

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-1-121-125  
УДК - 616.314-089.843

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИМПЛАНТАТ-АБАТМЕНТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИМПЛАНТАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ

Брагин Е. А.<sup>1</sup>, Эльканов А. А.<sup>1</sup>, Долгалев А. А.<sup>1,2</sup>, Сергеев Ю. А.<sup>1</sup>, Аванисян В. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

<sup>2</sup> Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал Волгоградского государственного медицинского университета, г. Пятигорск, Россия

### Аннотация

На сегодняшний день вопрос оптимально-восстановительного протезирования на денальных имплантатах является первостепенным в решении ряда клинически сложных случаев и выходит за рамки альтернативного лечения при полной и частичной адентии как на верхней, так и на нижней челюсти. При этом существенным фактором является понимание биомеханического поведения на уровне имплантат-абатментового соединения, так как оптимальное соединение на уровне имплантат-абатмент позволяет имитировать биофизическое поведение естественных зубов и обеспечить долговременную эксплуатацию ортопедических конструкций. Оптимальным методом оценки имплантат-абатментового узла является статический метод определения предела прочности. Определение предела осуществляется при помощи единоразового нагружения денального имплантата в области имплантат-абатмент.

**Целью исследования** явилась оценка имплантат-абатментовой деформации разборных и неразборных конструкций абатментов денальных имплантатов 4\*10 цилиндрической и конусной форм, с определением предела их статической прочности.

**Материалы и методы.** Объектами исследования были выбраны денальные имплантаты двух марок — цилиндрический имплантат ЛИКО М 4x10 и имплантат конусной формы ЛИКО М ДГ 4x10, предметом исследования явился предел прочности имплантат-абатментового узла разборной и неразборной конструкций абатментов.

**Результаты.** Осуществлены статические нагрузочные тесты с определением предела деформации узла имплантат-абатмент, со сравнительной оценкой прочности разборной и неразборной конструкций абатментов денальных имплантатов различных форм.

**Заключение.** Проведенный сравнительный анализ статической прочности позволяет оптимизировать процесс ортопедического лечения на денальных имплантатах с учетом максимальных пределов нагружаемых конструкций и осуществить равномерное распределение нагрузки.

**Ключевые слова:** денальный имплантат, абатмент, статические испытания, конусный денальный имплантат, цилиндрический денальный имплантат, имплантат-абатментовый узел

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Финансирование исследования осуществлялось из личных средств авторов.

**Евгений Александрович БРАГИН** SPIN-код: 3924-6067, AuthorID: 718257

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

+7 (928) 0095097

professor\_bragin@mail.ru

**Ахмат Аубекпирович ЭЛЬКАНОВ** SPIN-код: 2061-6616, AuthorID: 1168427

к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

Тел. +7-988-102-36-32,

aha9107@yandex.ru

**Александр Александрович ДОЛГАЛЕВ** ORCID ID 0000-0002-6352-6750

д.м.н., профессор кафедры стоматологии общей практики и детской стоматологии, начальник центра инноваций и трансфера технологий научно-инновационного объединения, Ставропольский государственный медицинский университет;

профессор кафедры клинической стоматологии с курсом ХС и ЧЛХ Пятигорского медико-фармацевтического института — филиала Волгоградского государственного медицинского университета, г. Ставрополь, Россия

+7 (962) 4404861

dolgalev@dolgalev.pro

**Юрий Андреевич СЕРГЕЕВ** ORCID ID 0000-0002-6183-2586, SPIN-код: 3007-8098

заочный аспирант кафедры стоматологии общей практики и детской стоматологии,

Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

Тел. +7-906-440-18-89

serg\_yuriy@mail.ru

**Вазген Михайлович АВАНИСЯН** ORCID ID 0000-0002-0316-5957, SPIN-код: 1207-9234

ординатор 1 года обучения кафедры терапевтической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

+7 (928) 6338995

avanvaz@yandex.ru

**Адрес для переписки: Юрий Андреевич СЕРГЕЕВ**

355017, г. Ставрополь, ул. Мира, 310, кафедра общей и детской стоматологии

+7 (906) 4401889

serg\_yuriy@mail.ru

### Образец цитирования:

Брагин Е. А., Эльканов А. А., Долгалев А. А., Сергеев Ю. А., Аванисян В. М.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИМПЛАНТАТ-АБАТМЕНТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИМПЛАНТАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ. Проблемы стоматологии. 2023; 1: 121-125.

© Брагин Е. А. и др., 2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-1-121-125

Поступила 29.04.2023. Принята к печати 15.05.2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-1-121-125

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF STATIC STRENGTH OF IMPLANT-ABUTMENT CONNECTIONS OF VARIOUS IMPLANT SHAPES

Bragin E.A.<sup>1</sup>, Elkanov A.A.<sup>1</sup>, Dolgalev A.A.<sup>1,2</sup>, Sergeev Y.A.<sup>1</sup>, Avanisyan V.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia

### Annotation

Nowadays the problem of optimal restorative prosthetics on dental implants is of paramount importance for solving a number of clinically difficult cases and extends beyond the alternative treatment at the complete and partial adentia both on the upper and lower jaws. An essential factor here is understanding of the biomechanical behaviour of the implant-abutment interface, because an optimal implant-abutment interface simulates the biophysical behaviour of natural teeth and ensures the long-term function of the prosthetic restoration. The optimal method for assessing the implant-abutment junction is the static tensile strength method. The limit is determined by performing a single loading of the dental implant in the implant-abutment area.

**The aim of the study** was to assess the implant-abutment deformation of demountable and non-demountable structures of the 4\*10 cylindrical and cone-shaped dental implants with determination of their static strength limit.

**Materials and methods.** Two brands of dental implants have been chosen as the objects of research – cylindrical implant LIKO M 4x10 and cone-shaped implant LIKO M DG 4x10. A subject of the research is the ultimate strength of the implant-abutment unit of demountable and non-dismountable abutment design.

**Results.** Static loading tests with estimation of the deformation limit of the implant-abutment unit were carried out along with the comparative estimation of the strength of demountable and non-demountable abutment constructions of dental implants of various shapes.

**Conclusion.** The carried out comparative analysis of the static strength makes it possible to optimise the process of orthopaedic treatment on dental implants taking into account the maximal limits of the loaded structures and to carry out the equilibrium load distribution.

**Keywords:** dental implant, abutment, static testing, conical dental implant, cylindrical dental implant, implant-abutment unit, static test

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** Funding for the study was carried out from the personal funds of the authors.

**Evgeny A. BRAGIN** SPIN: 3924-6067, AuthorID: 718257

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Prosthodontic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
+7 (928) 0095097

professor\_bragin@mail.ru

**Akhmat A. ELKANOV** SPIN: 2061-6616, AuthorID: 1168427

PhD in Medical Sciences, Assistant of the Department of Prosthodontic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
+7 (988) 1023632

aha9107@yandex.ru

**Alexander A. DOLGALEV** ORCID ID 0000-0002-6352-6750

Grand PhD in Medical Sciences, Head of the Center for Innovation and Technology Transfer, Professor of the Department of General Practice Dentistry and Pediatric Dentistry of the Stavropol State Medical University; Professor of the Department of Clinical Dentistry with a course of OS and MFS, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia  
+7 (962) 4404861

dolgalev@dolgalev.pro

**Yuriy A. SERGEEV** ORCID ID 0000-0002-6183-2586, SPIN-code: 3007-8098

Postgraduate Student, Department of General Practice and Pediatric Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
+7 (906) 4401889

e-mail: serg\_yuriy@mail.ru

**Vazgen M. AVANISYAN** ORCID ID 0000-0002-0316-5957, SPIN code: 1207-9234

1<sup>st</sup> year resident at the Department of Therapeutic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
+7 (928) 6338995

avanvaz@yandex.ru

**Correspondence address: Yuriy A. SERGEEV**

355017, General and Pediatric Dentistry Department, 310 Mira St., Stavropol, Russia  
+7 (906) 4401889

serg\_yuriy@mail.ru

### For citation:

Bragin E.A., Elkanov A.A., Dolgalev A.A., Sergeev Y.A., Avanisyan V.M.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF STATIC STRENGTH OF IMPLANT-ABUTMENT CONNECTIONS OF VARIOUS IMPLANT SHAPES. *Actual problems in dentistry.* 2023; 1: 121-125. (In Russ.)

© Bragin E.A. et al., 2023

DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-1-121-125

Received 29.04.2023. Accepted 15.05.2023

## Введение

На сегодняшний день вопрос оптимально-восстановительного протезирования на дентальных имплантатах является первостепенным в решении ряда клинически сложных случаев и выходит за рамки альтернативного лечения при полной и частичной адентии как на верхней, так и на нижней челюсти. При этом существенным фактором является понимание биомеханического поведения на уровне имплантат-абатментового соединения, так как оптимальное соединение на уровне имплантат-абатмент позволяет имитировать биофизическое поведение естественных зубов и обеспечить долговременную эксплуатацию ортопедических конструкций [3]. Оптимальным методом оценки имплантат-абатментового узла является статический метод определения предела прочности [4–6]. Определение предела осуществляется при помощи единоразового нагружения дентального имплантата в области имплантат-абатмент [7–11].

**Целью исследования** явилась оценка имплантат-абатментовой деформации разборных и неразборных

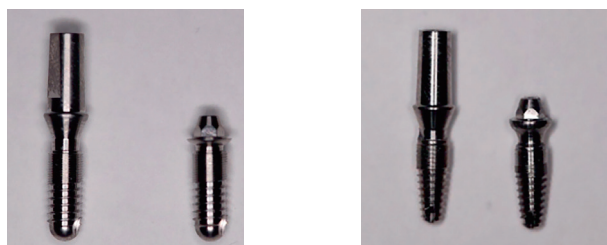


Рис. 1. Разборная и неразборная конструкции абатментов:  
А) цилиндрические имплантаты, Б) конусные имплантаты  
Fig. 1. Demountable and non-demountable abutment designs:  
A) cylindrical implants, B) taper implants

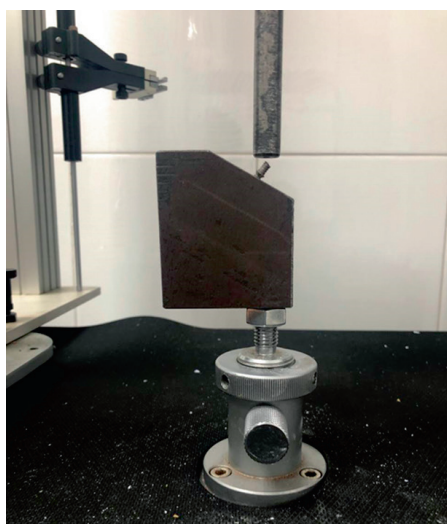


Рис. 2. Держатель с зафиксированным имплантатом  
Fig. 2. Holder with fixed implant

конструкций абатментов дентальных имплантатов 4\*10 цилиндрической и конусной форм, с определением предела их статической прочности.

## Материалы и методы исследования

Осуществление предела прочности имплантат-абатментового узла по уровню начала деформации происходило в соответствии с протоколом прочностных испытаний дентальных имплантатов согласно ГОСТ Р ИСО 14801-2012 «Стоматология. Имплантаты. Усталостные испытания для внутрикостных стоматологических имплантатов» [1, 2].

Объектами исследования при проведении статических испытаний узла имплантат-абатмент были выбраны разборные и неразборные конструкции абатментов с дентальными имплантатами ЛИКО М и ЛИКО М ДГ 4x10 (рис. 1). Абатмент с учетом предварительной затяжки винта фиксировали динамометрическим ключом на уровне 25 Н\*см.

Статическая прочность оценивалась при единократном нагружении без учета асимметрии нагрузки. Абатмент с имплантатом были зафиксированы в держатель при помощи фотополимеризуемого композита, чтобы соответствовать оси приложения силы (рис. 2). При этом нагрузка осуществлялась с помощью плоского нагружающего устройства на полусферический элемент, закрепленный при помощи винта на абатменте.

Предел статической прочности имплантат-абатментового соединения определялся на испытательной машине Gotech-AI7000-S (рис. 3).

## Результаты

Результаты определялись на основании первоначального смещения в конструкции при статической нагрузке с целью определения пределов узла имплантат-абатмент (таблица 1).

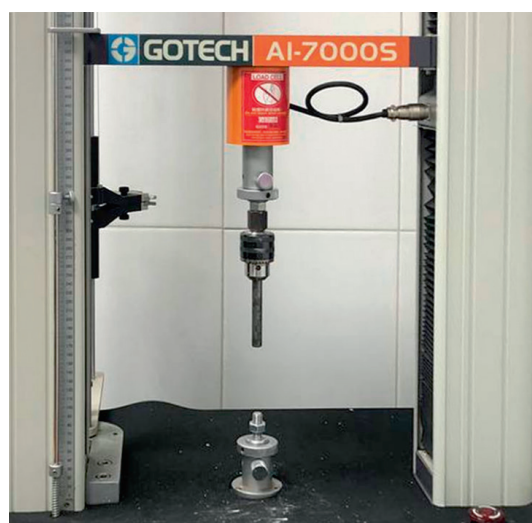


Рис. 3. Испытательная машина GT-AI7000-S  
Fig. 3. GT-AI7000-S test machine

Таблица 1

Результаты статических испытаний имплантат-абатментового соединения

Table 1. Results of static tests of the implant-abutment connection

№ n/n	d, мм	№ образца	F макс, Н	Место разрушения
1	4,0	1	698	винт
2	4,0	2	696	винт
3	4,0	3	642	винт
4	4,0 4,0 4,0	4	631	винт
5	4,0	5	657	винт
6	4,0	6	682	винт
7	4,0	7	858	Абатмент
8	4,0	8	962	Абатмент
9	4,0	9	1150	Абатмент
10	4,0	10	1042	Абатмент
11	4,0	11	978	Абатмент
12	4,0	12	996	Абатмент

На основании проведенного анализа статической прочности имплантат-абатментового соединения оптимальными были результаты определения статической прочности неразборных конструкций, так как средние показатели прочности составили 997 Н в сравнении с разборными — 668 Н (рис. 4).

При сравнительной оценке зависимости предельных значений имплантат-абатментового узла от формы дентального имплантата была установлена корреляционная связь между неразборными конструкциями, фиксированными на конусные и цилиндрические имплантаты, при этом средние показатели для конусных составили 643 Н, а для цилиндрических — 692 Н (рис. 5).

Аналогичным образом сопоставлялись значения для разборных конструкций абатментов. Так, у конусных абатментов данные значения в среднем имели показатели 932,7 Н, а у цилиндрических — 1062,7Н, что отражает зависимость предельных значений узла имплантат-абатмент от формы дентального имплантата.

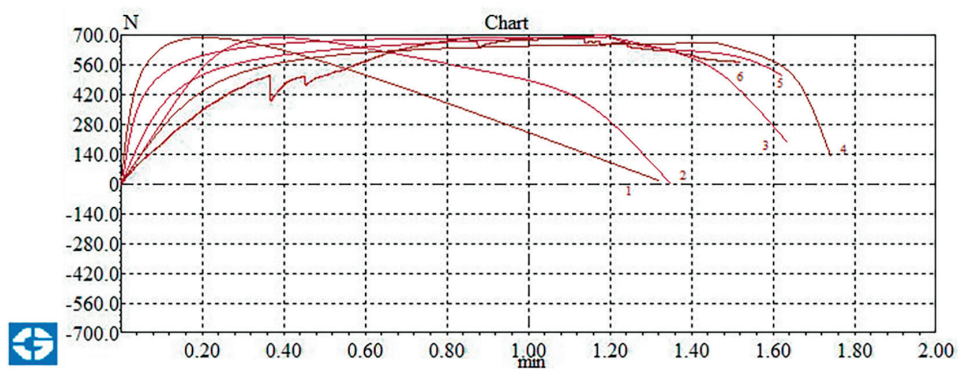


Рис. 4. График статических испытаний образцов с разборной конструкцией абатмента

Fig. 4. Schedule of static tests of samples with a demountable abutment design

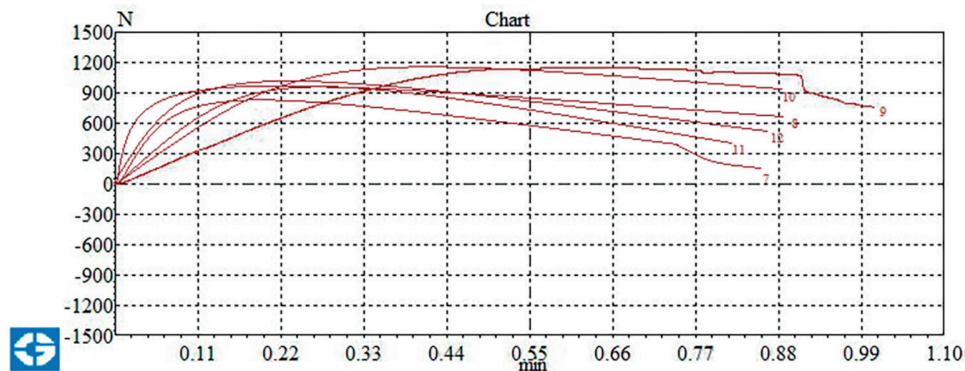


Рис. 5. График статических испытаний образцов с неразборной конструкцией абатмента

Fig. 5. Schedule of static tests of samples with non-demountable abutment design



## Выводы

При определении пределов имплантат-абатментовых соединений среди разборных и неразборных конструкций абатментов было установлено, что оптимально высокими показатели были характерны для неразборных конструкций. Наряду с этим было выяв-

лено, что зависимость прочности узла имплантат-абатмент от формы денального имплантата выражалась в меньших значениях для денальных имплантатов конусной формы, как для разборной, так и для неразборной конструкции.

## Литература/References

1. ГОСТ Р ИСО 14801-2012. Стоматология. Имплантаты. Усталостные испытания для внутрикостных стоматологических имплантатов. Москва : ФГУП «СТАНДАРТ-ИНФОРМ». 2012:12. [GOST R ISO 14801-2012. Dentistry. Implants. Fatigue tests for endosseous dental implants. Moscow: FSUE "STANDARD-INFORM". 2012:12. (In Russ.)]. <https://docs.cntd.ru/document/1200094186>
2. Мураев А.А. Инновационная российская система денальных имплантатов: разработка, лабораторные исследования и клиническое внедрение : специальность 14.01.14 "Стоматология" : дис. ... доктора мед. наук. Москва, 2019:294. [A.A. Muraev. Innovative Russian system of dental implants: development, laboratory research and clinical implementation : specialty 14.01.14 "Dentistry" : dis. ... dr. med. Sciences. Moscow, 2019:294. (In Russ.)]. <https://www.dissercat.com/content/innovatsionnaya-rossiyskaya-sistema-dentalnykh-implantatov-razrabotka-laboratornye-issledova>
3. Цыганков А.И. Моделирование усталостного разрушения внутрикостных стоматологических имплантатов. Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2013;3(7):188-192. [A.I. Tsygankov. Modeling of fatigue failure of intraosseous dental implants. Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2013;3(7):188-192. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-ustalostnogo-razrusheniya-vnutrikostnykh-stomatologicheskikh-implantatov>
4. Bayata F., Yildiz C. The effects of design parameters on mechanical failure of Ti-6Al-4V implants using finite element analysis // Eng. Fail. Anal. – 2020;110:104445. doi: 10.1016/j.engfailanal.2020.104445.
5. Duan Y., Griggs J.A. Effect of loading frequency on cyclic fatigue lifetime of a standard-diameter implant with an internal abutment connection // Dent. Mater. – 2018;6:1711-1716. doi: 10.1016/j.dental.2018.09.001.
6. John W.N. Titanium Alloys for Dental Implants: A Review // Prosthesis. – 2020;2:100-116. <https://doi.org/10.3390/prosthesis2020011>
7. Leon P.P., Bartolome J.F., Lombardia C., Pradies G. Mechanical fatigue behavior of different lengths screw-retained restorations connected to two designs prosthetic connection level // J. Oral Rehabil. – 2019;46:747-755. doi:10.1111/joor.12809.
8. Perriard J., Wiskott W.A., Mellal A., Scherrer S.S., Belsler U.C. Fatigue resistance of ITI implant-abutment connectors-a comparison of the standard cone with a novel internally keyed design // Clin. Oral Implants Res. – 2002;13:542-549. doi: 10.1034/j.1600-0501.2002.130515.x.
9. Qian L., Todo M., Koyano K. Effects of implant diameter, insertion depth, and loading angle on stress/strain fields in implant/jawbone systems // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. – 2009;24:877-886. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19865628/>
10. Sun F., Lv L.T., Cheng W., Zhang J.L., Ba D.C., Song G.Q., Lin Z. Effect of Loading Angles and Implant Lengths on the Static and Fatigue Fractures of Dental Implants // Materials (Basel, Switzerland). – 2021;14(19):5542. <https://doi.org/10.3390/ma14195542>
11. Wang K., Geng J., Jones D., Wei X. Comparison of the fracture resistance of dental implants with different abutment taper angles // Mater. Sci. Eng. C. – 2016;63:164-171. doi: 10.1016/j.msec.2016.02.015