

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-4-13-17  
УДК: 616.314-77

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФИКСИРУЮЩЕГО ВИНТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СОЕДИНЕНИЙ ИМПЛАНТАТОВ И АБАТМЕНТОВ

Дубова Л. В., Шлык А. Д., Романкова Н. В., Соколова М. С., Максимов Г. В.

Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия

### Аннотация

**Предмет.** Дизайн соединения имплантата с супраструктурой является одним из ключевых факторов, влияющих на успех ортопедического лечения с опорой на имплантаты.

Различные типы соединения имеют свои биологические и механические особенности, от знания которых напрямую зависит успех реабилитации пациента.

Имплантаты на постоянной основе подвергаются циклическому воздействию жевательной нагрузки, которая распространяется через ортопедическую конструкцию на внутреннее соединение, включающее сам имплантат, супраструктуру и фиксирующий винт.

Фиксирующий винт является самым слабым звеном во внутреннем соединении имплантационной системы.

Четкое понимание биомеханики имплантационной системы позволяет оптимизировать индивидуальное планирование лечения и снизить риск возникновения осложнений.

**Цель.** Проведение анализа и поиск закономерностей возникновения биомеханических осложнений в различных типах соединений между имплантатом, винтом и супраструктурой.

**Методология.** Проведен литературный анализ по оценке состояния фиксирующего винта имплантата в различных типах соединений «имплантат — супраструктура». Для создания статьи были проанализированы более 90 отечественных и зарубежных источников на электронных ресурсах PubMed, Medline, Cochrane, Elibrary, Cyberleninka по ключевым словам.

**Результаты.** В обзоре литературы описаны современные представления о причинах биомеханических осложнений, возникающих в узлах соединения «дентальный имплантат — супраструктура — фиксирующий винт».

**Выводы.** Проведенный нами анализ позволяет сделать выводы о том, что закономерности возникновения биомеханических осложнений в различных типах соединения между имплантатом, винтом и супраструктурой активно изучаются, однако влияние именно типа соединения на фиксирующий винт неоднозначно и требует дополнительного изучения.

**Ключевые слова:** *соединение имплантата и абатмента, абатмент, фиксирующий винт, винт абатмента, винт имплантата, implant abutment connection, implant abutment junction, fixation screw, abutment screw, implant screw*

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Любовь Валерьевна ДУБОВА** ORCID ID 0000-0003-2651-2699

Д. м. н., профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия  
+7 (916) 6751248 dubova.l@gmail.com

**Андрей Дмитриевич ШЛЫК** ORCID ID 0000-0001-7829-975X

Аспирант кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия  
+7 (926) 6827335 andshlyk@yandex.ru

**Наталья Владимировна РОМАНКОВА** ORCID ID 0000-0003-3507-6825

К. м. н., доцент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия  
+7 (968) 8170077 n.v.romankova@gmail.com

**Мария Сергеевна СОКОЛОВА** ORCID ID 0000-0002-8789-6107

К. м. н., доцент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия  
+7 (916) 1736551 dashkova.m@mail.ru

**Георгий Викторович МАКСИМОВ** ORCID ID 0000-0002-0352-8746

К. м. н., доцент кафедры ортопедической стоматологии стоматологического факультета, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова, г. Москва, Россия  
+7 (903) 7651238 gvmaximov@yandex.ru

Адрес для переписки: Андрей Дмитриевич ШЛЫК

107258, г. Москва, ул. Игральная, д. 7, кв. 11  
+7 (926) 6827335  
andshlyk@yandex.ru

### Образец цитирования:

Дубова Л. В., Шлык А. Д., Романкова Н. В., Соколова М. С., Максимов Г. В. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФИКСИРУЮЩЕГО ВИНТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СОЕДИНЕНИЙ ИМПЛАНТАТОВ И АБАТМЕНТОВ. Проблемы стоматологии. 2021; 4: 13-17.

© Дубова Л. В. и др., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-4-13-17

Поступила 15.11.2021. Принята к печати 26.01.2022

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-4-13-17

## ANALYSIS OF THE CONDITION OF THE FIXING SCREW FOR DIFFERENT TYPES OF IMPLANT AND ABUTMENT CONNECTIONS

Dubova L. V., Shlyk A. D., Romankova N. V., Sokolova M. V., Maximov G. V.

*A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

### Annotation

**Subject.** The design of the implant-suprastructure connection is one of the key factors influencing the success of implant-supported prosthetic treatment.

Different types of connection have their own biological and mechanical characteristics, on the knowledge of which the success of the patient's rehabilitation directly depends.

Implants are permanently exposed to a cyclic chewing load, which spreads through the prosthetic structure to the internal connection, including the implant itself, the suprastructure and the fixing screw.

The retaining screw is the weakest link in the internal connection of the implantation system.

A clear understanding of the biomechanics of the implantation system allows you to optimize individual treatment planning and reduce the risk of complications.

**Objectives.** Analysis and search for patterns of occurrence of biomechanical complications in various types of connections between the implant, screw and abutment. Determination of the advantages and disadvantages of using implant systems with different types of connection in orthopedic treatment based on implants, in order to improve the quality of planning and orthopedic treatment.

**Methods.** Literature review was carried out to assess the state of the fixing screw of an implant in various types of implant connections. To write the article, more than 90 local and foreign sources were analyzed on electronic resources PubMed, Medline, Cochrane, Elibrary, Cyberleninka for keywords.

**Results.** The literature review describes the current understanding of the causes of biomechanical complications arising in the connection of a dental implant, abutment and fixing screw.

**Conclusions.** The results of our analysis allow us to conclude that the patterns of the occurrence of biomechanical complications in various types of connections between the implant, screw and abutment are being actively studied, however, the effect of the type of connection on the fixing screw requires additional study.

**Keywords:** *implant abutment connection, implant abutment junction, fixation screw, abutment screw, implant screw*

The authors declare no conflict of interest.

**Lyubov V. DUBOVA** ORCID ID 0000-0003-2651-2699

*Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Prosthodontic Dentistry,*

*A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

+7 (916) 6751248

*dubova.l@gmail.com*

**Andrey D. SHLYK** ORCID ID 0000-0001-7829-975X

*Postgraduate of the Department of Prosthodontic Dentistry, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

+7 (926) 6827335

*andshlyk@yandex.ru*

**Natalia V. ROMANKOVA** ORCID ID 0000-0003-3507-6825

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Prosthodontic Dentistry, A.I.*

*Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

+7 (968) 8170077

*n.v.romankova@gmail.com*

**Maria S. SOKOLOVA** ORCID ID 0000-0002-8789-6107

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Prosthodontic Dentistry,*

*A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

+7 (916) 1736551

*dashkova.m@mail.ru*

**Georgiy V. MAXIMOV** ORCID ID 0000-0002-0352-8746

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Prosthodontic Dentistry,*

*A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia*

+7 (903) 7651238

*gymaximov@yandex.ru*

**Correspondence address: Andrey D. SHLYK**

*107258, Moscow, Igralnaya str. 7-11*

+7 (926) 6827335

*andshlyk@yandex.ru*

**For citation:**

*Dubova L. V., Shlyk A. D., Romankova N. V., Sokolova M. V., Maximov G. V. ANALYSIS OF THE CONDITION OF THE FIXING SCREW FOR DIFFERENT TYPES OF IMPLANT AND ABUTMENT CONNECTIONS. Actual problems in dentistry. 2021; 4: 13-17. (In Russ.)*

© Avtor et al., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-4-13-17

Received 15.11.2021. Accepted 26.01.2022

## Введение

По мере развития и совершенствования систем дентальных имплантатов в стоматологии возрастают требования к функциональным, прочностным и эстетическим параметрам ортопедических конструкций с опорами на имплантаты. Совершенствование их достигается комплексным решением конструктивно-технологических, материаловедческих проблем, непосредственным поиском и оптимизацией средств и методов проведения оперативных вмешательств и последующего лечения, с учетом индивидуальных особенностей пациента [44].

Дизайн соединения между имплантатом и супраструктурой является одним из ключевых факторов, влияющих на успех ортопедического лечения с опорой на имплантаты [5, 6, 15, 26, 39].

Интегрированные имплантаты через ортопедические конструкции на постоянной основе подвергаются циклическим механическим нагрузкам, которые распределяются на соединение имплантата, супраструктуры и винта, а также на окружающую костную ткань [14].

Характер передачи усилий зависит от биомеханических свойств материалов, из которых изготовлена имплантационная система, включающая сам имплантат, абатмент или иную супраструктуру, фиксирующий винт и ортопедическую конструкцию [25, 45].

Для успешного функционирования ортопедической конструкции с опорой на имплантат окклюзионная нагрузка должна распределяться таким образом, чтобы не вызывать нарушений во внутреннем соединении имплантата, супраструктуры и винта, а также в соединении имплантата с костной тканью [2, 18].

Соединения между имплантатом и супраструктурой представляют собой прерывание механической и геометрической целостности конструкции, их можно группировать по механическим свойствам: внешнее плоскостное соединение с антиротационным механизмом (чаще всего шестигранник), внутреннее плоскостное или конусное соединение с антиротационным механизмом или без него [7, 8, 17].

Проворачиванию супраструктуры на имплантате препятствуют антиротационные элементы, представленные либо многогранником — треугольником, квадратом, шестигранником или восьмигранником, либо каналами с направляющими (например, три или четыре канала). Во всех этих системах супраструктура обычно фиксируется при помощи винта [34].

При повышенной нагрузке на фиксирующий винт может произойти его перелом, раскручивание со снижением силы фиксации, заклинивание винта в шахте имплантата, повреждение резьбы шахты имплантата при попытках извлечения отломков фиксирующего винта [16, 28, 47-49].

Эти осложнения без своевременной диагностики и устранения могут привести к перелому имплантата

и его удалению, что связано со значительными затруднениями при последующей реабилитации таких пациентов при повторном ортопедическом лечении [42].

Производители всех имплантационных систем стремятся к минимизации зазора в соединении имплантата, супраструктуры и винта, однако решение данной задачи затрудняется допустимым уровнем технологической погрешности, которая присутствует на всех этапах, предшествующих изготовлению ортопедической конструкции [19, 23].

Различные типы соединения между имплантатом и супраструктурой имеют свои биологические и механические особенности, от знания которых напрямую зависит успех восстановления функциональной эффективности зубочелюстной системы пациента.

Понимание всех деталей биомеханики имплантационных систем позволяет индивидуализировать и улучшить планирование лечения для каждого пациента с целью снижения риска возникновения функциональных осложнений.

## Цель исследования

Проведение литературного анализа и поиск закономерностей возникновения биомеханических осложнений в различных типах соединения между имплантатом, винтом и супраструктурой по данным литературы.

## Материалы и методы

Нами был проведен литературный анализ по оценке состояния фиксирующего винта имплантата в различных типах соединений имплантата, супраструктуры и винта. Для создания статьи нами были проанализированы более 90 отечественных и зарубежных первоисточников, включая систематические обзоры, метаанализы, мультицентровые клинические исследования, лабораторные исследования, исследования при помощи методик математического моделирования. Поиск проводился на электронных ресурсах PubMed, Medline, Cochrane, Elibrary, Cyberleninka по запросам: соединение имплантата и абатмента, супраструктура, абатмент, фиксирующий винт, винт абатмента, винт имплантата, implant abutment connection, implant abutment junction, fixation screw, abutment screw, implant screw.

## Результаты

Сегодня используются различные типы соединений «имплантат — супраструктура», самыми распространенными из которых являются наружное плоскостное, внутренне плоскостное, внутреннее конусное соединение [29].

Исходя из данных систематического обзора, в котором проводилось изучение влияния типа соединения при установленных одиночных имплантатах в эстетически значимой зоне, имеющих наружное

плоскостное, внутреннее плоскостное, конусное соединение, раскручивание фиксирующего винта и его перелом чаще всего происходит при внешнем плоскостном соединении по сравнению с внутренним плоскостным или конусом Морзе. Вследствие ограниченной высоты и площади контактирующих частей наружного соединения появляется риск возникновения зазоров и дальнейших деформаций под действием внешней нагрузки. Особое внимание следует обратить на наличие боковой нагрузки, что приводит к большей нестабильности соединения [35].

Согласно наибольшему количеству клинических, лабораторных, обзорных и математических исследований, в процессе жевания, под действием нагрузки на ортопедическую конструкцию, могут возникать ее микродвижения относительно имплантата, в результате чего появляются зазоры между имплантатом, супраструктурой и винтом при любом типе их соединения. По мнению ряда авторов, это может привести к биомеханическим осложнениям, связанным с фиксирующим винтом. Однако сравнение внутренних соединений показало, что конические и длинные плоскостные внутренние соединения характеризуются меньшей микродвижимостью и меньшими упругими деформациями между имплантатом, супраструктурой и винтом [3, 11, 13, 21, 27, 32, 37, 38, 41].

По данным двух клинических исследований по сравнению наружного плоскостного и внутренних плоскостного и конусных соединений, включивших в себя более 2000 клинических случаев и более 4600 установленных имплантатов, утверждается, что разница в типах соединений не оказывает значительного влияния на нарушение фиксации винта и его состояние [4, 36].

Переломам винтов, фиксирующих абатменты и ортопедические конструкции, в большинстве случаев предшествует ослабление фиксации винта, что, в свою очередь, зависит от точности прилегания ортопедической конструкции. При машинном изготовлении абатментов (произведенных фирмой-изготовителем имплантационной системы) и других супраструктур и их отличной прецизионности основной причиной нарушения винтовой фиксации является окклюзионная перегрузка или слишком длинный консольный элемент [1, 23, 24, 43].

Механическая поломка может быть связана с усталостью металла из-за чрезмерной жевательной активности, а также, как правило, может быть вызвана боковой нагрузкой на ортопедическую конструкцию, возникающей при наличии эксцентрических суперконтактов и при парафункциональных состояниях. Нагрузки, вектор которых направлен не соответственно оси имплантата, приводят к возникновению статического и динамического крутящего момента в соединении имплантата, супраструктуры и винта [40].

Внешние силы, действующие на соединение винта, супраструктуры и имплантата, обусловленные нали-

чием парафункции, увеличением соотношения экстраальвеолярной к интраальвеолярной части имплантационной системы, жевательной динамикой, размером консольной части, отклонением оси нагрузки от оси самого имплантата, увеличивают риск ослабления винтового соединения. Из перечисленных факторов особое внимание уделяется парафункции. Пациент с горизонтальным бруксизмом многократно нагружает ортопедическую конструкцию ангулированной силой, превышающей нормальные физиологические значения. Условия, которые ведут к чрезмерной окклюзионной нагрузке, значительно увеличивают риск ослабления фиксирующего винта [10, 22, 31, 46].

Наибольшие риски ослабления фиксирующего винта появляются при значительном несоответствии оси окклюзионной нагрузки и оси дентального имплантата вместе с шахтой фиксирующего винта [9, 12].

Основные пики напряжения и, соответственно, наиболее частое место перелома центрального винта — это область его шейки между головкой и резьбой [20].

Успешность имплантологического лечения становится зависимой от того, смогут ли механические свойства системы «имплантат — винт — супраструктура» противостоять условиям нагрузки во рту. При некорректной механической нагрузке возможны следующие варианты исхода: ослабление фиксации винта и супраструктуры, перелом коронки и другие технические осложнения, такие как перелом абатмента, винта и имплантата [30].

### Выводы

В большинстве исследований ученые приходят к заключению, что конусное и глубокое плоскостное соединение связаны с меньшими рисками возникновения осложнений с фиксирующим винтом. Однако имеется ряд исследований с иными выводами, согласно которым тип соединения не влияет на фиксирующий винт.

Во многих исследованиях доказана взаимосвязь возникновения биомеханических осложнений в соединении «имплантат — супраструктура — винт» с особенностями ортопедической конструкции, а также с наличием парафункциональных окклюзионных нарушений и эксцентрических повышенных контактов у пациентов.

Результаты проведенного нами анализа позволяют сделать выводы о том, что закономерности возникновения биомеханических осложнений в различных типах соединения между имплантатом, винтом и супраструктурой активно изучаются. Однако возникновение новых типов соединений требует дополнительного многостороннего изучения, учитывающего такие факторы, как тип соединения, тип ортопедической конструкции, а также возможное наличие парафункциональных изменений у пациента.

Литература/References

1. Alonso-Pérez R., Bartolomé J.F., Ferreira A. et al. Original vs. nonoriginal abutments for screw-retained single implant crowns: an in vitro evaluation of internal fit, mechanical behaviour and screw loosening // *Clin Oral Implants Res.* – 2018;29:1230. doi: 10.1111/clr.13390.
2. Amanda Robau Porrua, Yoan Pérez Rodríguez, Laura M. Soris Rodríguez, Osmel Pérez Acostab, Jesús E. Gonzálezc The effect of diameter, length and elasticmodulus of a dental implant on stress and strain levels in peri-implant bone: a 3D finite element analysis // *Bio-Medical - Materials and Engineering.* – 2020. DOI: 10.3233/bme-191073
3. Balik A., Karatas M. O., Keskin H. Effects of different abutment connection designs on the stress distribution around five different implants: a 3-dimensional finite element analysis // *J Oral Implantol.* – 2012;38:491-496. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-10-00127.
4. Chae S.W., Kim Y.S., Lee Y.M. et al. Complication incidence of two implant systems up to six years: a comparison between internal and external connection implants // *J Periodontal Implant Sci.* – 2015;45:23-29. doi: 10.5051/jpis.2015.45.1.23.
5. Coppédé A.R., Bersani E., de Mattos Mda G. et al. Fracture resistance of the implant-abutment connection in implants with internal hex and internal conical connections under oblique compressive loading: an in vitro study // *Int J Prosthodont.* – 2009;22:283-286. PMID:19548411
6. Coppédé A.R., de Mattos Mda G., Rodrigues R.C., Ribeiro R.F. Effect of repeated torque/mechanical loading cycles on two different abutment types in implants with internal tapered connections: an in vitro study // *Clin Oral Implants Res.* – 2009;20:624-632. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01690.x.
7. Coppédé A.R., Faria A.C., de Mattos Mda G. et al. Mechanical comparison of experimental conical-head abutment screws with conventional flat-head abutment screws for external-hex and internal tri-channel implant connections: an in vitro evaluation of loosening torque // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2013;28:e321-e329. doi: 10.11607/jomi.3029.
8. Freitas-Junior A.C., Almeida E.O., Bonfante E.A. et al. Reliability and failure modes of internal conical dental implant connections // *Clin Oral Implants Res.* – 2012;24:197-202. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02443.x.
9. Geng J., Yan W., Xu W. Application of the Finite Element Method in Implant Dentistry // Zhejiang university press. – 2008:148. doi: 10.4103/JPBS.JPBS\_296\_18
10. Goiato M.C., Shibayama R., Gennari Filho H. et al. Stress distribution in implant-supported prostheses using different connection systems and cantilever lengths: digital photoelasticity // *J Med Eng Technol.* – 2016;40:35-42. doi: 10.3109/03091902.2015.1127440.
11. Gracis S., Michalakakis K., Vigolo P. et al. Internal vs. external connections for abutments/reconstructions: a systematic review // *Clin Oral Implants Res.* – 2012;23:202-216. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02556.x.
12. Hotinski E., Dudley J. Jan Abutment screw loosening in angulation-correcting implants: An in vitro study // *Prosthet Dent.* – 2019. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.03.005.
13. Huang Y., Wang J.J. Mechanism of and factors associated with the loosening of the implant abutment screw: A review // *Esthet Restor Dent.* – 2019;31(4):338-345. doi: 10.1111/jerd.12494. Epub 2019 May 31. PMID:31150572
14. Sousa R.M., Simamoto-Junior P.C., Fernandes-Neto A.J., Sloten J.V., Jaecques S.V., Pessoa R.S. Influence of Connection Types and Implant Number on the Biomechanical Behavior of Mandibular Full-Arch Rehabilitation // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2016;31(4):750-760. doi: 10.11607/jomi.4785.
15. Jo J.Y., Yang D.S., Huh J.B. et al. Influence of abutment materials on the implant-abutment joint stability in internal conical connection type implant systems // *J Adv Prosthodont.* – 2014;6:491-497. doi: 10.4047/jap.2014.6.6.491
16. Kim S.K., Koak J.Y., Heo S.J. et al. Screw loosening with interchangeable abutments in internally connected implants after cyclic loading // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2012;27:42-47. PMID:22299077
17. Kitagawa T., Tanimoto Y., Odaki M. et al. Influence of implant/abutment joint designs on abutment screw loosening in a dental implant system // *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* – 2005;75:457-463. doi: 10.1002/jbm.b.30328.
18. Krishna Chaitanya Kanneganti, Dileep Nag Vinnakota, Srinivas Rao Pottem, Mahesh Pulagam Comparative effect of implant-abutment connections, abutment angulations, and screw lengths on preloaded abutment screw using three-dimensional finite element analysis: An in vitro study // *The Journal of Indian Prosthodontic Society.* – 2018;161. doi: 10.4103/jips.jips\_219\_17.
19. Lang L.A., Wang R.F., May K.B. The influence of abutment screw tightening on screw joint configuration // *J Prosthet Dent.* – 2002. doi: 10.1067/mpd.2002.121488.
20. Meijer H.J.S., Kuiper J.H., Starmans F.J.M., Bosman F. Stress Distribution around Dental Implants: Influence of Superstructure, Length of Implants and Height of Mandible // *J. Prosthet. Dent.* – 1992;68(1):96-102. doi: 10.1016/0022-3913(92)90293-j.
21. Michalakakis K.X., Calvani P.L., Muftu S. et al. The effect of different implant-abutment connections on screw joint stability // *J Oral Implantol.* – 2014;40:146-152. DOI: 10.1563/aaid-joi-d-11-00032
22. Misch C.E. Dental implant prosthetics: Elsevier Health Sciences. 2014. ISBN: 9780323112918
23. Muley N., Prithviraj D., Gupta V. Evolution of external and internal implant to abutment connection // *Int J Oral Implantol Clin Res.* – 2012;3(3):122-129. DOI: 10.5005/JP-JOURNALS-10012-1079
24. Park J.M., Baek C.H., Heo S.J. et al. An in vitro evaluation of the loosening of different interchangeable abutments in internal-connection type implants // *Int J Oral Maxillofac Implants.* doi: 10.11607/jomi.5295.
25. Pessoa R.S., Muraru L., Junior E.M., Vaz L.G., Sloten J.V., Duyck J. et al. Influence of implant connection type on the biomechanical environment of immediately placed implants - CT-based nonlinear, three-dimensional finite element analysis // *Clin Implant Dent Relat Res.* – 2010;12:219-234. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00155.x.
26. Qian J., Wennerberg A., Albrektsson T. Reasons for marginal bone loss around oral implants // *Clin Implant Dent Relat Res.* – 2012;14:792-807. doi: 10.1111/cid.12014.
27. Rack A., Rack T., Stiller M., Riesemeier H., Zabler S., Nelson K. In vitro synchrotron-based radiography of micro-gap formation at the implant-abutment interface of two-piece dental implants // *J Synchrotron Radiat.* – 2010;17:289-294. doi: 10.1107/S0909049510001834
28. Renouard F., Rangert B. Risk factors in implant dentistry. Quintessence Publishing Co, Inc. 2004:182. 978-2-912550-56-9, 9782912550569
29. Ricomini Filho A.P., Fernandes F.S., Straiato F.G., da Silva W.J., Del Bel Cury A.A. Preload loss and bacterial penetration on different implant-abutment connection systems // *Braz Dent J.* – 2010;21:123-129. doi: 10.1590/s0103-64402010000200006.
30. Sadiq-Zadeh R., Kutkut A., Kim H. Prosthetic Failure in Implant Dentistry // *Dent. Clin. North Am.* – 2015;59:195-214. doi: 10.1016/j.cden.2014.08.008.
31. Sailer L., Mühlemann S., Zwahlen M. et al. Cemented and screw retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates // *Clin Oral Implants Res.* – 2012;23:163-201. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02538.x.
32. Sakamoto K., Homma S., Takanashi T. et al. Influence of eccentric cyclic loading on implant components: comparison between external joint system and internal joint system // *Dent Mater J.* – 2016;35:929-937. doi: 10.4012/dmj.2020-030
33. Siadat H., Beyabanaki E., Mousavi N., Alkhasi M. Comparison of fit accuracy and torque maintenance of zirconia and titanium abutments for internal tri-channel and external-hex implant connections // *J Adv Prosthodont.* – 2017;9:271-277. DOI:10.4047/jap.2017.9.4.271
34. Wolfart S., Harder S., Reich S., Sailer I., Weber V. Implant prosthodontics a patient-oriented concept. 2016. ISBN: 978-1-85097-282-2; 9781850972822
35. Vetromilla B.M., Brondani L.P., Pereira-Cenci T., Bergoli C.D. Influence of different implant-abutment connection designs on the mechanical and biological behavior of single-tooth implants in the maxillary esthetic zone: a systematic review // *J Prosthet Dent.* – 2019;121:398-403. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.05.007.
36. Vigolo P., Gracis S., Carboncini F., Mutinelli S. AIOP (Italian Academy of Prosthetic Dentistry) clinical research group internal- vs external connection single implants: a retrospective study in an Italian population treated by certified prosthodontists // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2016;31:1385-1396. doi: 10.11607/jomi.4618.
37. Wang J.H., Juxed R., Bailey D. A 5-year retrospective assay of implant treatments and complications in private practice: the restorative complications of single and short-span implant-supported fixed prostheses // *Int J Prosthodont.* – 2016;29:435-444. doi: 10.11607/ijp.4794.
38. Yamanishi Y., Yamaguchi S., Inuzato S., Naksno T., Yatam H. Influences of implant neck design and implant-abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: three-dimensional finite element analysis // *Dent Mater.* – 2012;28:1126-1133. doi: 10.1016/j.dental.2012.07.160
39. Yao K.T., Kao H.C., Cheng C.K. et al. The potential risk of conical implant-abutment connections: the antirotational ability of Cowell implant system // *Clin Implant Dent Relat Res.* – 2015;17:1208-1216. DOI: 10.1111/cid.12219
40. York R. Characterization of Micro-Machining of Dental Screws and Abutments : Diss. Ottawa, Canada, 2017:9-19,79-80. DOI:10.20381/RUOR-20349
41. Zeno H.A., Buitrago R.L., Sternberger S.S. et al. The effect of tissue entrapment on screw loosening at the implant/abutment interface of external- and internal-connection implants: an in vitro study // *J Prosthodont.* – 2016;25:216-223. DOI: 10.1111/jopr.12329
42. Воронин В.Ф., Солодкий В.Г., Солодкая Д.В., Мураев А.А. Профилактика и устранение осложнений, связанных с выкручиванием и переломами центральных винтов в имплантатах. Российский стоматологический журнал. 2013;3:22-26. [V.F. Voronin, V.G. Solodkiy, D.V. Solodkaya, A.A. Muraev. Prevention and elimination of complications associated with unscrewing and fractures of central screws in implants. Russian dental journal. 2013;3:22-26. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19422986>
43. Никитин С.Г., Первов Ю.Ю., Салеев П.А., Амхадова М.А. Влияние физико-химических факторов, возникающих в элементах имплантационных систем, на центральные винты головки при реабилитации пациентов в клинике ортопедической стоматологии. Медицинский алфавит. Серия «Стоматология». 2019;4:34(409):35-39. [S.G. Nikitin, Yu. Yu. Perov, R.A. Saleev, M.A. Amkhadova. The influence of physicochemical factors arising in the elements of implantation systems on the central head screws during the rehabilitation of patients in the clinic of orthopedic dentistry. Medical alphabet. Series «Dentistry». 2019;4:34(409):35-39. (In Russ.)]. [https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-4-34\(409\)-35-39](https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-4-34(409)-35-39)
44. Полякова В.В. Бочаров А.В. Применение дентальных имплантатов системы «Anthogryd» для восстановления дефектов зубных рядов. Вестник Смоленской медицинской академии. 2010;9(2):105-107. [V.V. Polyakova, A.V. Bocharov. The use of dental implants of the «Anthogryd» system for the restoration of defects in the dentition. Bulletin of the Smolensk Medical Academy. 2010;9(2):105-107. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17051348>
45. Рожнова О.М., Павлов В.В., Садовой М.А. Биологическая совместимость медицинских изделий на основе металлов, причины формирования патологической реактивности (обзор иностранной литературы). Бюллетень сибирской медицины. 2015;14:4:110-118. [O.M. Rozhnova, V.V. Pavlov, M.A. Sadovoy. Biological compatibility of medical devices based on metals, the reasons for the formation of pathological reactivity (review of foreign literature). Bulletin of Siberian Medicine. 2015;14:4:110-118. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2015-4-110-118>
46. Freitas da Silva E. V., Dos Santos D.M., Sonog M.V. et al. Does the presence of a cantilever influence the survival and success of partial implant-supported dental prostheses? Systematic review and metaanalysis // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2018. DOI:10.11607/jomi.6413
47. Zembic A., Kim S., Zwahlen M., Kelly J.R. Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses // *Int J Oral Maxillofac Implants.* – 2014;29:99-116. DOI:10.11607/jomi.2014suppl.g2.2
48. Jung R.E., Zembic A., Pjetursson B.E., Zwahlen M., Thoma D.S. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and esthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years // *Clin Oral Implants Res.* – 2012;23:2-21. DOI:10.1111/j.1600-0501.2012.02547.x
49. Pjetursson B.E., Thoma D., Jung R. et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years // *Clin Oral Implants Res.* – 2012;23:22-38. DOI:10.1111/j.1600-0501.2012.02546.x