлова ЕС, Садиков АР. Комплексный анализ элементного состава и поверхностной морфологии титановых абатментов современных производителей. *Пародонтология*. 2024;29(1):58-66. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2024-865>.

Comprehensive analysis of the elemental composition and surface relief of titanium abutments from contemporary manufactures

R.A. Sadikov¹, Yu.V. Plotkina³, E.M. Chernovol², A.L. Rubezov², E.S. Mikhailova¹, A.R. Sadikov⁴

¹Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

³The Institute of Precambrian Geology and Geochronology Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russian Federation

⁴Pavlov First Saint Petersburg Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. The transgingival part of the prosthetic components of implant systems is a substrate for the primary adaptation of soft tissues and the formation of the gingiva collar - a complex of tissues acting as a biological barrier and ensuring the normal functioning of artificial supports in the microenvironment of the oral cavity. At the same time, the morphology of the surface of the abutment which will be in constant contact with the gingiva part during the loading period is of great importance. A change in the properties of the surface morphology of the transgingival part of orthopedic structures is fraught with the formation of a microbial bio-film in the subgingival zone with the subsequent development of mucositis and peri-implantitis. Based on the above, the study of the surface characteristics of orthopedic components of implantation systems seems relevant in the light of understanding the pathogenesis of inflammatory processes and assessing risk factors for the development of complications of dental implantation.

Purpose. Study of differences in the elemental composition and features (or characteristics) of the surface morphology of orthopedic components - transgingival implant abutments from a number of modern manufacturers.

Materials and methods. Prosthetic components from five manufacturing companies were selected for the study. For the assessment, elemental analysis of the surface of the components was used using a Hitachi S-3400N scanning electron microscope with an Oxford Instruments X-Max20 energy dispersive spectrometer, as well as morphological analysis using a TESCAN VEGA 3 scanning electron microscope. The samples were assessed for surface uniformity, the presence of inclusions, cracks and marks.

Results. The study revealed significant differences in the components both in elemental composition and surface topography. The results obtained can be summarized in the form of a table.

Conclusion. The method of comprehensive surface assessment used in the study can be recommended for describing and comparing orthopedic components from different manufacturing companies.

Key words: abutment, transgingival part of the abutment, scanning electron microscopy, abutment surface topography.

For citation: Sadikov RA, Plotkina YuV, Chernovol EM, Rubezov AL, Mikhailova ES, Sadikov AR. Comprehensive analysis of the elemental composition and surface relief of titanium abutments from contemporary manufactures. *Parodontologiya*. 2024;29(1):58-66 (in Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2024-865>.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В дентальной имплантологии в течение многих лет основным объектом изучения был ответ биологических тканей на внедрение искусственных опор, имеющих внутрикостные поверхности различных макро- и микродизайнов. Это обусловлено тем, что успех лечения с помощью дентальных имплантатов (далее ДИ) ассоциируется в первую очередь с остеointegrативным процессом – ригидным соединением биосовместимого ДИ с окружающей его костью [1, 2].

Не менее важным условием для достижения стабильных и длительных результатов лечения является формирование вокруг ДИ прикрепленной десны – комплекса мягких тканей, выступающих в роли биологического барьера, защищающего ДИ от прямого воздействия факторов полости рта, в частности микроорганизмов [3, 4].

Как в области естественных зубов, так и в области ДИ, прикрепленная десна представлена эпителием и соединительнотканными структурами. Однако гистологическое строение мягких тканей в области зубов и в области ДИ имеет в ряд отличий [3, 5, 6]:

- вокруг ДИ волокна соединительной ткани ориентированы преимущественно параллельно поверхности абатмента, в то время как в нормальном пародонте волокна соединительной ткани в зоне зубодесневого (клинического) прикрепления расположены в разном направлении;

- кровоснабжение мягких тканей вокруг имплантата несколько редуцировано в сравнении с кровос-

набжением тканей в области естественных зубов за счет более выраженного волокнистого компонента соединительной ткани прикрепления [7];

- покровный эпителий околоимплантатной манжетки более пронизуем, а также превышает вертикальные размеры в сравнении с таковыми в нормальном пародонте.

Все эти особенности обуславливают некоторое снижение барьерных функций околоимплантатных мягких тканей по сравнению с нормальным пародонтом, что требует от врачей большего внимания к этой зоне путем последующего наблюдения пациентов в функциональном периоде.

Одним из ключевых факторов, оказывающих непосредственное влияние на формирование мягких тканей вокруг имплантата, считается трансгингивальная зона абатмента, поскольку именно она напрямую контактирует с аппаратом прикрепления (эпителием и соединительной тканью прикрепления) [8].

Важнейшую роль при этом играет материал абатмента [9-11]. Так, сплав титана Grade 5 (Ti-6Al-4V) хорошо зарекомендовал себя в производстве ортопедических компонентов имплантационных систем как биоинертный и одновременно с этим прочный материал [11]. В качестве альтернативных материалов могут рассматриваться диоксид циркония (ZrO₂) и титан с покрытием TiN [9].

Среди факторов риска возникновения воспалительных заболеваний периимплантатных тканей можно отметить образование в поддесневой зоне конструкций на ДИ микробной биопленки [10, 12]. Грубая фре-

зеровка изделия в процессе производства приводит к увеличению шероховатости. Неровная поверхность абатмента с выраженными изъянами и трещинами способствует ретенции зубной бляшки с последующим развитием мукозита и периимплантита [13-16].

Таким образом, использование высококачественных ортопедических компонентов из проверенных биосовместимых материалов [17] для протезирования с опорой на ДИ является одним важным фактором в системе профилактики риска развития воспалительных осложнений дентальной имплантации [18].

В настоящий момент на российском стоматологическом рынке существует ряд компаний, специализирующихся на производстве ортопедических компонентов к различным системам ДИ. Однако исследований производимой ими продукции в доступной нам научной литературе не обнаружено. Отсутствие научных данных и подтвержденных сравнительных характеристик осложняет выбор врача, заставляя его ориентироваться исключительно на рекламные слоганы и маркетинговые характеристики (внешний вид упаковки, стоимость изделия).

В связи с изложенным выше актуальным анализ характеристик поверхности абатментов различных компаний-производителей, в том числе и отечественных.

Цель исследования

Изучение различий элементного состава и особенностей (или характеристик) поверхностной морфологии ортопедических компонентов – трансгингивальных имплантационных абатментов ряда современных производителей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования была отобрана абатменты Ankylos (TitaniumBase /X, high, DENTSPLY Implants) далее именуемый «эталонный образец», а также абатменты, совместимые с системой имплантатов Ankylos, пяти компаний-производителей (табл. 1).

Все абатменты находились в упаковках, представленных производителем, и были распакованы только непосредственно перед помещением на предметный столик сканирующего электронного микроскопа во избежание повреждения поверхности и контаминации.

Морфологический анализ

Оценка морфологии поверхности трансгингивальной части абатментов проводилась в лаборатории изотопной геологии ИГГД РАН с использованием сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3. Режим сканирования: детектор SE, ускоряющее напряжение 20 кВ, интенсивность пучка 12, рабочее расстояние 5-7 мм. Увеличения: 350, 700, 1250, 2500, 5000. Образцы оценивались на однородность поверхности, наличие включений, трещин, сколов и следов фрезеровки.

Анализ элементного состава

Определение содержаний основных элементов в абатментах выполнено в ресурсном центре «Геомодель» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» методом энергодисперсионного элементного анализа (EDX) помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Oxford Instruments X-Max20.

Обработка спектров производилась с помощью программного пакета AzTec Energy с применением методики TrueQ. Параметры съемки: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 1.7 нА, рабочее расстояние 10 мм, время накопление спектра в точке (в точечном режиме) – 30 секунд. Количественный расчет спектров проведен с использованием стандартных образцов природных и синтетических соединений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морфологический анализ

Морфологический анализ трансгингивальных частей абатментов и их сравнение с эталонным образцом выявили значительные различия поверхностей.

Поверхность **эталонного образца** гладкая, без трещин и включений. Определяются небольшие царапины (рис. 1).

Поверхность **образца №1** гладкая, без трещин, включений и царапин (рис. 2).

Поверхность **образца №2** имеет неравномерное строение, присутствуют выраженные включения и отверстия. Кроме того, на поверхности обнаружены умеренные следы фрезеровки (рис. 3).

Таблица 1. Информация о компаниях-производителях, изделия которых были использованы для исследования
Table 1. Information about manufactures of the prosthetic items used for the study

Номер образца Sample number	Компания-производитель Manufacturer	Страна-производитель Country of origin
Эталонный образец / Reference sample	Dentsply Sirona GmbH	Германия / Germany
Образец №1 / Sample №1	ООО «АРТ Стомус» / ART Stomus	Россия / Russia
Образец №2 / Sample №2	ГеоMEDI Co., Ltd.	Южная Корея / South Korea
Образец №3 / Sample №3	ООО «Техник+» / Teckhnik+	Россия / Russia
Образец №4 / Sample №4	ООО «Ультростом» / Ultrastom	Россия / Russia
Образец №5 / Sample №5	ООО «АДМ Дентал» / ADM dental	Россия / Russia

Поверхность **образца №3** имеет выраженные следы фрезеровки. В отдельных местах видна металлическая стружка или другие инородные включения (рис. 4).

Поверхность **образца №4** однородная, с умеренными следами фрезеровки (рис. 5).

Поверхность **образца №5** неравномерная с выраженным рельефом, глубокими изъятиями и царапинами (рис. 6).

Рис. 1-6. Сканирующая электронная микроскопия в режиме вторичных электронов:

- а) общий вид абатмента
 - (точками отмечены зоны проведения энергодисперсионного рентгеновского элементного анализа);
 - б) поверхность трансгингивальной части абатмента (ув. x2500);
 - с) поверхность трансгингивальной части абатмента (ув. x5000)
- Fig. 1-6.** Scanning electron microscopy in the secondary electron mode:
 a) general view of the abutment
 (dots mark the zones of energy dispersive X-ray elemental analysis);
 b) the surface of the transgingival part of the abutment (mag. x2500);
 c) the surface of the transgingival part of the abutment (mag. x5000)

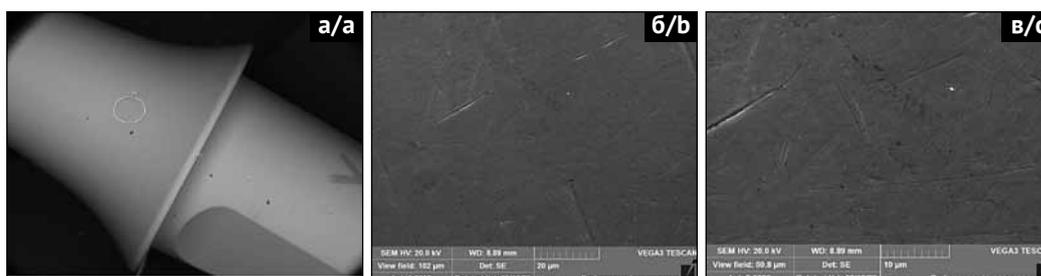


Рис. 1. Микрофотографии поверхности эталонного образца

Fig. 1. Micrographs of the surface of the reference sample

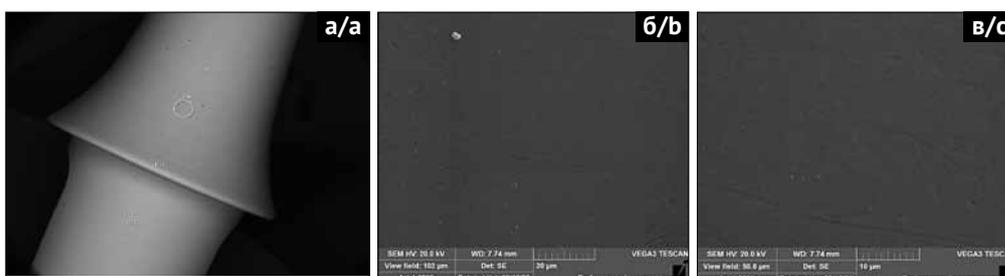


Рис. 2. Микрофотографии поверхности образца №1

Fig. 2. Micrographs of the surface of sample No. 1

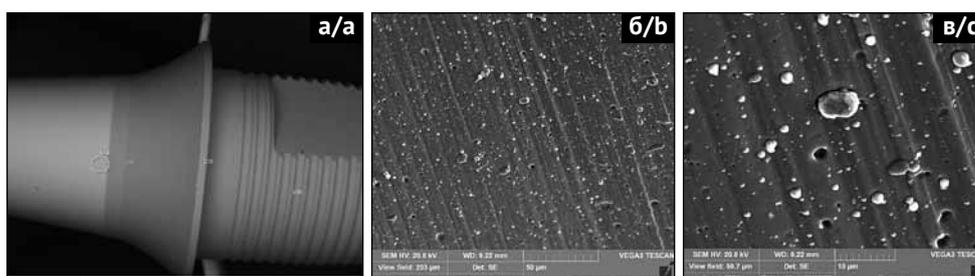


Рис. 3. Микрофотографии поверхности образца №2

Fig. 3. Micrographs of the surface of sample No. 2

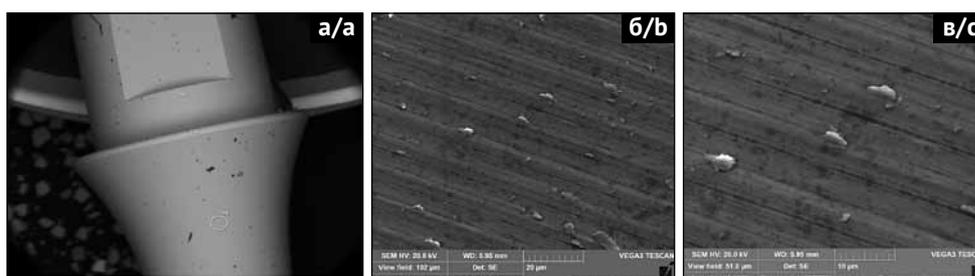


Рис. 4. Микрофотографии поверхности образца №3

Fig. 4. Micrographs of the surface of sample No. 3

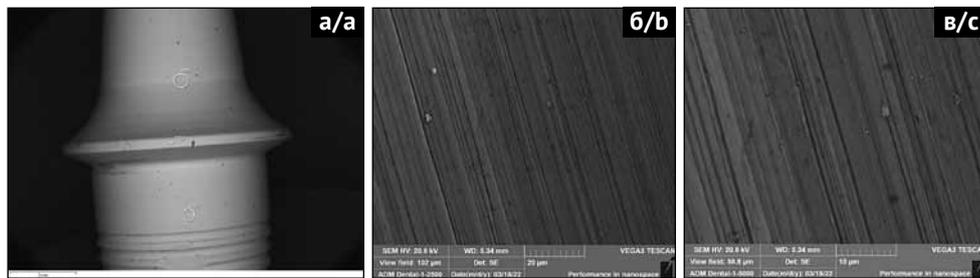


Рис. 5. Микрофотографии поверхности образца №4
Fig. 5. Micrographs of the surface of sample No. 4

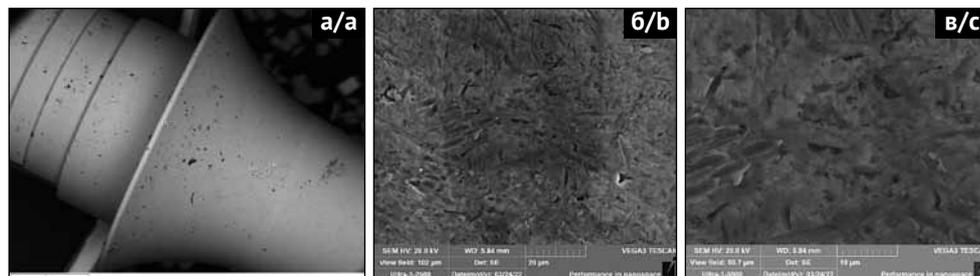


Рис. 6. Микрофотографии поверхности образца №5
Fig. 6. Micrographs of the surface of sample No. 5

Таблица 2. Результаты энергодисперсионного рентгеновского элементного анализа эталонного образца и пяти исследуемых образцов
Table 2. The results of EDX of the reference sample and five studied samples

Образец Sample number		Азот (N)	Железо (Fe)	Кислород (O)	Алюминий (Al)	Кремний (Si)	Титан (Ti)	Ванадий (V)	Общий, % Total, %
Эталонный образец Reference sample	Спектр 1 / Spectrum 1				6,93		89,41	3,66	100
	Спектр 2 / Spectrum 2				5,91		90,36	3,73	100
	Спектр 3 / Spectrum 3				5,98		90,86	3,16	100
Образец №1 Sample №1	Спектр 1 / Spectrum 1				7,11		89,12	3,78	100
	Спектр 2 / Spectrum 2				6,89		90,03	3,07	100
	Спектр 3 / Spectrum 3				5,61		90,39	3,99	100
Образец №2 Sample №2	Спектр 1 / Spectrum 1	19,67					80,33		100
	Спектр 2 / Spectrum 2	16,28					83,72		100
	Спектр 3 / Spectrum 3	20,34					79,66		100
Образец №3 Sample №3	Спектр 1 / Spectrum 1				6,19		89,44	4,37	100
	Спектр 2 / Spectrum 2				6,42		89,52	4,06	100
	Спектр 3 / Spectrum 3				4,82		91,11	4,06	100
Образец №4 Sample №4	Спектр 1 / Spectrum 1				7,87		87,53	4,61	100
	Спектр 2 / Spectrum 2				7,38		88,29	4,33	100
	Спектр 3 / Spectrum 3				6,65		89,06	4,29	100
Образец №5 Sample №5	Спектр 1 / Spectrum 1		0,6		5,71		89,49	4,21	100
	Спектр 2 / Spectrum 2		0,49	4,22	6,19	0,23	85,22	3,65	100
	Спектр 3 / Spectrum 3		1,01	7,91	5,23	0,46	82,03	3,37	100

Анализ элементного состава

Химический состава материалов, использованных для изготовления абатментов, проводился с помощью методики энергодисперсионного рентгеновского элементного анализа. В таблице 2 представлены результаты анализа пяти исследуемых образцов, а также их сравнение их с эталонным образцом.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как видно из полученных данных, между образцами существуют значительные различия как по элементному составу, так и по морфологии поверхности. Так, образцы №№1, 3 и 4 по своему элементному составу соответствуют таковому эталонного образца

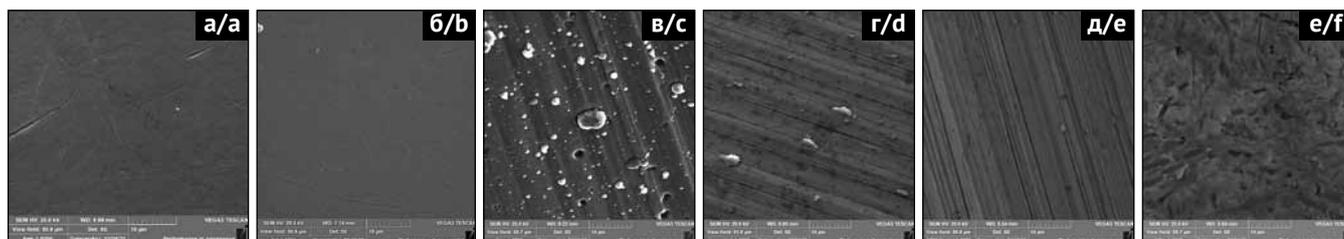


Рис. 7. Сравнение морфологии поверхности трансгингивальных частей исследуемых образцов методом сканирующей электронной микроскопии (ув. x5000), где (а) – эталонный образец, (б, в, г, д, е) – исследуемые образцы
Fig. 7. Comparison of the surface morphology of transgingival parts of the studied samples by scanning electron microscopy (mag. x 5000), where (a) is the reference sample, (b, c, d, e, f) are the studied samples

Таблица 3. Сравнительный анализ исследуемых образцов
Table 3. Comparative analysis of the studied samples

Образец Sample number	Элементный состав Elemental composition	Морфология поверхности Surface morphology
Эталонный образец Reference sample	Алюминий, титан, ванадий Aluminum, titanium, vanadium	Поверхность гладкая без трещин, включений и царапин The surface is smooth without cracks, inclusions and scratches
Образец №1 Sample №1	Алюминий, титан, ванадий Aluminum, titanium, vanadium	Поверхность гладкая без трещин, включений и царапин The surface is smooth without cracks, inclusions and scratches
Образец №2 Sample №2	Титан, азот Titanium, nitrogen	Поверхность морфологически неравномерная, с выраженными включениями и отверстиями The surface is morphologically uneven, with pronounced inclusions and holes
Образец №3 Sample №3	Алюминий, титан, ванадий Aluminum, titanium, vanadium	Выраженные следы фрезеровки, неровности, включения Pronounced traces of milling, irregularities, inclusions
Образец №4 Sample №4	Алюминий, титан, ванадий Aluminum, titanium, vanadium	Умеренные следы фрезеровки Moderate milling marks
Образец №5 Sample №5	Титан, алюминий, ванадий, железо, кремний Titanium, aluminum, vanadium, iron, silicium	Грубый рельеф поверхности с выраженными изъянами и царапинами Rough surface relief with pronounced flaws and scratches

(сплав титана Grade 5 – Ti-6Al-4V). На поверхности образца №2 присутствуют ионы Ti и N, что характерно для покрытия из нитрида титана.

Образец №5 имеет примеси оксидов железа и кремния, что повышает риск негативного воздействия материала на окружающие ткани (например, алергизации).

Анализ морфологии поверхности методом сканирующей электронной микроскопии также выявил значительные различия между образцами (рис. 7).

Как видно на микрофотографиях, образец №2 имеет равномерную гладкую поверхность, которая соответствует эталонному образцу. Близкую к эталону структуру имеет и образец №3, на поверхности которого определяются лишь незначительные следы фрезеровки. Поверхности образцов №№2, 4 и 5 имеют выраженные неровности, царапины и включения, что может создавать потенциальный риск образования на них микробной биопленки.

Для наглядности результаты сравнительного анализа исследуемых образцов представлены в виде таблицы (табл. 3).

ВЫВОДЫ

1. Информация, полученная в результате сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного рентгеновского элементного анализа, может быть эффективно использована для сравнительной оценки состава и морфологии поверхности ортопедических компонентов.

2. Выявлены значительные различия как в химическом составе, так и в морфологии поверхности трансгингивальных частей абатментов современных компаний-производителей.

3. Для оценки непосредственного влияния определенных характеристик поверхности ортопедических компонентов на состояние мягких тканей вокруг ДИ требуются дополнительные клинические исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(3):212-9. doi: 10.1034/j.1600-0501.1996.070303.x.
2. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977;16:1-132. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/356184/>
3. Перова МД. Биологические механизмы репаративной регенерации тканей пародонта (аналитический обзор). *Новое в стоматологии.* 2001;(8):62-70. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26116858>
4. Guo T, Gulati K, Arora H, Han P, Fournier B, Ivanovski S. Race to invade: Understanding soft tissue integration at the transmucosal region of titanium dental implants. *Dent Mater.* 2021;37(5):816-831. doi: 10.1016/j.dental.2021.02.005
5. Tomasi C, Tessarolo F, Caola I, Wennström J, Nollo G, Berglundh T. Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: an experimental study in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(9):997-1003. doi: 10.1111/clr.12223
6. Wang Q, Tang Z, Han J, Meng H. The width of keratinized mucosa around dental implants and its influencing factors. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2020;22(3):359-365. doi: 10.1111/cid.12914
7. Ivanovski S, Lee R. Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontol 2000.* 2018;76(1):116-130. doi: 10.1111/prd.12150
8. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol.* 1996;23(10):971-3. doi: 10.1111/j.1600-051x.1996.tb00520.x
9. Osman MA, Kushnerev E, Alamoush RA, Seymour KG, Yates JM. Two Gingival Cell Lines Response to Different Dental Implant Abutment Materials: An In Vitro Study. *Dent J (Basel).* 2022;10(10):192. doi: 10.3390/dj10100192
10. Wiessner A, Wassmann T, Wiessner JM, Schubert A, Wiechens B, Hampe T, Bürgers R. In Vivo Biofilm Formation on Novel PEEK, Titanium, and Zirconia Implant Abutment Materials. *Int J Mol Sci.* 2023;24(2):1779. doi: 10.3390/ijms24021779
11. Zuldesmi M, Waki A, Kuroda K, Okido M. Hydrothermal treatment of titanium alloys for the enhancement of osteoconductivity. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2015;49:430-435. doi: 10.1016/j.msec.2015.01.031
12. Furuhashi A, Ayukawa Y, Atsuta I, Okawachi H, Koyano K. The difference of fibroblast behavior on titanium substrata with different surface characteristics. *Odontology.* 2012;100(2):199-205. doi: 10.1007/s10266-011-0029-y
13. Быкова НИ, Будзинский НЭ, Максимова ЕМ. Роль микробной флоры в патогенезе периимплантата и воспалительных заболеваний тканей пародонта. *Научный альманах.* 2017;(2-3):319-325. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28913809&ysclid=lt4uzdn77c8129335>
14. Горобец СМ, Романенко ИГ, Джерелей АА, Бобкова СА, Крючков ДЮ, Горобец ОВ. Факторы риска развития воспалительных осложнений дентальной имплантации. *Таврический медико-биологический вестник.* 2017;20(2):208-214. Режим доступа: <https://dentalcollege.ru/upload/iblock/1c4/1c469cb7e8c0182b0869d6bea829a668.pdf?ysclid=lt4v0dm965515654265>
15. Тунева НА, Богачева НВ, Тунева ЮО. Проблемы дентальной имплантации. *Вятский медицинский вестник.* 2019;(2):86-93. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-dentalnoy-implantatsii/viewer>
16. Thoma DS, Gil A, Hämmerle CHF, Jung RE. Management and prevention of soft tissue complications in implant dentistry. *Periodontol 2000.* 2022;88(1):116-129. doi: 10.1111/prd.12415
17. Baus-Domínguez M, Maza-Solano S, Vázquez-Pachón C, Flores-Cerero M, Torres-Lagares D, Serrera-Figallo MÁ, Macías-García L. Behaviour of the Peri-Implant Soft Tissue with Different Rehabilitation Materials on Implants. *Polymers (Basel).* 2023;7;15(15):3321. doi: 10.3390/polym15153321
18. Gehrke SA, Scarano A, Cortellari GC, Fernandes GVO, Mesquita AMM, Bianchini MA. Marginal Bone Level and Biomechanical Behavior of Titanium-Indexed Abutment Base of Conical Connection Used for Single Ceramic Crowns on Morse-Taper Implant: A Clinical Retrospective Study. *J Funct Biomater.* 2023;14(3):128. doi: 10.3390/jfb14030128

REFERENCES

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(3):212-9. doi: 10.1034/j.1600-0501.1996.070303.x
2. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977;16:1-132. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/356184/>

3. Perova MD. Biological mechanisms of reparative regeneration of periodontal tissues (analytical review). *New in dentistry*. 2001;(8):62-70 (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=26116858>

4. Guo T, Gulati K, Arora H, Han P, Fournier B, Ivanovski S. Race to invade: Understanding soft tissue integration at the transmucosal region of titanium dental implants. *Dent Mater*. 2021;37(5):816-831.

doi: 10.1016/j.dental.2021.02.005

5. Tomasi C, Tessarolo F, Caola I, Wennström J, Nollo G, Berglundh T. Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: an experimental study in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25(9):997-1003.

doi: 10.1111/clr.12223

6. Wang Q, Tang Z, Han J, Meng H. The width of keratinized mucosa around dental implants and its influencing factors. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2020;22(3):359-365.

doi: 10.1111/cid.12914

7. Ivanovski S, Lee R. Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontol 2000*. 2018;76(1):116-130.

doi: 10.1111/prd.12150

8. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol*. 1996;23(10):971-3.

doi: 10.1111/j.1600-051x.1996.tb00520.x

9. Osman MA, Kushnerev E, Alamoush RA, Seymour KG, Yates JM. Two Gingival Cell Lines Response to Different Dental Implant Abutment Materials: An In Vitro Study. *Dent J (Basel)*. 2022;10(10):192.

doi: 10.3390/dj10100192

10. Wiessner A, Wassmann T, Wiessner JM, Schubert A, Wiechens B, Hampe T, Bürgers R. In Vivo Biofilm Formation on Novel PEEK, Titanium, and Zirconia Implant Abutment Materials. *Int J Mol Sci*. 2023;24(2):1779.

doi: 10.3390/ijms24021779

11. Zulfdesmi M, Waki A, Kuroda K, Okido M. Hydrothermal treatment of titanium alloys for the enhancement of osteoconductivity. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015;49:430-435.

doi: 10.1016/j.msec.2015.01.031

12. Furuhashi A, Ayukawa Y, Atsuta I, Okawachi H, Koyano K. The difference of fibroblast behavior on titanium substrata with different surface characteristics. *Odontology*. 2012;100(2):199-205.

doi: 10.1007/s10266-011-0029-y

13. Bykova NI, Maksimova EM. The role of microbial flora in the pathogenesis of peri-implantitis and inflammation in the periodontal tissues. *Science almanac*. 2017;(2-3):319-325 (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=28913809&ysclid=lt4uzdn77c8129335>

14. Gorobets SM, Romanenko IG, Dzhereley AA, Bobkova CA, Kryuchkov DY, Gorobets OV. Risk factors inflammatory complications of dental implantation. *Tavricheskiy mediko-biologicheskii vestnik*. 2017;20(2):208-214 (In Russ.). Available from:

<https://dentalcollege.ru/upload/iblock/1c4/1c469cb7e8c0182b0869d6bea829a668.pdf?ysclid=lt4v0dm965515654265>

15. Tuneva NA, Bogacheva NV, Tuneva IO. Problems of dental implantation. *Medical newsletter of Vyatka*. 2019;(2):86-93 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-dentalnoy-implantatsii/viewer>

16. Thoma DS, Gil A, Hämmerle CHF, Jung RE. Management and prevention of soft tissue complications in implant dentistry. *Periodontol 2000*. 2022;88(1):116-129.

doi: 10.1111/prd.12415

17. Baus-Domínguez M, Maza-Solano S, Vázquez-Pachón C, Flores-Cerero M, Torres-Lagares D, Serrera-Figallo MÁ, Macías-García L. Behaviour of the Peri-Implant Soft Tissue with Different Rehabilitation Materials on Implants. *Polymers (Basel)*. 2023;7;15(15):3321.

doi: 10.3390/polym15153321

18. Gehrke SA, Scarano A, Cortellari GC, Fernandes GVO, Mesquita AMM, Bianchini MA. Marginal Bone Level and Biomechanical Behavior of Titanium-Indexed Abutment Base of Conical Connection Used for Single Ceramic Crowns on Morse-Taper Implant: A Clinical Retrospective Study. *J Funct Biomater*. 2023;14(3):128.

doi: 10.3390/jfb14030128

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Садиков Роман Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: rsadik@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6483-6242>

Плоткина Юлия Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории изотопной геологии Института геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук (ИГГД РАН), Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: jplotkina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6171-6051>

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Черновол Елизавета Михайловна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры клинической стоматологии Северно-Западного медицинского университета имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: clinic@stomus.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1044-6360>

Рубежов Александр Леонидович, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой клинической стоматологии Северно-Западного медицинского университета имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: rubezhov68@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/000-0002-0227-7869>

Михайлова Екатерина Станиславовна, доктор медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация
Для переписки: e.michailova@spbu.ru
ORCID: <https://orcid.org/000-0002-0835-7253>

Садиков Анатолий Романович, студент Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация
For correspondence: arsadikov@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5465-3244>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Roman A. Sadikov, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Dentistry, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation
For correspondence: rsadik@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6483-6242>

Yulia V. Plotkina, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Isotope Geology, The Institute of Precambrian Geology and Geochronology Russian Academy of Sciences (IPGG RAS), Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: jplotkina@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6171-6051>

Corresponding author:

Elizaveta M. Chernovol, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of Clinical Dentistry, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: clinic@stomus.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1044-6360>

Alexandr L. Rubezov, DMD, PhD, Head of the Department of Clinical Dentistry, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: rubezhov68@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/000-0002-0227-7869>

Ekaterina S. Mikhailova, DMD, PhD, DSc, Associate Professor, Department of the Restorative Dentistry, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: e.michailova@spbu.ru
ORCID: <https://orcid.org/000-0002-0835-7253>

Anatoly R. Sadikov, student, Pavlov First Saint Petersburg Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: arsadikov@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5465-3244>

Конфликт интересов:

Исследование выполнено при поддержке компании АРТ СТОМУС /

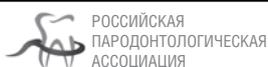
Conflict of interests:

The research was undertaken with the assistance of the ART STOMUS company

Поступила / Article received 28.11.2023

Поступила после рецензирования / Revised 06.01.2024

Принята к публикации / Accepted 20.02.2024



ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

Журнал «Пародонтология»

Стоимость подписки в печатном виде на 2023 год по России – 2700 рублей

Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН018550

Электронная версия в открытом доступе

www.parodont.ru

PubMed NLM ID: 101535619

Импакт-фактор: 1.8