

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616.314-089.819.845:577.161.2:613.31-08-039.71]:616-037

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-3-246-255>

Поступила в редакцию 17.04.2025

Received 17.04.2025

О. Е. Бекжанова¹, С. П. Рубникович², Ж. Ж. Маннанов¹

¹*Ташкентский государственный стоматологический институт, Ташкент, Республика Узбекистан*

²*Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРИ D-ГИПОВИТАМИНОЗЕ НА ОСНОВЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Несмотря на постоянное совершенствование методов нехирургической и хирургической терапии периимплантита, долгосрочный эффект проблематичен, поскольку даже при положительном эффекте терапии возможен рецидив. Предполагается, что одним из факторов, влияющих на развитие периимплантной патологии, является D-гиповитаминоз.

Цель исследования – разработка модели прогнозирования риска развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом.

Разработанная модель включала такие показатели, как уровень витамина D в сыворотке крови, анатомо-топографическое положение и число имплантатов, возраст, наличие сахарного диабета II типа и соматической патологии воспалительного генеза.

Установлен набор предикторов воспалительных осложнений дентальной имплантации, легко диагностируемый в рутинной практике, который может быть использован для осуществления лечебно-профилактических мероприятий. На основе многофакторной логистической регрессии разработана модель прогноза и ранней диагностики воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом.

Ключевые слова: D-гиповитаминоз; прогностическая модель; анамнестические, демографические, клинические и биохимические предикторы

Для цитирования: Бекжанова, О. Е. Повышение эффективности профилактики воспалительных осложнений после дентальной имплантации при D-гиповитаминозе на основе прогностического моделирования / О. Е. Бекжанова, С. П. Рубникович, Ж. Ж. Маннанов // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук.* – 2025. – Т. 22, № 3. – С. 246–255. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-3-246-255>

Olga E. Bekjanova¹, Sergey P. Rubnikovich², Javlonbek J. Mannanov¹

¹*Tashkent State Dental Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan*

²*Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PREVENTION OF INFLAMMATORY COMPLICATIONS AFTER DENTAL IMPLANTATION IN HYPOVITAMINOSIS D BASED ON PROGNOSTIC MODELING

Abstract. Despite the continuous improvement of methods for the non-surgical and surgical treatment of peri-implantitis, the long-term effect remains problematic. Even with positive effects of therapy, relapse is possible. Hypovitaminosis D is recognized as one of the factors in the development of peri-implant pathology.

The objective of the research was to develop a risk profile for the development of inflammatory complications of dental implantation in patients with hypovitaminosis D based on prognostic modeling.

A model for predicting inflammatory complications of dental implantation has been developed using logistic regression. The final model included vitamin D levels in blood serum, anatomical and topographic position, age, number of implants, the presence of type 2 diabetes mellitus, and somatic pathology of inflammatory origin.

A set of predictors of inflammatory complications of dental implantation has been established, which is easily diagnosed in routine practice and can help in selecting patients for therapeutic and preventive measures. A model was developed for the prognosis and early diagnosis of inflammatory complications of dental implantation in patients with hypovitaminosis D. This model was developed using multifactorial logistic regression.

Keywords: hypovitaminosis D; prognostic model; anamnestic, demographic, clinical and biochemical predictors

For citation: Bekjanova O. E., Rubnikovich S. P., Mannanov J. J. Improving the efficiency of prevention of inflammatory complications after dental implantation in hypovitaminosis D based on prognostic modeling. *Vesti Natsyyanal' nai akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2025, vol. 22, no. 3, pp. 246–255 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-3-246-255>

Введение. Рост использования зубных имплантатов привел к проблемам и осложнениям, таким как заболевания периимплантной зоны [1]. На Всемирном семинаре 2017 г. периимплантит сформулирован как воспаление слизистой оболочки вокруг имплантата с последующей прогрессирующей потерей поддерживающей кости [2, 3]. Периимплантит часто встречается у пациентов с дентальными имплантатами, а его распространенность прогрессирует с течением времени [4–8]. В этой связи важно осуществление поддерживающей терапии, при отсутствии которой происходит прогрессирование периимплантной патологии, что чревато потерей имплантата [9].

Несмотря на постоянное совершенствование методов нехирургической и хирургической терапии периимплантита, долгосрочный эффект проблематичен, поскольку даже при положительном эффекте терапии возможен рецидив [10–14].

Из-за низкой эффективности терапии периимплантита на передний план выходит разработка мер по профилактике данной патологии. В этих условиях основной стратегией становится лечение обратимого предшественника периимплантита – периимплантного мукозита [15, 16]. Данную стратегию необходимо осуществлять одновременно с контролем модифицируемых факторов риска [17, 18].

Этиологическим фактором периимплантита, как и при патологии пародонта, являются микробы зубной биопленки. Периимплантит может возникать самостоятельно, как реакция на инородное тело, уровень которой определяется состоянием организма хозяина [19]. Важно, что патология периимплантных тканей, особенно периимплантит, прогрессирует быстрее, чем при пародонтите, и может возникать при функциональной нагрузке имплантатов уже в течение первого года [20]. Известно, что скорость развития периимплантного мукозита у пациентов колеблется в пределах 23,9–88,0 %, а на имплантатах – 9,7–81,0 %, а скорость развития периимплантита составляет 8,9–45 и 4,8–23,0 % соответственно [21]. Несмотря на единые патогенетические механизмы, эффективность лечения патологии пародонта значительно более успешна. Важно, что регенерация мягких и твердых тканей после потери поддерживающих тканей вокруг имплантата невозможна [22, 23]. Таким образом, для успешной установки имплантата в долгосрочной перспективе более важна профилактика периимплантных заболеваний, чем их лечение. Профилактика этих заболеваний требует четкого понимания этиологии и факторов риска их развития [24]. Знание факторов, которые приводят к периимплантным заболеваниям, имеет решающее значение для поддержания правильного функционирования зубных имплантатов [25–27].

В долгосрочных проспективных исследованиях показано, что заболевания периимпланта связаны со многими факторами риска (женский пол, пародонтит, низкая гигиена полости рта, курение, несоблюдение требований по уходу, наличие менее 16 оставшихся зубов, зубной налет, вестибулярное положение, марка имплантата, мост как тип реставрации и травма как причина потери зубов). Доказана роль системной патологии, включая диабет [28].

В настоящее время в проспективных когортных исследованиях установлено незначительное число истинных факторов риска периимплантита. Как правило, исследования ограничиваются констатацией факторов риска, не разрабатывается многоуровневый прогноз, который включал бы все потенциальные угрозы [29]. Таким образом, актуальным представляется выявление факторов и индикаторов риска развития периимплантных заболеваний и обоснование прогноза развития патологии у определенного контингента пациентов.

Модель, прогнозирующая потенциальное периимплантное заболевание и его тяжесть, позволит врачам и пациентам получать информацию, на основании которой можно принимать обоснованные решения об изменении факторов риска или о выборе альтернативного лечения.

Цель исследования – разработка модели прогнозирования риска развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование проведено на кафедре хирургической стоматологии и дентальной имплантологии Ташкентского государственного стоматологического института в период с 2019 по 2024 г. Пациентам проводились дентальная имплантация и протезная реабилитация с опорой на имплантаты под руководством одного опытного пародонтолога и двух врачей под руководством опытного стоматолога-имплантолога. С июня 2019 г. пациентов вызывали для повторного обследования.

Перед исследованием пациентов информировали о проведении исследования и получали их подписанное информированное согласие.

Характеристика обследованных. *Критерии включения:* пациенты старше 18 лет с одним или несколькими зубными имплантатами, которые наблюдались не менее 12 мес. после нагрузки, имели панорамную рентгенограмму после операции и получали регулярную или нерегулярную поддерживающую терапию в том же отделении, где были установлены имплантаты.

Критерии исключения: пациенты, у которых ранее был диагностирован агрессивный пародонтит; лица с неадекватной (некачественной) рентгенограммой; пациенты, получавшие бисфосфонаты и иммунодепрессанты или терапию антибиотиками в течение 6 мес., а также беременные или кормящие женщины.

До начала исследования были осуществлены комплексные клинические обследования и подтвержден предварительный диагноз D-гиповитаминоза. У всех пациентов осуществлялся забор крови для определения уровня D 25(OH) в сыворотке крови, отражающего общее количество витамина D в организме. В зависимости от степени дефицита этого витамина пациенты были разделены на группы: с выраженным дефицитом витамина ($D < 10$ нг/мл) – 32 пациента, с дефицитом витамина ($11 \leq D < 20$ нг/мл) – 35, с недостаточностью витамина ($21 \leq D < 30$ нг/мл) – 41 пациент; группу контроля составили 40 пациентов с адекватным уровнем витамина в сыворотке крови ($D \geq 30$ нг/мл).

Критерии оценки. Клинические параметры: у каждого пациента учитывали возраст, пол, состояние пародонта (здоров, наличие гингивита или пародонтита) [28], наличие системных заболеваний (сердечно-сосудистые заболевания, гипертония или диабет), прием лекарств, количество зубных имплантатов и частота обслуживания (зарегистрировано два и менее визита на техническое обслуживание в год или ни одного). Пациентов классифицировали на некурящих (никогда не курили или бросили курить в течение как минимум 5 лет) и курящих (< 10 или ≥ 10 сигарет в день).

Для каждого имплантата учитывали следующие данные: расположение (переднее/заднее, верхняя/нижняя челюсть), время функционирования (месяцы), марка имплантата, тип протеза (фиксированный-множественный/одиночный или съемный) и предыдущая процедура наращивания кости (да/нет).

Мягкие ткани вокруг имплантата оценивали с помощью пародонтального зонда, применяя силу небольшой интенсивности (0,25 Н). Регистрировали следующие клинические параметры периимплантата: глубину зондирования кармана (PPD, мм) в шести локализациях каждого имплантата; модифицированный индекс назубных бляшек (PI 0/3); модифицированный индекс кровотечения или десневой индекс (BI 0/3); индекс CAL (0/5) в четырех местах имплантата (вестибуло-лингвальный/небный, мезиально-дистальный); индекс кровотечения при зондировании (BoP 0/3) на шести участках имплантата; количество кератинизированной ткани (КТ, мм) оценивали путем измерения расстояния между зенитом щечно-десенного края и слизистой десневой линией [27] на мезиальной, центральной, дистальной/щечной и лингвальной/нёбной сторонах каждого имплантата. Подвижность имплантата оценивали по 4-балльной шкале.

Диагноз пародонтита формулировали при наличии пародонтальных карманов глубиной ≥ 4 мм с BoP и клинической потерей прикрепления > 2 мм как минимум в двух несмежных межпроксимальных областях.

Клинические исследования проводил один калиброванный исследователь, используя ручной пародонтальный зонд (SPITN-C, градуированный (3-3-2-4), N1065-RF, Nova, Великобритания). Калибровка исследователя осуществлялась на 10 пациентах (не участвовавших в исследовании, с периимплантным мукозитом и периимплантитом). Выбранные клинические параметры периимплантата оценивали в двух отдельных сеансах с интервалом 48 ч. Коэффициенты внутриклассовой корреляции для выбранных показателей варьировались от 0,78 до 0,88.

Формулирование диагноза. Согласно новой классификации 2018 г., периимплантные состояния диагностировались следующим образом: здоровые, периимплантный мукозит и периимплантит [27]. Здоровую периимплантную зону учитывали при отсутствии признаков воспаления мягких тканей вокруг имплантата, отсутствие кровотечения и/или нагноения при осторож-

ном зондирования, отсутствие увеличения глубины зондирования (PPD) по сравнению с таковой в предыдущие посещения и отсутствие рентгенологической потери костной массы (RBL).

Периимплантный мукозит диагностировали при кровотечении и/или нагноении при осторожном зондировании с увеличением или без увеличения периимплантного дефекта по сравнению с предыдущими исследованиями, а также при отсутствии дополнительных изменений RBL, возникших после первоначального ремоделирования кости.

Диагностика периимплантита зависела от наличия или отсутствия предыдущих записей. Периимплантит диагностировали при наличии признаков кровотечения и/или нагноения вокруг имплантата при осторожном зондировании, увеличении PPD по сравнению с таковыми в предыдущих исследованиях и наличия RBL за пределами изменений уровня гребня кости после первоначального ремоделирования кости (≥ 2 мм). При отсутствии предыдущих рентгенологических данных периимплантит диагностировали при наличии кровотечения и/или нагноения при осторожном зондировании ($PD \geq 6$ мм, $RBL \geq 3$ мм) апикально к самой коронковой части внутри кости.

При формулировании диагноза пациента учитывали тяжесть клинического диагноза. У пациента диагностировали периимплантит, если хотя бы у одного имплантата был выявлен периимплантит, и периимплантный мукозит, если у одного имплантата был обнаружен периимплантный мукозит.

Статистический анализ. Распространенность периимплантата, периимплантного мукозита и периимплантита была зарегистрирована у всех пациентов. Проанализированы показатели риска развития периимплантного мукозита и периимплантита. Для всех показателей были указаны отношение шансов (ОШ) и 95%-е доверительные интервалы (ДИ).

Одномерный логистический регрессионный анализ проводился для каждой независимой переменной индивидуально, чтобы определить факторы, связанные с периимплантным мукозитом и периимплантитом. Для многомерной логистической регрессии были выбраны факторы со значениями $p < 0,05$. Чтобы избежать мультиколлинеарности, использовали корреляционный анализ Спирмена. При проведении всех анализов использовали статистическое программное обеспечение SPSS (IBM, версия 22.0, Армонк, Нью-Йорк), статистические различия считали значимыми при $p < 0,05$. Все статистические результаты, полученные с помощью SPSS, были подтверждены статистикой R, а результаты SPSS были использованы в табл. 1–4.

Таблица 1. Анамнестические, демографические, клинические и биохимические предикторы формирования воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом

Table 1. Anamnestic, demographic, clinical and biochemical predictors of the development of inflammatory complications after dental implantation in patients with hypovitaminosis D

Показатель	Тяжесть D-гипотиреоза			Всего с D-гипотиреозом	Контроль (>30 нг/мл)
	<10 нг/мл	>11–<20 нг/мл	21–30 нг/мл		
Пол:					
мужчины	14	15	16	45 (41,66 %)	18 (45,45 %)
женщины	18	20	25	63 (58,33 %)	22 (55,55 %)
Всего	32	35	41	108 (100,0 %)	40 (100,0 %)
Возраст, лет					
18–24	3	3	4	10	4 (10,0 %)
25–34	7	7	8	22	8 (20 %)
35–44	10	12	15	37	13 (30,5 %)
>45	12	13	14	39	15 (37,5 %)
Средний возраст	39,52 ± 1,96	38,41 ± 1,19	39,01 ± 1,95	38,92 ± 1,94	39,21 ± 1,78
Наличие зубов:					
передняя часть нижней челюсти	17 (53,12 %)	26 (74,28 %)	33 (80,49 %)	76 (70,37 %)	28 (70,0 %)
тело нижней челюсти	18 (56,25 %)	27 (77,14 %)	35 (85,37 %)	80 (74,07 %)	29 (72,53 %)
передняя часть верхней челюсти	16 (50,0 %)	25 (71,45 %)	34 (82,93 %)	75 (69,44 %)	30 (75,6 %)

Окончание табл. 1

Показатель	Тяжесть D-гипотиреоза			Всего с D-гипотиреозом	Контроль (>30 нг/мл)
	<10 нг/мл	>11–<20 нг/мл	21–30 нг/мл		
Хроническая патология:					
диабет II типа	6 (18,75 %)	4 (11,43 %)	3 (7,32 %)	13 (12,04 %)	5 (12,50 %)
патология ЖКТ	7 (21,88 %)	6 (17,14 %)	4 (9,76 %)	17 (15,74 %)	5 (12,50 %)
патология ВХД	8 (25,0 %)	7 (20,0 %)	5 (12,20 %)	20 (18,52 %)	7 (14,0 %)
2 патологии	5 (15,62 %)	5 (14,28 %)	3 (7,32 %)	13 (12,04 %)	5 (12,5 %)
3 патологии	4 (12,5 %)	5 (14,28 %)	2 (4,88 %)	11 (10,19 %)	6 (15,01 %)
Социальный статус:					
высокий	24 (75,0 %)	26 (74,29 %)	31 (75,61 %)	81 (75,0 %)	7 (4,0 %)
средний	7 (21,88 %)	7 (20 %)	8 (19,5 %)	22 (20,37 %)	8 (20,0 %)
низкий	1 (3,12 %)	2 (5,71 %)	2 (4,88 %)	5 (4,63 %)	9 (5,54 %)
Курение:					
да	5 (15,63 %)	6 (17,14 %)	7 (17,07 %)	18 (16,67 %)	8 (17,27 %)
нет	27 (84,37 %)	29 (82,86 %)	34 (82,93 %)	90 (83,33 %)	2 (80,0 %)

При помощи математического анализа осуществлен поиск наиболее значимых предикторов формирования воспалительных осложнений дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом.

С этой целью проанализированы анамнестические и клинические признаки, полученные из первичной медицинской документации (данные опроса).

Проанализированы клинические и анамнестические признаки в двух группах пациентов: в основной (1-я группа – 108 пациентов с верифицированным D-гиповитаминозом) и группе сравнения (2-я группа, включавшая 40 пациентов с нормальным уровнем витамина D в сыворотке крови). Таким образом, на основании ретроспективного когортного сравнительного исследования при помощи сплошной выборки осуществлены факторный анализ и многофакторная логистическая регрессия всех доступных для анализа показателей. Таким образом, выявленные в ходе анализа медицинской документации, данных опроса и анкетирования клинически значимые признаки использованы для математической модели прогнозирования риска воспалительных осложнений дентальной имплантации при D-гиповитаминозе.

Методом логистического регрессионного анализа выявлены наиболее значимые из изученных факторов, определяющие возможное развитие воспалительных осложнений после дентальной имплантации в исследуемой выборке.

Таблица 2. Прогностическая значимость анамнестических, демографических, клинических и биохимических предикторов формирования воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом

Table 2. Prognostic significance of anamnestic, demographic, clinical and biochemical predictors of the formation of inflammatory complications after dental implantation in patients with hypovitaminosis D

Фактор	Предикторный признак	χ^2	<i>p</i>
X1	Наличие D-гиповитаминоза	9,307	<0,003
X2	Анатомо-топографическая локализация	9,205	<0,003
X3	Патология пародонта	8,611	<0,004
X4	Возраст	8,408	<0,003
X5	Число имплантатов	7,680	<0,006
X6	Диабет II типа	8,952	<0,003
X7	Соматическая патология	8,527	<0,003

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных исследований установлены предикторы риска воспалительных осложнений дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом, не описанные в ранее представленных моделях прогнозирования.

Методом логистической регрессии выделены анамнестические, клинические и биохимические предикторы, позволяющие прогнозировать развитие воспалительных осложнений после дентальной

Таблица 3. Уровни кодов квалификационных показателей прогноза риска развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом

Table 3. Levels of codes of qualification indicators for predicting the risk of developing inflammatory complications after dental implantation in patients with hypovitaminosis D

Фактор X	Предикторный признак	Код	
X1	Уровень витамина D в сыворотке крови, нг/мл:		
	>30	0	
	21–30	1	
	11–20	2	
X2	Анатомо-топографическая локализация витамина D:		
		резцы верхней челюсти	0
		премоляры нижней челюсти	1
		премоляры верхней челюсти	2
X3	Патология пародонта:		
		здоров	0
		генерализованный пародонтит легкой степени	1
		генерализованный пародонтит средней степени	2
X4	Возраст, лет:		
		<30 лет	0
		31–34	1
		35–44	2
X5	Число имплантатов:		
		<3	0
		>4	1
		5–6	2
X6	Диабет II типа отсутствует		
		Диабет I типа	0
		Диабет II типа	2
		Диабет, 2–3 сомат. заб.	3
X7	Соматическая патология воспалительного генеза отсутствует		
		1 заболевание	1
		2 заболевания	2
		3 заболевания	3

имплантации уже на этапе подготовки к имплантации, что особенно актуально для пациентов с D-гиповитаминозом.

Многофакторность этиологии воспалительных осложнений, сложный патогенез не позволяют установить пусковой механизм, определяющий формирование мукозита и периимпланта, что диктует необходимость учета всех прогностически значимых предикторов в их взаимосвязи и совокупности.

Включение факторов, которые ранжируют признаки в соответствии с уровнем их вклада в прогноз развития периимплантных воспалительных поражений, позволило проанализировать взаимосвязи между качественным признаком возникновения и тяжести заболевания или его отсутствия с независимыми предикторами.

На основе данных факторов рассчитана вероятность (p) развития воспалительных осложнений и их тяжести по формуле

$$Y = 1/(1 + \exp^{-\beta}),$$

где Y – вероятность развития патологии; \exp – основание натурального логарифма; β – зависимая переменная, рассчитанная по формуле $\beta = a + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4 + a_5 \cdot X_5 + a_6 \cdot X_6 + a_7 \cdot X_7$ (X_j – квалификационный показатель осложнений и их тяжести (код)).

Таким образом, прогноз риска развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом имеет следующий вид: $\beta = 0,11 + 0,44X_1 + 0,32X_2 + 0,30X_3 + 0,19X_4 + 0,16X_5 + 0,14X_6 + 0,11X_7$.

Интерпретация параметров модели: при снижении уровня витамина D в сыворотке крови на 10,0 нг/мл (X_1) значение Y увеличивается в среднем на 0,44 ед., при изменении анатомо-топографического расположения имплантата (X_2) – в среднем на 0,32, при нарастании патологии пародонта (X_3) – на 0,30, при увеличении числа имплантатов (X_5) – в среднем на 0,16, при диабете и сочетании диабета с соматической патологией (X_6) – в среднем на 0,14, при увеличении числа соматических заболеваний (X_7) – в среднем на 0,11, а каждые 10 лет возраста (X_4) увеличивают значение Y в среднем на 0,19 ед.

Судя по максимальному коэффициенту ($\beta_6 = 0,44$), наибольшее влияние на величину Y оказывает фактор X_1 – тяжесть D-гиповитаминоза. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в рассматриваемом нами случае 92,72 % общей вариабельности Y объясняется изменением факторов X_j .

На основании разработанной программы осуществляется автоматизированный расчет с помощью ЭВМ вероятности развития у пациентов с D-гиповитаминозом воспалительных осложнений после дентальной имплантации и их тяжести.

При обозначении предикторов предусмотрено 4 градации: 1, 2, 3 – наличие у пациента признака и тяжесть данного признака, 0 – отсутствие признака.

Шкала оценки риска развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с D-гиповитаминозом: 0–0,29 – низкий, 0,30–0,69 – средний, 0,70–1,0 – высокий.

В проспективном когортном исследовании, проводившемся нами в течение 3 лет, после обследования однородных групп пациентов с D-гиповитаминозом (52 пациента с лабораторно подтвержденным диагнозом) установлена диагностическая эффективность разработанной прогностической модели (табл. 3).

Т а б л и ц а 4. **Операционные характеристики и прогнозируемость разработанной модели развития воспалительных осложнений у пациентов с D-гиповитаминозом после дентальной имплантации**

Table 4. **Operational characteristics and predictability of the developed model of development of inflammatory complications in patients with hypovitaminosis D after dental implantation**

Диагноз	Прогноз	Воспалительные осложнения после имплантации	
		Присутствуют	Отсутствуют
D-гиповитаминоз	Положительный	30	2
	Отрицательный	2	18

В целом развитие воспалительных осложнений различной тяжести после дентальной имплантации спрогнозировано у 32 пациентов, отсутствие – у 20. В течение срока наблюдения развитие мукозита и периимплантита обнаружено у 30 из 32 пациентов с предсказанным прогнозом их развития, а отсутствие – у 18 из 20 пациентов с предсказанным благоприятным прогнозом.

Чувствительность (sensitivity, Se) – метод прогноза развития осложнений после дентальной имплантации: $Se = 30/(30 + 2) = 0,9375$, или 93,75 %.

Специфичность (specificity, Sp): $18/(18 + 2) = 0,90$, или 90,00 %.

Общая прогностическая ценность (positive predictive value, PV): $30 + 18/(30 + 2 + 18 + 2) = 0,9232$, или 92,31 %.

Выводы

1. Разработана компьютерная программа «Модель риска развития воспалительных осложнений дентальной имплантации при D-гиповитаминозе на этапе диагностического обследования», позволяющая реализовать персонализированный подход к прогнозу развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации при D-гиповитаминозе.

2. Установленные факторы риска и модель прогноза целесообразно использовать на этапе планирования имплантации для диагностики пациентов с высоким риском развития воспалительных осложнений после дентальной имплантации и обоснования назначения лечебно-профилактических мероприятий.

3. Использование данной методики наряду с традиционными протоколами позволит специалистам повысить точность раннего выявления заболеваний периимплантных тканей, прогнозировать прогрессирование заболевания, осуществлять мониторинг результатов лечения, обосновывать применение и внедрение превентивных профилактических и терапевтических мероприятий.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Nonsurgical treatment for peri-implant mucositis: A systematic review and meta-analysis / S. Barootchi, A. Ravidà, L. Tavelli, H.-L. Wang // *International Journal of Oral Implantology* (Berlin). – 2020. – Vol. 13, N 2. – P. 123–139.
2. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions / T. Berglundh, G. Armitage, M. G. Araujo [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2018. – Vol. 45, suppl. 20. – P. S286–S291. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12957>
3. Berglundh, T. Long-term outcome of surgical treatment of peri-implantitis. A 2–11-year retrospective study / T. Berglundh, J. L. Wennström, J. Lindhe // *Clinical Oral Implants Research*. – 2018. – Vol. 29, N 4. – P. 404–410. <https://doi.org/10.1111/clr.13138>
4. Cha, J. K. Surgical therapy of peri-implantitis with local minocycline: A 6-month randomized controlled clinical trial / J. K. Cha, J. S. Lee, C. S. Kim // *Journal of Dental Research*. – 2019. – Vol. 98, N 3. – P. 288–295. <http://doi.org/10.1177/0022034518818479>
5. Derks, J. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology / J. Derks, C. Tomasi // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2015. – Vol. 42, suppl. 16. – P. S158–S171. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
6. Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: prevalence of peri-implantitis / J. Derks, D. Schaller, J. Håkansson [et al.] // *Journal of Dental Research*. – 2016. – Vol. 95, N 1. – P. 43–49. <http://doi.org/10.1177/0022034515608832>
7. Peri-implantitis – onset and pattern of progression / J. Derks, D. Schaller, J. Håkansson [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2016. – Vol. 43, N 4. – P. 383–388. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12535>
8. Heitz-Mayfield, L. J. A. Peri-implant mucositis / L. J. A. Heitz-Mayfield, G. E. Salvi // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2018. – Vol. 45, suppl. 20. – P. S237–S245. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12953>
9. Heitz-Mayfield, L. J. A. Implant disease risk assessment IDRA – a tool for preventing peri-implant disease / L. J. A. Heitz-Mayfield, F. Heitz, N. P. Lang // *Clinical Oral Implants Research*. – 2020. – Vol. 31, N 4. – P. 397–403. <http://doi.org/10.1111/clr.13585>
10. Supportive peri-implant therapy following anti-infective surgical peri-implantitis treatment: 5-year survival and success / L. J. A. Heitz-Mayfield, G. E. Salvi, A. Mombelli [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2018. – Vol. 29, N 1. – P. 1–6. <http://doi.org/10.1111/clr.12910>
11. How frequent does periimplantitis occur? A systematic review and meta-analysis / M. Rakic, P. Galindo-Moreno, A. Monje [et al.] // *Clinical Oral Investigations*. – 2018. – Vol. 22, N 4. – P. 1805–1816. <http://doi.org/10.1007/s00784-017-2276-y>
12. Influence of keratinized mucosa on the surgical therapeutical outcomes of peri-implantitis / A. Ravidà, I. Saleh, R. Siqueira [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2020. – Vol. 47, N 4. – P. 529–539. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13250>
13. Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in Spain / D. Rodrigo, I. Sanz-Sánchez, E. Figuero [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2018. – Vol. 45, N 12. – P. 1510–1520. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13017>
14. Discrepancy between patient satisfaction and biologic complication rate in patients rehabilitated with overdentures and not participating in a structured maintenance program after 7 to 12 years of loading / M. Romandini, M. Cordaro, S. Donno, L. Cordaro // *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2019. – Vol. 34, N 5. – P. 1143–1151. <http://doi.org/10.11607/jomi.7465>
15. Peri-implantitis / F. Schwarz, J. Derks, A. Monje, H.-L. Wang // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2018. – Vol. 45, suppl. 20. – P. S246–S266. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12954>
16. The effect of factors related to periodontal status toward peri-implantitis / S. P. Arunyanak, N. Sophon, T. Tangsathian [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2019. – Vol. 30, N 8. – P. 791–799. <http://doi.org/10.1111/clr.13461>
17. Peri-implant diseases and conditions: consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions / T. Berglundh, G. Armitage, M. G. Araujo [et al.] // *Journal of Periodontology*. – 2018. – Vol. 89, suppl. 1. – P. S313–S3S8. <http://doi.org/10.1002/JPER.17-0739>
18. Surgical treatment of periimplantitis: 3-year results from a randomized controlled clinical trial / O. Carcuac, J. Derks, I. Abrahamsson [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2017. – Vol. 44, N 12. – P. 1294–1303. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12813>
19. The adjunctive effect of a titanium brush in implant surface decontamination at peri-implantitis surgical regenerative interventions: a randomized controlled clinical trial / B. de Tapia, C. Valles, T. Ribeiro-Amaral [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2019. – Vol. 46, N 5. – P. 586–596. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13095>
20. Esposito, M. Treatment of peri-implantitis: what interventions are effective? A Cochrane systematic review / M. Esposito, M. G. Grusovin, H. V. Worthington // *European Journal of Oral Implantology*. – 2012. – Vol. 5, suppl. – P. S21–S41.

21. Current concepts on the pathogenesis of peri-implantitis: a narrative review / I. Fragkioudakis, G. Tseleki, A.-E. Doufexi, D. Sakellari // *European Journal of Dentistry*. – 2021. – Vol. 15, N 2. – P. 379–387. <http://doi.org/10.1055/s-0040-1721903>
22. Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis / S. Jepsen, T. Berglundh, R. Genco [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2015. – Vol. 42, suppl. 16. – P. S152–S157. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12369>
23. Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in a group of Moroccan patients / J. Kissa, W. El Kholti, S. Chemlali [et al.] // *Journal of Periodontology*. – 2021. – Vol. 92, N 8. – P. 1096–1106. <http://doi.org/10.1002/JPER.20-0549>
24. Non-surgical therapeutic outcomes of periimplantitis: 12-month results / J. Nart, R. Pons, C. Valles [et al.] // *Clinical Oral Investigations*. – 2020. – Vol. 24, N 2. – P. 675–682. <http://doi.org/10.1007/s00784-019-02943-8>
25. European Association for Osseointegration Delphi study on the trends in implant dentistry in Europe for the year 2030 / M. Sanz, B. Noguerol, I. Sanz-Sanchez [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2019. – Vol. 30, N 5. – P. 476–486. <http://doi.org/10.1111/clr.13431>
26. Prevalence and risk indicators of peri-implantitis in a sample of university-based dental patients in Italy: a cross-sectional study / F. Vignoletti, G. L. Di Domenico, M. Di Martino [et al.] // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2019. – Vol. 46, N 5. – P. 597–605. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13111>
27. Prevalence of peri-implant disease and risk indicators in a Japanese population with at least 3 years in function – A multicentre retrospective study / M. Wada, T. Mameno, Y. Onodera [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2019. – Vol. 30, N 2. – P. 111–120. <http://doi.org/10.1111/clr.13397>
28. Prevalence and risk indicators for peri-implant diseases: A literature review / M. Wada, T. Mameno, M. Otsuki [et al.] // *Japanese Dental Science Review*. – 2021. – Vol. 57. – P. 78–84. <http://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.05.002>
29. Prevalence and risk factors of peri-implant disease: A retrospective case-control study in Western China / R. Zhao, W. Zhao, J. Huang [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2022. – Vol. 19, N 19. – Art. 12667. <http://doi.org/10.3390/ijerph191912667>

References

1. Barootchi S., Ravidà A., Tavelli L., Wang H.-L. Nonsurgical treatment for peri-implant mucositis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral Implantology (Berlin)*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 123–139.
2. Berglundh T., Armitage G., Araujo M. G., Avila-Ortiz G., Blanco J., Camargo P. M. [et al.]. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018, vol. 45, suppl. 20, pp. S286–S291. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12957>
3. Berglundh T., Wennström J. L., Lindhe J. Long-term outcome of surgical treatment of peri-implantitis. A 2-11-year retrospective study. *Clinical Oral Implants Research*, 2018, vol. 29, no. 4, pp. 404–410. <https://doi.org/10.1111/clr.13138>
4. Cha J. K., Lee J. S., Kim C. S. Surgical therapy of peri-implantitis with local minocycline: A 6-month randomized controlled clinical trial. *Journal of Dental Research*, 2019, vol. 98, no. 3, pp. 288–295. <http://doi.org/10.1177/0022034518818479>
5. Derks J., Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *Journal of Clinical Periodontology*, 2015, vol. 42, suppl. 16, pp. S158–S171. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
6. Derks J., Schaller D., Håkansson J., Wennström J. L., Tomasi C., Berglundh T. Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: prevalence of peri-implantitis. *Journal of Dental Research*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 43–49. <http://doi.org/10.1177/0022034515608832>
7. Derks J., Schaller D., Håkansson J., Wennström J. L., Tomasi C., Berglundh T. Peri-implantitis – onset and pattern of progression. *Journal of Clinical Periodontology*, 2016, vol. 43, no. 4, pp. 383–388. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12535>
8. Heitz-Mayfield L. J. A., Salvi G. E. Peri-implant mucositis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018, vol. 45, suppl. 20, pp. S237–S245. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12953>
9. Heitz-Mayfield L. J. A., Heitz F., Lang N. P. Implant Disease Risk Assessment IDRA—a tool for preventing peri-implant disease. *Clinical Oral Implants Research*, 2020, vol. 31, no. 4, pp. 397–403. <http://doi.org/10.1111/clr.13585>
10. Heitz-Mayfield L. J. A., Salvi G. E., Mombelli A., Loup P.-J., Heitz F., Kruger E., Lang N. P. Supportive peri-implant therapy following anti-infective surgical peri-implantitis treatment: 5-year survival and success. *Clinical Oral Implants Research*, 2018, vol. 29, no. 1, pp. 1–6. <http://doi.org/10.1111/clr.12910>
11. Rakic M., Galindo-Moreno P., Monje A., Radovanovic S., Wang H.-L., Cochran D., Sculean A., Canullo L. How frequent does periimplantitis occur? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 2018, vol. 22, no. 4, pp. 1805–1816. <http://doi.org/10.1007/s00784-017-2276-y>
12. Ravidà A., Saleh I., Siqueira R., Garaicoa-Pazmiño C., Saleh M. H. A., Monje A., Wang H.-L. Influence of keratinized mucosa on the surgical therapeutical outcomes of peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2020b, vol. 47, no. 4, pp. 529–539. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13250>
13. Rodrigo D., Sanz-Sánchez I., Figuero E., Llodrá J. C., Bravo M., Caffesse R. G., Vallcorba N., Guerrero A., Herrera D. Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in Spain. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018, vol. 45, no. 12, pp. 1510–1520. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13017>
14. Romandini M., Cordaro M., Donno S., Cordaro L. Discrepancy between patient satisfaction and biologic complication rate in patients rehabilitated with overdentures and not participating in a structured maintenance program after 7 to 12 years of loading. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2019, vol. 34, no. 5, pp. 1143–1151. <http://doi.org/10.11607/jomi.7465>

15. Schwarz F., Derks J., Monje A., Wang H.-L. Peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018, vol. 45, suppl. 20, pp. S246–S266. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12954>
16. Arunyanak S. P., Sophon N., Tangsathian T., Supanimitkul K., Suwanwicht T., Kungsadalpipob K. The effect of factors related to periodontal status toward peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 2019, vol. 30, no. 8, pp. 791–799. <http://doi.org/10.1111/clr.13461>
17. Berglundh T., Armitage G., Araujo M. G., Avila-Ortiz G., Blanco J., Camargo P. [et al.]. Peri-implant diseases and conditions: consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 2018, vol. 89, suppl. 1, pp. S313–S3S8. <http://doi.org/10.1002/JPER.17-0739>
18. Carcuac O., Derks J., Abrahamsson I., Wennström J. L., Petzold M., Berglundh T. Surgical treatment of periimplantitis: 3-year results from a randomized controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 2017, vol. 44, no. 12, pp. 1294–1303. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12813>
19. de Tapia B., Valles C., Ribeiro-Amaral T., Mor C., Herrera D., Sanz M., Nart J. The adjunctive effect of a titanium brush in implant surface decontamination at peri-implantitis surgical regenerative interventions: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 2019, vol. 46, no. 5, pp. 586–596. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13095>
20. Esposito M., Grusovin M. G., Worthington H. V. Treatment of peri-implantitis: what interventions are effective? A Cochrane systematic review. *European Journal of Oral Implantology*, 2012, vol. 5, suppl., pp. S21–S41.
21. Fragkioudakis I., Tseleki G., Doufexi A.-E., Sakellari D. Current concepts on the pathogenesis of peri-implantitis: A narrative review. *European Journal of Dentistry*, 2021, vol. 15, no. 2, pp. 379–387. <http://doi.org/10.1055/s-0040-1721903>
22. Jepsen S., Berglundh T., Genco R., Aass A. M., Demirel K., Derks J. [et al.]. Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2015, vol. 42, suppl. 16, pp. S152–S157. <http://doi.org/10.1111/jcpe.12369>
23. Kissa J., El Kholti W., Chemlali S., Kawtari H., Laalou Y., Albandar J. M. Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in a group of Moroccan patients. *Journal of Periodontology*, 2021, vol. 92, no. 8, pp. 1096–1106. <http://doi.org/10.1002/JPER.20-0549>
24. Nart J., Pons R., Valles C., Esmatges A., Sanz-Martín I., Monje A. Non-surgical therapeutic outcomes of periimplantitis: 12-month results. *Clinical Oral Investigations*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 675–682. <http://doi.org/10.1007/s00784-019-02943-8>
25. Sanz M., Noguerol B., Sanz-Sanchez I., Hammerle C. H. F., Schliephake H., Renouard F. [et al.]. European Association for Osseointegration Delphi study on the trends in implant dentistry in Europe for the year 2030. *Clinical Oral Implants Research*, 2019, vol. 30, no. 5, pp. 476–486. <http://doi.org/10.1111/clr.13431>
26. Vignoletti F., Di Domenico G. L., Di Martino M., Montero E., de Sanctis M. Prevalence and risk indicators of peri-implantitis in a sample of university-based dental patients in Italy: a cross-sectional study. *Journal of Clinical Periodontology*, 2019, vol. 46, no. 5, pp. 597–605. <http://doi.org/10.1111/jcpe.13111>
27. Wada M., Mameno T., Onodera Y., Matsuda H., Daimon K., Ikebe K. Prevalence of peri-implant disease and risk indicators in a Japanese population with at least 3 years in function – A multicentre retrospective study. *Clinical Oral Implants Research*, 2019, vol. 30, no. 2, pp. 111–120. <http://doi.org/10.1111/clr.13397>
28. Wada M., Mameno T., Otsuki M., Kani M., Tsujioka Y., Ikebe K. Prevalence and risk indicators for peri-implant diseases: A literature review. *Japanese Dental Science Review*, 2021, vol. 57, pp. 78–84. <http://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.05.002>
29. Zhao R., Zhao W., Huang J., Fang M., Dong Y., Chen J., Ji Z., Tian M. Prevalence and risk factors of peri-implant disease: A retrospective case-control study in Western China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, vol. 19, no. 19, art. 12667. <http://doi.org/10.3390/ijerph191912667>

Информация об авторах

Бекжанова Ольга Есеновна – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой. Ташкентский государственный стоматологический институт (ул. Сайрам, 25, 100170, г. Ташкент, Республика Узбекистан). <https://orcid.org/0000-0002-1686-1820>

Рубникович Сергей Петрович – д-р мед. наук, профессор, ректор. Белорусский государственный медицинский университет (пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-7450-3757>. E-mail: rubnikovichs@mail.ru

Маннанов Жавлонбек Жамолитдинович – канд. мед. наук, ст. преподаватель. Ташкентский государственный стоматологический институт (ул. Сайрам, 25, 100170, г. Ташкент, Республика Узбекистан). <https://orcid.org/0009-0002-1932-2985>

Information about the authors

Olga E. Bekjanova – D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department. Tashkent State Dental Institute (25, Sayram Str., 100170, Tashkent, Republic of Uzbekistan). <https://orcid.org/0000-0002-1686-1820>

Sergey P. Rubnikovich – D. Sc. (Med.), Professor, Rector. Belarusian State Medical University (83, Dzerzhinski Ave., 220116, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-7450-3757>. E-mail: rubnikovichs@mail.ru

Javlonbek J. Mannanov – Ph. D. (Med.), Senior Lecturer. Tashkent State Dental Institute (25, Sayram Str., 100170, Tashkent, Republic of Uzbekistan). <https://orcid.org/0009-0002-1932-2985>