



## A NARRATIVE REVIEW ON VITAMIN D DEFICIENCY AND ITS ROLE IN PEDIATRIC DENTAL CARIES

**Yakubova Farida Khaldarovna**

Associate professor of Alfraganus university

Email: farida.xaldarovna@gmail.com

ORCID ID:0000-0003-3727-4497

<https://doi.org/>

### ARTICLE INFO

Received: 14<sup>th</sup> February 2025

Accepted: 19<sup>th</sup> February 2025

Online: 20<sup>th</sup> February 2025

### KEYWORDS

Antimicrobial peptides,  
children, dental caries, enamel  
defects, salivary secretion,  
vitamin D deficiency.

### ABSTRACT

*Dental caries is one of the most common pediatric health problems. Numerous studies have established a strong association between vitamin D deficiency and an increased risk of dental caries in both molars and permanent teeth in children. The purpose of this descriptive review is to explore the putative mechanisms of the effect of vitamin D deficiency on the development of dental caries in children. Insufficient vitamin D levels during pregnancy can lead to intrauterine enamel defects, and deficiency during childhood is associated with decreased antibacterial peptide activity, decreased salivary secretion, and decreased salivary calcium concentrations.*

*Vitamin D deficiency can significantly increase the risk of caries in both molars and permanent teeth. Current evidence supports that vitamin D deficiency is a risk factor for dental caries in children. Maintaining optimal vitamin D levels throughout pregnancy and childhood may serve as an additional preventive measure against dental caries.*

## ОБЗОР ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА D И ЕГО РОЛИ В РАЗВИТИИ КАРИЕСА ЗУБОВ У ДЕТЕЙ

**Якубова Фариди Халдаровна**

Доцент Альфрагановского университета

Email: farida.xaldarovna@gmail.com

ORCID ID:0000-0003-3727-4497

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14898336>

### ARTICLE INFO

Received: 14<sup>th</sup> February 2025

Accepted: 19<sup>th</sup> February 2025

Online: 20<sup>th</sup> February 2025

### ABSTRACT

*Кариес зубов - одна из наиболее распространенных проблем детского здоровья. Многочисленные исследования установили тесную связь между дефицитом витамина D и повышенным риском развития кариеса как коренных, так и постоянных зубов у детей. Цель данного описательного обзора - изучить предполагаемые механизмы влияния*



## KEYWORDS

Антимикробные пептиды, дети, кариес зубов, дефекты эмали, слюноотделение, дефицит витамина D.

дефицита витамина D на развитие кариеса у детей. Недостаточный уровень витамина D во время беременности может привести к внутриутробным дефектам эмали, а дефицит в детском возрасте связан со снижением активности антибактериальных пептидов, уменьшением слюноотделения и снижением концентрации кальция в слюне.

Дефицит витамина D может значительно повысить риск развития кариеса как в коренных, так и в постоянных зубах. Существующие данные подтверждают, что дефицит витамина D является фактором риска развития кариеса у детей. Поддержание оптимального уровня витамина D на протяжении всей беременности и детства может служить дополнительной профилактической мерой против кариеса зубов.

**Введение.** Кариес зубов является многофакторным заболеванием и остается одной из наиболее распространенных проблем здравоохранения в детском возрасте. Недавний метаанализ, включающий данные детей с пяти континентов, сообщил, что глобальная распространенность кариеса коренных зубов составляет 46,2%, а постоянных - 53,8%. Примечательно, что детский кариес более распространен в развивающихся странах, что, вероятно, связано с различиями в социально-экономическом статусе, образовании, пищевых привычках, гигиене полости рта, доступе к стоматологической помощи и факторами окружающей среды, такими как микробиота полости рта, поток слюны, воздействие фтора и частое потребление пищевых сахаров.

Кариес зубов признан трансмиссивным инфекционным заболеванием, вызванным деятельностью микробной биопленки. Колонизация кариесогенными бактериями, в частности *Streptococcus mutans* и *Lactobacilli*, является значительным фактором риска. Метаболизм пищевых ферментируемых сахаров, особенно сахарозы и лактозы, бактериями полости рта приводит к выработке органических кислот, в первую очередь молочной. Когда pH полости рта падает ниже 5,5, происходит деминерализация эмали, увеличивается ее пористость, что позволяет кислотам проникать глубже, и в конечном итоге приводит к образованию кариозной полости. Если кариозные поражения не лечить, они прогрессируют, поражая пульпу зуба, вызывая воспаление, боль, некроз и потенциально приводя к потере зуба и даже внесезубным инфекциям.

Слюна играет важнейшую роль в профилактике кариеса, способствуя разбавлению и очистке от ферментируемых сахаров, а также буферизации кислотности полости рта. Буферная способность слюны нейтрализует кислоты биопленки после проглатывания и разбавления пищевых сахаров. Кроме того, при



достаточном уровне кальция и фосфора в слюне реминерализация может противостоять деминерализации эмали.

Традиционно витамин D ассоциируется в первую очередь с костным метаболизмом, поскольку его дефицит приводит к рахиту у детей и остеопорозу у взрослых. Однако теперь известно, что многие типы клеток, включая одонтобласты (дентин-образующие клетки), амелобласты (эмаль-образующие клетки) и клетки слюнных желез, экспрессируют рецепторы витамина D (VDR). Когда витамин D связывается с этими рецепторами, он регулирует экспрессию многочисленных генов, участвующих в минеральном обмене, клеточной функции, иммунном ответе и энергетическом метаболизме.

Связь между дефицитом витамина D и кариесом появилась еще в 1920-х годах. В основополагающем исследовании Мелланби и Паттисона впервые было показано, что дефицит витамина D связан с кариесом у детей и что добавки витамина D снижают риск развития кариеса. С тех пор многочисленные эпидемиологические исследования, систематические обзоры и мета-анализы клинических испытаний подтвердили эту связь, предположив, что дефицит витамина D может способствовать деминерализации зубов аналогично его воздействию на костную ткань из-за снижения концентрации ионов кальция и фосфата. Кроме того, воздействие витамина D в раннем возрасте может играть защитную роль в профилактике кариеса.

Последние клинические исследования показывают, что у детей до трех лет, которые постоянно получают витамин D - по крайней мере, в осенние и зимние месяцы после первого года жизни, - значительно снижается частота и тяжесть кариеса. Более того, у младенцев, рожденных от матерей с дефицитом витамина D, кариес коренных зубов встречается чаще, чем у детей, рожденных от матерей с достаточным уровнем витамина D. Более высокое потребление витамина D матерью во время беременности также было связано со снижением риска развития кариеса у потомства. Кроме того, недавнее когортное исследование продемонстрировало обратную зависимость между пренатальным уровнем витамина D и риском развития кариеса постоянных зубов у детей в возрасте 6-10 лет.

Цель данного исследования - представить всеобъемлющий обзор различных механизмов, с помощью которых витамин D действует как защитный фактор против кариеса зубов у детей. Обзор основан на обширном электронном поиске литературы, проведенном двумя независимыми исследователями с использованием базы данных PubMed Национальной медицинской библиотеки США. Поиск был сосредоточен на статьях, опубликованных в период с января 1985 года по май 2023 года, с использованием конкретных ключевых слов из медицинских предметных рубрик (MeSH), таких как витамин D, дефицит/недостаточность витамина D, антимикробные белки, дети, кариес, гипоплазия эмали и слюноотделение. Исследование Мелланби и Паттисона было включено в список благодаря его исторической значимости в этой области.

### **Внутриутробные дефекты эмали**

Формирование коренных зубов начинается уже на шестой неделе эмбриональной жизни, а развитие эмали и дентина начинается во втором триместре и продолжается



после рождения. Витамин D играет важнейшую роль в одонтогенезе, модулируя транскрипцию генов, отвечающих за структурные белки, синтезируемые одонтобластами (сиалогликопротеины дентина и фосфопротеины дентина) и амелобластами (амелогенины и эмалин). Эти белки образуют неминерализованный внеклеточный матрикс зубов. Кроме того, витамин D способствует внутриутробной минерализации дентина и эмали, что делает его необходимым для правильного формирования твердых тканей полости рта. Следовательно, дефицит витамина D во время беременности может нарушить развитие как коренных, так и постоянных зубов.

Появившиеся данные свидетельствуют о том, что материнский дефицит витамина D влияет на формирование и минерализацию коренных зубов, что приводит к таким дефектам развития, как гипоминерализация дентина и гипоплазия или гипоминерализация эмали у потомства. Поскольку дефекты эмали возникают в результате прерывания или остановки формирования зубного матрикса, они были тесно связаны с повышенным риском развития кариеса в когортных исследованиях.

Недавнее рандомизированное клиническое исследование показало, что прием высоких доз витамина D во время беременности (2400 МЕ/день с 24-й недели беременности до одной недели после родов) связан со снижением риска развития дефектов эмали у детей. Исследование показало, что у детей, чьи матери получали более высокую дозу витамина D, было меньше дефектов эмали как в коренных, так и в постоянных зубах по сравнению с теми, чьи матери получали стандартную дозу 400 МЕ/день. Эти данные свидетельствуют о том, что пренатальный прием витамина D может служить эффективной профилактической мерой для минимизации дефектов эмали и последующего снижения риска развития детского кариеса.

Учитывая роль витамина D в развитии зубов, его дефицит во время беременности может предрасполагать детей к дефектам эмали, повышая их восприимчивость к кариесу. Обеспечение оптимального уровня витамина D до зачатия и поддержание его на должном уровне во время беременности и в раннем детстве может иметь большое значение для снижения риска дефектов эмали и улучшения общего состояния зубов.

### **Антимикробные белки**

Витамин D играет важную роль в регуляции иммунной системы, влияя как на врожденные, так и на адаптивные иммунные реакции. Он оказывает иммуномодулирующее действие на адаптивные иммунные клетки, включая В- и Т-лимфоциты, моноциты и дендритные клетки, регулируя их созревание, выработку цитокинов и воспалительную реакцию. Кроме того, витамин D влияет на подвижность нейтрофилов и их фагоцитарную функцию, помогая предотвратить чрезмерную экспрессию воспалительных цитокинов.

Во врожденном иммунитете витамин D способствует выработке антимикробных белков (AMP), синтезируемых барьерными и иммунными клетками, в том числе клетками слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и ротовой полости. Комплекс витаминов D-VDR регулирует транскрипцию генов, кодирующих специфические AMP, что приводит к активации кателицидина,  $\beta$ 2-дефенсина и гепцидина. Кателицидин, в частности, находится под прямым контролем витамина D и проявляет как антимикробные, так и антиэндоксинные свойства. Он обладает



катионными и амфифильными свойствами, которые позволяют ему деполяризовать и разрушать бактериальные мембраны. Кроме того, он играет хемотаксическую роль и способствует клеточной аутофагии, усиливая защиту организма от патогенных бактерий.

АМП, включая кателицидин, являются ключевыми компонентами врожденной иммунной системы и служат защитными пептидами хозяина против различных кариесогенных микроорганизмов полости рта. Исследования исторически определили *Streptococcus mutans* как основной фактор, способствующий развитию кариеса. Многочисленные исследования показали, что повышенная колонизация *Streptococcus mutans* предшествует развитию кариеса у детей. Кроме того, исследователи наблюдали корреляцию между уровнем АМР в слюне и изменениями в стрептококковом составе зубного налета.

Клинические исследования слюны у детей школьного возраста позволили глубже понять эту взаимосвязь. Одно исследование показало, что у детей с дефицитом витамина D уровень кателицидина в слюне был значительно ниже, чем у детей с адекватным статусом витамина D. Другое исследование показало, что у детей без кариеса концентрация кателицидина была значительно выше, чем у детей с кариесом. Эти данные позволяют предположить, что оптимизация уровня витамина D может усилить врожденные механизмы антибактериальной защиты организма и повысить устойчивость к кариесу. Некоторые исследователи даже предложили потенциальное терапевтическое применение АМР в сочетании с другими методами лечения для профилактики и лечения кариеса.

### **Дисфункция слюнной железы**

Несколько исследований продемонстрировали значительную положительную корреляцию между сывороточным и слюнным уровнем 25(OH)D как у маленьких детей, так и у взрослых. Эта корреляция привела к предположению, что оценка уровня 25(OH)D в слюне может служить неинвазивной альтернативой анализу сыворотки крови для определения уровня витамина D. Естественно, что снижение уровня 25(OH)D в сыворотке соответствует снижению уровня 25(OH)D в слюне. Микрорадиографические исследования подтвердили, что слюнные железы являются клетками-мишенями для витамина D, поскольку содержат рецепторы витамина D (VDR) и, следовательно, восприимчивы к его геномным эффектам.

Экспериментальные исследования показали, что витамин D играет непосредственную роль в секреции жидкости и электролитов слюнными железами. Было показано, что дефицит витамина D уменьшает поток слюны и изменяет ее состав, снижая концентрацию ионов кальция. Хотя эти результаты были получены в основном на животных моделях, они являются убедительным доказательством влияния витамина D на качество и количество слюнной секреции, что, вероятно, может быть экстраполировано на физиологию человека.

С точки зрения стоматологического здоровья, дефицит витамина D негативно влияет на защитные функции слюны двумя основными способами. Во-первых, уменьшение количества слюны ослабляет ее буферную способность против органических кислот, тем самым снижая ее естественную защиту от кариеса. Во-



вторых, слюна выступает в качестве основной транспортной среды для основных минералов, необходимых для реминерализации зубов. Дефицит витамина D приводит к значительному снижению концентрации минералов в слюне, ухудшая ее способность поддерживать реминерализацию эмали. В результате повышается риск развития кариеса как в молочных, так и в постоянных зубах.

Для решения проблемы дефицита витамина D Эндокринное общество США рекомендует беременным женщинам ежедневно принимать холекальциферол в количестве 1 500-2 000 МЕ, причем начинать прием следует как можно раньше. Кроме того, Американская академия педиатрии, Эндокринное общество США и Европейское общество детской гастроэнтерологии, гепатологии и питания (ESPGHAN) рекомендуют ежедневные нормы потребления витамина D для детей:

- Младенцы (0-1 год): Не менее 400 МЕ/день
- Дети и подростки (1-18 лет): Не менее 600 МЕ/день

Новорожденным следует начинать пероральный прием холекальциферола в дозе 400 МЕ/день как можно скорее после рождения и продолжать в течение первого года жизни, чтобы обеспечить адекватный уровень витамина D. Детям и подросткам, которые не достигают рекомендуемой диетической нормы через пищевые источники, даже при употреблении продуктов, обогащенных витамином D, следует принимать пероральную добавку в количестве 600 МЕ/день. Лицам с повышенным риском дефицита витамина D может потребоваться более высокая суточная дозировка.

### **Выводы**

Кариес зубов - это сложное, многофакторное состояние, а не классическое инфекционное заболевание. Его лучше всего описать как заболевание, опосредованное биопленкой, на которое в первую очередь влияют поведенческие факторы, такие как частое употребление ферментируемых углеводов и недостаточная гигиена полости рта, а также недостаточное воздействие фтора.

Дефицит витамина D во время беременности может способствовать внутриутробной гипоплазии эмали, а в детстве он связан со снижением активности антибактериальных пептидов, уменьшением слюноотделения и снижением уровня кальция в слюне. Следовательно, недостаточный уровень витамина D может значительно повысить риск развития кариеса как в начальных, так и в постоянных зубах.

Наконец, хорошо известна связь между дефицитом витамина D и кариесом зубов, что делает его признанным фактором риска развития кариеса у детей. Поддержание оптимального уровня витамина D на протяжении всей беременности и детства должно рассматриваться как дополнительная профилактическая стратегия для снижения риска развития кариеса как в коренных, так и в постоянных зубах. Для повышения осведомленности о важнейшей роли витамина D в укреплении здоровья полости рта у детей настоятельно рекомендуется проводить инициативы в области общественного здравоохранения и образовательные кампании по гигиене полости рта.



## References:

1. Kazeminia M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-Raygani A, Salari N, et al. Кариес коренных и постоянных зубов у детей во всем мире, 1995-2019: систематический обзор и мета-анализ. *Head Face Med.* 2020;2020(16):22. doi: 10.1186/s13005-020-00237-z. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
2. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Кариес зубов. *Lancet.* 2007;369:51-59. doi: 10.1016/S0140-6736(07)60031-2. [DOI] [PubMed] [Google Scholar].
3. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Prim.* 2017;3:17030. doi: 10.1038/nrdp.2017.30. [DOI] [PubMed] [Google Scholar].
4. Tinanoff N, Baez RJ, Diaz-Guillory C, Donly KJ, Feldens CA, McGrath C, et al. Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: global perspective. *Int J Paediatr Dent.* 2019;29:238-248. doi: 10.1111/ipd.12484. [DOI][PubMed][Google Scholar].
5. Kirthiga M, Murugan M, Saikia A, Kirubakaran R. Факторы риска развития кариеса у детей раннего возраста: систематический обзор и мета-анализ контрольных и когортных исследований. *Pediatr Dent.* 2019;41:95-112. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
6. Le VNT, Kim J-G, Yang Y-M, Lee D-W (2021) Risk factors for early childhood caries: an umbrella review. *Pediatr Dent* 43:176-184.E24-E33 [PubMed]
7. Moynihan PJ, Kelly SA. Влияние ограничения потребления сахара на развитие кариеса: систематический обзор для подготовки рекомендаций ВОЗ. *J Dent Res.* 2014;93:8-18. doi: 10.1177/0022034513508954. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
8. Sheiham A, James WP. Переоценка количественной взаимосвязи между потреблением сахара и кариесом: необходимость новых критериев для разработки целей по потреблению сахара. *BMC Public Health.* 2014;14:863. doi: 10.1186/1471-2458-14-863. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
9. Hossein-Nezhad A, Holick MF. Витамин D для здоровья: глобальная перспектива. *Mayo Clin Proc.* 2013;88:720-755. doi: 10.1016/j.mayocp.2013.05.011. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
10. Palermo NE, Holick MF. Витамин D, здоровье костей и другие преимущества для здоровья педиатрических пациентов. *J Pediatr Rehabil Med.* 2014;7:179-192. doi: 10.3233/PRM-140287. [DOI] [PubMed] [Google Scholar].
11. Krawiec M, Dominiak M. Роль витамина D в организме человека с особым акцентом на стоматологические проблемы: обзор литературы. *Dent Med Probl.* 2018;55:419-424. doi: 10.17219/dmp/99051. [DOI][PubMed][Google Scholar].
12. Botelho J, Machado V, Proença L, Delgado AS, Mendes JJ. Дефицит витамина D и здоровье полости рта: всеобъемлющий обзор. *Nutrients.* 2020;12:1471. doi: 10.3390/nu12051471. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
13. Mellanby M, Pattison CL. Действие витамина D в предотвращении распространения и стимулировании остановки кариеса у детей. *Br Med J.* 1928;2:1079-1082. doi: 10.1136/bmj.2.3545.1079. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].



14. Hujuel PP. Витамин D и кариес зубов в контролируемых клинических исследованиях: систематический обзор и мета-анализ. *Nutr Rev.* 2013;71:88-97. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00544.x. [DOI] [PubMed] [Google Scholar].
15. Schroth RJ, Levi JA, Sellers EA, Friel J, Kliewer E, Moffatt ME. Статус витамина D у детей с тяжелым ранним детским кариесом: исследование случай-контроль. *BMC Pediatr.* 2013;13:174. doi: 10.1186/1471-2431-13-174. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
16. Theodoratou E, Tzoulaki I, Zgaga L, Ioannidis JP. Vitamin D and multiple health outcomes: umbrella review of systematic reviews and meta-analyses of observational studies and randomised trials. *BMJ.* 2014;348:g2035. doi: 10.1136/bmj.g2035. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].