

DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_132

[А.П. Решетников](#)<sup>1</sup>,

к.м.н., главный врач

[В.Н. Трезубов](#)<sup>2</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортодонтии

[Р.А. Розов](#)<sup>2</sup>,

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортодонтии

[С.В. Апресян](#)<sup>3</sup>,

д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии

[К.Г. Гуревич](#)<sup>4</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни — залог успешного развития»

[А.Л. Ураков](#)<sup>5</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой общей и клинической фармакологии

[Л.В. Гаврюшова](#)<sup>6</sup>,

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии

[М.В. Копылов](#)<sup>7</sup>,

главный врач

<sup>1</sup> Стоматологическая клиника «РеСто», 426034, Ижевск, Россия<sup>2</sup> ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, 197022, Санкт-Петербург, Россия<sup>3</sup> РУДН, 117198, Москва, Россия<sup>4</sup> МГМСУ им. А.И. Евдокимова, 127473, Москва, Россия<sup>5</sup> ИжГМА, 426034, Ижевск, Россия<sup>6</sup> Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского, 410012, Саратов, Россия<sup>7</sup> Пародонтологический центр Максима Копылова «MaxTreat», 123100, Москва, Россия

## Особенности трансплантации биоматериалов и имплантации титановых имплантатов при атрофии твердых и мягких тканей челюстей

**Реферат.** Арсенал технологий стоматологической трансплантации и имплантации продолжает расширяться. Потребность в новых технологиях вызвана увеличением пожилых пациентов, имеющих значительные дефекты мягких и твердых тканей челюстей. **Цель исследования** — оценить эффективность использования аутогенных и ксеногенных биоматериалов для дентальной трансплантации и последующей имплантации в условиях значительной атрофии твердых и мягких тканей челюстей. **Материалы и методы.** Хирургические операции осуществлялись с 2002 по 2022 г. у 5280 мужчин и женщин от 22 до 85 лет в нескольких стоматологических клиниках России. С 2002 по 2007 г. трансплантация осуществлялась с применением аутогенных трансплантатов, полученных из костей подбородка, бугра верхней челюсти, наружной поверхности ветви нижней челюсти, гребня подвздошной кости, большеберцовой кости или венозной крови самих пациентов. С 2008 по 2022 г. трансплантация осуществлялась с применением костнопластических ксеногенных биоматериалов компании OsteoBioI (Tecnos, Италия). Всем пациентам внедряли титановые имплантаты Replace Select (Nobel Biocare, Швейцария). **Результаты.** При значительной атрофии мягких и твердых тканей челюстей операция поднятия дна гайморовой пазухи при трансплантации аутогенных костных и ксеногенных биоматериалов в среднем продолжалась около 2,5 и 1,5 ч соответственно. Продолжительность дентальной имплантации в среднем составляла около 1,5 ч в обоих случаях. При этом использование аутогенных костных материалов расширяло область хирургической операции, приводило к завершению регенерации костной ткани через 6—9 месяцев после успешной трансплантации, которая наблюдалась в 83% случаев. В свою очередь, трансплантация костнопластических ксеногенных биоматериалов завершалась приживлением и остеофикацией тканей в 94% случаев. Описана оригинальная технология поднятия дна гайморовой пазухи при атрофии верхнечелюстного гребня, исключающая перфорацию мембраны Шнейдера, и технология трансплантации аутогенного материала при дефиците мягких тканей под пришеечной частью искусственной коронки, обеспечивающая хороший эстетический результат. Биоматериалы OsteoBioI и имплантаты Replace Select безопасны и эффективны при дентальной инженерии. **Выводы.** 1. Преимущество использования аутогенных материалов — возможность трансплантации при отсутствии консервированных биоматериалов, а недостаток — отсутствие готового стандартизированного трансплантата с неизменно повторяющимися формами, размерами и свойствами. 2. К преимуществу сохраненных ксеногенных биоматериалов также можно отнести их стандартизацию и полную готовность к трансплантации в любой момент.

**Ключевые слова:** костная пластика, поднятие дна пазухи, мембрана Шнейдера, имплантат, искусственная коронка

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Решетников А.П., Трезубов В.Н., Розов Р.А., Апресян С.В., Гуревич К.Г., Ураков А.Л., Гаврюшова Л.В., Копылов М.В. Особенности трансплантации биоматериалов и имплантации титановых имплантатов при атрофии твердых и мягких тканей челюстей. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (2): 132—142. DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_132

[A.P. Reshetnikov](#)<sup>1</sup>,

PhD in Medical Science, chief physician

[V.N. Trezubov](#)<sup>2</sup>,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Prosthodontics, materials science and orthodontics Department

[R.A. Rozov](#)<sup>2</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthodontics, materials science and orthodontics Department

## Peculiarities of biomaterials transplantation and implantation of titanium implants in atrophy of hard and soft tissues of the jaws

**Abstract.** The arsenal of dental transplantation and implantation technologies continues to expand. The need for new technologies is caused by the increase in elderly patients with significant defects of soft and hard tissues of the jaws. **The aim of the study** was to evaluate the effectiveness of autogenous and xenogeneic biomaterials for dental transplantation and subsequent

**S.V. Apresyan**<sup>3</sup>,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Prosthodontics Department

**K.G. Gurevich**<sup>4</sup>,

PhD in Medical Sciences, full professor of the UNESCO Department "A healthy lifestyle is a guarantee of progress"

**A.L. Urakov**<sup>5</sup>,

PhD in Medical Sciences, full professor of the General and clinical pharmacology Department

**L.V. Gavryushova**<sup>6</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic dentistry Department

**M.V. Kopylov**<sup>7</sup>,

chief physician

<sup>1</sup>"ReSto" Dental Clinic,  
426034, Izhevsk, Russia

<sup>2</sup>Pavlov University, 197022,  
Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup>RUDN University,  
117198, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Moscow State University of Medicine  
and Dentistry, 127473, Moscow, Russia

<sup>5</sup>Izhevsk State Medical Academy,  
426034, Izhevsk, Russia

<sup>6</sup>Saratov State Medical University,  
410012, Saratov, Russia

<sup>7</sup>Maxim Kopylov Periodontal Clinic  
"MaxTreat", 123100, Moscow, Russia

implantation in conditions of significant atrophy of hard and soft tissues of the jaws. **Materials and methods.** Surgical operations were performed from 2002 to 2022 in 5,280 men and women aged 22 to 85 years in several dental clinics in Russia. From 2002 to 2007 the transplants were performed using autologous transplants derived from the bones of the chin, the tuberosity of the maxilla, the outer surface of the branch of the mandible, the crest of the iliac bone, the tibia or the venous blood of the patients themselves. In the period from 2008 to 2022 the transplantation was carried out using bone-plastic xenogeneic biomaterials of OsteoBiol (TecnoSS, Italy). All patients were implanted with titanium implants Replace Select (Nobel Biocare, Switzerland). **Results.** That with significant atrophy of soft and hard tissues of the jaws, the operation of maxillary sinus floor elevation with transplantation of autogenous bone and xenogeneic biomaterials lasted on average about 2.5 and 1.5 h, respectively. The duration of dental implantation averaged about 1.5 h in both cases. At the same time, the use of autogenous bone materials expanded the surgical field, leading to the completion of bone tissue regeneration 6—9 months after successful transplantation, which was observed in 83% of cases. In turn, transplantation of bone-plastic xenogeneic biomaterials completed engraftment and tissue ossification in 94% of cases. An original technology of maxillary sinus floor elevation in maxillary ridge atrophy, excluding Schneider's membrane perforation, and a technology of autogenous material transplantation in soft tissue deficiency under the cervical portion of the artificial crown, providing a good aesthetic result, are described. It is concluded that OsteoBiol biomaterials and Replace Select implants are safe and effective in dental engineering. **Conclusions.** 1. The advantage of using autogenous materials is the possibility of transplantation in the absence of preserved biomaterials, while the disadvantage is the absence of a ready and standardized graft with invariably recurring forms, sizes and properties. 2. The advantage of preserved xenogeneic biomaterials is their standardization and full readiness for transplantation at any moment.

**Key words:** bone grafting, sinus elevator, Schneider's membrane, implant, crown

**FOR CITATION:**

Reshetnikov A.P., Trezubov V.N., Rozov R.A., Apresyan S.V., Gurevich K.G., Urakov A.L., Gavryushova L.V., Kopylov M.V. Peculiarities of biomaterials transplantation and implantation of titanium implants in atrophy of hard and soft tissues of the jaws. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (2): 132—142 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_132

**ВВЕДЕНИЕ**

В современной стоматологии широко распространена инженерия костной ткани, однако используемые для этого биоматериалы, технологии трансплантации и последующей имплантации все еще требуют модернизации, так как не лишены недостатков [1—4]. Именно поэтому даже «золотой стандарт» трансплантации, заключающийся в использовании аутотрансплантата [5], нередко заменяется на трансплантацию натуральных и/или синтетических биоматериалов. В частности, такое решение считается обоснованным при необходимости более надежной фиксации имплантата в область трансплантации биоматериала, так как ксеногенные биоматериалы и методы их применения обеспечивают формирование более прочного костного каркаса, создаваемого в месте замещения дефекта костной массы, по сравнению с аутогенными материалами [6, 7].

Другой нерешенной проблемой трансплантологии остается увеличение размера альвеолярного гребня при значительном уменьшении его размера, так как без этого осложняется внедрение имплантата в выбранном месте [8]. Указанная проблема остается нерешенной,

несмотря на то что существует множество процедур аутогенной костной пластики, таких как дистракционный остеогенез, направленная регенерация кости, аутогенная пластика накладными блоками, установка вкладок, «тент-штанга» и вертикальная реконструкция с использованием титановой сетки для увеличения доступной высоты кости при внедрении имплантата [9, 10]. Кроме этого, данная проблема остается нерешенной окончательно, несмотря на большой арсенал разработанных ксеногенных биоматериалов, среди которых предпочтение сохраняют ксеногенные биоматериалы OsteoBiol (TecnoSS, Италия) [11].

Несмотря на то что в последние годы многие клиницисты отдают предпочтение титановым имплантатам, выполненным в форме полых винтов, а также несмотря на высокую конкуренцию среди производителей титановых имплантатов, вопрос о материалах имплантатов и об их форме тоже до сих пор остается нерешенным окончательно [12, 13]. Тем не менее именно титановые имплантаты Replace Select (Nobel Biocare, Швейцария) являются самыми востребованными среди всего арсенала аналогичной продукции [14, 15].

Кроме этого, остается незавершенной технология не только срочного формирования прочного каркаса, необходимого для надежной и прочной имплантации дентального имплантата, но и технология эстетического замещения значительных дефектов мягких тканей [16–19]. Дело в том, что одним из факторов успеха имплантации является гарантированное формирование не только прочного каркаса из твердых тканей, но и плотной манжетки из слизистой оболочки вокруг внедренного имплантата [20]. Традиционный метод включает внедрение имплантата по протоколу погружения с последующим хирургическим вмешательством после завершения остеоинтеграции. Однако такой метод увеличивает число осложнений [19, 20], поэтому в последние годы в качестве альтернативы был предложен метод одноэтапной имплантации [21]. Тем не менее и этот метод не лишен недостатков. В частности, его недостатком считается то, что при этом методе конфигурация десны не может быть изменена после внедрения имплантата [19].

Другой метод, позволяющий избежать операции и сформировать мягкие ткани вокруг имплантата, основан на немедленном использовании формирователя десневой манжетки [19]. Дело в том, что при традиционном методе стандартный формирователь десны обычно присоединяется к имплантату во время второй операции. Но из-за круглой формы стандартного формирователя десны результатом этого является округлый, неестественно выглядящий контур мягких тканей [22, 23]. Помимо этого, совершенствования требует внедрение имплантата в верхнюю челюсть с использованием поднятия дна пазухи, поскольку традиционные способы не исключают повреждение мембраны Шнейдера и инфицирование верхнечелюстной пазухи [24, 25].

Сообщалось, что перечисленные недостатки аутогенных трансплантатов, стандартных методов трансплантации и имплантации могут потребовать дополнительных визитов пациента к врачу для коррекции предварительного протеза либо вызвать трудности при наложении окончательных протезов, что вызывает дискомфорт у пациента и/или механические осложнения, такие как ослабление винтов из-за упругости мягких тканей вокруг имплантата [22]. Кроме этого, многократное снятие и повторное наложение предварительного протеза потенциально может ухудшить процесс заживления тканей [26, 27]. Для устранения указанных недостатков в последние годы было предложено использовать индивидуальный формирователь десны, который соединяют с имплантатом в день операции и оставляют в покое до тех пор, пока не будут достигнуты остеоинтеграция и созревание костной ткани [19]. В свою очередь, сообщалось, что индивидуальные

формирователи десны могут быть получены с использованием различных материалов и методов, что требует проведения дополнительных исследований в будущем.

Таким образом, современные биоматериалы, технологии дентальной трансплантации и имплантации имеют свои преимущества и ограничения, которые окончательно не сформированы, поэтому требуют дальнейшего исследования и соответствующей корректировки.

**Цель исследования** — оценить эффективность и безопасность аутогенных и ксеногенных биоматериалов OsteoBiol (TecnoSS, Италия) и оптимизировать технологию их использования при дентальной трансплантации для последующей имплантации титановых имплантатов Replace Select (Nobel Biocare, Швейцария) в условиях потери зубов и значительной атрофии твердых и мягких тканей челюстей пациентов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Операции осуществлялись в амбулаторных условиях, по стандартным технологиям, под местной анестезией с 2002 по 2022 г. у 5280 мужчин и женщин в возрасте от 22 до 85 лет в нескольких стоматологических клиниках России: клинике «РеСто» (Ижевск), пародонтологическом центре MaxTreat (Москва), стоматологической поликлинике № 33 (Санкт-Петербург), клинике «Райден» (Санкт-Петербург), клинике «ЭлВис стоматология» (Санкт-Петербург). При этом в 2002–2007 гг. трансплантация осуществлялась с применением аутогенных трансплантатов, полученных из костей подбородка, бугра верхней челюсти, наружной поверхности ветви нижней челюсти, гребня подвздошной кости, большеберцовой кости или венозной крови самих пациентов (рис. 1).

С 2008 по 2022 г. трансплантация осуществлялась с применением костнопластических ксеногенных биоматериалов компании OsteoBiol (TecnoSS, Италия). Всем пациентам внедряли титановые имплантаты Replace Select (Nobel Biocare, Швейцария; рис. 2).

Рентгенологическое исследование пациентов было проведено с помощью ортопантомографа Planmeca Proline EC с системой Dimax 3, визиографа Planmeca Infra и компьютерного томографа Planmeca ProMax 3D classic. Инфракрасную термографию осуществляли с помощью тепловизора марки TH91XX (NEC, США) в диапазоне температуры +26–37 °С при температуре воздуха в помещении +24–25 °С. Данные, полученные при инфракрасной термографии, были обработаны с помощью программного обеспечения Thermography Explorer и Image Processor (NEC, США).

При подготовке пациентов к имплантации оценивали локализацию отсутствующих зубов, наличие, локализацию и степень дефектов твердых и/или мягких



Рис. 1. Аутогенный костный материал в виде костной стружки из наружной поверхности ветви нижней челюсти, общий вид перед трансплантацией

Fig. 1. Autogenous bone material in the form of prepared bone chips from the external surface of the mandibular branch, view before transplantation

тканей челюстей, степень деформации альвеолярных гребней, температуру тела и внутренней поверхности полости рта. Операции осуществляли в соответствии с общепринятыми стандартами оказания амбулаторной помощи и с учетом индивидуальных особенностей пациента. В послеоперационном периоде пациентам назначали антибиотики, десенсибилизирующие и обезболивающие лекарственные средства в соответствии с общепринятыми медицинскими стандартами с учетом объемов проведенных операций. Состояние здоровья пациентов контролировали на протяжении 2 лет после имплантации.

Анализ полученных результатов был проведен после деления всех пациентов на несколько групп. Первая группа состояла из 788 пациентов, у которых операции выполняли с 2002 по 2007 г. с применением аутогенных костных материалов. При этом у 296 пациентов операция была осуществлена в области нижней челюсти, у 298 — в области верхней челюсти и у 194 пациентов — в области обеих челюстей. Вторая группа состояла из 4492 пациентов, у них хирургические операции проводили с 2008 по 2022 г. с трансплантацией ксеногенных биоматериалов OsteoBioI. У 1694 пациентов из этой группы дентальная трансплантация и имплантация были осуществлены в области нижней челюсти, у 1807 — в области верхней челюсти и у 991 пациентов — в области обеих челюстей. При этом в верхней челюсти у 597 пациентов имелась потеря зубов, которая сочеталась с атрофией костной ткани в виде уменьшения расстояния от поверхности альвеолярного гребня верхней челюсти до дна верхнечелюстной пазухи, составляющего менее 5 мм. В связи с этим перед имплантацией у пациентов этой группы проводилась костнопластическая операция открытого поднятия дна верхнечелюстной пазухи в области отсутствующего зуба на необходимую высоту. При этом в 389 случаях доступ к верхнечелюстной пазухе был сформирован через окно в переднебоковой стенке кости верхней челюсти по известному методу. У 208 пациентов доступ к гайморовой пазухе был сформирован по оригинальному российскому методу (патент № 2397719, действ. с 20.04.2009).

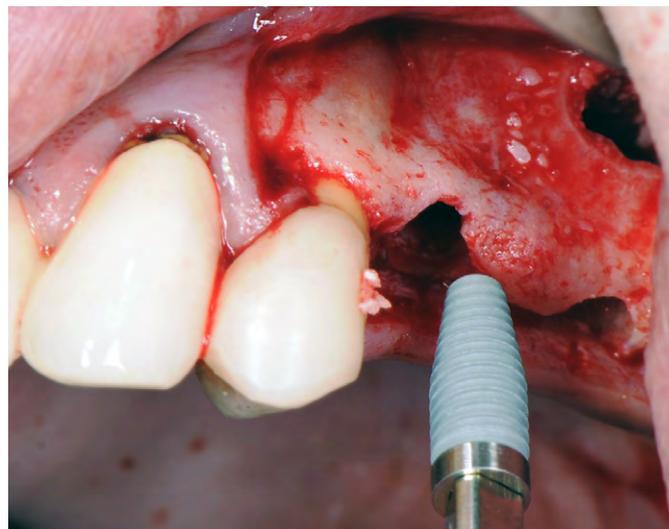


Рис. 2. Титановый имплантат Replace Select (Nobel Biocare, Швейцария) перед установкой

Fig. 2. Replace Select titanium implant (Nobel Biocare, Switzerland) before insertion

Сущность его сводилась к послойному удалению костной массы в выбранном участке до появления в области дна углубления сине-фиолетового цвета, направляемого в верхнечелюстную пазуху со стороны полости носа через естественное отверстие, расположенное в ее медиальной стенке (рис. 3).

У пациентов с потерей зубов и атрофией твердых и мягких тканей нижней челюсти дентальная трансплантация осуществлялась фиксацией трансплантационного материала внакладку и/или внутри кости. В случае использования для трансплантации ксеногенных биоматериалов OsteoBioI и имплантации титановых имплантатов ревизия качества выполненной дентальной имплантации с последующим наложением искусственных коронок на имплантаты производилась через 4 месяца после операции.

Наложение искусственных коронок на раскрытые имплантаты без дефицита мягких тканей во всех случаях осуществлялось по стандартной технологии.

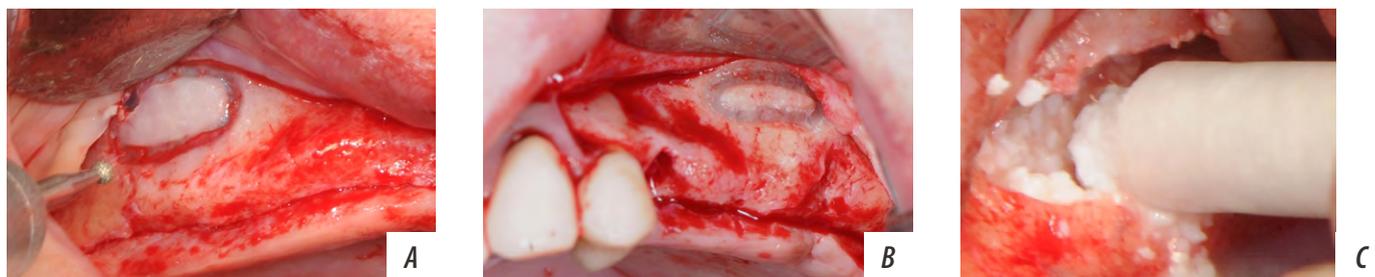


Рис. 3. Этапы выполнения операции: а — стенка верхнечелюстной пазухи с кольцевой канавкой, выполненной с помощью стоматологического бора, б — завершение формирования углубления в костной ткани вплоть до мембраны Шнейдера, пропускающей сине-фиолетовый свет со стороны гайморовой пазухи, с — полость, образованная в альвеолярной кости над сохраненной мембраной Шнейдера, в момент заполнения ксеногенным костнопластическим материалом mp3 (TecnoSS, Италия)

Fig. 3. Stages of the operation: a — wall of the maxillary sinus with an annular groove made with a dental drill, b — stage of completion of formation of a recess in the bone up to the Schneider's membrane transmitting blue-violet light from the side of the maxillary sinus, c — cavity formed in the alveolar bone above the preserved Schneider's membrane, at the moment of filling with xenogenic bone-plastic material mp3 (TecnoSS, Italy)

У 942 пациентов с существенным дефицитом мягких тканей наложение коронок на раскрытые имплантаты тоже осуществлялось по стандартной технологии, а у 489 пациентов с аналогичным существенным дефицитом мягких тканей этот этап выполняли по оригинальному российскому методу (патент № 2558996, действ. с 05.06.2014). Его сущность сводилась к выбору аутогенного биоматериала, подготовке из него трансплантата-трансформера в виде круга с отверстием по середине и к его последующему круговому наложению на внедренный имплантат (рис. 4, 5).

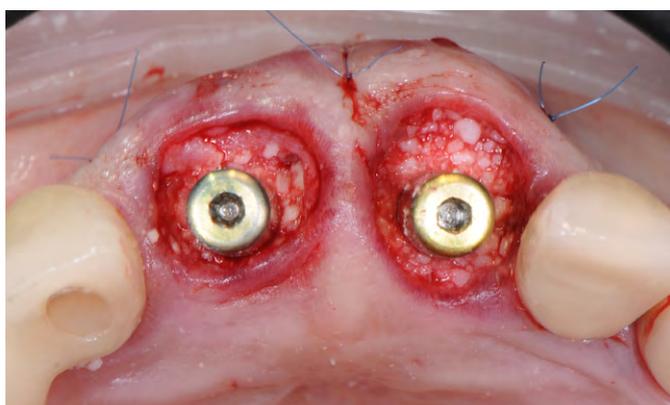


Рис. 4. Два перфорированных аутогенных трансплантата-трансформера надеты вокруг двух имплантатов и прикреплены к десне хирургическими швами

Fig. 4. Two perforated autogenous graft-transplants dressed around of 2 implanted implants and attached to the gingiva with surgical sutures



Рис. 5. Результат удачного приживления двух аутогенных трансплантатов-трансформеров, исключающий наличие пришеечных щелей под искусственными коронками резцов

Fig. 5. Result of successful engraftment of 2 autologous transposable grafts, excluding the presence of cervical gaps under the incisor artificial crowns

При статистической обработке результатов для определения нормальности распределения использовали критерий Краскела—Уоллиса и  $U$ -критерий Манна—Уитни. Для обнаружения статистически значимой разницы между группами использовали парный  $t$ -критерий Стьюдента. Статистически значимым считали  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Эффективная и безопасная имплантация была возможна не у всех пациентов с частичной потерей зубов и значительной атрофией костных и мягких тканей. Надежная фиксация имплантатов при чрезмерно большой атрофии костной ткани челюсти требовала предварительной пластики объема костной ткани за счет трансплантации соответствующим биоматериалом. Для трансплантации были использованы аутогенные костные и ксеногенные биоматериалы. Регистрация продолжительности хирургической трансплантации показала, что самые продолжительные операции были выполнены у пациентов с чрезмерно выраженной атрофией кости в боковых отделах верхней челюсти, возникшей из-за полного и длительного отсутствия боковых зубов. В таких случаях проводили поднятие дна гайморовой пазухи. Его продолжительность при трансплантации аутогенных костных и ксеногенных биоматериалов в сопоставимых условиях в среднем составила около 2,5 и 1,5 ч соответственно.

В частности, продолжительность указанной операции при трансплантации аутогенных костных материалов составила  $2,33 \pm 0,11$  ч ( $n=177$ ). Причиной большой продолжительности операции при трансплантации аутогенных костных материалов стало предварительное вмешательство, которое проводилось с целью иссечения костного материала из здорового участка тела пациента. Этот костный материал затем использовался при основной операции, целью которой являлась трансплантация.

Для иссечения будущего трансплантата использовались внутриротовые источники костных тканей пациентов. Продолжительность операции по иссечению костного материала составила  $0,96 \pm 0,09$  ч ( $n=177$ ). При этом приживление трансплантированной аутогенной кости наступило только у 147 пациентов, составив 83%. Из этого следует, что у каждого 6-го пациента иссечение костного материала и его последующая трансплантация проводили повторно. Причем повторная трансплантация осуществлялась через 3—4 месяца после первой неудачной альвеолопластики. При этом было установлено, что иссечение костного материала из здоровой части тела пациента неизбежно расширяло объем вмешательства и вызывало травму тканей здорового участка как при первой, так и при второй попытке. При этом каждая операция требовала применения местных анестетиков, а само иссечение тканей сопровождалось острым кровотечением и требовало закрытия хирургической раны с помощью наложения хирургических швов с применением шовных материалов и инструментов.

Исследование динамики рентгеновской плотности аутогенного трансплантата после альвеолопластики показало, что в первые 2 месяца после трансплантации он подвергался атрофии и на верхней, и на нижней челюсти. Процесс регенерации кости в месте трансплантации начинался через 3 месяца и окончательно завершался через 6—9 месяцев после альвеолопластики. Поэтому в данной группе пациентов имплантация осуществлялась

с отсрочкой не менее чем на полгода. Только после этого срока создавались условия для успешной имплантации. Продолжительность денальной имплантации в среднем составила  $1,46 \pm 0,08$  ч ( $p \leq 0,05$ ,  $n=788$ ).

С 2008 по 2022 г. трансплантация проводилась с пересадкой костнопластических ксеногенных биоматериалов. При этом было отмечено, что они имеют большой срок хранения, полностью готовы к пересадке, имеют высокую приживаемость при трансплантации, не подвергаются атрофии, сохраняют свои каркасные свойства и стимулируют регенерацию кости после пересадки. В частности, для поднятия дна верхнечелюстной пазухи, увеличения объема кости и высоты альвеолопластики верхней челюсти применяли материалы  $\text{tr3}$  и Gen-Os (Tecross, Италия), а для прикрытия оголенной мембраны Шнейдера в костном окне верхней челюсти — материал Evolution (Tecross, Италия). При последней операции с трансплантацией биоматериалов у 597 пациентов 683 операции были выполнены справа на верхней челюсти. Продолжительность операции поднятия дна синуса с трансплантацией биоматериала в этой группе пациентов составила 1,27 ч ( $p \leq 0,05$ ; см. таблицу).

Результаты рентгеновского исследования показали, что выполненная трансплантация костнопластических ксеногенных биоматериалов обеспечила остеофикацию ткани в ожидаемые сроки после 642 из 683 поднятий дна пазухи у 562 из 597 пациентов, т.е. в 94% случаев. На основании полученных результатов у 380 пациентов, имевших высоту альвеолярного отростка верхней челюсти 2,0 мм, выполнена альвеолопластика по общепринятому методу с трансплантацией ксеногенных биоматериалов. Результаты показали приживление трансплантатов, регенерацию костной ткани и качественную остеоинтеграцию имплантатов с первой попытки у 357 пациентов. Однако из 380 стандартных операций поднятия дна пазухи в 95 случаях (в 25%) была допущена перфорация мембраны Шнейдера.

Поскольку известные методы поднятия дна пазухи лишены критерия адекватности углубления стоматологических инструментов в кость верхней челюсти при ее отслаивании от мембраны Шнейдера, было решено исследовать возможность дополнительной подсветки мембраны Шнейдера со стороны верхнечелюстной пазухи при ее освещении с помощью назофарингоскопа. Опыт его применения у 10 пациентов с отсутствием боковых зубов и умеренной атрофией кости верхней челюсти доказал возможность эффективного просвечивания оголенной мембраны Шнейдера со стороны пазухи. При исследовании различных длин световых волн предпочтение было отдано свету с длиной волны, соответствующей диапазону сине-фиолетового спектра.

Проведенные нами теоретические расчеты показали перспективу просвечивания твердых и мягких тканей

верхней челюсти при указанной операции с помощью холодного сине-фиолетового света. Затем нам удалось разработать способ синус-лифтинга при денальной имплантации (патент № 2397719, действ. с 20.04.2009). Его сущность сводится к тому, что предварительно верхнечелюстная пазуха освещается изнутри холодным сине-фиолетовым светом с соответствующей стороны полости носа, а формирование в кости челюсти кольцевой канавки с помощью стоматологического бора и последующее отслаивание от кости мембраны Шнейдера с помощью распатора проводится при непрерывном визуальном контроле динамики освещенности тканей под рабочими концами инструментов, которые углубляются в кость только до момента появления пятна сине-фиолетового цвета под ними. Дело в том, что появление освещенной сине-фиолетовым цветом ткани под хирургическими инструментами свидетельствует об оголении мембраны Шнейдера, так как костные ткани не обладают прозрачностью, поэтому не пропускают свет из верхнечелюстной пазухи, а мембрана Шнейдера прозрачна и бесцветна, поэтому светопроницаема.

Вышеуказанный способ был применен при 221 операциях у 208 пациентов. Результаты показали, что формирование углубления в костных тканях челюсти в условиях освещенности гайморовой пазухи сине-фиолетовым светом во всех случаях обеспечивало зрительное определение момента обнажения мембраны Шнейдера (за счет удаления с ее наружной поверхности костных тканей). Применение разработанного способа позволило избежать перфорации мембраны Шнейдера и инфицирования пазухи при операции во всех случаях без исключения, как при формировании канавки с помощью бора, так и при отслаивании мембраны от кости с помощью распатора. При этом было полностью подтверждено, что появление прозрачной сине-фиолетовой мембраны под хирургическими инструментами является симптомом максимально допустимого и безопасного углубления в костную ткань челюсти при поднятии дна верхнечелюстной пазухи.

Результаты инфракрасного мониторинга динамики локальной температуры тканей в области операционного поля показали, что локальная температура тканей в этой области существенно уменьшается с +37

#### Продолжительность хирургической операции поднятия дна гайморовой пазухи с трансплантацией аутогенных и ксеногенных биоматериалов и продолжительность последующей операции денальной имплантации (в часах)

Duration of maxillary sinus floor elevation surgery with autogenous and xenogenous biomaterial grafting and subsequent dental implant surgery (in hours)

Операция	При трансплантации аутогенных биоматериалов ( $n=177$ )	При трансплантации ксеногенных биоматериалов OsteoBiol ( $n=683$ )
Иссечение костной ткани	$0,96 \pm 0,09$	—
Синус-лифтинг с трансплантацией ткани	$2,33 \pm 0,11$	$1,27 \pm 0,07^*$
Денальная имплантация	$1,46 \pm 0,08^*$	—

Примечание. \* — различия статистически достоверно значимы ( $p \leq 0,05$ ).

до  $+32-28^{\circ}\text{C}$  с самого начала операции и остается ниже нормы на всем ее протяжении. Было обнаружено, что охлаждение тканей на  $5-10^{\circ}\text{C}$  начинается с момента первой инъекции раствора местного анестетика в эту область. Причина развития зоны постинъекционной локальной гипотермии заключается в том, что инъекция осуществляется лекарственным раствором, имеющим комнатную температуру  $+24-26^{\circ}\text{C}$  и содержащим в своем составе вазоконстриктор. Кроме этого, было показано, что хирургические инструменты, трансплантаты и имплантаты тоже вводили в хирургическую рану без подогревания до температуры тела, поэтому они имели комнатную температуру и тоже охлаждали ткани в области раны. Помимо этого, воздух помещения и ирригационные жидкости тоже имели температуру около  $+25^{\circ}\text{C}$ , они тоже поддерживали локальную гипотермию в области хирургической операции в пределах  $+24-32^{\circ}\text{C}$ . Было обнаружено, что после завершения хирургических операций локальная температура в области раны постепенно повышалась и достигала нормы через 2–7 минут, после чего на протяжении 0,5–1,5 ч после завершения операции повышалась до  $+37,5-38,1^{\circ}\text{C}$ , а затем сохранялась на этом уровне 1–2 дня после операции.

В некоторых случаях после завершения хирургической операции на лицо пациента накладывали охлаждающий пакет. Нами изучена динамика локальной температуры тканей с помощью тепловизора. Полученные результаты показали, что охлаждающий пакет, приложенный к коже щеки пациента в области проекции установленных ему трансплантата и имплантата, вызывал разнонаправленное изменение местной температуры в коже щеки и в тканях челюсти внутри закрытой полости рта, в области проекции пакета со льдом. В частности, под охлаждающим пакетом кожная температура понижалась, формируя зону локальной гипотермии, в которой ткани имели температуру в диапазоне  $+12-18^{\circ}\text{C}$ , а в тканях челюсти местная температура повышалась, формируя зону локальной гипертермии в диапазоне  $+38,5-38,9^{\circ}\text{C}$ .

Для оптимизации технологии индивидуально-го применения охлаждающего пакета и его фиксации на щеке пациента нами разработана оригинальная компрессионная охлаждающая маска для лица (патент № 2682473, действ. с 10.01.2018). Она выполнена в виде надеваемой на лицо и носимой безразмерной маски с карманами для размещения в них охлаждающих пакетов. На протяжении 2019–2022 гг. мы накопили опыт использования разработанной компрессионной охлаждающей маски у 563 пациентов после различных хирургических стоматологических операций. Полученные результаты свидетельствуют о высокой функциональной эффективности данного устройства.

После удачной трансплантации и имплантации мы тщательно изучали процесс наложения искусственных коронок на имплантаты у 1780 пациентов. При этом у 1392 пациентов был выявлен чрезмерно выраженный дефицит мягких тканей в пришеечной области,

что стало причиной образования щели между мягкими тканями челюсти и пришеечной частью коронки после ее наложения на имплантат. В связи с этим было решено восполнить дефицит мягких тканей десны с помощью аутогенной трансплантации со специальной противощелевой формой.

Нам удалось разработать специальную выкройку для такого трансплантата и оригинальную технологию одномоментной трансплантации вкруговую вокруг вживленного имплантата. Для этого был предложен трансплантат в форме перфорированного круга с величиной отверстия, соответствующей внешнему диаметру имплантата. Одновременно была разработана технология одномоментной трансплантации такого биоматериала вкруговую вокруг вживленного имплантата. Она заключается в том, что для эффективного увеличения объема мягких тканей вокруг внедренного имплантата трансплантат должен иметь уплощенную форму с утолщением посередине в форме валика, в центральной части которого должен быть сделан поперечный разрез с возможностью его превращения в отверстие для надавливания на имплантат. Поэтому разрез должен иметь размеры, создающие отверстие диаметром, соответствующим диаметру имплантата. Затем готовый трансплантат такой формы укладывают вокруг имплантата (патент № 2558996, действ. с 05.06.2014).

Указанная разработка была применена при наложении имплантационных коронок на имплантаты у 489 пациентов с потерей боковых зубов и выраженной атрофией мягких тканей нижней челюсти. Аутогенный трансплантат удачно прижился у 483 пациентов после первой трансплантации. В 6 случаях трансплантат был утрачен. Однако осуществленная затем повторная трансплантация завершилась удачным приживлением и устранила пришеечную щель под коронкой.

При этом у всех 489 пациентов данной группы перед применением разработки было констатировано выпячивание мягких тканей менее чем на 1 мм над заглушкой имплантата. На каждый имплантат накладывали «фар-тук» из соединительнотканного биооптата, иссеченного из бугорка верхней челюсти пациента, придав ему форму перфорированного круга необходимой толщины и размера. После этого трансплантат плотно накладывали на имплантат и размещали его в расправленном виде внутри искусственной полости в мягких тканях, а затем рану ушивали. Результаты профилактики дефекта дентальной имплантации оценивали на протяжении 2 лет после проведенной операции. Установлено, что применение разработанного способа гингивопластики при дентальной трансплантации привело к профилактике щелей между искусственными коронками и мягкими тканями у всех 489 пациентов.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящее исследование посвящено оценке эффективности и безопасности аутогенных и ксеногенных биоматериалов OsteoBiol, оптимизации метода

их использования при дентальной трансплантации для последующей имплантации титановых имплантатов Replace Select при потере зубов и значительной атрофии твердых и мягких тканей челюстей пациентов. Акцент ставился на оптимизацию трансплантации, имплантации и наложения имплантационных коронок. Дело в том, что эти методы трансплантации и имплантации могут считаться наиболее перспективными, уменьшающими число осложнений, финансовые и временные затраты, укорачивающими суммарную продолжительность оказания квалифицированной медицинской помощи, а также повышающими привлекательность предлагаемой стоматологической помощи для пациентов [28].

Результаты нашего исследования показали, что у пациентов с потерей зубов и значительной атрофией костных и мягких тканей надежная имплантация нередко возможна только при предварительном восстановлении костного дефекта с помощью трансплантации биоматериала. С этой целью широко применяется трансплантация аутогенного костного материала [5]. Тем не менее результаты наших исследований показали, что применение аутогенных биоматериалов не обеспечивает срочное формирование прочного каркаса, без которого невозможна устойчивость имплантатов. Поэтому имплантация в один хирургический этап невозможна. К тому же аутогенная трансплантация расширяет область и усугубляет тяжесть операции. Дело в том, что использование аутогенных трансплантатов требует предварительного хирургического иссечения материала из выбранного здорового участка тела пациента со всеми вытекающими последствиями.

Кроме этого, результаты показали, что последующая имплантация с надежной устойчивостью имплантатов была возможна только после подтверждения окончательного завершения процесса костной регенерации в области трансплантации аутогенной костной массы. Для этого необходимо было провести своевременное рентгеновское исследование. Дело в том, что трансплантация аутогенных биоматериалов не обеспечивала срочное формирование прочного каркаса в месте пересадки, поскольку после удачной пересадки аутогенный костный материал первоначально подвергался атрофии, которая продолжалась около 2 месяцев [29]. Исследование подтвердило, что осязаемая регенерация костной ткани наступала не ранее чем через 3 месяца и окончательно завершалась не ранее чем через 6 месяцев после трансплантации [30]. Поэтому при трансплантации аутогенным костным материалом внедрение имплантатов проводилось во время второго этапа операции. Результаты показали, что надежная устойчивость имплантатов, внедренных во время второго хирургического этапа, была невозможна ранее 3 месяцев после удачной трансплантации, а у некоторых пациентов была возможна только через 6—9 месяцев после трансплантации.

Таким образом, при потере зубов у пациентов, сопровождаемой значительной атрофией костной ткани, трансплантация аутогенных материалов обеспечивала

удачное восстановление отсутствующей костной массы в 73% случаев. Однако перед трансплантацией была необходима предварительная операция в здоровой части тела (донорской) пациента, из которого иссекался фрагмент кости. Затем ожидали успешное приживание трансплантата с последующим формированием прочного каркаса в результате окончательной регенерации кости на протяжении 6—9 месяцев после трансплантации. Только после этого создавались условия для оптимальной имплантации, завершающейся надежной устойчивостью имплантата.

В свою очередь, полученные нами результаты показали высокую безопасность и эффективность трансплантации, осуществляемой с использованием ксеногенных биоматериалов. В частности, опыт их использования показал высокую сохранность ксеногенных биоматериалов при хранении, полную готовность для немедленной пересадки при дентальной трансплантации, высокую приживаемость, а также стимулирующее действие на регенерацию кости после пересадки. Однако в первый период применения этого биоматериала при поднятии дна пазухи, которая традиционно выполняется при необходимости увеличения объема кости в верхней челюсти, нами выявлен недостаток, связанный с высокой вероятностью перфорации мембраны Шнейдера [25]. Проведенный анализ показал, что известные методы данной операции лишены критерия безопасности углубления стоматологических инструментов в кость верхней челюсти при ее отслаивании от мембраны Шнейдера. С целью разработки новых критериев безопасности нами проведены исследования динамики светопроходимости тканей в области операции в широком диапазоне спектра излучения.

Результаты позволили отдать предпочтение видимому спектру излучения. Было показано, что критерий безопасности поднятия дна пазухи может быть получен за счет диафаноскопии верхнечелюстной пазухи с помощью назофарингоскопа сине-фиолетовым светом.

Оказалось, что размещение назофарингоскопа в носу напротив естественного отверстия в пазуху позволяет освещать ее, просвечивать оголенную мембрану Шнейдера во время операции и по степени освещенности дна выполненного углубления оценивать его толщину. Полученные результаты легли в основу нового способа поднятия дна пазухи (патент № 2397719, действ. с 20.04.2009). Его сущность заключается в том, что формирование кольцевой канавки с помощью стоматологического бора и последующее отслаивание костной ткани от мембраны Шнейдера внутри сформированного кольца с помощью распатора производится при непрерывном визуальном контроле степени освещенности тканей внутри выбранного участка в условиях подачи сине-фиолетового света в пазуху через естественное отверстие в медиальной стенке полости носа. При этом бор и распатор углубляют в костные ткани только до момента начала излучения ими сине-фиолетового цвета.

Применение разработанного способа позволило избежать перфорации мембраны Шнейдера при поднятии

дна пазухи как при формировании канавки с помощью бора, так и при отслаивании мембраны от кости с помощью распатора во всех случаях без исключения. Дело в том, что диафаноскопия мембраны Шнейдера холодным сине-фиолетовым светом со стороны гайморовой пазухи дает врачу информацию о толщине тканей в дне выполненного углубления, поскольку костная ткань верхней челюсти непрозрачна, а мембрана Шнейдера прозрачна и фактически бесцветна. Поэтому формирование с помощью хирургических инструментов канавки в кости и отслаивание от нее мембраны Шнейдера в проходящем свете является способом контроля толщины кости и сохранности указанной мембраны. Было показано, что появление светящейся сине-фиолетовым светом ткани в дне углубления, выполняемого путем послойного удаления костной ткани, является критерием оптимальности величины углубления. Полученные результаты показали, что формирование углубления в костных тканях в условиях освещенности гайморовой пазухи обеспечивает зрительное определение момента обнажения мембраны Шнейдера (за счет удаления с ее наружной поверхности костных тканей), что обеспечивает своевременную остановку процесса углубления в костную ткань, исключает перфорацию мембраны Шнейдера и инфицирование гайморовой пазухи.

Помимо этого, результаты использования ксеногенных биоматериалов подтвердили принципиальную возможность их использования для надежной устойчивости титановых имплантатов. Для обоснования этой возможности были проведены лучевые исследования динамики рентгеновской плотности пересаженных тканей. Результаты показали, что трансплантация костнопластических ксеногенных биоматериалов уменьшала пропускную способность тканей для рентгеновских лучей во всех случаях сразу же после трансплантации. Эти результаты косвенно свидетельствуют об отсутствии атрофии ксеногенных трансплантатов и регенерации костной ткани фактически сразу же после их трансплантации. Полученные данные подтверждали целесообразность трансплантации ксеногенных биоматериалов, особенно при значительной атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти (вплоть до 2,0 мм). Наличие прочного каркаса более всего необходимо для устойчивости имплантата в подобных случаях [31, 32]. Проведенные нами исследования подтвердили указанные преимущества трансплантации ксеногенных биоматериалов.

К этому следует добавить, что проведенный нами инфракрасный мониторинг динамики локальной температуры тканей в области операционного поля показал, что современная техника операций не включает контроль температуры тканей в операционной ране не только при трансплантации и имплантации, но и после них. Оказалось, что вследствие этого формируется локальная гипотермия тканей в области открытой хирургической раны с момента первой инъекции раствора местного анестетика в мягкие ткани. Было также выяснено, что причиной локальной гипотермии тканей

в области открытой хирургической раны является введение в рану инструментов, лекарств и биоматериалов без их подогрева до температуры тела, т.е. холодными (при комнатной температуре), наличие вазоконстриктора в растворе, а также воздух помещения, имеющий температуру около +25 °С. В частности, результаты наших исследований показали, что локальная температура в десне в области планируемой хирургической операции понижалась на 7–11 °С сразу после инъекции в нее растворов местных анестетиков, поскольку они вводятся холодными, а именно — при комнатной температуре.

Дело в том, что современные стандарты инъекций лекарственных растворов не предусматривают их предварительное нагревание до температуры тела, хотя в прежние годы это считалось одним из правил анестезиологии. Затем зона локальной гипотермии в области раны сохранялась на протяжении всего периода операции. Однако по завершении трансплантации и имплантации локальная температура тканей в области хирургического вмешательства на протяжении нескольких минут повышалась сначала до нормы, а затем превышала ее на 0,5–0,8 °С и сохранялась на этом уровне 1–2 дня. По всей вероятности, локальная гипертермия развивалась вследствие очагового воспаления тканей, появляющегося вслед за их механическим раздражением во время хирургической операции. Кроме этого, инфракрасный мониторинг локальной температуры показал, что наложение стандартного охлаждающего пакета к коже щеки пациента в области проекции установленных ему трансплантата и имплантата вызвало разнонаправленное изменение местной кожной температуры щеки и дна полости рта. Если в коже под охлаждающим пакетом развивалась зона локальной гипотермии, то в тканях челюсти формировалась зона очаговой гипертермии. Сообщалось, что при наложении охлаждающего пакета на кожу щеки очаговая гипертермия в тканях челюсти развивается вследствие рефлекторной гиперемии как защитной реакции на местное охлаждение кожи щеки [33]. Для оптимизации применения охлаждающего пакета нами разработана оригинальная компрессионная охлаждающая маска для лица (патент № 2682473, действ. с 10.01.2018).

Параллельно с этим были изучены особенности наложения искусственных коронок на имплантаты при дефиците твердых и мягких тканей челюсти. При введении имплантатов по стандартному способу у некоторых пациентов наблюдался чрезмерно выраженный дефицит мягких тканей [34–36]. Он приводит к образованию щели между десной и пришеечной частью имплантационной коронки после ее наложения на имплантат. Анализ причин показал, что указанный недостаток известных методов дентальной имплантации может быть связан с отсутствием в них биоматериалов в форме специальных выкроек, способных восполнить дефект мягких тканей вокруг имплантата. В связи с гингивопластикой вокруг имплантата нами разработана специальная форма выкройки по специальному лекалу с учетом размера имплантата. Готовый трансплантат

на имплантат укладывается по типу кругового фартука (патент № 2558996, действ. с 05.06.2014).

Разработанный метод придания особой формы используемому аутогенному биоматериалу и его денальной трансплантации при наложении искусственных коронок на имплантаты был применен у 489 пациентов с дефицитом твердых и мягких тканей. Аутогенный трансплантат удачно прижился у 483 пациентов после первой трансплантации. В 6 случаях трансплантат был утрачен. Однако повторная трансплантация у этих пациентов завершилась удачным приживлением. Показано, что при чрезмерно выраженной атрофии мягких тканей в челюсти применение разработанного способа гингиволастики перед наложением имплантационных коронок на имплантаты устранило пришеечную щель под коронкой у всех 489 пациентов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе исследования проведена успешная клиническая апробация авторского способа

диафаноскопии для профилактики повреждений мембраны Шнейдера, а также применены разработанная нами охлаждающая, удобная в использовании послеоперационная маска и авторский способ пластики периимплантатной манжетки с помощью аутоимплантатного кругового фартука с отверстием, надеваемого на имплантат и покрывающего внесенный вокруг него остеотропный трансплантационный материал.

Проведенные клинические испытания коллагенизированного костного материала OsteoBiol (TecnoSS, Италия) доказали его безопасность и высокую пластическую эффективность, хорошую остеотропность и отсутствие атрофии в отдаленные сроки наблюдений.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Поступила:** 19.03.2023      **Принята в печать:** 30.05.2023

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

**Received:** 19.03.2023      **Accepted:** 30.05.2023

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES :

1. Калакуцкий Н.В., Иванов Ю.В., Журавлев И.В., Кошелев В.П., Мищенко С.Н. Использование субпериостального имплантата для протезирования зубов верхней челюсти при выраженной атрофии альвеолярного отростка. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 4: 94—100 [Kalakutsky N.V., Ivanov I.V., Zhuravlev I.V., Koshelev V.P., Mishchenko S.N. Subperiosteal implant for upper jaw dentures in case of severe atrophy of the alveolar ridge. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2022; 4: 94—100 (In Russian)]. [eLibrary ID: 49940621](#)
2. Демьяшкин Г.А., Иванов С.Ю., Чуева А.А., Чувев В.В., Бондаренко Ф.Н., Суворова С.А. Исследование остеопластических свойств нового материала на основе гидроксиапатита. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 4: 106—113 [Demyashkin G.A., Ivanov S.Yu., Chueva A.A., Chuev V.V., Bondarenko F.N., Suvorova S.A. Osteoplastic properties of a new material based on hydroxyapatite. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2022; 4: 106—113 (In Russian)]. [eLibrary ID: 49940623](#)
3. Pröhl A., Batinic M., Alkildani S., Hahn M., Radenkovic M., Najman S., Jung O., Barbeck M. In vivo analysis of the biocompatibility and bone healing capacity of a novel bone grafting material combined with hyaluronic acid. — *Int J Mol Sci*. — 2021; 22 (9): 4818. [PMID: 34062885](#)
4. Saini H., Ackland D.C., Gong L., Cheng, Röhrle O. Occlusal load modelling significantly impacts the predicted tooth stress response during biting: a simulation study. — *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. — 2020; 23 (7): 261—270. [PMID: 31965827](#)
5. Chacon E.L., Bertolo M.R.V., de Guzzi Plepis A.M., da Conceição Amaro Martins V., Dos Santos G.R., Pinto C.A.L., Pelegrine A.A., Teixeira M.L., Buchaim D.V., Nazari F.M., Buchaim R.L., Sugano G.T., da Cunha M.R. Collagen-chitosan-hydroxyapatite composite scaffolds for bone repair in ovariectomized rats. — *Sci Rep*. — 2023; 13 (1): 28. [PMID: 36593236](#)
6. Silva S.K., Plepis A.M.G., Martins V.D.C.A., Horn M.M., Buchaim D.V., Buchaim R.L., Pelegrine A.A., Silva V.R., Kudo M.H.M., Fernandes J.F.R., Nazari F.M., da Cunha M.R. Suitability of chitosan scaffolds with carbon nanotubes for bone defects treated with photobiomodulation. — *Int J Mol Sci*. — 2022; 23 (12): 6503. [PMID: 35742948](#)
7. Kim S.K., Murugan S.S., Dalavi P.A., Gupta S., Anil S., Seong G.H., Venkatesan J. Biomimetic chitosan with biocomposite nanomaterials for bone tissue repair and regeneration. — *Beilstein J Nanotechnol*. — 2022; 13: 1051—1067. [PMID: 36247529](#)
8. Paul N., Jyotsna S., Keshini M.P. Alveolar ridge augmentation using autogenous bone graft and platelet-rich fibrin to facilitate implant placement. — *Contemp Clin Dent*. — 2022; 13 (1): 90—94. [PMID: 35466292](#)
9. Jeng M.D., Chiang C.P. Autogenous bone grafts and titanium mesh-guided alveolar ridge augmentation for dental implantation. — *J Dent Sci*. — 2020; 15 (3): 243—248. [PMID: 32952880](#)
10. Maiorana C., Ferrario S., Poli P.P., Manfredini M. Autogenous chin block grafts in the aesthetic zone: A 20-year follow-up case report. — *Case Rep Dent*. — 2020; 2020: 6525797. [PMID: 32566325](#)
11. Romasco T., Tumedei M., Inchingolo F., Pignatelli P., Montesani L., Iezzi G., Petrini M., Piattelli A., Di Pietro N. A Narrative review on the effectiveness of bone regeneration procedures with OsteoBiol (®) collagenated porcine grafts: The translational research experience over 20 years. — *J Funct Biomater*. — 2022; 13 (3): 121. [PMID: 35997459](#)
12. Saha S., Roy S. Metallic dental implants wear mechanisms, materials, and manufacturing processes: A literature review. — *Materials (Basel)*. — 2022; 16 (1): 161. [PMID: 36614500](#)

13. Markarian R.A., Galles D.P., França F.M.G. Dental implant-abutment fracture resistance and wear induced by single-unit screw-retained CAD components fabricated by four CAM methods after mechanical cycling. — *J Prosthet Dent.* — 2022; 128 (3): 450—457. [PMID: 33640089](#)
14. Jungner M., Lundqvist P., Lundgren S. A retrospective comparison of oxidized and turned implants with respect to implant survival, marginal bone level and peri-implant soft tissue conditions after at least 5 years in function. — *Clin Implant Dent Relat Res.* — 2014; 16 (2): 230—7. [PMID: 22727027](#)
15. Meloni S.M., Lumbau A., Baldoni E., Pisano M., Spano G., Masarelli O., Tallarico M. Platform switching versus regular platform single implants: 5-year post-loading results from a randomised controlled trial. — *Int J Oral Implantol (Berl).* — 2020; 13 (1): 43—52. [PMID: 32186286](#)
16. Huang F., Cheng L., Li J., Ren B. Nanofibrous scaffolds for regenerative endodontics treatment. — *Front Bioeng Biotechnol.* — 2022; 10: 1078453. [PMID: 36578510](#)
17. Akshaya S., Rowlo P.K., Dukle A., Nathanael A.J. Antibacterial coatings for titanium implants: Recent trends and future perspectives. — *Antibiotics (Basel).* — 2022; 11 (12): 1719. [PMID: 36551376](#)
18. Osman M.A., Kushnerev E., Alamoush R.A., Seymour K.G., Yates J.M. Two gingival cell lines response to different dental implant abutment materials: An in vitro study. — *Dent J (Basel).* — 2022; 10 (10): 192. [PMID: 36286002](#)
19. Chokaree P., Poovarodom P., Chaijareenont P., Yavirach A., Rungsiyakull P. Biomaterials and clinical applications of customized healing abutment — A narrative review. — *J Funct Biomater.* — 2022; 13 (4): 2022 Dec 10; 13 (4). [PMID: 36547551](#)
20. Kozakiewicz M., Wach T. Exploring the importance of corticalization occurring in alveolar bone surrounding a dental Implant. — *J Clin Med.* — 2022; 11 (23): 7189. [PMID: 36498764](#)
21. Prati C., Zamparini F., Canullo L., Pirani C., Botticelli D., Gandolfi M.G. Factors affecting soft and hard tissues around two-piece transmucosal implants: A 3-year prospective cohort study. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2020; 35 (5): 1022—1036. [PMID: 32991655](#)
22. Heboyan A., Zafar M.S., Rokaya D., Khurshid Z. Insights and Advancements in Biomaterials for Prosthodontics and Implant Dentistry. — *Molecules.* — 2022; 27 (16): 5116. [PMID: 36014357](#)
23. Gimenez-Gonzalez B., Setyo C., Picaza M.G., Tribst J.P.M. Effect of defect size and tooth anatomy in the measurements of a 3D patient monitoring tool. — *Heliyon.* — 2022; 8 (12): e12103. [PMID: 36561666](#)
24. Sakkas A., Konstantinidis I., Winter K., Schramm A., Wilde F. Effect of Schneiderian membrane perforation on sinus lift graft outcome using two different donor sites: a retrospective study of 105 maxillary sinus elevation procedures. — *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW.* — 2016; 5: Doc11. [PMID: 26955510](#)
25. Beck-Broichsitter B.E., Gerle M., Wiltfang J., Becker S.T. Perforation of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation: a risk factor for long-term success of dental implants? — *Oral Maxillofac Surg.* — 2020; 24 (2): 151—156. [PMID: 32002693](#)
26. Oh K.C., Kim J.H., Woo C.W., Moon H.S. Accuracy of customized prefabricated screw-type immediate provisional restorations after single-implant placement. — *J Clin Med.* — 2019; 8 (4): 490. [PMID: 30978960](#)
27. de Araújo Nobre M. Science, innovation and education as pillars of high-quality implant dentistry: Overcoming challenges through innovation dictates trends. — *J Clin Med.* — 2020; 9 (5): 1575. [PMID: 32455900](#)
28. Parize G., Tunchel S., Blay A., Duailibi-Neto E.F., Kim Y.J., Pallos D. Maxillary reconstruction with xenogeneic bone graft, platelet-rich fibrin, and titanium mesh for rehabilitation with implants: A 5-year follow-up study. — *Case Rep Dent.* — 2022; 2022: 3412190. [PMID: 36397751](#)
29. Gallo P., Díaz-Báez D., Perdomo S., Aloise A.C., Tattan M., Saleh M.H.A., Pelegrine A.A., Ravidà A., Wang H.L. Comparative analysis of two biomaterials mixed with autogenous bone graft for vertical ridge augmentation: A histomorphometric study in humans. — *Clin Implant Dent Relat Res.* — 2022; 24 (5): 709—719. [PMID: 35916287](#)
30. Suwanapong T., Waikakul A., Boonsirisetth K., Ruangsawasdi N. Pre- and peri-operative factors influence autogenous tooth transplantation healing in insufficient bone sites. — *BMC Oral Health.* — 2021; 21 (1): 325. [PMID: 34187446](#)
31. Thangwarawut P., Amornvit P., Rokaya D., Kiattavorncharoen S. Comparison of Different types of static computer-guided implant surgery in varying bone inclinations. — *Materials (Basel).* — 2022; 15 (9): 3004. [PMID: 35591339](#)
32. Castrillo G., Carnicero A., Perera R. Submodelling approach to screw-to-bone interaction in additively manufactured subperiosteal implant structures. — *Int J Numer Method Biomed Eng.* — 2023; 39 (2): e3672. [PMID: 36541118](#)
33. Urakov A.L., Urakova N.A., Reshetnikov A.P., Baimurzin D.Y., Kopylov M.V. Dynamics of the local temperature of skin, inner surface of cheeks and buccal gingiva after the application of an standard instant ice pack to patient's face. — *Thermology International.* — 2018; 28 (2): 99—100.
34. Rozov R.A., Trezubov V.N., Gerasimov A.B., Fedotova A.A., Gamborena I. Analysis of immediate implant placement tactics for maxilla central incisors replacement. — *Parodontologiya.* — 2021; 1: 33—37. [eLibrary ID: 44793756](#)
35. Трезубов В.Н., Булычева Е.А., Чикунов С.О., Розов Р.А., Игнатъева А.А. Особенности и последствия немедленного имплантационного протезирования с помощью протяженных протетических конструкций (обзор). — *Клиническая стоматология.* — 2018; 1 (85): 34—38  
[Trezubov V.N., Bulycheva E.A., Chikunov S.O., Rozov R.A., Ignat'eva A.A. Peculiarities and consequences of the immediate implant prosthetics using extended prosthodontics constructions (review). — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2018; 1 (85): 34—38 (In Russian)]. [eLibrary ID: 32759409](#)
36. Розов Р.А., Герасимов А.Б., Азарин Г.С., Гусев А.В. Замещение дефектов зубного ряда верхней челюсти с использованием имплантационных конструкций с малым количеством опор (3-летнее наблюдение). — *Клиническая стоматология.* — 2020; 4 (96): 67—74  
[Rozov R.A., Gerasimov A.B., Azarin G.S., Gusev A.V. Implant supported rehabilitation on upper jaw with minor amount of fixtures (3 years follow up). — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2020; 4 (96): 67—74 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44476502](#)