



**ПЕРИИМПЛАНТИТ: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И РИСКИ АДАПТАЦИИ ИМПЛАНТАТА
(обзор литературы)**

О.А. ФАРНИЕВА*, Ф.С. ДАТИЕВА*, А.А. АБАЕВ**, М.С. АГАДЖАНЫАН**, В.Э. СИДАКОВА**,
А.Е. БЕТАНОВА**, В.В. ХУБУЛОВА**

*Институт биомедицинских исследований – филиал ФГБУН ФНЦ
«Владикавказский научный центр Российской академии наук» (ИБМИ ВНЦ РАН),
ул. Вильямса, д. 1, с. Михайловское, РСО-А, 363110, Россия
**ФГБОУ ВО «СОГУ» им. К.Л. Хетагурова,
ул. Ватутина, д. 44-46, 362025, г. Владикавказ, РСО-А, Россия

Аннотация. Введение. Дентальная имплантация – одна из самых передовых технологий реабилитации, позволяющая не только повысить качество жизни пациента, но и добиться оптимальных результатов, улучшающих стоматологическое здоровье пациента. Однако до, во время или после установки имплантата, могут формироваться осложнения – периимплантный (периимплантационный) мукозит и периимплантит, которые могут привести к его отторжению. **Цель исследования** – изучение опубликованных научных данных об основных аспектах успешной адаптации имплантата, и факторов, способствующих осложнениям имплантации - периимплантатным заболеваниям для профилактики вероятных рисков дентальной имплантации. **Материалы и методы исследования.** В работе изучены доступные опубликованные научные работы по базам данных: *eLIBRARY, PubMed, Springer, КиберЛенинка* (1993–2024 гг.), проведен анализ исследований, посвященных механизмам интеграции имплантата в процессе дентальной имплантации. **Результаты и их обсуждение.** В процессе интеграции имплантата в костную ткань реципиента формируется феномен «остеоинтеграции», который обеспечивает успешность адаптационных реакций, формирует пока малоизученный феномен «остеоперцепции», улучшающий проприоцептивную информацию, связанную с механорецепторами здоровых тканей вокруг имплантата и обеспечивающий нормализацию жевательной функции. В случае нарушения индивидуальных адаптационных реакций, при наличии факторов риска формируется хронический воспалительный процесс, способствующий потере костной ткани и формированию реакции отторжения имплантата. Для эффективной дентальной имплантации необходимо дальнейшее изучение механизмов адаптации имплантата, снижение влияния факторов риска, осуществление ранней диагностики с периодическим клиническим наблюдением и рентгенологической оценкой текущего статуса по мере необходимости.

Ключевые слова: дентальная имплантация, периимплантный мукозит, периимплантит.

**PERI-IMPLANTITIS: KEY ASPECTS AND RISKS OF IMPLANT ADAPTATION
(literature review)**

O.A. FARNIEVA*, F.S. DATIEVA*, A.A. ABAEV**, M.S. AGADZHANYAN**, V.E. SIDAKOVA**,
A.E. BETANOVA**, V.V. KHUBULOVA**

*Institute of Biomedical Research – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences" (IBMR VSC RAS), 1 Vilyamsa St., Михайловское Village, Republic of North Ossetia–Alania, 363110, Russia

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "K.L. Khetagurov North Ossetian State University (NOSU)", 44–46 Vatutina St., 362025, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia–Alania, Russia

Abstract. Introduction. Dental implantation is one of the most advanced rehabilitation technologies that improves a patient's quality of life as well as achieves optimal outcomes that enhance the patient's oral health. However, complications such as peri-implant mucositis and peri-implantitis may develop before, during, or after implant placement, potentially leading to implant rejection. **The purpose of the study** is to review published scientific data on the main aspects of successful implant adaptation and the factors contributing to implant-related complications - i. e. peri-implant diseases - in order to prevent possible risks of dental implantation. **Materials and Methods.** The study analyzed accessible published scientific literature in the following databases: *eLIBRARY, PubMed, Springer, and CyberLeninka* (1993–2024). The analysis focused on studies related to the mechanisms of implant integration in the process of dental implantation. **Results and Discussion.** During the integration of the implant into the recipient's bone tissue, the phenomenon of "osseointegration" is formed, ensuring the success of adaptive responses. This also contributes to the still poorly understood phenomenon of

"osseoperception," which enhances proprioceptive information through mechanoreceptors in healthy tissues surrounding the implant and contributes to normalizing masticatory function. In cases of impaired individual adaptive responses and the presence of risk factors, a chronic inflammatory process may develop, contributing to bone tissue loss and implant rejection. For effective dental implantation, further research into the mechanisms of implant adaptation is necessary, as well as the reduction of risk factor influence, early diagnostics, and periodic clinical and radiological assessment of the implant status as needed.

Keywords: dental implantation, peri-implant mucositis, peri-implantitis.

Введение. Эстетическая стоматология в настоящее время использует самые передовые технологии реабилитации, позволяющие не только повысить качество жизни пациента, но и добиться оптимальных результатов, улучшающих стоматологическое здоровье пациента. Одним из современных трендов несъемного протезирования является *денральная имплантация* (ДИ), которая использует достижения современных биотехнологий, когда дефекты зубных рядов заменяют зубными *имплантатами* (И), выживаемость которых достигает сегодня 95-97,3% в течение 17-19 лет [3], а потеря костной ткани при ремоделировании кости не превышает 1 мм [43]. Во всем мире денральная имплантация – наиболее активно развивающееся направление хирургической и ортопедической стоматологии.

Тем не менее, с ростом использования денальных имплантатов повышается частота периимплантных осложнений, которые могут возникнуть до, во время или после установки имплантата; чаще всего это – периимплантный (периимплантационный) мукозит (ПМ, первичная стадия инфекционного процесса) и вторичный – *периимплантит* (ПИ) несмотря на то, что разрабатываются новые разнообразные материалы имплантатов, которые препятствуют активации инфекционных агентов [8, 10, 21].

История этих нозологий начинается в 80-х годах прошлого века, когда ПМ был определен как «обратимое воспаление мягких тканей вокруг функционирующего имплантата», а «периимплантит» был описан как «деструктивное воспалительное поражение в области десневой манжетки, поражающее твердые и мягкие ткани остеоинтегрального имплантата, вызывающее потерю костной массы и образование костных карманов вокруг имплантата, с замещением резорбированных участков грануляционной тканью» (рис.) [2, 3, 13].

Цель исследования – изучение опубликованных научных данных об основных аспектах успешной адаптации имплантата, и факторов, способствующих осложнениям имплантации – периимплантным заболеваниям для снижения вероятных рисков денальной имплантации.

Материалы и методы исследования. В работе изучены доступные опубликованные научные работы по базам данных: *eLIBRARY, КиберЛенинка, PubMed, Springer* по ключевым словам: «периимплантный мукозит», «периимплантит», «денральная имплантация».

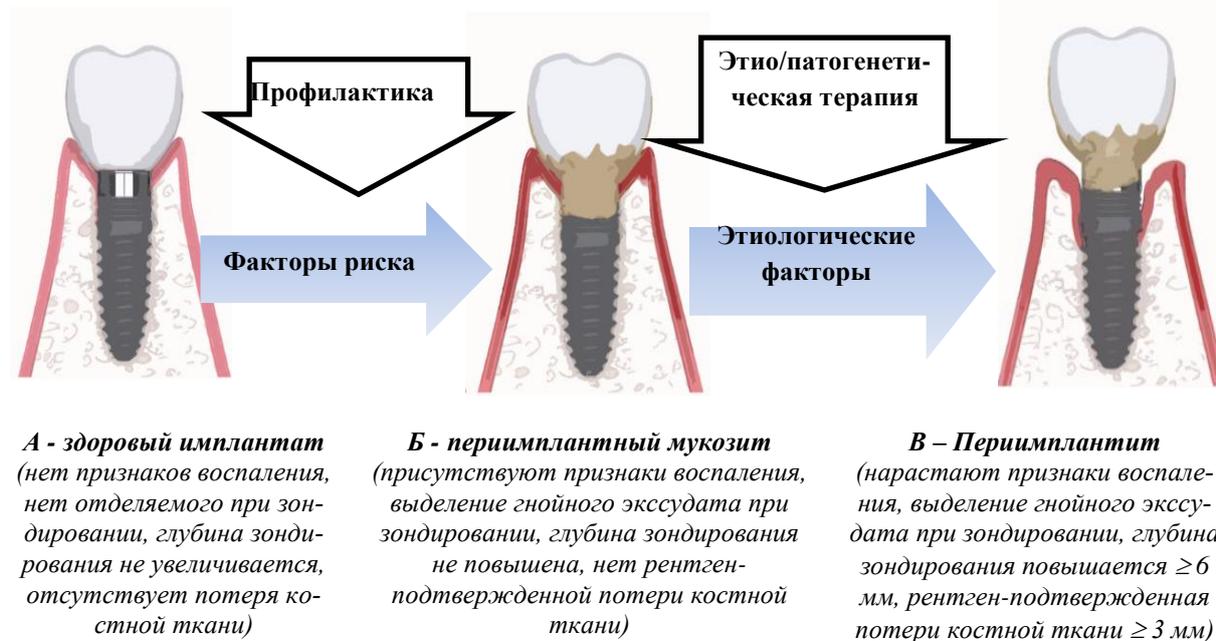


Рис. Клинические характеристики здоровья и заболеваний имплантата ([34], мод.)

Результаты и их обсуждение. Успешность денальной имплантации – адаптации «инородного агента» в физиологические структуры зубочелюстного ряда – зависит от ряда внешних и внутренних

факторов, а также технических особенностей процесса. Важное значение имеет сам процесс интеграции имплантата в костную ткань, при этом формируются ткани, окружающие остеоинтегрированные ден- тальные имплантаты, они называются периимплантными тканями (состоят из мягких и твердых ткане- вых частей). Хирургическая альтерация ткани при проведении остеотомии для установки имплантата запускает серии вторичных реакций в костной ткани, которые приводят к нарушению структуры «кост- ного отсека» вокруг имплантата. По мнению *T. Berglundh* и соавт., «процессы моделирования и ремоде- лирования окружающей твердой ткани к имплантатам занимают несколько недель и приводят к образо- ванию новой кости в контакте с имплантатом, то есть остеоинтеграции» [9]. В процессе заживления раны после установки *имплантата/абатмента* (И) формируются и мягкие ткани, которые называют «слизи- стой оболочкой вокруг имплантата». Твердые ткани при контакте с поверхностью имплантата обеспечи- вают его стабильность. Участок слизистой оболочки, примыкающий к И, представлен т.н. «коронарным отсеком, который выстлан эпителием бороздки, обеспечивая тонкое эпителиальное прикрепление, и «апикальным отсеком», который соприкасается с соединительнотканым участком И. Как описано в ли- тературе, «гистологически эта слизистая оболочка представлена соединительнотканым ядром, чаще покрытым ортокератинизированным эпителием на его внешней поверхности» [5, 34, 33]. Состояние тка- ней, создающих фактическую границу между живой костной тканью и поверхностью имплантата, опре- деляет выживаемость имплантата без воспаления [29, 44].

Эстетическая составляющая – одна часть айсберга, тогда как другая свидетельствует о том, что при потере зуба, во-первых, теряется не только пародонт, но и проприоцептивная механорецепция, которая предоставляет в ЦНС большой объем информации для выполнения адекватной жевательной функции [20]. При потере зуба рецепторы соседних тканей не могут охватить всю проприоцептивную информацию и жевательная функция снижается [7]. При денальной имплантации формируется пока не очень изученный феномен «остеоперцепции», улучшающий проприоцептивную информацию, связанную с механорецепто- рами здоровых тканей вокруг имплантата [28]. Определение феномена представляет «ощущение, возни- кающее при механической стимуляции имплантационного протеза после активации рецепторов кости во- круг имплантата [20]. Затем информация из соседних тканей вместе с остеоперцепцией позволяет демонст- рировать более высокую проприочувствительность, чем при наличии полных съемных протезов [36, 40]. Впервые это явление обнаружил *L. Corpas* и соавт., обнаружив наличие нервных волокон вокруг периим- плантной кости, окружающей зубные имплантаты, извлеченные из-за механического повреждения [15]. Таким образом, в процессе имплантации происходит изменение оральных афферентных путей и коррекция первичной соматосенсорной коры [6, 22]. Позже это было показано на коре головного мозга *P. Habre- Hallage* и соавт. [22], при использовании *функциональной магнитно-резонансной томографии* (фМРТ) при стимуляции опор имплантатов специальными устройствами, чтобы увидеть, как активизируется кора, было показано, что нейронные пути перестраиваются для интеграции имплантата с протезом, что с точки зрения проприорецепции показывает, что денальная имплантация более физиологичный метод, чем полное зуб- ное протезирование.

Необходимо обозначить сложившееся ранее мнение о том, что адаптивная «остеоинтеграция обеспечивается гомеостазом между титановым зубным имплантатом и окружающей костью, и что потеря костной ткани гребня, характерная для периимплантита, является воспалительным процессом, вызван- ным зубным налетом» [11, 24]. Однако сейчас многие авторы считают, что воспаление индуцирует ино- родное тело – имплантат, а потеря костной ткани вокруг имплантата обеспечивается интенсивностью воспаления. Основным различием этих двух научных мнений является отношение к «зубному налету», т.к. вторая группа исследователей считает, что именно воспаление, индуцированное имплантатом (деза- даптивная реакция), играет главную роль в потере костной ткани гребня, что характерно для ПИ. До на- стоящего времени роль частиц металла (титана и продуктов его коррозии) еще плохо изучена, как и от- сутствуют доказательства их первичной роли в развитии отторжения И [11].

При действии факторов риска (табл.) развивающийся ПМ характеризуется воспалительным про- цессом в периимплантатных тканях с кровоточивостью/скоплением гнояного экссудата, которые опре- деляются при зондировании, при этом рентгенологически потеря костной ткани отсутствует (рис. 1, [34]). В этих условиях правильная гигиена способна восстановить основные параметры до нормы [16]. В даль- нейшем формируются более глубокие поражения соединительной ткани, слизистой и кости, приводящие у части пациентов к ПИ и потере имплантатов [4, 39].

Факторы риска денальной имплантации. Развитию ПМ и ПИ способствуют факторы риска, которые условно можно разделить на модифицированные (регулируемые) и немодифицированные (нере- гулируемые) (табл.).

В практике отмечено, что при одномоментной установке нескольких имплантатов, более чем в 50 % случаев происходит отторжение хотя бы одного; если же у пациента в анамнезе был потерян хотя бы один И, тогда вероятность «неуспешности» процесса повышается в 1,3 раза [41], что говорит об опреде- ленных генетически обусловленных факторах, однако корреляция между риском развития ПИ и иссле- дуемыми генетическими полиморфизмами не подтверждается современной литературой [14, 19, 45].

Кроме того, в консенсусном отчете *Всемирной федерации стоматологов (FDI)* о генетических и приобретенных факторах риска ПИ говорится, что «нельзя сделать однозначных выводов о генетической предрасположенности» [18], необходимы более тщательно спланированные исследования, что поможет в выявлении подходящих кандидатов для имплантации. Наличие периимплантита связывают также с полиморфизмами генов (гена *IL-1*, *IL-6* и *TNF7*) [34].

Таблица

Факторы риска периимплантного мукозита и периимплантита

Модифицированные	Немодифицированные
<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие нормальной гигиены полости рта после установки имплантата. 2. Табакокурение* (механизм, с помощью которого табак влияет на остеоинтеграцию и приживление имплантатов, до конца не изучен. Тем не менее, как правило, осложнения возникают из-за отложения фиброзной ткани на границе между костью и имплантатом); 3. Хронический генерализованный пародонтит* 4. Носительство <i>Helicobacter pylori</i> 5. <i>Бисфосфонатная терапия</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Генетическая предрасположенность 2. Возраст 3. Системные воспалительные и соматические заболевания. 4. Сахарный диабет* – сопровождается изменённым иммунным ответом, влияющим как на катаболические и на анаболические процессы заживления костной ткани, включая повышенный остеокластогенез и сниженную активность остеобластов [31, 44]; хроническая гипергликемия вследствие нарушений микроциркуляции ассоциирована с воспалением, оксидативным стрессом, клеточным апоптозом, повышая риск ПИ на 50% выше [13]. 5. Деменция (выявлена положительная связь между деменцией и ПИ – в 2 раза выше [16]).
Ятрогенные (стоматологические) дефекты имплантации*:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>-Избыток цемента, частицы титана и/или железа в окружающих имплантат тканях</i>, т.к. атомы титана повышают дифференциацию Т-лимфоцитов в направлении остеокластического пути [27, 30] и способны менять микробную генетическую экспрессию эпигенетическим метилированием ДНК [12]; 2. <i>Избыточное буккальное/апикальное положение, неправильное положение абатмента</i> [23]; 3. <i>- Особенности имплантата</i> (более гладкая поверхность менее восприимчива к адгезии бактерий, чем шероховатая), грубая шероховатая поверхность имплантата способствует большей потере кости и др. 4. <i>Недостаточный объем кератинизированной слизистой оболочки</i> 5. <i>Неправильная установка имплантата и протезирование</i> – является вторым по значимости этиологическим фактором в развитии периимплантита является установка имплантата при недостаточном количестве костной ткани. Дефицит костной ткани объясняется тем, что при раннем удалении зуба, кость начинает убывать, и при дальнейшей установке имплантата в данную область будет развиваться периимплантит 6. <i>Избыточное давление имплантата на костную ткань</i>, перегрузка при одномоментной имплантации, геометрические параметры имплантата, тип кости, плотность кости (Студенкин Р.В., 2023) 	

Примечание: * – высокая доказательная база [34]

Развитию ПМ и ПИ также способствует инфекционный фактор, преимущественно при недостаточной гигиене, особое значение имеют специфические виды бактерий (*Campylobacter rectus*, *Campylobacter gracilis*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*, *Treponema socranskii*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* и *Staphylococcus aureus*) [32], а также *Candida spp.* [37]; выявлена значимая корреляция с вирусоносительством (цитомегаловирус человека и вирус Эпштейна-Барр), которые распространяются в поддесневом налете периимплантата [25]. Важную роль в развитии инфекционного процесса играет способность некоторых патогенных бактерий (*Streptococcus mitis*, *Streptococcus sanguis* и *Streptococcus oralis*) образовывать биопленки [3, 17].

Ввиду недостаточной изученности механизмов, участвующих и регулирующих процесс интеграции имплантата в костную ткань, несоответствия состава имплантата физиологическим константам естественных зубов, несмотря на все плюсы современных биоматериалов, в ряде случаев, мы имеем дело с ПМ и ПИ. В развитии воспалительных процессов ведущую роль играют иммунологические реакции [35], которые регулируются НЭИМ-системой, обеспечивая индивидуальные адаптационно-приспособительные реакции организма системного и локального уровней. Местные реакции включают активацию, в том числе, цитокиновой системы, регулируемую «информационный перенос» между клетками. Локальные нарушения адаптационных регуляторных реакций при воспалении формируют дисбаланс медиаторов воспаления, в том числе, цитокинов, что нарушает процессы ранозаживления, в данном случае – остеоинтеграцию. Вторичная альтерация разрушает мягкотканые и костные структуры в зоне периимплантации, что может привести к хронизации воспаления и «реакции отторжения» имплантата. ПИ характеризуется также формированием *T*-зависимого иммунодефицитного состояния [1]: снижен пул *T*-лимфоцитов (*CD3+*), а показатели *B*-лимфоцитов и гуморального звена иммунитета (*IgA*, *IgM* и *IgG*) повышены.

По мнению А.Н. Кизим и соавт. (2020), хронизации перифокального воспаления и отторжению И при периимплантите способствует также дисбаланс нейраминонов, снижение глюкозаминогликанов, ферментов СДГ и МАО [2]. Исследователи полагают, что важную роль играет активация матриксных металлопротеиназ, при этом в костной ткани «уровень тканевого ингибитора металлопротеиназы-1 (ТИМП-1) выше концентрации неактивного предшественника матриксной металлопротеиназы-1 (проММП1), что отражает коэффициент ТИМП-1/проММП-1, последний снижается при ранней дезинтеграции внутрикостных дентальных имплантатов». Регуляторами ММП являются ФНО α , ИЛ-1 β , ИЛ-17А.

Воспаление, инициируемое структурными материалами имплантатов, сопровождается активацией макрофагов, запускающих процесс ПОЛ с образованием АФК, высоких концентраций *NO*, последний вызывает нитрозативный стресс, способствуя активации имеющегося воспаления в окружающих тканях челюстно-лицевой области [2]. Нарушение равновесия ПОЛ/АОС приводит к дальнейшей альтерации с резорбцией ткани, что сопровождается накоплением в очаге периимплантита фрагментов коллагена I типа, лактата, серомукоида, а также повышение активности глутаматдегидрогеназы.

Высокая стоимость дентальной имплантации, профилактики и лечения ПИ, распространенность преимплантита, его необратимость, ставят важную задачу, направленную на повышение процента «успешной» имплантации. По результатам работы *Европейской федерации пародонтологии (EFP)* созданы рекомендации по «управлению основными факторами риска периимплантных заболеваний на протяжении всего процесса имплантации» [26, 42]. Среди них: персонализированная оценка риска, первичная и вторичная профилактика (местная, системная)

Правильная гигиена для отдельного пациента является основным ключом к этим профилактическим мерам, которые направлены на устранение и изменение любых соответствующих факторов риска (как местных, так и системных) [42]. Такие профилактические меры начинаются до установки имплантата («первичная профилактика») путем устранения основных факторов риска, которые могут вызвать развитие заболевания (например, профилактика неинфекционных заболеваний (диабет II типа) путем пропаганды здорового образа жизни, такого как отказ от курения, увеличение физической активности и здоровое питание) [42]. После установки имплантата профилактические меры («Первичная профилактика») применяются для поддержания здоровья тканей вокруг имплантата с течением времени и устранения любых факторов риска, которые могут спровоцировать возникновение заболевания, таких как регулярный контроль накопления биопленки вокруг имплантатов и практическое обучение и мотивация пациентов к мерам гигиены полости рта). Затем следует осуществлять раннее управление и контроль периимплантного мукозита для предотвращения прогрессирования периимплантита («Вторичная профилактика») [42].

В настоящее время нет прямых доказательств, оценивающих влияние первичных профилактических (т. е. предимплантационного размещения) или вторичных профилактических (т. е. постимплантационного размещения) вмешательств на развитие и прогрессирование заболеваний вокруг имплантата, однако в исследованиях были выявлены «ограниченные доказательства, подтверждающие гликемический контроль у пациентов с диабетом и регулярный поддерживающий уход за пародонтом/периимплантатом для предотвращения развития периимплантита» [38]. Кроме того, процедуры аугментации, проводимые в местах имплантации с дефицитом кератинизированной слизистой оболочки вокруг имплантата, могут уменьшить воспаление вокруг имплантата и потерю краевой костной ткани [38]. Сегодня можно говорить, что успешная дентальная имплантация – это «успешная» адаптация имплантата в зубочелюстную систему организма, зависящая от целого ряда факторов, в том числе, обеспечивающихся адаптационным ресурсом конкретного индивидуума.

Заключение. Периимплантит, как факт нарушения адаптации организма к имплантату, является серьезным вызовом для специалистов в области стоматологии, однако опыт внедрения зубных импланта-

тов в стоматологическую практику расширяет возможности и методы лечения, ранее недоступные или неосуществимые. Имплантаты повышают качество жизни пациентов, создавая условия для оптимальной проприорецепции, восстанавливая утраченную жевательную функцию, что имеет выраженный адаптивный эффект, в целом. Как естественный зубной ряд страдает от кариеса, пародонтита и других заболеваний, сопровождающихся потерей зубов, так и дентальные имплантаты имеют недостатки с технической, и с биологической точки зрения, приводя к дезадаптивным реакциям. Тем не менее, сегодня в большинстве случаев мы отмечаем стойкий долгосрочный эффект – успешную адаптацию в новых условиях функционирования и, при анализе научных работ становится понятно, что понимание адаптивных процессов в патогенезе реакции отторжения имплантата существенно снизит процент неудачных операций, создаст оптимальные условия для полноценного, несмотря на «искусственное происхождение», функционирования дентального ряда, что убедительно продемонстрировано на практике. Для эффективной дентальной имплантации необходимо дальнейшее изучение механизмов адаптации имплантата, снижение влияния факторов риска, осуществление ранней диагностики с периодическим клиническим наблюдением и рентгенологической оценкой текущего статуса по мере необходимости.

Литература

1. Гараев З. И., Джавадов Р. А., Насирова Х. Б. Снижение риска развития осложнений дентальной имплантации // Современная стоматология. 2014. №2 (59). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-riska-razvitiya-oslozhneniy-dentalnoy-implantatsii> (дата обращения: 04.02.2025).
2. Кизим А.Н., Шумский А.В., Гуленко О.Н., Павлова О.Н. Современные подходы к патогенетическим аспектам имплантологии // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2020. № 2 (44). С. 32-39.
3. Костина И.Н., Яков А.Ю., Костин А.О. Периимплантатный мукозит и периимплантит: эпидемиология, современное понимание клиники и диагностики // Дентальная имплантология и хирургия. 2020. № 3/4 (40/41). С. 50-57.
4. Щнайдер С. А., Прудис А.Г. Клиническая оценка состояния слизистой оболочки полости рта в околоимплантационной зоне в послеоперационном периоде дентальной имплантации у здоровых лиц // Вестник стоматологии. 2015. №1. С.73–5..
5. Araujo M.G., Lindhe J. Peri-Implant Health // J. Periodontol. 2018. №89 (1). P. 249–256. doi:10.1002/JPER.16-0424.
6. Avivi-Arber L., Lee J.C., Sessle B.J. Effects of incisor extraction on jaw and tongue motor representations within face sensorimotor cortex of adult rats // J. Comp. Neurol. 2010. №518. P.1030–1045. doi: 10.1002/cne.22261.
7. Bhattacharjee B., Saneja R., Bhatnagar A. Effect of complete dentures on oral stereognostic ability in edentulous patients: A systematic review // J. Indian Prosthodont. Soc. 2021. №21. P. 109–115. doi: 10.4103/jips.jips_401_20.
8. Barão V.A.R., Costa R.C., Shibli J.A., Bertolini M., Souza J.G.S. Emerging titanium surface modifications: The war against polymicrobial infections on dental implants // Braz. Dent. J. 2022. №33(1). P.1-12. doi: 10.1590/0103-6440202204860.
9. Berglundh T., Jepsen S., Stadlinger B., Terheyden H. Peri-implantitis and its prevention // Clin. Oral Implants Res. 2019. №30(2). P.150-155. doi: 10.1111/clr.13401.
10. Chen L., Tong Z., Luo H., Qu Y., Gu X., Si M. Titanium particles in peri-implantitis: distribution, pathogenesis and prospects // Int. J. Oral Sci. 2023. №15(1). P.49. doi: 10.1038/s41368-023-00256-x.
11. Darby I. Risk factors for periodontitis peri-implantitis // Periodontol. 2000. 2022. №90(1). P.9-12. doi: 10.1111/prd.12447.
12. Daubert D., Pozhitkov A., McLean J., Kotsakis G. Titanium as a modifier of the peri-implant microbiome structure // Clin. Implant Dent. Relat. Res. 2018. №20. P. 945–953. doi: 10.1111/cid.12676.
13. De Oliveira, Paula Gabriela Faciola Pessôa et al. Obesity/Metabolic syndrome and diabetes mellitus on peri-implantitis // Trends in Endocrinology & Metabolism. 2020. №31(8). P. 596 – 610. doi: 10.1016/j.tem.2020.05.005.
14. Dereka X., Mardas N., Chin S., Petrie A., Donos N. A systematic review on the association between genetic predisposition and dental implant biological complications // Clin. Oral Implants Res. 2012. №23 (07). P.775-788. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02329.x.
15. Dos Santos Corpas L., Lambrichts I., Quirynen M., Collaert B., Politis C., Vrielinck L., Martens W., Struys T., Jacobs R. Peri-implant bone innervation: Histological findings in humans // Eur. J. Oral Implantol. 2014. №7. P. 283–292. PMID:25237672.
16. Dreyer H., Grischke J., Tiede C., Eberhard J., Schweitzer A., Toikkanen S. E., Glöckner S., Krause G., Stiesch M. Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review // J. Periodontal. Res. 2018. №53 (5). P.657–681. doi:10.1111/jre.12562.19.

17. Ferreira S.D., Silva G.L., Cortelli J.R., Costa J.E., Costa F.O. Prevalence and risk variables for periimplant disease in Brazilian subjects // *J. Clin. Periodontol.* 2006. №33(12). P.929–935. doi:10.1111/j.1600-051X.2006.01001.x.
18. Fourmousis I., Vlachos M. Genetic risk factors for the development of periimplantitis // *Implant Dent* 2019. №28 (02). P.103-114. doi: 10.1097/ID.0000000000000874.
19. Fransson Ch., Lekholm U., Jemt T., Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants // *Clin. Oral Implants Res.* 2005. №16 (04). P. 440-446. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01137.x.
20. González-Gil D., Dib-Zaitun I., Flores-Fraile J., López-Marcos J. Active tactile sensibility in implant prosthesis vs. complete dentures: a psychophysical study // *J. Clin. Med.* 2022. №11(22). P. 6819. doi: 10.3390/jcm11226819.
21. Gkioka M., Rausch-Fan X. Antimicrobial effects of metal coatings or physical, chemical modifications of titanium dental implant surfaces for prevention of peri-implantitis: a systematic review of in vivo studies // *Antibiotics.* 2024. №13. P. 908.
22. Habre-Hallage P., Dricot L., Hermoye L., Reychler H., van Steenberghe D., Jacobs R., Grandin C.B. Cortical activation resulting from the stimulation of periodontal mechanoreceptors measured by functional magnetic resonance imaging (fMRI) // *Clin. Oral Investig.* 2014. №18. P.1949–1961. doi: 10.1007/s00784-013-1174-1.
23. Hashim D., Cionca N. A comprehensive review of peri-implantitis risk factors // *Curr. Oral Health Rep.* 2020. №7. P.262–273. <https://doi.org/10.1007/s40496-020-00274-2>.
24. Ivanovski S., Bartold P.M., Huang Y.-S. The role of foreign body response in peri-implantitis: what is the evidence? // *Periodontol.* 2000. 2022. №90. P.174-183. doi: 10.1111/prd.12456.
25. Jankovic S., Aleksic Z., Dimitrijevic B., Lekovic V., Camargo P., Kenney B. Prevalence of human cytomegalovirus and Epstein-Barr virus in subgingival plaque at peri-implantitis, mucositis and healthy sites. A Pilot Study // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2011. №40. P.271–276. doi: 10.1016/j.ijom.2010.11.004.
26. Jepsen S., Berglundh T., Genco R., Aass A.M., Demirel K. Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis // *J. Clin. Periodontol.* 2015. №42. P. S152–S157. doi: 10.1111/jcpe.12369.
27. Linkevicius T., Vindasiute E., Puisys A., Linkeviciene L., Maslova N., Puriene A. The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement: A prospective clinical study // *Clin. Oral Implants Res.* 2013. №24(1). P. 71–76. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02453.x.
28. Mishra S.K., Chowdhary R. Evolution of dental implants through the work of per-ingvar branemark: A systematic review // *Indian J. Dent. Res.* 2020. №31. P. 930–956. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_587_18
29. Naujokat H., Kunzendorf B., Wiltfang J. Dental implants and diabetes mellitus—a systematic review // *Int. J. Implant Dent.* 2016. №2. P.5.
30. Noubissi S., Scarano A., Gupta S. A literature review study on atomic ions dissolution of titanium and its alloys in implant dentistry // *Materials.* 2019. №12. P. 368. doi: 10.3390/ma12030368.
31. Papi P., Letizia C., Pilloni A., Petramala L., Saracino V., Rosella D., Pompa G. Peri-implant diseases and metabolic syndrome components: a systematic review // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2018. №22. P. 866–875. doi: 10.26355/eurrev_201802_14364.
32. Persson G.R., Renvert S. Cluster of bacteria associated with peri-implantitis: pathogens in peri-implantitis // *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2014. №16. P.783–793. doi: 10.1111/cid.12052.
33. Renvert S., Persson G.R., Pirih F.Q., Camargo P.M. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: case definitions and diagnostic considerations // *J. Clin. Periodontol.* 2018. № 45. P. S278–S285. doi: 10.1111/jcpe.12956.
34. Scarano A., Khater A.G.A., Gehrke S.A., Serra P., Francesco I., Di Carmine M., Tari S.R., Leo L., Lorusso F. Current status of peri-implant diseases: a clinical review for evidence-based decision making // *J. Funct. Biomater.* 2023. №14. P. 210
35. Schincaglia G.P., Hong B.Y., Rosania A., Barasz J., Thompson A., Sobue T., Panagakos F., Burleson J.A., Dongari-Bagtzoglou A., Diaz P.I. Clinical, immune, and microbiome traits of gingivitis and peri-implant mucositis // *J. Dent. Res.* 2017. №96(1). P.47–55. doi: 10.1177/0022034516668847.
36. Song D., Shujaat S., Constantinus P., Orhan K., Jacobs R. Osseoperception following dental implant treatment: A systematic review // *J. Oral Rehabil.* 2021. №49. P.573–585. doi: 10.1111/joor.13296.
37. Schwarz F., Becker K., Rahn S., Hegewald A., Pfeffer K., Henrich B. Real-Time PCR analysis of fungal organisms and bacterial species at peri-implantitis sites // *Int. J. Implant Dent.* 2015. №1. P. 9. doi:10.1186/s40729-015-0010-6.
38. Sinjab K., Garaicoa-Pazmino C., Wang H.-L. Decision making for management of periimplant diseases // *Implant Dent.* 2018. №27. P. 276–281. doi:10.1097/ID.0000000000000775.
39. Tallarico M., Canullo L., Wang H.-L., Cochran D. L., Meloni S. M. Classification systems for peri-implantitis: a narrative review with a proposal of a new evidence-based etiology codification // *Int. J. OralMaxillofac Implants.* 2018. № 33 (04). P. 871-879. doi: 10.11607/jomi.6242.

40. Tanaka M., Bruno C., Jacobs R., Torisu T., Murata H. Short-term follow-up of masticatory adaptation after rehabilitation with an immediately loaded implant-supported prosthesis: A pilot assessment // *Int. J. Implant. Dent.* 2017. №3. P. 8. doi: 10.1186/s40729-017-0070-x.
41. Tonetti M. S. Determination of the success and failure of root-form osseointegrated dental implants // *Adv. Dent. Res.* 1999. №13. P. 173-180. doi:10.1177/08959374990130010801.
42. Tonetti M.S., Chapple I.L.C., Jepsen S., Sanz M. Primary and secondary prevention of periodontal and peri-implant diseases: introduction to, and objectives of the 11th European Workshop on Periodontology Consensus Conference // *J. Clin. Periodontol.* 2015. №42. P.S1–S4. doi: 10.1111/jcpe.12382.
43. Vandeweghe S., Cosyn J., Thevissen E., Van den Berghe L., De Bruyn H. A 1-year prospective study on Co-Axis implants immediately loaded with a full ceramic crown // *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2012. №14 (1). P. 126–138. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00391.x.
44. Wagner J., Spille J.H., Wiltfang J., Naujokat H. Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update // *Int. J. Implant Dent.* 2022. №8(1). P.1. doi: 10.1186/s40729-021-00399-8.
45. Weyant R.J., Burt B.A. An assessment of survival rates and within-patient clustering of failures for endosseous oral implants // *J Dent Res.* 1993. №72 (01). P. 2-8. doi: 10.1177/00220345930720010201

References

1. Garaev ZI, Dzhavadov RA, Nasirova HB. Snizhenie riska razvitiya oslozhnenij dental'noj implantacii [Reducing the risk of complications of dental implantation]. *Sovremennaya stomatologiya.* 2014; №2 (59). Russian. Kizim AN, SHumskij AV, Gulenko ON, Pavlova ON. Covremennye podhody k patogeneticheskim aspektam implantologii [Modern approaches to pathogenetic aspects of implantology]. *Vestnik medicinskogo instituta "REAVIZ": reabilitaciya, vrach i zdorov'e.* 2020; 2 (44):32-39. Russian.
2. Kostina IN, YAKov AYU, Kostin AO Periimplantatnyj mukozit i periimplantit: epidemiologiya, sovremennoe ponimanie kliniki i diagnostiki [Peri-implant mucositis and peri-implantitis: epidemiology, modern understanding of clinical features and diagnostics]. *Dental'naya implantologiya i hirurgiya.* 2020; 3/4 (40/41):50-57. Russian.
3. Shchnayder SA, Prudius AG. Klinicheskaya ocenka sostoyaniya slizistoj obolochki polosti rta v okoloimplantacionnoj zone v posleoperacionnom periode dental'noj implantacii u zdorovyh lic [Clinical assessment of the condition of the mucous membrane of the oral cavity in a zone of implantation in the postoperative period of dental implantation at healthy persons]. *Vestnik stomatologii / Bulletin of Dentistry.* 2015; 1:73–5. Russian.
4. Araujo MG, Lindhe J. Peri-Implant Health. *J Periodontol.* 2018; 89 (1): S249–S256. doi:10.1002/JPER.16-0424.
5. Avivi-Arber L, Lee JC, Sessle BJ. Effects of incisor extraction on jaw and tongue motor representations within face sensorimotorcortex of adult rats. *J Comp Neurol.* 2010;518:1030–1045. doi: 10.1002/cne.22261.
6. Bhattacharjee B, Saneja R, Bhatnagar A. Effect of complete dentures on oral stereognostic ability in edentulous patients: A systematic review. *J Indian Prosthodont Soc.* 2021;21:109–115. doi: 10.4103/jips.jips_401_20.
7. Barão VAR, Costa RC, Shibli JA, Bertolini M, Souza JGS. Emerging titanium surface modifications: The war against polymicrobial infections on dental implants. *Braz Dent J.* 2022; №33(1):1-12. doi: 10.1590/0103-6440202204860.
8. Berglundh T, Jepsen S, Stadlinger B, Terheyden H. Peri-implantitis and its prevention. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30(2):150-155. doi: 10.1111/clr.13401.
9. Chen L, Tong Z, Luo H, Qu Y, Gu X, Si M. Titanium particles in peri-implantitis: distribution, pathogenesis and prospects. *Int J Oral Sci.* 2023;15(1):49. doi: 10.1038/s41368-023-00256-x.
10. Darby I. Risk factors for periodontitis & peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2022;90(1):9-12. doi: 10.1111/prd.12447.
11. Daubert D, Pozhitkov A, McLean J, Kotsakis G. Titanium as a modifier of the peri-implant microbiome structure. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20:945–953. doi: 10.1111/cid.12676.
12. De Oliveira, Paula Gabriela Faciola Pessôa et al. Obesity/Metabolic syndrome and diabetes mellitus on peri-implantitis. *Trends in Endocrinology & Metabolism.* 2020;31(8):596 – 610. doi: 10.1016/j.tem.2020.05.005.
13. Dereka X, Mardas N, Chin S, Petrie A, Donos N. A systematic review on the association between genetic predisposition and dental implant biological complications. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 (07):775-788. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02329.x.
14. Dos Santos Corpas L, Lambrechts I, Quirynen M, Collaert B, Politis C, Vrielinck L, Martens W, Struys T, Jacobs R. Peri-implant bone innervation: Histological findings in humans. *Eur J Oral Implantol.* 2014;7:283–292. PMID:25237672.

15. Dreyer H, Grischke J, Tiede C, Eberhard J, Schweitzer A, Toikkanen SE, Glöckner S, Krause G, Stiesch M. Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. *J Periodontol Res.* 2018;53(5):657–681. doi:10.1111/jre.12562.19.
16. Ferreira SD, Silva GL, Cortelli JR, Costa JE, Costa FO. Prevalence and risk variables for periimplant disease in Brazilian subjects. *J Clin Periodontol.* 2006;33(12):929–935. doi:10.1111/j.1600-051X.2006.01001.x.
17. Fourmousis I, Vlachos M. Genetic risk factors for the development of periimplantitis. *Implant Dent* 2019;28(02):103–114. doi: 10.1097/ID.0000000000000874.
18. Fransson Ch, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(04):440–446. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01137.x.
19. González-Gil D, Dib-Zaitun I, Flores-Fraile J, López-Marcos J. Active tactile sensibility in implant prosthesis vs. complete dentures: a psychophysical study. *J Clin Med.* 2022;11(22):6819. doi: 10.3390/jcm11226819.
20. Gkioka M, Rausch-Fan X. Antimicrobial effects of metal coatings or physical, chemical modifications of titanium dental implant surfaces for prevention of peri-implantitis: a systematic review of in vivo studies. *Antibiotics.* 2024;13:908. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13090908>.
21. Habre-Hallage P, Dricot L, Hermoye L, Reychler H, van Steenberghe D, Jacobs R, Grandin C.B. Cortical activation resulting from the stimulation of periodontal mechanoreceptors measured by functional magnetic resonance imaging (fMRI). *Clin Oral Investig.* 2014;18:1949–1961. doi: 10.1007/s00784-013-1174-1.
22. Hashim D, Cionca N. A comprehensive review of peri-implantitis risk factors. *Curr Oral Health Rep.* 2020;7:262–273. <https://doi.org/10.1007/s40496-020-00274-2>.
23. Ivanovski S, Bartold PM, Huang Y-S. The role of foreign body response in peri-implantitis: what is the evidence? *Periodontol 2000.* 2022;90:174–183. doi: 10.1111/prd.12456.
24. Jankovic S, Aleksic Z, Dimitrijevic B, Lekovic V, Camargo P, Kenney B. Prevalence of human cytomegalovirus and Epstein-Barr virus in subgingival plaque at peri-implantitis, mucositis and healthy sites. A Pilot Study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40:271–276. doi: 10.1016/j.ijom.2010.11.004.
25. Jepsen S, Berglundh T, Genco R, Aass AM, Demirel K, et al. Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2015;42:S152–S157. doi: 10.1111/jcpe.12369.
26. Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, Linkeviciene L, Maslova N, Puriene A. The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement: A prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):71–76. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02453.x.
27. Mishra SK, Chowdhary R. Evolution of dental implants through the work of per-Ingvar Branemark: A systematic review. *Indian J Dent Res.* 2020;31:930–956. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_587_18.
28. Naujokat H, Kunzendorf B, Wiltfang J. Dental implants and diabetes mellitus—a systematic review. *Int J Implant Dent.* 2016;2:5. <https://doi.org/10.1186/s40729-016-0038-2>.
29. Noubissi S, Scarano A, Gupta S. A literature review study on atomic ions dissolution of titanium and its alloys in implant dentistry. *Materials.* 2019;12:368. doi: 10.3390/ma12030368.
30. Papi P, Letizia C, Pilloni A, Petramala L, Saracino V, Rosella D, Pompa G. Peri-implant diseases and metabolic syndrome components: a systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018;22: 866–875. doi: 10.26355/eurrev_201802_14364.
31. Persson GR, Renvert S. Cluster of bacteria associated with peri-implantitis: pathogens in peri-implantitis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16:783–793. doi: 10.1111/cid.12052.
32. Renvert S, Persson GR, Pirih FQ, Camargo PM. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: case definitions and diagnostic considerations. *J Clin Periodontol.* 2018;45:S278–S285. doi: 10.1111/jcpe.12956.
33. Scarano A, Khater AGA, Gehrke SA, Serra P, Francesco I, Di Carmine M, Tari SR, Leo L, Lorusso F. Current status of peri-implant diseases: a clinical review for evidence-based decision making. *J Funct Biomater.* 2023;14:210. <https://doi.org/10.3390/jfb14040210>.
34. Schincaglia GP, Hong BY, Rosania A, Barasz J, Thompson A, Sobue T, Panagakos F, Burleson JA, Dongari-Bagtzoglou A, Diaz PI. Clinical, immune, and microbiome traits of gingivitis and peri-implant mucositis. *J Dent Res.* 2017;96(1):47–55. doi: 10.1177/0022034516668847.
35. Song D, Shujaat S, Constantinus P, Orhan K, Jacobs R. Osseoperception following dental implant treatment: A systematic review. *J Oral Rehabil.* 2021;49:573–585. doi: 10.1111/joor.13296.
36. Schwarz F, Becker K, Rahn S, Hegewald A, Pfeiffer K, Henrich B. Real-Time PCR analysis of fungal organisms and bacterial species at peri-implantitis sites. *Int J Implant Dent.* 2015;1:9. doi:10.1186/s40729-015-0010-6.
37. Sinjab K, Garaicoa-Pazmino C, Wang H-L. Decision making for management of periimplant diseases. *Implant Dent.* 2018;27:276–281. doi:10.1097/ID.0000000000000775.
38. Tallarico M, Canullo L, Wang H-L, Cochran DL, Meloni SM. Classification systems for peri-implantitis: a narrative review with a proposal of a new evidence-based etiology codification. *Int J OralMaxillofac Implants.* 2018; 33(04):871–879. doi: 10.11607/jomi.6242.

39. Tanaka M, Bruno C, Jacobs R, Torisu T, Murata H. Short-term follow-up of masticatory adaptation after rehabilitation with an immediately loaded implant-supported prosthesis: A pilot assessment. *Int J Implant Dent.* 2017;3:8. doi: 10.1186/s40729-017-0070-x.

40. Tonetti MS. Determination of the success and failure of root-form osseointegrated dental implants. *Adv Dent Res.* 1999;13:173-180. doi:10.1177/08959374990130010801.

41. Tonetti MS, Chapple ILC, Jepsen S, Sanz M. Primary and secondary prevention of periodontal and peri-implant diseases: introduction to, and objectives of the 11th European Workshop on Periodontology Consensus Conference. *J Clin Periodontol.* 2015;42:S1–S4. doi: 10.1111/jcpe.12382.

42. Vandeweghe S, Cosyn J, Thevissen E, Van den Berghe L, De Bruyn H. A 1-year prospective study on Co-Axis implants immediately loaded with a full ceramic crown. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2012;14(1):126–138. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00391.x.

43. Wagner J, Spille JH, Wiltfang J, Naujokat H. Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update. *Int J Implant Dent.* 2022;8(1):1. doi: 10.1186/s40729-021-00399-8.

44. Weyant RJ, Burt BA. An assessment of survival rates and within-patient clustering of failures for endosseous oral implants. *J Dent Res.* 1993;72(01): 2-8. doi: 10.1177/00220345930720010201

Библиографическая ссылка:

Фарниева О.А., Датиева Ф.С., Абаев А.А., Агаджанян М.С., Сидакова В.Э., Бетанова А.Е., Хубулова В.В. Периимплантит: основные аспекты и риски адаптации имплантата (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №3. Публикация 1-6. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-3/1-6.pdf> (дата обращения: 16.05.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-3-1-6. EDN PDITYT*

Bibliographic reference:

Farnieva OA, Datieva FS, Abaev AA, Agadzhanian MS, Sidakova VE, Betanova AE, Khubulova VV. Periimplantitis: osnovnye aspekty i riski adaptacii implantata (obzor literatury)[Peri-implantitis: key aspects and risks of implant adaptation (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2025 [cited 2025 May 16];3 [about 10 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-3/1-6.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-3-1-6. EDN PDITYT

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-3/e2025-3.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY