

Оценка состояния минерального обмена у пациентов с потерей зубов при дентальной имплантации на фоне дефицита витамина D

Е.Ю. Дьячкова¹, М.М. Скачкова¹, С.В. Тарасенко¹, К.Ю. Жарова², Е.Н. Кытько¹

¹ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им.И.М. Сеченова» МЗ РФ

² ЧУ ОО ВО «Медицинский университет «РЕАВИЗ»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широкая распространенность в современном мире нарушений минерального обмена, в том числе, по причине дефицита витамина D, влияет на конечные результаты проводимой хирургами-стоматологами реабилитации пациентов с применением дентальных имплантатов. **Целью исследования** была оценка состояния минерального обмена при проведении дентальной имплантации у пациентов молодого и среднего возраста с потерей зубов на фоне дефицита витамина D. **Материалы и методы.** На базе Сеченовского Университета и клиники частного профиля с 2011 по 2024 гг. было проведено обследование и лечение 450 пациентов в возрасте 25–50 лет с потерей зубов на фоне выявленного дефицита витамина D в отсутствие другой соматической патологии. Всем пациентам было проведено лабораторное обследование, в том числе, оценка показателей минерального обмена – уровня общего кальция, витамина D (25(OH)D), паратгормона, тиреотропного гормона. Также 30 пациентам, отобраным случайным образом, проводили оценку маркеров остеогенеза (маркер формирования костного матрикса P1NP, сывороточный сшитый C-телопептид колагена I типа CTX). Пациентов направляли к врачу-эндокринологу в связи с выявленным дефицитом витамина D, назначалась терапия. Всем пациентами осуществляли дентальную имплантацию и сопутствующие операции по увеличению объема костной ткани при необходимости с учетом группы исследования: в 1 группе – до достижения референсных значений витамина D, во 2 группе – после. Сравнение показателей до и после медикаментозной терапии проводили с помощью T-критерия Стьюдента или Манна – Уитни, статистически значимыми результаты считали при $p < 0,05$. **Результаты.** В обследованной выборке у 2,1% пациентов выявлен выраженный дефицит (25(OH)D) (< 10 нг/мл), у 60,4% – дефицит (< 20 нг/мл), и у 37,5% – недостаточность (20–30 нг/мл), причем, исходный уровень витамина D в обеих группах исследования статистически не отличался (< 20 нг/мл, $p < 0,05$). После проведенного лечения уровень (25(OH)D) у всех пациентов достиг референсных значений (30–60 нг/мл, $p < 0,05$) также без статистически значимого различия при сравнении по группам (медиана 1 = 42,75 и медиана 2 = 43,65, соответственно, $p > 0,05$), однако достоверно выше при его оценке в динамике внутри каждой группы ($p < 0,05$). Не было выявлено отклонений от референсных значений для маркеров остеогенеза в динамике, хотя отмечали статистически значимое небольшое снижение обоих показателей в пределах нормы после лечения по сравнению с исходным уровнем ($p < 0,05$). **Вывод.** У пациентов молодого и среднего возраста с потерей зубов на фоне дефицита витамина D при проведении дентальной имплантации и сопутствующих операций не выявлено значимых изменений лабораторных показателей (уровня кальция крови, паратгормона и маркеров остеогенеза в динамике).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: минеральный обмен, витамин D, 25(OH)D, паратгормон, кальций крови, маркеры остеогенеза, дентальная имплантация.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Assessment of the state of mineral metabolism in patients with tooth loss during dental implantation against the background of vitamin D deficiency

E.Yu. Diachkova¹, M.M. Skachkova, S.V. Tarasenko¹, K.Yu. Zharova², E.N. Kyt'ko¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

² REAVIZ Medical University, Russia

SUMMARY

Background. The widespread occurrence of mineral metabolism disorders in the modern world, including those due to vitamin D deficiency, affects the results of patient rehabilitation performed by dental surgeons using dental implants. **The aim** of the study was to assess the state of mineral metabolism during dental implantation in young and middle-aged patients with tooth loss due to vitamin D deficiency. **Materials and methods.** From 2011 to 2024, 450 patients aged 25–50 years with tooth loss due to identified vitamin D deficiency in the absence of other somatic pathology were examined and treated at Sechenov University and a private clinic. All patients underwent laboratory examination, including assessment of mineral metabolism indicators – the level of total calcium, vitamin D (25 (OH) D), parathyroid hormone, thyroid stimulating hormone. Also, 30 randomly selected patients underwent assessment of osteogenesis markers (bone matrix formation marker P1NP, serum cross-linked C-telopeptide of type I collagen CTX). Patients were referred to an endocrinologist due to detected vitamin D deficiency, therapy was prescribed. All patients underwent dental implantation and concomitant surgeries to increase bone volume, if necessary, considering the study group: in group 1 – until reference values of vitamin D were achieved, in group 2 – after. Comparison of parameters before and after drug therapy was performed using Student's T-test or Mann-Whitney, the results were considered statistically significant at $p < 0.05$. **Results.** In the examined sample, 2.1% of patients had a pronounced deficiency of (25(OH)D) (< 10 ng/ml), 60.4% had a deficiency (< 20 ng/ml), and 37.5% had insufficiency (20–30 ng/ml), with the initial level of vitamin D in both study groups not statistically different (< 20 ng/ml, $p < 0.05$). After the treatment, the level of (25(OH)D) in all patients reached the reference values (30–60 ng/ml, $p < 0.05$) also without statistically significant difference when compared by groups (median 1 = 42.75 and median 2 = 43.65, respectively, $p > 0.05$), but was significantly higher when assessed dynamically within each group ($p < 0.05$). No deviations from reference values for osteogenesis markers were found over time, although a statistically significant slight decrease in both parameters within the normal range was noted after treatment compared to the initial level ($p < 0.05$). **Conclusion.** In young and middle-aged patients with tooth loss due to vitamin D deficiency, no significant changes in laboratory parameters (blood calcium levels, parathyroid hormone, and osteogenesis markers over time) were found during dental implantation and concomitant surgeries.

KEYWORDS: mineral metabolism, vitamin D, 25(OH)D, parathyroid hormone, blood calcium, osteogenesis markers, dental implantation.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Актуальность

Проблема восстановления зубных рядов остается актуальной на протяжении многих лет. В последние 30–40 лет для зубочелюстной реабилитации пациентов при потере зубов активно используют дентальные имплантаты (ДИ). Однако в последние годы, в связи с техногенной и экологической ситуацией в мире, а также широкой распространенностью заболеваний, протекающих с нарушением обменных процессов, эффективность данного вида лечения снижается из-за возрастающего риска отторжения ДИ. Особенно данное положение актуально для пациентов с остеопенией и остеопорозом [1–3].

С учетом вышеизложенных фактов врач хирург-стоматолог сталкивается с проблемой противопоказаний для дентальной имплантации и необходимостью прогнозирования ее 5–10-летней успешности [4–7].

К настоящему времени становится ясным многофакторность влияний на долгосрочные результаты дентальной имплантации у пациентов с дефектами зубных рядов. Эти факторы не сводятся к нарушениям минерального обмена у женщин в постменопаузальном периоде, как представлялось ранее. Так, очевидна ассоциация дефицита витамина D с нарушениями минерального обмена [8–9], что может оказывать существенное влияние на состояние костной ткани у пациентов молодого и среднего возраста вне зависимости от пола. Широкое распространение дефицита витамина D связано с режимом работы и отдыха (длительное нахождение в закрытых помещениях, малая инсоляция, характер питания) трудоспособного населения, а также наличием сопутствующих заболеваний и состояний (болезни почек, мальабсорбция и др.).

На фоне таких изменений закономерно увеличивается и риск неблагоприятного исхода оперативного лечения пациентов с частичной вторичной адентией челюстей, особенно при установке ДИ. Поэтому в настоящее время необходима тесная рабочая связь хирурга-стоматолога и эндокринолога, так как своевременно проведенная терапия позволяет увеличить 5-летнюю выживаемость имплантатов до 100% вне зависимости от возраста и пола [10].

Совместная работа с эндокринологами должна заключаться, в частности, в дообследовании пациентов и коррекции имеющихся метаболических нарушений с целью повышения сроков выживаемости дентальных имплантатов и эффективности хирургического лечения в целом.

Анализ сложившейся ситуации в нашей стране требует дальнейших исследований для создания комплексного алгоритма обследования и лечения данной категории пациентов.

Ранее ряд авторов проводил ретроспективный анализ результатов имплантологического лечения у пациентов с потерей зубов на фоне эндокринной патологии [11–13].

В данных работах, в основном, изучалось влияние остеопоротических изменений у женщин в период постменопаузы на результаты дентальной имплантации без учета наличия таковых в более раннем возрасте вне зависимости от пола пациентов, а уровень доказательности, по данным Schwarz F. (2018) был весьма низким [11].

Достаточно подробно проблемы лечения стоматологических пациентов на фоне эндокринных нарушений рассмотрены в диссертационном исследовании Козловой М.В. (2009) «Атрофия альвеолярной части и отростка челюстей при остеопеническом синдроме у больных с патологией щитовидной железы и гипогонадизмом (современные методы диагностики и лечения)», в котором изучались изменения костной ткани у пациентов при проведении дентальной имплантации при наличии сопутствующих заболеваний, приводящих к развитию синдрома остеопении [14].

Особенностями нашего исследования являются разработка алгоритма раннего скрининга нарушений минерального обмена по данным лучевых [15, 16] и лабораторных методов исследования у пациентов молодого и среднего возраста, создание рабочей группы, включающей, кроме врачей-стоматологов (хирурга, ортопеда) также эндокринологов для наблюдения за пациентами и назначения лечения при нарушениях минерального обмена, связанных с дефицитом витамина D без назначения бисфосфонатов, т. к. на фоне приема бисфосфонатов возможно развитие остеонекроза челюстей, поэтому особый акцент сделан именно на смене парадигмы в лечении и сужении показаний к применению бисфосфонатов и других групп препаратов с похожим механизмом действия.

Цель исследования

Оценить состояние минерального обмена у пациентов молодого и среднего возраста с потерей зубов на фоне дефицита витамина D при проведении дентальной имплантации.

Материалы и методы

На базе Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (кафедры хирургической стоматологии совместно с кафедрой эндокринологии № 1) и клиники частного профиля с 2011 по 2024 гг. было проведено обследование и лечение 450 пациентов с диагнозом K08.1 Потеря зубов (Частичная вторичная адентия) на фоне выявленного дефицита витамина D в отсутствие другой соматической патологии.

Исследование было проведено в соответствии с Хельсинской декларацией и по согласованию с локальным этическим комитетом (протокол № 34–20 от 09.12.2020).

Критерии включения пациентов в исследование:

1. Наличие письменного информированного согласия пациента на участие в исследовании.
2. Возраст не менее 18 лет и не более 50 лет.
3. Установленный диагноз: потеря зубов (K08.1-МКБ 10), дефицит витамина D.
4. Отсутствие тяжелой соматической патологии.

Критерии невключения пациентов в исследование:

1. Возраст менее 18 и более 50 лет.
2. Беременность, кормление грудью.
3. Наличие сопутствующей патологии: заболеваний крови, декомпенсированного сахарного диабета, иммунодефицитных состояний, туберкулеза, злокачественных новообразований.

Критерии исключения пациентов из исследования:

1. Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.
2. Беременность.
3. Несоблюдение пациентом послеоперационных рекомендаций.
4. Изменение адреса проживания.

В соответствии с критериями включения и невключения в исследование вошли 384 пациента. Возраст пациентов варьировал от 25 до 50 лет, т. е. соответствовал молодому или среднему возрасту по классификации ВОЗ (средний возраст составил $35,2 \pm 10,3$ лет).

Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Таблица 1
Распределение пациентов по полу и возрасту

Пол	Возраст, лет		Всего, чел (%)
	25–44	44–50	
Мужчины	104 (27,1%)	40 (10,4%)	144 (37,5%)
Женщины	190 (49,5%)	50 (13%)	240 (62,5%)
Всего	294 (76,6%)	90 (23,4%)	384 (100%)

У всех пациентов проводили сбор жалоб, анамнеза жизни и анамнеза заболевания, проводили клинический осмотр с оценкой состояния зубочелюстной системы. Все пациенты в плановом порядке проходили дообследование с целью выявления другой сопутствующей патологии.

Лабораторное обследование перед хирургическим вмешательством:

- общий анализ крови (лейкоциты, нейтрофилы, эритроциты, тромбоциты, лимфоциты, эозинофилы, моноциты, гемоглобин, гематокрит);
- биохимический анализ крови (глюкоза натощак, АЛТ, АСТ, щелочная фосфатаза, креатинин, билирубин- общий и прямой-, альбумин);
- коагулограмма (протромбиновое время, АЧТВ, фибриноген);
- витамин D (концентрация 25(OH)D в сыворотке крови);
- паратгормон (паратиреоидный гормон);
- ТТГ (тиреотропный гормон);
- общий кальций крови;
- P1NP, CTX (30 пациентам, случайно отобранным из обеих групп исследования);
- анализ крови на ВИЧ, сифилис, гепатит В и С;
- суточная экскреция кальция с мочой (в данной публикации результаты не рассматриваются).

Маркеры остеогенеза P1NP – маркер формирования костного матрикса (N-терминальный пропептид проколлагена 1-го типа / Intact N-Terminal Propeptide of Type I Procollagen, Procollagen Type I Intact N-Terminal, P1NP) и CTX (Сывороточный сшитый C-телопептид коллагена I типа / C-telopeptide of type I collagen) с учетом их показательности только при оценке в динамике в течение нескольких месяцев не являлись обязательными, а лишь дополнительными. P1NP определяли методом электрохемилюминесцентного иммуноанализа в нанограммах на миллилитр (нг/мл), CTX – в нанограммах на микромоль (нг/мкмоль).

Определение маркеров остеогенеза (P1NP, CTX) в динамике проводили у 30 случайно выбранных пациентов.

В связи с выявленным дефицитом витамина D пациентов направляли к эндокринологу для дообследования.

Всем пациентам проводили установку дентальных имплантатов и осуществляли дополнительные операции по увеличению высоты и/или ширины альвеолярного гребня с применением костнопластических материалов.

Пациенты были случайным образом разделены на две группы: в группе 1 установку ДИ проводили, не дожидаясь достижения референсных значений 25(OH)D; в группе 2 – установку ДИ проводили после достижения уровня 25(OH)D в референсных пределах.

При наличии другой сопутствующей патологии, которая могла бы повлиять на результаты дентальной имплантации, пациентам проводили стоматологическое лечение в необходимом объеме, однако не включали в группу исследования.

Статистическая обработка данных

Для анализа результатов исследования мы проводили статистическую обработку данных в программах Excel (Windows 11, 2022, Microsoft, США) и Rstudio (свободная лицензия, язык программирования Python).

При изучении количественных признаков проводили определение средних значений, стандартных отклонений и медиан. Сравнение между группами проводили после проверки нормальности распределения выборок (Шapiro – Уилкс тест): две группы – критерий Манна – Уитни (ненормальное распределение) или Т-Студент (нормальное распределение); более двух групп – критерий Краскелла – Уоллиса (ненормальное распределение или ANOVA (нормальное распределение).

При сравнении частоты встречаемости признака проводили анализ 4- и 5-польных таблиц и критерия хи-квадрат Пирсона.

Наличие корреляции между несколькими факторами проводили с помощью критерия Пирсона, а плотность связи оценивали с помощью критерия Спирмана.

Статистически значимыми результаты считали при достоверности более 95% ($p < 0,05$) [17].

Результаты исследования

В результате проведенных лабораторных исследований не было выявлено каких-либо отклонений от нормы для показателей общеклинического и биохимического анализов крови, в том числе – уровня общего кальция крови, который был в пределах нормы (2,20–2,65 ммоль/л).

При анализе гормонального статуса как до начала лечения препаратами витамина D, так и после достижения его референсных значений, у большинства пациентов (97,4%) концентрация паратгормона находилась в пределах референсных значений (2–9,4 пмоль/л (по технологии Abbot). Концентрация тиреотропного гормона у всех пациентов не выходила за пределы нормы (0,4–4 мЕд/л (по технологии Abbot).

У 10 пациентов (2,6%) было выявлено повышение паратгормона до начала лечения в пределах 10% от верхней границы нормы (до 70 пг/мл). При достижении референсных значений витамина D была отмечена стабилизация уровня паратиреоидного гормона в пределах границ нормы.

При анализе уровня 25(OH)D были выявлены снижение целевых значений у всех пациентов в той или иной степени, причем, в обеих группах исследования исходные уровни (до лечения) витамина статистически не различались ($p > 0,05$) и в среднем соответствовали дефициту (< 20 нг/мл) витамина D, а через 3 месяца она достигала референсных значений в обеих группах. При сравнении изменений концентрации витамина D в обеих группах было выявлено его статистически значимое повышение ($p < 0,05$) до допустимых значений на стадии лечения.

После медикаментозной коррекции препаратами витамина D (холекальциферол) в индивидуальной дозе, назначенной врачом-эндокринологом, у всех пациентов были достигнуты целевые значения содержания витамина 25(OH)D – в пределах 30–60 нг/мл.

Значения витамина D в группах исследования исходно и через 3 месяца от начала лечения представлены в таблице 2.

Таблица 2
Концентрация витамина D в группах исследования исходно и через 3 месяца после начала лечения (n=384)

Период	Группа 1 Установка ДИ до достижения референсных значений витамина D (n=192) Витамин D, нг/мл	Группа 1 Установка ДИ после достижения целевых значений витамина D (n=192) Витамин D, нг/мл	P (Критерий Манна – Уитни)
До лечения Me±m ДИ Median Min-Max	18,62±5,2 18 11,53–29,3	18,15±4,9 17,95 8–28,4	>0,05
Через 3 месяца Me±m ДИ Median Min-Max	43,5±8,3 42,75 31–62,3	43,3±7,8 43,65 31,6–60,2	>0,05
P	< 0,001	< 0,001	

При анализе маркеров остеогенеза до и после лечения у 30 случайно выбранных пациентов (7,8%) в исследовании не было выявлено отклонений от референсных значений (P1NP – 8–80 нг/мл, CTX $< 0,573$ нг/мл), хотя отмечали незначительное достоверное снижение показателей после лечения (в пределах нормы) по сравнению с исходным уровнем (таблица 3).

Таблица 3
Оценка уровня маркеров остеогенеза в динамике (n=30)

Маркер	До лечения витамином D M±m Медиана	После лечения витамином D M±m Медиана	p
P1NP, нг/мл	39,7±7,3 41	36,1±7 37	0,03 ($p < 0,05$)
CTX, нг/мл	0,295±0,12 0,3	0,275±0,09 0,29	0,003 ($p < 0,05$)

Уровень общего кальция в крови у пациентов не выходил за пределы референсных значений (среднее $2,38 \pm 0,06$ ммоль/л, медиана 2,38 ммоль/л).

У 10 пациентов (2,6%) было отмечено развитие периимплантита. Все случаи осложнений дентальной имплантации были выявлены среди пациентов с выраженным дефицитом и дефицитом витамина D – 2 (25%) и 8 (3,4%) случаев соответственно ($p = 0,04$, $p < 0,05$) (все в группе с проведением дентальной имплантации до стабилизации уровня витамина D).

Обсуждение

В настоящее время потеря зубов является весьма распространенным заболеванием. При лечении данной патологии успешно применяют метод дентальной имплантации. Одним из ключевых критериев успешной дентальной имплантации является хорошая остеоинтеграция имплантата в костную ткань челюстей. На нее влияет множество факторов, одним из которых является плотность кости в области проведения операции [9, 10, 18]. В настоящее время известно, что остеопороз, проявляющийся снижением минеральной плотности костной ткани, имеет высокую распространенность по всему миру. Согласно статистике, его диагностируют у 18,3% пациентов из более чем миллиона обследованных в возрасте от 15 до 105 лет (95% доверительный интервал = 16,2–20,7) [19]. Доказано, что причинами его развития могут быть, в частности, эндокринные заболевания, дисфункция органов, отвечающих за абсорбцию нутриентов из желудочно-кишечного тракта и т. д. [20]. Ключевым фактором нарушения минерального обмена является дефицит витамина D; при этом плотность кости пациентов снижается, что приводит к ухудшению интеграции установленного дентального имплантата [21–23]. Данный витамин воздействует на остеокальцин и остеокальцин, которые являются важными участниками в процессах созревания кости и ее минерализации, влияет на функции остеобластов, а также модулирует иммунные реакции [18, 21, 24, 25]. Natri L. и соавторы отметили, что витамин D стимулирует заживление и уплотнение мягких тканей вокруг имплантата, влияет на устойчивость к бактериальным инфекциям борозды вокруг импланта. Этот момент особенно важен в формировании вторичной стабильности имплантата [26]. Именно поэтому целью нашей работы являлось изучение процессов остеоинтеграции и влияние на них уровня витамина D в клинической практике при проведении дентальной имплантации, что позволило проанализировать причины неудачных исходов лечения. Изучение данных процессов позволит скорректировать тактику лечения пациентов с дефицитом витамина D с применением протезирования с опорой на ДИ [9], а также улучшить прогнозирование исходов оперативных вмешательств [21, 27–30]. Помимо этого, приоритет нашего исследования, по сравнению с другими, заключается в том, что мы изучили не только изменение концентрации витамина D у пациентов с потерей зубов при проведении дентальной имплантации, но и других веществ, которые участвуют в минеральном обмене.

Вывод

Таким образом, проведенное исследование показало, что у пациентов молодого и среднего возраста с потерей зубов на фоне дефицита витамина D, которым проводят дентальную имплантацию и сопутствующие операции, не выявляют в большинстве случаев выход за пределы референсных значений других показателей минерального обмена – паратормона, общего кальция крови, маркеров остеогенеза в динамике.

Список литературы / References

1. Gun'ko, M. V. Osteoporosis and dental implantation / M. V. Gun'ko // *Stomatology*. – 2009. – Vol. 88, No. 6. – P. 73–78. – EDN LFRAR.
2. Янушевич О., Козлова М., Козлова Л., Белякова А. Сравнительная оценка конусно-лучевой компьютерной томографии и гистологического исследования костной ткани челюстей. *Эндодонтия Today*. 2014;12(3):49–53. Yanushevich O., Kozlova M., Kozlova L., Belyakova A. Comparative evaluation of cone-beam computed tomography and histological studies of bone tissue of jaws. *Endodontics Today*. 2014;12(3):49–53.
3. Машченко Е.А., Хесин Р.А., Маличенко С.Б., Козлова М.В. Эффективность комплексной антирезорбтивной терапии на разных этапах хирургической реабилитации у пациенток с дефектом зубных рядов и постменопаузальным остеопорозом. – Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2016; 2: 71–79. Mashchenko E.A., Khesin R.A., Malichenko S.B., Kozlova M.V. Efficacy of the comprehensive antiresorptive therapy at different stages of surgical rehabilitation in dentition defects in female patients with postmenopausal osteoporosis. *Mediko-sotsyal'naya ekspertiza i reabilitatsiya* (Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation, Russian Journal). 2016; 19(2):71–79. [In Russ.] DOI: 10.18821/1560-9537-2016-19-2-71-79.
4. Tsolaki I. N., Madianos P. N., Vrotsos J. A. Outcomes of Dental Implants in Osteoporotic Patients. A Literature Review // *Journal of Prosthodontics on Dental Implants*. – 2015. – C. 235–253.
5. Merheb, J., Temmerman, A., Rasmussen, L. et al. Influence of Skeletal and Local Bone Density on Dental Implant Stability in Patients with Osteoporosis // *Clinical implant dentistry and related research*. – 2016. – T. 18. – №. 2. – C. 253–260.
6. Camargo W. A., Takemoto, S., Hoekstra, J. W. et al. Effect of surface alkali-based treatment of titanium implants on ability to promote in vitro mineralization and in vivo bone formation // *Acta biomaterialia*. – 2017. – T. 57. – C. 511–523.
7. De Medeiros F., Kudo GAH, Leme BG et al. Dental implants in patients with osteoporosis: a systematic review with meta-analysis // *International journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2018. – T. 47. – №. 4. – C. 480–491.
8. Остеоденситометрия: методические рекомендации // Годзенко А. В. и др. // М.: НПЦ медицинской радиологии. – 2017. Osteodensitometry: methodological recommendations // Godzenko AV et al. // М.: NPC medical radiology – 2017.
9. Остеопороз / А.Т. Андреева, И.А. Баранова, Ж.Е. Беляя [и др.]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ЭОТАР-Медиа», 2023. – 752 с. – ISBN 978-5-9704-7145-6. – EDN NTJNKM.
10. Osteoporosis / A. T. Andreeva, I. A. Baranova, J. E. Belaya [et al.]. – 2nd edition, revised and supplemented. – Moscow : Limited Liability Company Publishing Group GEOTAR-Media, 2023. – 752 p. – ISBN 978-5-9704-7145-6. – EDN NTJNKM.
11. Alsulaimani L., Alqarni A., Almaghrani A., et al. The relationship between low serum vitamin D level and early dental implant failure: a systematic review // *Cureus*. – 2022. – T. 14. – №. 1.
12. Schwarz F., Derks J., Monje A., & Wang, H. L. Peri-implantitis. *Journal of clinical periodontology*. 2018; 45: S246–S266.
13. Dalago HR, Schuldt Filho G, Rodrigues MA et al. Risk indicators for peri-implantitis. A cross-sectional study with 916 implants. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28:144–150.
14. Dvorak G., Amhart C., Heuberger S., et al. Peri-implantitis and late implant failures in postmenopausal women: a cross-sectional study. *J Clin Periodontol*. 2011;38:950–955.
15. Козлова М.В. Атрофия альвеолярной части и отростка челюстей при остеопеническом синдроме у больных с патологией щитовидной железы и гипогонадизмом: современные методы диагностики и лечения: автореферат дис. доктора медицинских наук: 14.00.21, 14.00.03; [Место защиты: Моск. гос. мед.-стоматолог. ун-т]. – Москва, 2009. – 46 с. Kozlova M.V. Atrophy of the alveolar part and process of the jaws in osteopenic syndrome in patients with thyroid pathology and hypogonadism: modern methods of diagnosis and treatment: abstract of the dissertation of the Doctor of Medical Sciences: 14.00.21, 14.00.03; [Place of protection: Moscow State Medical Dentist. un-t]. – Moscow, 2009. – 46 p.
16. Дьячкова Е.Ю., Тарасенко С.В., До Фа Н.М. [и др.]. Хирургическое лечение пациента с частичным вторичным отсутствием зубов на фоне нарушений костного минерального обмена с помощью дентальных имплантатов // *Эндодонтия Today*. – 2019. – T. 17, № 2. – C. 65–70. – DOI 10.33925/1683-2981-2019-17-2-65-70 – EDN SYVIRD.
17. Diachkova E.Yu., Tarasenko S.V., Do Phan Ngoc Minh et al. Surgical treatment of patient with secondary partly absence of the teeth on the background of disturbances of bone mineral metabolism with dental implants // *Endodontics Today*. – 2019. – T. 17, № 2. – C. 65–70. – DOI 10.33925/1683-2981-2019-17-2-65-70 – EDN SYVIRD.
18. Дьячкова Е.Ю., Тарасенко С.В., Фадеев В.В. [и др.]. Анализ результатов дентальной имплантации по данным анкетирования врачей-стоматологов на примере отдельных субъектов Российской Федерации // *Клиническая стоматология*. – 2022. – T. 25, № 3. – C. 32–37. – DOI 10.37988/1811-153X_2022_3_32 – EDN LPEPIZ.
19. Diachkova E.Yu., Tarasenko S.V., Fadeev V.V. et al. Analysis of the dental implantation results according to the dentists' questionnaire data on the example of the Russian Federation separate subject. Head and neck. *Russian Journal*. 2022; 10 (2, Suppl. 2): 46–49 [In Russian].
20. Морозова Е.А. Применение неодимового лазера в хирургической стоматологии: дис. д-ра мед.наук: Москва, 2022: ФГАОУ ВО Первый МГМУ им.И.М.Сеченова – 341 с. Morozova E.A. The use of a neodymium laser in surgical dentistry: dis. Doctor of Medical Sciences; Moscow, 2022: I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) – 341 page.
21. Trybek G, Aniko-Wlodarczyk M, Kwiatek J et al. The effect of vitamin D3 on the osseointegration of dental implants. *Balt J Health Phys Act*. 2018;10(4):25–33. doi: 10.29359/BJHPA.10.4.02.
22. Salari N., Ghasemi H., Mohammadi L, et al. The global prevalence of osteoporosis in the world: a comprehensive systematic review and meta-analysis // *Journal of orthopedic surgery and research*. – 2021. – T. 16. – C. 1–20.
23. Marcucci G., Brandi M. L. Rare causes of osteoporosis // *Clinical cases in mineral and bone metabolism*. – 2015. – T. 12. – №. 2. – C. 151.
24. Kwiatek J., Jaroń A., Trybek G. Impact of the 25-hydroxycholecalciferol concentration and vitamin D deficiency treatment on changes in the bone level at the implant site during the process of osseointegration: A prospective, randomized, controlled clinical trial // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – T. 10. – №. 3. – C. 526.
25. Mangano F.G., Oskoue S.G., Paz A., et al. Low serum vitamin D and early dental implant failure: Is there a connection? A retrospective clinical study on 1740 implants placed in 885 patients. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2018; 12(3):174. doi: 10.1517/joddd.2018.027
26. Werny J. G., Sagheb K., Diaz L, et al. Does vitamin D have an effect on osseointegration of dental implants? A systematic review // *International Journal of Implant Dentistry*. – 2022. – T. 8. – №. 1. – C. 16.
27. Pimentel S. P., Casarin R. C., Ribeiro F. V. et al. Impact of micronutrients supplementation on bone repair around implants: microCT and counter-torque analysis in rats // *Journal of Applied Oral Science*. – 2016. – T. 24. – C. 45–51.
28. Mahdavi, R., Belgheisi, G., Haghighi-Nazarpak, M. et al. Bone tissue engineering gelatin-hydroxyapatite/graphene oxide scaffolds with the ability to release vitamin D: Fabrication, characterization, and in vitro study // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. – 2020. – T. 31. – C. 1–14.
29. Nastro, L., Moretti, A., Migliaccio S. et al. Do dietary supplements and nutraceuticals have effects on dental implant osseointegration? A scoping review // *Nutrients*. – 2020. – T. 12. – №. 1. – C. 268.
30. Muresan, G. C., Hedesiu, M., Lucaciu, O. et al. Effect of vitamin D on bone regeneration: a review // *Medicina*. – 2022. – T. 58. – №. 10. – C. 1337.
31. Garg, P., Ghahaut, P., Dahiya, K. et al. Comparative evaluation of crestal bone level in patients having low level of Vitamin D treated with dental implant with or without Vitamin D3 supplements // *National Journal of Maxillofacial Surgery*. – 2020. – T. 11. – №. 2. – C. 199.
32. Chang S. W., Lee H. C. Vitamin D and health-The missing vitamin in humans // *Pediatrics & Neonatology*. – 2019. – T. 60. – №. 3. – C. 237/244.
33. Fischer, V., Haffner-Luntzer, M., Prystaz, K. et al. Calcium and vitamin-D deficiency marginally impairs fracture healing but aggravates posttraumatic bone loss in osteoporotic mice // *Scientific reports*. – 2017. – T. 7. – №. 1. – C. 7223.

Статья поступила / Received 23.10.2024

Получена после рецензирования / Revised 27.10.2024

Принята в печать / Accepted 27.10.2024

Информация об авторах

Дьячкова Екатерина Юрьевна¹, к.м.н., доцент кафедры хирургической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского
E-mail: secu2003@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4388-8911. SPIN-код: 6877-3782. AuthorID: 622198

Скачкова Марина Михайловна¹, студентка 5 курса Института стоматологии, стажер-исследователь кафедры хирургической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского
E-mail: marina-petukhova2014@ya.ru. ORCID: 0000-0002-2071-4487

Тарасенко Светлана Викторовна¹, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой хирургической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского
E-mail: tarasenko_s_v@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0001-8595-8864. SPIN-код: 3320-0052. AuthorID: 701143

Жарова Карина Юсуфовна², студентка лечебного факультета
E-mail: sfkari@mail.ru. ORCID: 0009-0002-7669-0565

Кыткы Елизавета Николаевна¹, студентка 1 курса Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана
E-mail: staberry50@yandex.ru. ORCID: 0009-0003-0670-5386

¹ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им.И.М. Сеченова» МЗ РФ
² ЧУ ОО ВО «Медицинский университет «РЕАВИЗ»

Контактная информация:

Дьячкова Екатерина Юрьевна. E-mail: secu2003@mail.ru

Author information

Diachkova Ekaterina Yuryevna¹, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Surgical Dentistry of Department of E.V. Borovsky Institute of Dentistry
E-mail: secu2003@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4388-8911. SPIN-код: 6877-3782. AuthorID: 622198

Skachkova Marina Mikhailovna¹, 5th year student of E.V. Borovsky Institute of Dentistry
E-mail: marina-petukhova2014@ya.ru. ORCID: 0000-0002-2071-4487

Svetlana V. Tarasenko¹, MD, Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry the Department of E.V. Borovsky Institute of Dentistry
E-mail: tarasenko_s_v@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0001-8595-8864. SPIN-код: 3320-0052. AuthorID: 701143

Zharova Karina Yusufovna², student of the medical faculty
E-mail: sfkari@mail.ru. ORCID: 0009-0002-7669-0565

Elizaveta Nikolaevna Kytko¹, 1st year student of Department of F.F. Erisman Institute of Public Health
E-mail: staberry50@yandex.ru. ORCID: 0009-0003-0670-5386

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia
² REAVIZ Medical University, Russia

Contact information

Ekaterina Diachkova. E-mail: secu2003@mail.ru

For citation: Diachkova E.Yu., Petukhova M.M., Tarasenko S.V., Zharova K.Yu., Kytko E.N. Assessment of the state of mineral metabolism in patients with tooth loss during dental implantation against the background of vitamin D deficiency // *Medical alphabet*. 2024;(28):60–64. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-28-60-64>

