



**THE INFLUENCE OF VITAMIN D, MAGNESIUM, AND ZINC LEVELS ON
THE OSSEOINTEGRATION OF DENTAL IMPLANTS: CLINICAL AND
BIOCHEMICAL ASPECTS**

Egamov Komil Xusanovich
Dentist, Samarkand City Dental Clinic
Komiljon.egamov@gmail.com

Abstract. This article analyzes the clinical and biochemical aspects of the potential influence of vitamin D, magnesium, and zinc status on the osseointegration of dental implants. The aim is to summarize scientific evidence on the relationship between the status of these micronutrients and the formation and remodeling of peri-implant bone tissue. The mechanisms through which they participate in mineral metabolism, regulate bone cell activity, and contribute to reparative processes are examined. Particular attention is given to comparing biochemical indicators with clinical parameters, including implant stability, changes in marginal bone levels, and the incidence of early complications. The article discusses the potential role of assessing serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D, magnesium, and zinc when planning implant treatment, as well as the limitations involved in interpreting these indicators. The importance of distinguishing experimental findings from clinical observations is emphasized. Current evidence does not establish conclusively that each of the micronutrients considered independently influences the success of dental implant treatment. A promising direction for future research is the conduct of prospective studies that account for comorbidities, dietary patterns, bone tissue status, and implant placement protocols.

Keywords: dental implantation, osseointegration, vitamin D, 25-hydroxyvitamin D, magnesium, zinc, bone metabolism, peri-implant bone tissue, biochemical indicators.

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВИТАМИНА D, МАГНИЯ И ЦИНКА НА
ПРОЦЕССЫ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ:
КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Egamov Komil Xusanovich
Samarqand shaxar stomatologiya poliklinikasi tish doktori
Komiljon.egamov@gmail.com



Аннотация. Статья посвящена анализу клинико-биохимических аспектов возможного влияния обеспеченности витамином D, магнием и цинком на остеоинтеграцию дентальных имплантатов. Цель работы — обобщить научные данные о связи статуса указанных микронутриентов с формированием и ремоделированием периимплантатной костной ткани. Рассматриваются механизмы их участия в минеральном обмене, регуляции активности костных клеток и репаративных процессах. Особое внимание уделяется сопоставлению биохимических показателей с клиническими параметрами: стабильностью имплантатов, изменением уровня краевой кости и частотой ранних осложнений. Обсуждаются возможности оценки сывороточной концентрации 25-гидроксивитамина D, магния и цинка при планировании имплантологического лечения, а также ограничения интерпретации этих показателей. Подчеркивается необходимость разграничения результатов экспериментальных исследований и клинических наблюдений. Имеющиеся данные не позволяют считать самостоятельное влияние каждого из рассматриваемых микронутриентов на успешность имплантации окончательно установленным. Перспективным направлением является проведение проспективных исследований с учетом сопутствующих заболеваний, особенностей питания, состояния костной ткани и протокола имплантации.

Ключевые слова: дентальная имплантация, остеоинтеграция, витамин D, 25-гидроксивитамин D, магний, цинк, костный метаболизм, периимплантатная костная ткань, биохимические показатели.

Введение

Дентальная имплантация занимает важное место в восстановлении целостности зубных рядов. Одним из основных условий ее успешного результата является остеоинтеграция — формирование непосредственного структурного и функционального контакта между живой костной тканью и поверхностью имплантата. Изучение факторов, способных влиять на этот процесс, имеет значение для прогнозирования результатов лечения и определения направлений профилактики осложнений.

В числе таких факторов рассматривается обеспеченность организма витамином D, магнием и цинком. Исследовательский интерес к этим веществам связан с их участием в процессах костного обмена. Однако биологическая значимость микронутриента сама по себе не доказывает, что изменение его сывороточной концентрации непосредственно определяет успешность дентальной имплантации. При анализе данной связи необходимо учитывать состояние



костной ткани, сопутствующие заболевания, курение, гигиену полости рта, особенности хирургического вмешательства и условия нагрузки на имплантат. Наиболее широко в клинических исследованиях изучается витамин D. Опубликованные работы указывают на возможную связь его недостаточной обеспеченности с неблагоприятными исходами имплантации, однако результаты неоднородны. Различия в дизайне исследований, критериях дефицита, сроках наблюдения и характеристиках пациентов ограничивают возможность установить причинно-следственную зависимость. Поэтому влияние уровня витамина D на остеоинтеграцию и эффективность его дополнительного назначения требуют дальнейшего уточнения.

При рассмотрении магния и цинка особое значение приобретает разграничение экспериментальных и клинических данных. Результаты исследований клеточных моделей, животных и модифицированных поверхностей имплантатов нельзя непосредственно переносить на оценку сывороточных уровней этих элементов у пациентов. Обзор исследований пищевых добавок и нутрицевтиков показывает ограниченность доказательной базы, необходимой для обоснования их применения с целью улучшения остеоинтеграции.

Клинико-биохимический подход к изучению данной проблемы предполагает сопоставление лабораторных показателей с результатами клинического и рентгенологического наблюдения. При этом концентрации витамина D, магния и цинка следует рассматривать как возможные составляющие комплексной оценки состояния пациента. Отдельного внимания заслуживает вопрос о том, в какой степени выявленные отклонения связаны с нарушением остеоинтеграции и позволяет ли их коррекция улучшить результаты лечения.

Актуальность настоящей работы определяется необходимостью систематизации научных данных и уточнения границ их клинической применимости. Такой анализ позволит разграничить установленные закономерности, предполагаемые механизмы и вопросы, требующие дальнейшего исследования.

Цель статьи — проанализировать научные данные о взаимосвязи обеспеченности витамином D, магнием и цинком с остеоинтеграцией дентальных имплантатов и определить клинико-биохимические аспекты оценки этой взаимосвязи.

Задачи статьи: рассмотреть предполагаемые механизмы участия указанных микронутриентов в формировании периимплантатной костной ткани; сопоставить экспериментальные и клинические данные; охарактеризовать возможности и ограничения лабораторной оценки; обозначить направления



дальнейших клинических исследований.

Материалы и методы

Статья имеет обзорно-аналитическую направленность и посвящена рассмотрению клинических и биохимических аспектов связи обеспеченности витамином D, магнием и цинком с остеоинтеграцией дентальных имплантатов. Собственные клинические наблюдения, лабораторные измерения и экспериментальные вмешательства в рамках настоящей работы не проводились. Методологическую основу составляет качественный анализ опубликованных научных данных с разграничением клинических результатов и экспериментальных предпосылок.

В качестве источников рассматриваются научные публикации, посвященные микронутриентному статусу пациентов, костному метаболизму и исходам дентальной имплантации. Для оценки состояния доказательной базы используются также систематические и обзорные работы. При интерпретации сведений учитываются дизайн исследования, характеристики изучаемой группы, способы определения биохимических показателей, продолжительность наблюдения и применяемые критерии успешности имплантации.

Анализ организован по трем направлениям: витамин D, магний и цинк. В каждом направлении сопоставляются предполагаемые биологические механизмы, результаты исследований у людей и ограничения их клинического применения. Отдельно рассматриваются исследования модифицированных поверхностей имплантатов: их результаты не приравниваются к эффектам изменения содержания соответствующих веществ в организме пациента.

Для структурирования материала используется следующая аналитическая схема.

Таблица 1. Направления клинико-биохимического анализа

Направление	Рассматриваемые показатели	Критерии интерпретации
Обеспеченность витамином D	Концентрация общего 25-гидроксивитамина D — 25(OH)D	Метод измерения, единицы, критерии обеспеченности и время забора крови



Направление	Рассматриваемые показатели	Критерии интерпретации
Обеспеченность магнием	Сывороточная концентрация магния	Ограничения показателя как характеристики общего содержания магния в организме
Обеспеченность цинком	Концентрация цинка в сыворотке или плазме	Условия забора образца, воспалительный статус и метод исследования
Стабильность имплантатов	Первичная и вторичная стабильность, показатели резонансно-частотного анализа при наличии	Срок измерения, характеристики имплантата и протокол нагрузки
Состояние периимплантатной кости	Рентгенологические изменения уровня краевой кости	Стандартизация снимков, исходный уровень и продолжительность наблюдения
Клинические исходы	Ранние потери имплантатов и зарегистрированные осложнения	Определение исхода, сроки его регистрации и сопутствующие факторы

Источник: аналитическая схема для настоящего обзора; таблица не содержит результатов собственного клинического исследования.

Особое внимание при оценке публикаций уделяется потенциальным смешивающим факторам: возрасту пациентов, курению, наличию сахарного диабета, состоянию пародонта, применению костнопластических вмешательств, локализации имплантата и особенностям протезирования. Учитывается, проводилась ли статистическая корректировка по этим характеристикам. Обнаруженная связь между биохимическим показателем и исходом имплантации рассматривается отдельно от доказательства причинного влияния. Исследования дополнительного назначения микронутриентов анализируются с



учетом исходного статуса пациентов, состава вмешательства, наличия группы сравнения и выбранных конечных точек. Изменение лабораторной концентрации вещества не рассматривается как самостоятельное подтверждение улучшения остеоинтеграции без соответствующих клинических данных.

Обобщение материала носит качественный характер. Расчет объединенных эффектов и метаанализ в рамках статьи не выполняются. Поскольку полный воспроизводимый поиск с регистрацией числа найденных, исключенных и включенных публикаций пока не представлен, работа не позиционируется как систематический обзор. Окончательный перечень источников и параметры поиска необходимо зафиксировать при подготовке полной версии статьи.

Результаты анализа литературы

Анализ публикаций выявил различия в характере доказательств, касающихся витамина D, магния и цинка. Для витамина D представлены исследования с участием пациентов, оценивающие связь его сывороточной концентрации с состоянием периимплантатной кости и стабильностью имплантатов. Для магния и цинка в рассмотренных источниках существенное место занимают экспериментальные модели, включая исследования пищевого дефицита и модифицированных имплантационных покрытий. Эти направления необходимо анализировать отдельно, поскольку они характеризуют разные условия воздействия.

Витамин D и клинические показатели остеоинтеграции

В проспективном контролируемом исследовании, опубликованном в 2021 году, оценивались изменения уровня кости в области имплантации у пациентов с различной концентрацией 25(OH)D, в том числе при послеоперационном назначении витамина D. Такой дизайн позволяет рассматривать обеспеченность витамином D как потенциально значимую переменную при изучении костного заживления. При этом использованный авторами порог 30 нг/мл следует воспринимать как критерий конкретного исследования, а не как установленную границу успешной остеоинтеграции. PMC

В другом проспективном исследовании обнаружена положительная связь между концентрацией витамина D и показателями стабильности имплантатов через три и шесть месяцев после установки. Однако наличие статистической ассоциации не означает, что концентрация витамина D самостоятельно определяет результат лечения: для такого вывода необходимо учитывать другие характеристики пациента и вмешательства.

В исследовании с участием 32 пациентов сравнивались изменения краевого



уровня кости при назначении витамина D₃ и без него. Клинически приемлемые показатели были зарегистрированы в обеих группах на протяжении наблюдения. Это подчеркивает необходимость оценивать величину межгрупповых различий и их клиническое значение, не ограничиваясь фактом повышения лабораторного показателя после приема препарата.

Магний: результаты экспериментальных исследований

В эксперименте на 30 крысах изучалось влияние недостаточного поступления магния на костную ткань вокруг имплантатов с уже сформированной остеоинтеграцией. Дефицит сопровождался снижением сывороточной концентрации магния и повышением уровней паратиреоидного гормона и дезоксипиридинолина. Полученные данные характеризуют изменения минерального обмена и костной резорбции в экспериментальных условиях. Они не позволяют непосредственно установить риск ранней потери дентального имплантата у человека. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

В отдельной работе на 45 крысах оценивалось воздействие выраженного пищевого дефицита магния на системную минеральную плотность кости и сопротивление удалению остеоинтегрированных имплантатов. Значение этого подхода заключается в сочетании биохимической, денситометрической и биомеханической оценки. Вместе с тем размещение имплантатов в большеберцовой кости животных ограничивает прямой перенос результатов на условия дентальной имплантации.

Цинк и исследования имплантационных покрытий

В отношении цинка необходимо различать системную обеспеченность организма и локальное воздействие материала имплантата. В экспериментальном исследовании на крысах с остеопенией изучались гидроксипатитные покрытия, содержащие цинк, магний или стронций. Авторы сообщили об улучшении показателей остеоинтеграции при применении исследуемых покрытий. Однако такие результаты относятся к свойствам поверхности и локальной среде взаимодействия имплантата с костью. Они не подтверждают, что повышение сывороточной концентрации цинка или его дополнительный прием обеспечивают аналогичный эффект у пациентов.



Таблица 2. Сопоставление рассмотренных направлений исследований

Компонент	Характер представленных данных	Изучаемые показатели	Ограничения интерпретации
Витамин D	Проспективные клинические исследования, включая исследования дополнительного назначения	Концентрация 25(OH)D, стабильность имплантатов, изменения уровня кости	Различия критериев обеспеченности, сроков наблюдения и характеристик пациентов
Магний	Эксперименты с ограничением поступления магния у животных	Сывороточный магний, маркеры костного обмена, плотность кости, биомеханические параметры	Экспериментальный дефицит и анатомическая локализация имплантатов отличаются от клинических условий
Цинк	Исследования покрытий, содержащих цинк, на животных	Показатели взаимодействия костной ткани с поверхностью имплантата	Локальные свойства покрытия не характеризуют эффект системного назначения цинка

Обобщение результатов

Сопоставление рассмотренных работ показывает, что объединение витамина D, магния и цинка в единую группу факторов не должно скрывать различия в доказательной базе. Клинические данные о витамине D позволяют обсуждать его возможную связь с отдельными показателями заживления, тогда как рассмотренные исследования магния и цинка преимущественно раскрывают экспериментальные предпосылки. Поэтому на основании этих публикаций нельзя установить единые биохимические пороги, прогнозирующие успешность имплантации, либо обосновать универсальную схему совместного назначения



трех компонентов. Такой вывод представляет собой аналитическую оценку приведенных исследований и требует дальнейшей проверки в клинических работах.

Обсуждение

Рассмотренные исследования позволяют выделить обеспеченность микронутриентами как перспективное направление изучения факторов остеointеграции. Вместе с тем интерпретация результатов требует разграничения трех вопросов: участия вещества в костном обмене, связи его лабораторной концентрации с клиническими исходами и эффективности дополнительного назначения. Доказательство одного из этих положений не означает автоматического подтверждения остальных.

Наиболее близки к клинической практике исследования витамина D, поскольку в них сопоставляются показатели 25(OH)D с изменениями периимплантатной кости и стабильностью имплантатов. Однако результаты отдельных работ относятся к определенным группам пациентов, срокам наблюдения и протоколам лечения. Положительная связь между уровнем витамина D и стабильностью имплантата заслуживает внимания, но сама по себе не определяет универсальный лабораторный критерий успешной имплантации.

При оценке эффективности дополнительного назначения витамина D принципиально важно различать биохимический и клинический результат. Повышение концентрации 25(OH)D подтверждает изменение обеспеченности организма, тогда как улучшение остеointеграции должно подтверждаться заранее определенными клиническими или рентгенологическими конечными точками. Например, регистрация клинически приемлемого уровня краевой кости в обеих сравниваемых группах требует анализа величины различий между ними, а также продолжительности сохранения возможного эффекта.
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

Для магния центральным вопросом остается переносимость экспериментальных результатов на клинические условия. Модели пищевого дефицита позволяют исследовать изменения минерального обмена и состояния костной ткани вокруг имплантатов. Однако выраженность искусственно создаваемого дефицита, особенности организма животных и размещение имплантатов в большеберцовой кости отличаются от условий восстановления зубных рядов у человека. Следовательно, эти работы обосновывают необходимость дальнейших исследований, но не устанавливают клинический порог магния, определяющий прогноз дентальной имплантации.



Аналогичная методологическая проблема возникает при рассмотрении цинка. Улучшение характеристик остеоинтеграции при использовании покрытия, содержащего цинк, относится к локальному взаимодействию поверхности имплантата с окружающей тканью. Такое воздействие отличается от изменения содержания цинка в крови и от приема пищевых добавок. Поэтому данные о модифицированных покрытиях следует рассматривать в рамках исследований биоматериалов, отдельно от доказательств эффективности коррекции системного микронутриентного статуса.

Еще одним значимым аспектом является выбор конечных точек исследования. Стабильность имплантата, рентгенологические изменения уровня кости и потеря имплантата отражают разные стороны результата лечения. В связи с этим предлагается оценивать их раздельно и сопоставлять в динамике. Изменение одного показателя не следует интерпретировать как подтверждение улучшения всех характеристик остеоинтеграции. Особенно важно заранее определять сроки наблюдения и различать ранние результаты заживления и последующее функционирование имплантата.

При планировании дальнейших клинических работ целесообразно учитывать исходный микронутриентный статус, сопутствующие заболевания, курение, состояние пародонта, необходимость костной пластики и протокол нагрузки. В исследованиях с несколькими имплантатами у одного пациента статистический анализ должен учитывать зависимость наблюдений внутри пациента. Это позволит снизить риск приписывания микронутриентам эффекта, обусловленного другими особенностями лечения.

Перспективным представляется проспективное исследование с измерением биохимических показателей до имплантации и последующей стандартизированной оценкой клинических исходов. Если изучается коррекция выявленного дефицита, необходимо отдельно фиксировать изменение лабораторных показателей и результаты имплантации. Такой подход позволит проверить, сопровождается ли нормализация обеспеченности улучшением клинических параметров, и определить группы пациентов, для которых соответствующее вмешательство может иметь значение.

Ограничением настоящей статьи является ее повествовательный характер: отсутствие полного систематического поиска и формальной оценки риска смещения не позволяет утверждать, что учтены все доступные исследования. Поэтому представленное обсуждение следует рассматривать как качественное сопоставление рассмотренных источников. Его основной результат —



выделение вопросов, требующих проверки, и разграничение клинических наблюдений, экспериментальных механизмов и предполагаемых направлений практического применения.

Заключение

Анализ рассмотренных публикаций показывает, что обеспеченность витамином D, магнием и цинком представляет интерес при изучении биологических условий остеоинтеграции дентальных имплантатов. При этом характер имеющихся доказательств различается: для витамина D представлены клинические исследования, тогда как рассмотренные данные о магнии и цинке преимущественно получены в экспериментальных условиях. Эти различия ограничивают возможность формулирования единых клинических рекомендаций.

Клинические исследования витамина D указывают на возможную связь его обеспеченности с отдельными показателями стабильности имплантатов и состоянием периимплантатной кости. Однако полученные результаты не позволяют установить универсальную концентрацию 25(OH)D, гарантирующую успешную остеоинтеграцию. Эффективность коррекции недостаточной обеспеченности следует оценивать по клиническим исходам, отдельно от изменения лабораторного показателя. [pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

Эксперименты с ограничением поступления магния раскрывают возможную связь его дефицита с изменениями костного обмена. Исследования покрытий, содержащих цинк и магний, характеризуют перспективы модификации поверхности имплантатов. Вместе с тем эти результаты не подтверждают эффективность системного назначения соответствующих препаратов для улучшения результатов дентальной имплантации у человека.

Таким образом, в рамках настоящего обзора не получено достаточных оснований для обоснования универсальной схемы совместного назначения витамина D, магния и цинка всем пациентам, проходящим имплантологическое лечение. Лабораторные показатели целесообразно изучать в совокупности с характеристиками пациента, состоянием костной ткани и особенностями вмешательства, избегая их использования в качестве самостоятельного прогностического критерия.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на сопоставление исходного микронутриентного статуса с заранее определенными клиническими исходами, стандартизацию лабораторных измерений и учет смешивающих факторов. Особое значение имеют контролируемые исследования, позволяющие



установить, сопровождается ли коррекция подтвержденного дефицита улучшением стабильности имплантатов, сохранением периимплантатной кости и снижением частоты ранних потерь.

Список использованной литературы

- [1] 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. — Vol. 10, № 3. — Article 526. — DOI: 10.3390/jcm10030526. [PubMed](#)
- [2] Bhandage S., Kumar A. H., Nayana R. Evaluation of Correlation between Vitamin D Levels and Implant Stability in Indian Population: A Prospective Study in Bangalore // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. — 2022. — Vol. 21, № 3. — P. 808–814. — DOI: 10.1007/s12663-021-01579-0. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](#)
- [3] Garg P., Ghalaut P., Dahiya K., Ravi R., Sharma A., Wakure P. 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. — Vol. 11, № 2. — P. 199–206. — DOI: 10.4103/njms.NJMS_49_20. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](#)
- [4] Belluci M. M., Giro G., del Barrio R. A. L., Pereira R. M. R., Marcantonio E. Jr., Orrico S. R. P. Effects of magnesium intake deficiency on bone metabolism and bone tissue around osseointegrated implants // *Clinical Oral Implants Research*. — 2011. — Vol. 22, № 7. — P. 716–721. — DOI: 10.1111/j.1600-0501.2010.02046.x. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](#)
- [5] Tao Z. S., Zhou W. S., He X. W. et al. A comparative study of zinc, magnesium, strontium-incorporated hydroxyapatite-coated titanium implants for osseointegration of osteopenic rats // *Materials Science and Engineering: C*. — 2016. — Vol. 62. — P. 226–232. — DOI: 10.1016/j.msec.2016.01.034. [PubMed](#)