

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent321722>

# Экспериментальное сравнение уменьшения степени затяжки фиксирующего винта у керамических диоксидциркониевых коронок с опорой на прямые имплантаты, прямые имплантаты с угловыми абатментами и угловые имплантаты с различным углом наклона платформы.

## Исследование *in vitro*

Х.М. Мержоева<sup>1</sup>, М.А. Мурашов<sup>2</sup>, И.А. Воронов<sup>1</sup><sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация;<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Степень затяжки фиксирующего винта у диоксидциркониевых коронок значительно влияет на успех лечения при проведении немедленной имплантации в лунку центрального резца верхней челюсти. Для проведения данного вида лечения клиницисты используют имплантаты различного дизайна и имплантаты с угловыми абатментами, чтобы обойти анатомические ограничения, добиться первичной стабильности имплантата и изготовить коронку с винтовой фиксацией. Однако изготовленная на установленный имплантат коронка будет испытывать неаксиальные нагрузки во время смыкания зубных рядов, что способно привести к ослаблению фиксирующего винта. Это может неблагоприятно влиять на успех лечения, особенно в ранние сроки после установки имплантата.

**Цель** — провести сравнительный анализ влияния циклической нагрузки на надёжность фиксирующего винта у керамических диоксидциркониевых коронок, фиксированных к угловым имплантатам с углом наклона платформы 12°, 24°, 36°, прямым имплантатам и прямым имплантатам с угловыми абатментами.

**Материалы и методы.** Степень затяжки фиксирующего винта была исследована у 30 образцов, 6 групп по 5 имплантатов (прямые имплантаты, прямые имплантаты со стандартными угловыми абатментами 17° и с индивидуальными абатментами 12°, угловые имплантаты с углом наклона платформы 12°, 24°, 36°). На каждый имплантат была изготовлена и фиксирована диоксидциркониевая коронка центрального резца верхней челюсти. Далее проводилось циклическое нагружение до  $1 \times 10^6$  циклов. После этого определялся максимальный крутящий момент при выкручивании фиксирующего винта в каждой группе. Проводился статистический анализ.

**Результаты.** Минимальные значения максимального крутящего момента были определены у группы прямых имплантатов с угловыми абатментами 17° и составили  $20,804 \pm 0,01$  Н/см, максимальные значения — у группы прямых имплантатов:  $22,82 \pm 0,04$  Н/см. Значительной статистической разницы в значениях у групп прямых и угловых имплантатов определено не было, однако значения у этих групп были выше в сравнении с группами имплантатов с угловыми абатментами.

**Заключение.** Согласно результатам исследования, надёжность фиксирующего винта выше у коронок, фиксированных к прямым имплантатам и угловым имплантатам с различным углом наклона платформы. Поэтому применение этих имплантатов является наиболее предпочтительным методом для проведения немедленной имплантации в переднем отделе.

**Ключевые слова:** дентальная имплантация; немедленная нагрузка; эстетика; центральный резец верхней челюсти; анатомия верхней челюсти; протезирование; винтовая фиксация.

### Как цитировать:

Мержоева Х.М., Мурашов М.А., Воронов И.А. Экспериментальное сравнение уменьшения степени затяжки фиксирующего винта у керамических диоксидциркониевых коронок с опорой на прямые имплантаты, прямые имплантаты с угловыми абатментами и угловые имплантаты с различным углом наклона платформы. Исследование *in vitro* // Российский стоматологический журнал. 2023. Т. 27, № 2. С.121–128. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent321722>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent321722>

# Experimental comparison of screw loosening of full zirconia crowns supported by straight implants, straight implants with angled abutments, and angled implants with different platform inclinations: An *in vitro* study

Khava M. Merzhoeva<sup>1</sup>, Mikhail A. Murashov<sup>2</sup>, Igor. A. Voronov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> People's Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The success of placing an immediate implant in the area of the maxillary central incisor depends on the degree of tightening of the fixation screw for full zirconia crown. Clinicians use implants of various designs and angled abutments to bypass anatomical limitations, achieve a stable primary implant, and fabricate a screw-retained crown. However, a crown fabricated for an implant can experience non-axial loads during occlusion, which can loosen screws and adversely affect treatment success, particularly during the early postoperative period.

**AIM:** To compare the effect of cyclic loading on the reliability of the fixation screw for a full zirconia crown supported by an angled implant with platform inclinations of 12, 24, and 36 using straight implants or straight implants with an angled abutments.

**MATERIALS AND METHODS:** The degree of prosthetic screw tightening was studied in 30 samples (six groups of 5 implant types, such as straight implants, straight implants with standard 17° angled abutments, or 12° custom abutments and angled implants with platform inclinations of 12°, 24°, and 36°). A full zirconia crown was fabricated for the maxillary central incisor, fixed on every implant, and exposed to cyclic loading for  $1 \times 10^6$  cycles. Then, the maximum unscrewing torque was determined for each group, and statistical analysis was carried out.

**RESULTS:** The minimum values of the maximum torque value was  $20.804 \pm 0.01$  N/cm for the group of straight implants with 17° angled abutments and the maximum value for the group of straight implants was  $22.82 \pm 0.04$  N/cm. However, the values in these groups were higher than those of the groups of implants with angled abutments.

**CONCLUSION:** This study showed that fixation screws are more reliable in crowns supported by straight implants or angled implants with different platform inclinations. Therefore, these implants are the preferred option for placing an implant in the anterior region.

**Keywords:** dental implant placement; immediate loading; esthetics; maxillary central incisors; maxillary anatomy; prosthetics; screw retention.

## To cite this article:

Merzhoeva KhM, Murashov MA, Voronov IA. Experimental comparison of screw loosening of full zirconia crowns supported by straight implants, straight implants with angled abutments, and angled implants with different platform inclinations: An *in vitro* study. *Russian Journal of Dentistry*. 2023;27(2):121–128. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent321722>

## ОБОСНОВАНИЕ

Восстановление утраченных зубов в переднем отделе всегда являлось сложной задачей для клиницистов. Современным решением данной задачи является имплантация. Для достижения стабильных долгосрочных функциональных и эстетических результатов при лечении пациентов с отсутствием передних зубов используется метод немедленной имплантации с последующим протезированием [1–3]. Однако при удалении центрального резца и немедленной установке имплантата в лунку удалённого зуба специалисты сталкиваются с определёнными сложностями. Имплантат необходимо расположить таким образом, чтобы добиться первичной стабильности с возможностью изготовить на него коронку с винтовой фиксацией. Преимущества винтовой фиксации перед цементной при проведении немедленной имплантации подробно описаны в литературе [4–8]. Анатомия верхней челюсти и угол наклона коронки центрального резца верхней челюсти не всегда позволяют установить прямой имплантат, первично стабилизировать его и при этом изготовить коронку с винтовой фиксацией [9–11]. Для того чтобы нивелировать угол наклона коронки центрального резца верхней челюсти, были разработаны угловые имплантаты с различным углом наклона платформы (12°, 24°, 36°); кроме того, в практике используются угловые стандартные или индивидуальные абатменты, но такой вариант лечения подразумевает использование цементной фиксации. Все перечисленные решения сопряжены с тем, что коронка центрального резца верхней челюсти с опорой на имплантат при функционировании будет испытывать неаксиальные нагрузки, поэтому одним из наиболее распространённых рисков является ослабление степени затяжки фиксирующего винта, что является неблагоприятным фактором, особенно при немедленной имплантации [12]. Исследование уменьшения степени затяжки винта описано в литературе [13]. Однако были исследованы только угловые имплантаты с углом платформы 12°. Также были исследованы динамические угловые абатменты [14, 15]. Поэтому расширение исследования и проведение экспериментальной сравнительной оценки степени затяжки фиксирующего винта при неаксиальных нагрузках на диоксидциркониевые коронки, фиксированные к прямым имплантатам, прямым имплантатам с угловыми абатментами и угловым имплантатам с различным углом наклона платформы (12°, 24°, 36°), — актуальные задачи.

**Цель исследования** — провести сравнительный анализ влияния циклической нагрузки на надёжность фиксирующего винта у керамических диоксидциркониевых коронок, фиксированных к угловым имплантатам с углом наклона платформы 12°, 24°, 36°, коронок, фиксированных к прямым имплантатам и прямым имплантатам с угловыми абатментами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения данного экспериментального исследования *in vitro* были взяты прямые имплантаты (П), прямые имплантаты со стандартными угловыми абатментами 17° (ПУ17), прямые имплантаты с индивидуальными абатментами 12° (ПУ12), угловые имплантаты с углом наклона платформы 12°, 24°, 36° (У12, У24, У36) (Southern Implants, ЮАР) длиной 11,5 мм, что соответствует средним параметрам при установке имплантата в лунку удалённого центрального резца верхней челюсти. Всего было исследовано 30 образцов (моделей), 6 групп по 5 имплантатов в соответствии со стандартом ISO 14801:2016 [16]. Каждый имплантат был фиксирован в стальной цилиндр, заполненный акриловой пластмассой VERTEX (Нидерланды) (рис. 1).

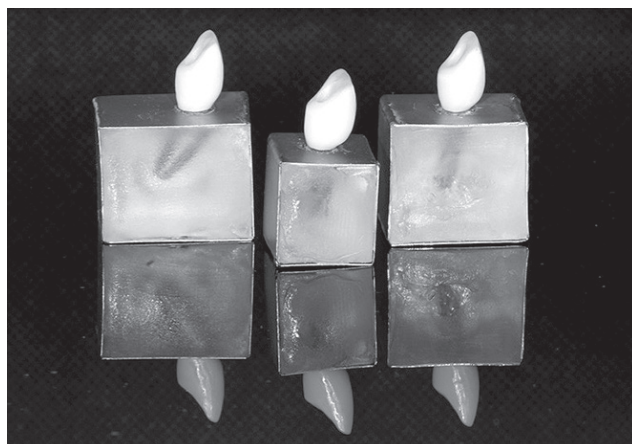
На каждый имплантат была изготовлена и фиксирована диоксидциркониевая коронка центрального резца верхней челюсти, выбранная из цифровой библиотеки компьютерной программы EхoCAD (Италия) со средними параметрами: высота — 10 мм, ширина — 8 мм (рис. 2, 3).

Коронки были фрезерованы на фрезерном станке IMES-ICORE 350i (Германия) максимально одинаковым способом. Далее проводилась вклейка титановых оснований производителя имплантатов в соответствии со стандартизированным протоколом на цемент двойного отверждения Multilink Hybrid Abutment (Ivoclar-Vivadent, Лихтенштейн). Угловые абатменты были взяты с углом наклона 17° (стандартный абатмент) как наиболее часто используемые для изготовления коронок с опорой на имплантаты в переднем отделе и индивидуально смоделированные абатменты с углом наклона 12° по аналогии с угловым имплантатом с углом платформы 12°. Угловые абатменты вклеивались в коронку и в последующем

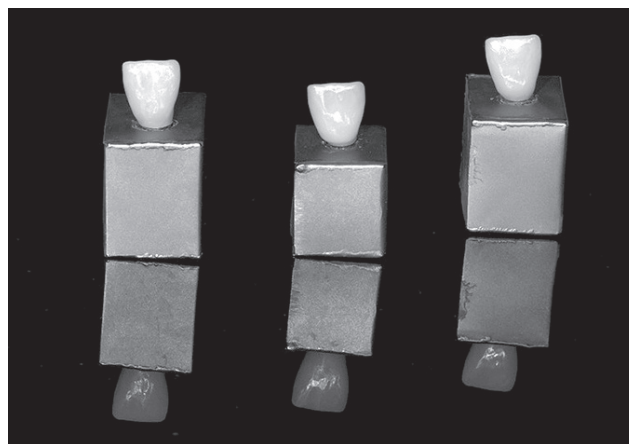


**Рис. 1.** Имплантат, фиксированный в стальной цилиндр, заполненный акриловой пластмассой.

**Fig. 1.** Implant was fixed to steel cylinder filled in acrylic resin.



**Рис. 2.** Коронки, фиксированные к имплантатам (вид сбоку).  
**Fig. 2.** Crowns fixed to implants (lateral view).



**Рис. 3.** Коронки, фиксированные к имплантатам (вид спереди).  
**Fig. 3.** Crowns fixed to implants (frontal view).

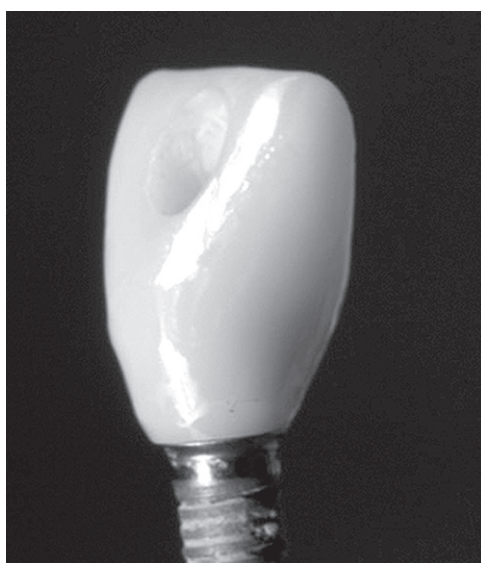
фиксируются к имплантату винтом через ранее смоделированное отверстие шахты винта, выходящее на вестибулярную поверхность, для того чтобы иметь возможность проконтролировать степень затяжки фиксирующего винта (рис. 4).

Диоксидциркониевые коронки фиксированы к имплантатам с помощью фиксирующего винта. До проведения испытаний на циклическое нагружение фиксирующий винт каждой модели затягивался с помощью динамометрического ключа до достижения значения 32 Н/см, что соответствует рекомендации производителя. Степень затяжки контролировалась датчиком крутящего момента N-gineric — ng-TTS 500-хх (Германия) (рис. 5).

Модель фиксировалась в тисках, установленных на рабочем столе универсальной динамической испытательной машины WalterBay AG LFV 10-50T

(Швейцария) таким образом, чтобы нагружающий элемент (титановая балка диаметром 5,5 мм с полусферой на конце) касался лингвальной поверхности коронки (рис. 6, 7).

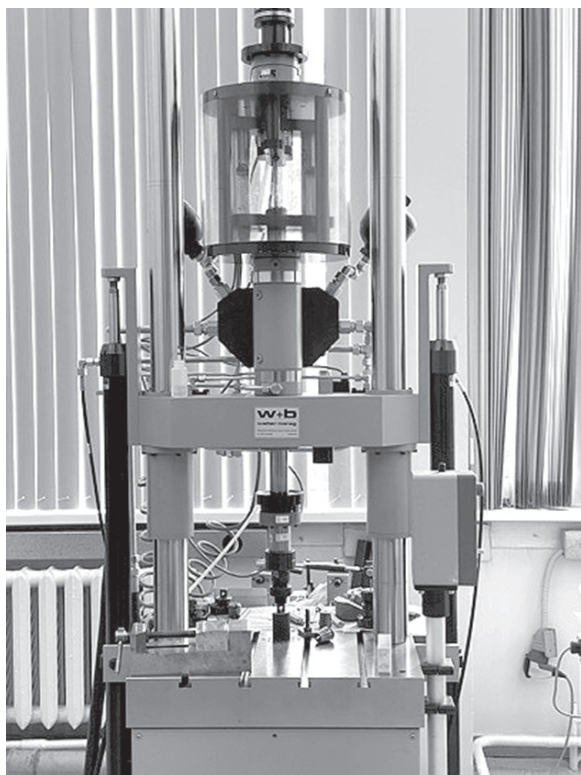
Нагружение проводилось с помощью программного обеспечения DionPro от 0 до 100 Н под углом 30° от 0 до  $1 \times 10^6$  циклов, что соответствует приблизительно одному году жевательной нагрузки [15, 17]. После достижения  $1 \times 10^6$  циклов нагружение прекращалось, модель извлекалась из тисков, оценивалась визуально на наличие



**Рис. 4.** Коронка, фиксированная на индивидуальный угловой абатмент.  
**Fig. 4.** Crowns fixed to custom made angulated abutment.



**Рис. 5.** Датчик крутящего момента.  
**Fig. 5.** Torque sensor.



**Рис. 6.** Испытательная динамическая машина.  
**Fig. 6.** Test dynamic machine.



**Рис. 7.** Титановая балка с полусферой.  
**Fig. 7.** Titanium bar with hemisphere.

повреждений коронки и ослабления затяжки винта. Затем определялся максимальный крутящий момент при выкручивании фиксирующего винта в каждой группе. Проводился статистический анализ.

### Статистический анализ

Статистический анализ проводился по методике трёх сигм. В качестве результата измерений для каждого образца использовалось среднее арифметическое результатов для шести образцов, в качестве погрешности — среднее квадратичное отклонение результатов от среднего.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Объекты исследования

Общий объём исследования составил 30 моделей (образцов) имплантатов и фиксированных к ним с помощью фиксирующего винта коронок. В процессе выполнения исследования были определены значения максимального крутящего момента.

### Результаты статистического исследования

По результатам статистического анализа согласно правилу трёх сигм, можно ожидать, что с вероятностью 8/9 результат для каждой модели отличается от среднего значения не более чем на три значения погрешности.

Далее из полученных данных проводилось сравнение средних величин в нормально распределённых совокупностях,  $t$ -критерий Стьюдента рассчитывался по следующей формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где  $M_1$  и  $M_2$  — сравниваемые средние величины затяжки винта;  $m_1$  и  $m_2$  — стандартные ошибки средних величин соответственно.

Полученные значения  $t$ -критерия Стьюдента оценивались путём сравнения с критическими значениями. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ . Среднее значение признака до эксперимента составляло  $32,000 \pm 0,000$  ( $m = \pm 0,000$ ) Н/см. Среднее значение признака после эксперимента составляло  $21,952 \pm 1,069$  ( $m = \pm 0,436$ ) Н/см. Число степеней свободы ( $f$ ) равно 5. Парный  $t$ -критерий Стьюдента равен  $-23,028$  Н/см. Критическое значение  $t$ -критерия Стьюдента при данном числе степеней свободы составляет 2,571 Н/см,  $t_{\text{набл}} < t_{\text{крит}}$  из чего можно сделать вывод, что изменения признака статистически незначимы ( $p = 0,000$ ). Уменьшение общего значения степени затяжки фиксирующего винта в группах после исследования рассчитывалось с помощью формулы пропорции с округлением до десятых долей единицы.

### Основные результаты исследования

В экспериментальном исследовании *in vitro* были получены результаты, которые были занесены в табл. 1 и табл. 2.

При визуальном осмотре каких-либо повреждений или нарушения целостности коронки, а также ослабления степени затяжки фиксирующего винта обнаружено не было. Минимальные значения максимального крутящего момента были определены у группы «ПУ17» и составили  $20,804 \pm 0,01$  Н/см, максимальные значения — у группы «П»:  $22,82 \pm 0,04$  Н/см, при этом значительной статистической разницы в значениях между группой «П» и группами «У12», «У24», «У36» определено не было. Однако значения у групп «П», «У12», «У24», «У36» были выше в сравнении с группами с угловыми абатментами «ПУ12» и «ПУ17».

## ОБСУЖДЕНИЕ

Надёжность фиксирующего винта при проведении немедленной имплантации в переднем отделе верхней челюсти является залогом успешного лечения.

В ходе экспериментального исследования *in vitro* было определено, что в среднем через один год функциональной нагрузки на коронку центрального резца верхней челюсти имеется тенденция к ослаблению степени затяжки фиксирующего винта. Полученные нами данные коррелируют с таковыми в похожих исследованиях. Так, в статье R.S. Swamidass и соавт. [15] уменьшение затяжки было оценено в среднем от 34,5 до 35,9%. Однако в статье E. Hotinski и соавт. [13] снижение затяжки было определено в диапазоне 50–68,7%. Статей, в которых было бы проведено сравнение имплантатов различного дизайна и угловых абатментов в рамках одного исследования, нами найдено не было. Поэтому полученные нами результаты значительно расширили знания о надёжности фиксирующих винтов. При проведении

немедленной имплантации в переднем отделе следует с осторожностью использовать угловые абатменты по причине того, что имеется риск ослабления степени затяжки винта и их использование сопряжено с необходимостью фиксации коронки на цемент. Данное исследование показывает наихудший сценарий развития клинической ситуации, так как в реальной жизни коронки центральных резцов, скорее всего, не будут испытывать подобные нагрузки. Кроме того, стандарт ISO, рекомендуемый для проведения данного исследования, предполагает использовать в качестве нагрузки полусферу, которая не соответствует анатомии зубов. Однако моделирование ситуации в эксперименте может помочь клиницистам при выборе имплантата и дать рекомендации для более тщательного планирования при проведении сложного вида лечения, такого как протезирование с опорой на имплантаты.

### Выводы

Тенденция к ослаблению степени затяжки фиксирующего винта имела у коронок, фиксированных ко всем исследованным группам имплантатов, в среднем от 28,7 до 36,3%.

Степень надёжности затяжки фиксирующего винта у прямых и угловых имплантатов с различным углом наклона платформы выше, чем у имплантатов с угловыми абатментами.

Увеличение угла наклона имплантатов снижает риск раскручивания фиксирующего винта.

Увеличение угла наклона индивидуального абатмента повышает риск раскручивания фиксирующего винта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, полученные нами в ходе данного исследования *in vitro*, свидетельствуют о том, что надёжность фиксирующего винта выше у коронок, фиксированных к прямым имплантатам и угловым имплантатам

**Таблица 1.** Результаты исследования

**Table 1.** Results of research

| Номер имплантата | Значение максимального крутящего момента для группы имплантатов, Н/см |                  |                  |                  |                  |                  |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                  | П                                                                     | ПУ17             | ПУ12             | У12              | У24              | У36              |
| 1                | 22,59                                                                 | 20,32            | 20,82            | 22,42            | 22,59            | 22,65            |
| 2                | 22,84                                                                 | 20,30            | 20,78            | 22,40            | 22,58            | 22,66            |
| 3                | 22,79                                                                 | 20,64            | 20,80            | 22,74            | 22,58            | 22,65            |
| 4                | 22,82                                                                 | 20,32            | 20,82            | 22,42            | 22,58            | 22,64            |
| 5                | 22,81                                                                 | 20,32            | 20,80            | 22,42            | 22,59            | 22,63            |
| Всего            | $22,82 \pm 0,04$                                                      | $20,38 \pm 0,13$ | $20,80 \pm 0,01$ | $22,48 \pm 0,13$ | $22,58 \pm 0,05$ | $22,65 \pm 0,01$ |

**Таблица 2.** Результаты снижения степени затяжки в процентном соотношении

**Table 2.** Percentage of torque reducing after research

| Модель   | П    | ПУ17 | ПУ12 | У12  | У24  | У36  |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Всего, % | 28,7 | 36,3 | 35   | 29,8 | 29,4 | 29,3 |

с различным дизайном. Поэтому применение этих имплантатов является наиболее предпочтительным методом для проведения немедленной имплантации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Х.М. Мержоева — разработка дизайна исследования, подготовка образцов, участие в лабораторных экспериментальных исследованиях, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; М.А. Мурашов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, разработка протокола

исследования, подготовка и написание текста статьи; И.А. Воронов — сбор и анализ литературных источников, написание и редактирование текста статьи.

## ADDITIONAL INFO

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria, read and approved the final version before publication. The largest contribution is distributed as follows:

HM. Merzhoeva — study design development, samples preparation, participation in laboratory experimental studies, literature review, collection and analysis of literary sources, text writing and article editing; M.A. Murashov — literature review, collection and analysis of literary sources, development of a research protocol, preparation and writing of the text of the article; I.A. Voronov — collection and analysis of literary sources, writing and editing the text of the article.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koh R.U., Rudek I., Wang H.L. Immediate implant placement: positives and negatives // *Implant Dent.* 2010. Vol. 19, N 2. P. 98–108. doi: 10.1097/ID.0b013e3181d47eaf
2. Bassir S.H., El Kholy K., Chen C.Y., et al. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis // *J Periodontol.* 2019. Vol. 90, T 5. P. 493–506. doi: 10.1002/JPER.18-0338
3. Ebenezer V., Balakrishnan K., Asir R.V., Sragunar B. Immediate placement of endosseous implants into the extraction sockets // *J Pharm Bioallied Sci.* 2015. Vol. 7 (Suppl 1). P. S234–S237. doi: 10.4103/0975-7406.155926
4. Korsch M., Obst U., Walther W. Cement-associated peri-implantitis: a retrospective clinical observational study of fixed implant-supported restorations using a methacrylate cement // *Clin Oral Implants Res.* 2014. Vol. 25, N 7. P. 797–802. doi: 10.1111/clr.12173
5. Korsch M., Robra B.P., Walther W. Cement-associated signs of inflammation: retrospective analysis of the effect of excess cement on peri-implant tissue // *Int J Prosthodont.* 2015. Vol. 28, N 1. P. 11–18. doi: 10.11607/ijp.4043
6. Korsch M., Walther W. Peri-Implantitis Associated with Type of Cement: A Retrospective Analysis of Different Types of Cement and Their Clinical Correlation to the Peri-Implant Tissue // *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015. Vol. 17 (Suppl 2). P. e434–e443. doi: 10.1111/cid.12265
7. Staubli N., Walter C., Schmidt J.C., et al. Excess cement and the risk of peri-implant disease — a systematic review // *Clin Oral Implants Res.* 2017. Vol. 28, N 10. P. 1278–1290. doi: 10.1111/clr.12954
8. Мержоева Х.М., Мурашов М.А., Воронов И.А. Рентгенологическая оценка возможности изготовления коронок с винтовой фиксацией при протезировании центральных резцов верхней челюсти с опорой на имплантаты // *Российский стоматологический журнал.* 2022. Т. 26, № 4. С. 337–344. doi: 10.17816/1728-2802-2021-26-4-337-344
9. Jones A., Chávarri-Prado D., Diéguez-Pereira M., et al. Prevalence of Favorable Anatomy for Palatal Emergence of an Immediate Implant in the Maxillary Central Incisor Post-Extraction Site // *J Oral Implantol.* 2022. Vol. 48, N 5. P. 399–406. doi: 10.1563/aid-joi-D-20-00275
10. Мурашов М.А., Шорстов Я.В., Вентер И.В. Использование угловых имплантатов как альтернативный метод сложным решениям в имплантации и протезировании // *Цифровая стоматология.* 2019. Вып. 1(10). С. 45–50.
11. Howes D. Angled Implant Design to Accommodate Screw-retained Implant-supported Prostheses // *Compend Contin Educ Dent.* 2017. Vol. 38, N 7. P. 458–463.
12. Pitman J., van Craenenbroeck M., Glibert M., Christiaens V. Screw loosening in angulation-correcting single implant restorations: A systematic review of in vitro studies // *J Prosthet Dent.* 2022. P. S0022-3913(22)00483-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.08.003
13. Hotinski E., Dudley J. Abutment screw loosening in angulation-correcting implants: An in vitro study // *J Prosthet Dent.* 2019. Vol. 121, N 1. P. 151–155. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.03.005
14. Klongbunjit D., Aunmeungtong W., Khongkhunthian P. Implant-abutment screw removal torque values between customized titanium abutment, straight titanium abutment, and hybrid zirconia abutment after a million cyclic loading: an in vitro comparative study // *Int J Implant Dent.* 2021. Vol. 7, N 1. P. 98. doi: 10.1186/s40729-021-00378-z
15. Swamidass R.S., Kan J.Y.K., Kattadiyil M.T., et al. Abutment screw torque changes with straight and angled screw-access channels // *J Prosthet Dent.* 2021. Vol. 125, N 4. P. 675–681. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.018
16. International Organization for Standardization. ISO 14801:2016. Dentistryimplants-dynamic loading test for endosseous dental implants. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.
17. Ferrario V.F., Sforza C., Serrao G., et al. Single tooth bite forces in healthy young adults // *J Oral Rehabil.* 2004. Vol. 31, N 1. P. 18–22. doi: 10.1046/j.0305-182x.2003.01179.x

## REFERENCES

1. Koh RU, Rudek I, Wang HL. Immediate implant placement: positives and negatives. *Implant Dent.* 2010;19(2):98–108. doi: 10.1097/ID.0b013e3181d47eaf
2. Bassir SH, El Kholy K, Chen CY, et al. Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2019;90(5):493–506. doi: 10.1002/JPER.18-0338
3. Ebenezer V, Balakrishnan K, Asir RV, Sragunar B. Immediate placement of endosseous implants into the extraction sockets. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7(Suppl 1):S234–S237. doi: 10.4103/0975-7406.155926
4. Korsch M, Obst U, Walther W. Cement-associated peri-implantitis: a retrospective clinical observational study of fixed implant-supported restorations using a methacrylate cement. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(7):797–802. doi: 10.1111/clr.12173
5. Korsch M, Robra BP, Walther W. Cement-associated signs of inflammation: retrospective analysis of the effect of excess cement on peri-implant tissue. *Int J Prosthodont.* 2015;28(1):11–18. doi: 10.11607/ijp.4043
6. Korsch M, Walther W. Peri-Implantitis Associated with Type of Cement: A Retrospective Analysis of Different Types of Cement and Their Clinical Correlation to the Peri-Implant Tissue. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(Suppl 2):e434–e443. doi: 10.1111/cid.12265
7. Staubli N, Walter C, Schmidt JC, et al. Excess cement and the risk of peri-implant disease — a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(10):1278–1290. doi: 10.1111/clr.12954
8. Merzhoeva KhM, Murashov MA, Voronov IA. Cone-beam computed tomography evaluation of the possibility of fabrication of screw-retained implant crowns on maxillary central incisors. *Russian Journal of Dentistry.* 2022;26(4):337–344. (In Russ). doi: 10.17816/1728-2802-2021-26-4-337-344
9. Jones A, Chávarri-Prado D, Diéguez-Pereira M, et al. Prevalence of Favorable Anatomy for Palatal Emergence of an Immediate Implant in the Maxillary Central Incisor Post-Extraction Site. *J Oral Implantol.* 2022;48(5):399–406. doi: 10.1563/aaid-joi-D-20-00275
10. Murashov MA, Shorstov YaV, Venter IV. Ispol'zovanie uglovykh implantatov kak al'ternativnyi metod slozhnym resheniyam v implantatsii i protezirovanii. *Digital Dentistry.* 2019;1(10):40–45. (In Russ).
11. Howes D. Angled Implant Design to Accommodate Screw-retained Implant-supported Prostheses. *Compend Contin Educ Dent.* 2017;38(7):458–463.
12. Pitman J, van Craenenbroeck M, Glibert M, Christiaens V. Screw loosening in angulation-correcting single implant restorations: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2022;S0022-3913(22)00483-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.08.003
13. Hotinski E, Dudley J. Abutment screw loosening in angulation-correcting implants: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2019;121(1):151–155. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.03.005
14. Klongbunjit D, Aunmeungtong W, Khongkhunthian P. Implant-abutment screw removal torque values between customized titanium abutment, straight titanium abutment, and hybrid zirconia abutment after a million cyclic loading: an in vitro comparative study. *Int J Implant Dent.* 2021;7(1):98. doi: 10.1186/s40729-021-00378-z
15. Swamidass RS, Kan JYK, Kattadiyil MT, et al. Abutment screw torque changes with straight and angled screw-access channels. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):675–681. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.018
16. International Organization for Standardization. ISO 14801:2016. *Dentistryimplants-dynamic loading test for endosseous dental implants.* Geneva: International Organization for Standardization; 2016.
17. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, et al. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2004;31(1):18–22. doi: 10.1046/j.0305-182x.2003.01179.x

## ОБ АВТОРАХ

\* **Мержоева Хава Магомедовна**, аспирант;  
адрес: Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4049-6229>;  
eLibrary SPIN: 3549-7597;  
e-mail: kh\_a\_va@mail.ru

**Мурашов Михаил Александрович**, к.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3309-538X>;  
eLibrary SPIN: 3355-6397;  
e-mail: mmurashov@yahoo.com

**Воронов Игорь Анатольевич**, к.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6873-5869>;  
eLibrary SPIN: 8186-2654;  
e-mail: voronov77@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Khava M. Merzhoeva**, Postgraduate Student;  
address: 6 Miklukho-Maklaya street, 117198 Moscow, Russian Federation;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4049-6229>;  
eLibrary SPIN: 3549-7597;  
e-mail: kh\_a\_va@mail.ru

**Mikhail A. Murashov**, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3309-538X>;  
eLibrary SPIN: 3355-6397;  
e-mail: mmurashov@yahoo.com

**Igor. A. Voronov**, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6873-5869>;  
eLibrary SPIN: 8186-2654;  
e-mail: voronov77@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author