

УДК 616.391-053.9

https://doi.org/10.33619/2414-2948/111/26

## ДЕФИЦИТ ВИТАМИНА D У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

©Хасанова Ш. Ш., ORCID: 0009-0008-0101-7505, Кыргызско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан, badinur\_kg\_96@mail.ru

©Сабиров И. С., ORCID: 0000-0002-8387-5800, SPIN-код: 2222-5544, д-р мед. наук, Кыргызско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан, sabirov\_is@mail.ru

©Ханкишиев А. В., ORCID: 0009-0003-5275-1930, Кыргызско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан, badinur\_kg\_96@mail.ru

## VITAMIN D DEFICIENCY IN THE ELDERLY

©Khasanova Sh., ORCID: 0009-0008-0101-7505, Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan, badinur\_kg\_96@mail.ru

©Sabirov I., SPIN-code: 2222-5544, ORCID: 0000-0002-8387-5800, Dr. habil., Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan, sabirov\_is@mail.ru,

©Khankishiev A., ORCID: 0009-0003-5275-1930, Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan, badinur\_kg\_96@mail.ru

*Аннотация.* Недостаточность и дефицит витамина D считается серьезной проблемой общественного здравоохранения. Пожилых людей чаще подвержены наличие дефицита витамина D, а также лица с сопутствующими заболеваниями. Факторы риска развития дефицита и снижения уровня витамина D включают недостаточное пребывание на солнце, недостаток потребления источников витамина D или нарушение их всасывания в кишечнике. Сейчас все больше исследований проводятся в направлении поиска ответов, которые касаются наиболее точного способа диагностики дефицита витамина D, который может определить его статус и показания для скрининга, а также имеет возможность оценить эффективность лечения. Статус витамина D определяется путем измерения уровня 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови. Точный порог дефицита витамина D до сих пор остается спорным. Регулярный скрининг уровня 25-гидроксивитамина D в крови рекомендуется для всех пожилых людей, особенно тех, кто имеет факторы риска (недостаточное пребывание на солнце, ограниченная подвижность, заболевания ЖКТ). Симптомы дефицита витамина D неспецифичны и очень распространены. Поэтому при подозрении на дефицит витамина D врач должен измерить уровень 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови. Дефицит витамина D редко лечится увеличением потребления продуктов, естественно содержащих витамин D, или продуктов, обогащенных витамином D. Следует уделять особое внимание приему витамина D, чтобы избежать побочных эффектов. Не существует безопасного и четкого порога ультрафиолетового облучения, при котором витамин D может синтезироваться в достаточном количестве без увеличения риска развития рака кожи. Несмотря на значительный прогресс в исследованиях витамина D, некоторые вопросы остаются открытыми. Дефицит витамина D у пожилых людей представляет собой серьезную проблему, требующую внимания как со стороны медицинских специалистов, так и самих пожилых людей. Правильное питание, пребывание на солнце и, при необходимости, прием добавок - это ключевые элементы профилактики и лечения дефицита витамина D.

*Abstract.* Vitamin D deficiency and insufficiency are considered a serious public health problem. Older people are more likely to have vitamin D deficiency, as well as those with comorbidities. Risk factors for deficiency and decreased vitamin D levels include insufficient sun

exposure, insufficient intake of vitamin D sources, or impaired intestinal absorption. There is increasing research in the direction of finding answers to questions about the most accurate way to diagnose vitamin D deficiency, which can determine its status and indications for screening, and can also assess the effectiveness of treatment. In our article, we described how various strategies can be used to detect vitamin D deficiency in older people. Vitamin D status is determined by measuring the level of 25-hydroxyvitamin D in the serum. The exact threshold for vitamin D deficiency is still controversial. Screening should be performed only in people at risk of vitamin D deficiency. Symptoms of vitamin D deficiency are nonspecific and very common. Therefore, if vitamin D deficiency is suspected, the physician should measure the serum 25-hydroxyvitamin D level. Vitamin D deficiency is rarely treated by increasing the intake of foods naturally containing vitamin D or foods fortified with vitamin D. Special attention should be paid to vitamin D intake to avoid side effects. There is no safe and clear threshold of ultraviolet radiation at which vitamin D can be synthesized in sufficient quantities without increasing the risk of skin cancer.

*Ключевые слова:* дефицит витамина D; скрининг; пищевые добавки; пожилой возраст; 25-гидроксивитамина D.

*Keywords:* vitamin D deficiency; screening; food additives; old age; 25-hydroxyvitamin D.

Состояния, связанные с дефицитом витамина D превратились в глобальную проблему здравоохранения, Holick M. отмечает что данный вопрос затрагивает мужчин и женщин всех возрастных групп [1].

Основными причинами дефицита витамина D в современном обществе являются недостаток солнечного света и ограниченное потребление витамина D из натуральных продуктов питания. M. Holick относит темную пигментацию кожи, беременность, хронические воспалительные заболевания кишечника с мальабсорбцией, ожирение, пожилой возраст как факторы риска, которые могут вызвать или усугубить дефицит витамина D. [1].

Признание глобального масштаба дефицита витамина D вызвало экспоненциальный рост тестирования концентрации витамина D в организме [2-4].

Ряд авторов привели научные данные к новому пониманию метаболизма витамина D при различных условиях [5, 6]. Согласно утверждениям Christakos S. и его коллег, витамин D обладает множеством плеiotропных эффектов, которые выходят за пределы регулирования обмена кальция и фосфата [7].

К примеру, этот витамин влияет на врожденный иммунный ответ, а также на развитие и дифференцировку клеток, оказывает влияние на сердечно-сосудистую систему [8] и на гормональную функцию в организме [9].

Кроме того, дефицит витамина D коррелирует с множеством клинических состояний, включая болезни сердца и сосудов [8], злокачественные, аутоиммунные, нейropsychиатрические, и эндокринные заболевания [9].

Alonso N. et al. рекомендуют измерение уровня 25(OH)D, это главный метод, используемый для оценки статуса витамина D у индивида. Значения 25(OH)D используются для определения дефицита витамина D, но пороговые значения могут различаться в зависимости от клинических рекомендаций [10].

Однако авторы подчеркивают, из-за различий в подходах и рекомендациях разных экспертов, результаты измерений витамина D могут быть интерпретированы по-разному, что затрудняет диагностику и лечение. [10].

У пожилых людей дефицит витамина D может быть связан с повышенным риском различных заболеваний. Улучшение статуса витамина D может помочь в профилактике этих заболеваний. Как будет подробно описано ниже, в отличие от медикаментозного лечения, улучшение статуса витамина D само по себе может одновременно снизить множественные риски заболеваний и может быть хорошей альтернативой в качестве профилактической стратегии для пожилых людей [11].

Опросники для выявления дефицита витамина D могут не точно отражать истинное состояние, что еще раз подчеркивает необходимость лабораторной диагностики для оценки уровня витамина D. Таким образом, важность исследования статуса витамина D и его коррекции, особенно у уязвимых групп населения, нельзя недооценивать. [12-14].

Статус витамина D определяется путем измерения сывороточной концентрации 25-гидроксивитамина D. Однако, Aoun A. et al. подчеркивают, что этот метод имеет несколько ограничений. Определение точных пороговых значений дефицита витамина D все еще является предметом дискуссий [15].

По мнению авторов скрининг следует проводить только лицам, подверженным риску дефицита витамина D, так как симптомы гиповитаминоза D неспецифичны и широко распространены в клинической практике [15].

#### *Метаболизм витамина D*

По мнению M. Nettmann витамин D не представляет собой отдельное химическое соединение, а относится к группе метаболитов, состоящей более чем из 50 компонентов, которые образуются из холестерина в результате сложных ферментативных и не ферментативных процессов [16]. Химически эти вещества являются секостероидами, которые имеют разрывы в одной из стероидных колец. Концентрация и биологическая активность различных метаболитов могут сильно различаться [17].

Главными формами витамина D являются холекальциферол (витамин D<sub>3</sub>) и эргокальциферол (витамин D<sub>2</sub>). Основное отличие между ними заключается в наличии дополнительной двойной связи между углеродными атомами 22 и 23, а также метильной группы на углероде 24 в боковой цепи витамина D<sub>2</sub> [18].

Витамин D<sub>3</sub> в основном синтезируется в коже человека под воздействием солнечного света, тогда как витамин D<sub>2</sub> поступает только из внешних источников. Множество продуктов, таких как жирная рыба, рыбий жир и яичные желтки, содержат как витамин D<sub>2</sub>, так и D<sub>3</sub>, обеспечивая организм на 10–20 % необходимым витамином [19, 20]. Значительно больше витамина D можно получить из обогащенных продуктов, к примеру, молока и маргарина, а также витаминных добавок [21].

Циркулирующие витамины D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub> активируются двумя реакциями гидроксирования, которые происходят в печени и почках. Печеночные цитохромы P450 CYP2R1 (микросомальный) и CYP27A1 (митохондриальный) гидроксилируют витамины D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub> по атому углероду 25, что приводит к образованию 25(OH)D, наиболее распространенного метаболита витамина D в крови, который все еще неактивен. Почечный CYP27B1 присоединяет вторую гидроксигруппу в положении 1, образуя активный 1,25-(OH)2D [22].

Помимо почек, CYP27B1 также экспрессируется во многих других типах клеток, так что 1,25-(OH)2D может вырабатываться большинством внепочечных тканей, где он имеет в первую очередь аутокринную или паракринную функцию. Однако, этот внепочечный синтез 1,25-(OH)2D вносит небольшой вклад в циркулирующую концентрацию этого метаболита [23].

Распад витамина D в основном обусловлен CYP24A1, который метаболизирует 25(OH)D в 24,25-дигидрокси-витамин D [24,25(OH) 2 D] и 1,25(OH) 2 D в 1,24,25-тригидрокси-витамин D [1,24,25(OH) 3 D] [22].

В кровообращении все метаболиты витамина D связаны с витамин D-связывающим белком (DBP), альбумином и липопротеинами.

#### *Факторы, определяющие уровень витамина D*

Изучались детерминанты статуса витамина D, выявляя сложные взаимодействия между генетической предрасположенностью, факторами окружающей среды, выбором образа жизни и пищевым поведением [24]. Авторы подтвердили, что такие факторы, как женский пол, пожилой возраст, ожирение, географическое положение на широтах, более удаленных от экватора, низкая физическая активность и с преобладанием сидячего образа жизни, ограниченное пребывание на солнце и определенные генетические мутации связаны с более низким сывороточным уровнем витамина D [24]. Курение и употребление алкоголя также были связаны с недостаточностью витамина D [25, 26].

Отмечают, что диетическое питание играло второстепенную роль, подчеркивая важность образа жизни и факторов окружающей среды [26]. В статье P. Lips подчеркивают решающую роль воздействия солнечного света в синтезе витамина D [27]. Авторы обнаружили, что такие факторы, как возраст, тип кожи, выбор одежды и другие факторы образа жизни, определяющие воздействие солнца, значительно влияют на выработку витамина D [27]. Также наблюдались сезонные колебания уровня витамина D, что снова иллюстрирует важность воздействия солнечного света [27].

Что касается влияния генетики, несколько исследований показали, что определенные генетические вариации, такие как те, что находятся рядом с генами, кодирующими белок, связывающий витамин D, 7-дегидрохолестеринредуктазу [28], и ферменты, такие как 25-гидроксилаза (CYP2R1) и 24-гидроксилаза (CYP24A1), были идентифицированы как детерминирующие факторы в метаболизме витамина D [29]. Хотя эти генетические факторы играют определенную роль, также следует учитывать этническую принадлежность при оценке статуса витамина D, поскольку были описаны различия в общем уровне 25(OH)D в сыворотке и уровнях белка, связывающего витамин D [30, 31].

Общий вклад генетических факторов и этнической принадлежности в статус витамина D на индивидуальном уровне, по мнению T. Weishaar относительно скромнен по сравнению с факторами окружающей среды [31]. Последнее имеет значение, поскольку может способствовать разработке стратегий обучения пациентов, касающихся выбора питания.

#### *Оценка статуса витамина D у пожилых людей*

Дефицит витамина D широко распространен среди пожилых людей, особенно если они находятся в учреждениях или домах престарелых, и ассоциируется с повышенным риском негативных скелетных и внескелетных исходов [32]. Пожилые люди подвержены повышенному риску дефицита витамина D из-за уменьшения воздействия солнца, снижения способности кожи синтезировать витамин D<sub>3</sub> и более низкой выработки 1,25(OH)2D, связанной с возрастным снижением функции почек [32, 33]. Старение также приводит к уменьшению количества связывающего витамин D рецептор (VDR) в системах органов, участвующих в метаболизме кальция, таких как кишечник, что приводит к относительной кишечной резистентности к 1,25(OH)2D и более низкой абсорбции кальция [33]. Кроме того, увеличение жировой массы, ограниченное воздействие солнца, нарушения всасывания жирорастворимых витаминов и нарушения синтеза витамина D может способствовать как снижению циркулирующих уровней 25(OH)D, так и наличию сопутствующих заболеваний [33].

По данным Krist A. et al. можно использовать несколько подходов к оценке витамина D у пожилых людей. Хотя скрининг населения на дефицит витамина D не рекомендуется, как рекомендация Целевой группы по профилактическим услугам США 2021 года [34] и Руководство по клинической практике Эндокринного общества 2024 года [35], подход должен отличаться для лиц с риском дефицита витамина D [36].

В то время Европейское общество клинических и экономических аспектов остеопороза, остеоартрита и заболеваний опорно-двигательного аппарата рекомендует добавки витамина D для лиц с повышенным риском дефицита витамина D, включая лиц с риском остеопороза, находящихся на одновременном лечении остеопороза или имеющих переломы костей, а также пожилых людей с риском падений и лиц с ограниченным пребыванием на солнце [36]. В своем руководстве D. Sanchez-Rodriguez в 2020 г Бельгийский клуб по лечению постменопаузального остеопороза по изучению костей рекомендуют проводить скрининг витамина D у женщин в постменопаузе, имеющих по крайней мере один основной фактор риска остеопороза, для прохождения дальнейшей оценки на предмет остеопороза [37]. Авторы подчеркивают, что поскольку возраст старше 65 лет считается одним из основных факторов риска остеопороза, это должно подразумевать систематическое измерение сывороточного 25(OH)D, должно проводиться у всех пожилых людей [37].

Пожилым людям с концентрацией 25(OH)D менее 50 нмоль/л или пожилым людям, которые начинают фармакологическое лечение остеопороза, рекомендуется прием в дозе 800–1000 МЕ витамина D в день с мониторингом уровня 25(OH)D [37]. Рекомендуется повторно проверить уровень 25(OH)D в сыворотке, примерно, через 3 месяца приема добавок, чтобы подтвердить, что его целевой уровень достигнут [38, 39]. Однако пожилым людям с содержанием сывороточного витамина D более 50 нмоль/л, которые имеют низкий риск переломов и не получают фармакологическое лечение остеопороза, прием добавок витамина D не рекомендуется. У этих людей измерение 25(OH)D можно повторять каждые два года, что является периодом, рекомендованным рекомендациями Бельгийский клуба для проведения нового скринингового обследования на наличие остеопороза [37]. Напротив, последние Руководящие принципы клинической практики Эндокринного общества не предусматривают проведение рутинного тестирования на уровень 25(OH)D в сыворотке, а вместо этого рекомендуют эмпирическое добавление витамина D в общую популяцию в возрасте 75 лет и старше. При чем также нет необходимости рутинного последующего тестирования для управления дозировкой добавок витамина D [35].

#### *Факторы, определяющие уровень витамина D.*

Основным препятствием для широкого использования в клинической практике определения сывороточного уровня витамина D остается отсутствие хорошей оценки его биодоступности [40, 41].

По мнению M. Nettmann концентрация 25(OH)D в сыворотке (то есть сумма 25(OH)D<sub>2</sub> и 25(OH)D<sub>3</sub>) по-прежнему рекомендуется в качестве биомаркера выбора для оценки запасов витамина D, существуют ограничения, связанные как с аналитическими аспектами, так и с интерпретацией концентраций 25(OH)D в сыворотке [42].

Кроме того, существует несколько генетических вариантов, идентифицированных как важные детерминанты, определяющие метаболизм витамина D и уровень 25(OH)D в сыворотке крови, вероятно, влияющие на биодоступность витамина D [42].

Более того, анализ витамин D связывающего белка (VDBP) для расчета свободного 25(OH)D является важным моментом в диагностическом поиске гиповитаминоза D, так как существуют расхождения между различными аналитическими методами определения витамин D связывающего белка [43]. При этом C. Henderson et al. отмечают что

моноклональные анализы, являются чувствительными методиками с учетом, генетических полиморфизмов витамин D связывающего белка [43]. И данную проблему можно преодолеть с помощью использования жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием (ЖХ-МС/МС) [43]. Однако по мнению на данный момент, учитывая все эти неопределенности и отсутствие валидации, клиницистам по-прежнему придется полагаться на измерения общего, а не свободного уровня сывороточного 25(ОН)D [43].

#### *Заключение*

Оценка статуса витамина D и его биодоступности остается сложной задачей в клинической практике, особенно у лиц пожилого возраста. Скрининг на дефицит или нарушения метаболизма витамина D не следует проводить повсеместно, а только в целевых группах населения. Рекомендуется периодический (например, ежегодный) скрининг у лиц с остеопорозом или с риском переломов из-за хрупкости, у тех, кто принимает витамин для контроля соблюдения и адаптации дозировки, а также у групп населения с повышенным риском дефицита витамина D, таких как люди с ограниченным пребыванием на солнце, лица пожилого возраста, пациенты с кишечной мальабсорбцией или те, кто принимает лекарства, влияющие на метаболизм витамина D.

Наиболее распространенный метод — иммуноферментный анализ (ИФА) сыворотки крови на содержание 25(ОН)D. Этот метод доступен, прост в исполнении и позволяет получить предварительную оценку состояния. Для более детальной оценки применяется жидкостная хроматография с тандемным масс-спектрометрическим детектированием (ЖХ-МС/МС). Этот метод более точный, позволяет выявлять отдельные формы витамина D, что важно для диагностики некоторых заболеваний. Кроме того, ЖХ-МС/МС позволяет определить уровень витамин D связывающего белка (VDDBP). Этот белок переносит витамин D в крови, и его уровень может влиять на биодоступность витамина D.

#### *Список литературы:*

1. Holick M. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention // *Rev Endocr Metab Disord*. 2017. V. 18. №2. P. 153-165. <https://doi.org/10.1007/s11154-017-9424-1>
2. Crowe F. L., Jolly K., MacArthur C. Trends in the incidence of testing for vitamin D deficiency in primary care in the UK: a retrospective analysis of The Health Improvement Network (THIN), 2005-2015 // *BMJ Open*. 2019. V. 9. №6. P. e028355. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028355>
3. Zhao S, Gardner K, Taylor W. Vitamin D assessment in primary care: changing patterns of testing // *London J Prim Care (Abingdon)*. 2015. V. 7. №2. P. 15-22. <https://doi.org/10.1080/17571472.2015.11493430>
4. Schumacher L. D., Jäger L., Meier R. Trends and Between-Physician Variation in Laboratory Testing: A Retrospective Longitudinal Study in General Practice // *J Clin Med*. 2020. V. 9. №6. P. 1787. <https://doi.org/10.3390/jcm9061787>
5. Charoenngam N., Holick M. F., Immunologic Effects of Vitamin D on Human Health and Disease // *Nutrients*. 2020. V. 12. №7. P. 2097. <https://doi.org/10.3390/nu12072097>
6. Charoenngam N., Shirvani A., Holick M. F., Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know // *J Clin Orthop Trauma*. 2019. V. 10. №6. P. 1082-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.07.004>

7. Christakos S., Dhawan P, Verstuyf A. Vitamin D: Metabolism, Molecular Mechanism of Action, and Pleiotropic Effects. *Physiol Rev.* 2016. V. 96. №1. P. 365-408. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2015>
8. Khasanova Sh. Sh., Sabirov I. S. Vitamin D deficiency and cardiovascular diseases // *Vestnik of KRSU*, 2024. V. 24. №5. P. 151-157. <https://doi.org/10.36979/1694-500X-2024-24-5-151-157>
9. Muscogiuri G., Mitri J., Mathieu C. Mechanisms in endocrinology: vitamin D as a potential contributor in endocrine health and disease // *Eur J Endocrinol.* 2014. V. 171. №3. P. 101-110. <https://doi.org/10.1530/EJE-14-0158>
10. Alonso N., Zelzer S., Eibinger G. Vitamin D Metabolites: Analytical Challenges and Clinical Relevance // *Calcif Tissue Int.* 2023. V. 112. №2. P. 158-177. <https://doi.org/10.1007/s00223-022-00961-5>
11. Tanaka K., Ao M., Tamaru J. Vitamin D insufficiency and disease risk in the elderly // *J Clin Biochem Nutr.* 2024. V. 74. №1. P. 9-16. <https://doi.org/10.3164/jcbtn.23-59>
12. Annweiler C., Kabeshova A., Callens A. Self-administered Vitamin D Status Predictor: Older adults are able to use a self-questionnaire for evaluating their vitamin D status // *PLoS One.* 2017. V. 12. №11. P. e0186578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186578>
13. Le Moigno J. M., Annweiler G., Karras S. N. SOCOS group. Clinical identification of older adults with hypovitaminosis D: Feasibility, acceptability and accuracy of the 'Vitamin D Status Diagnosticator' in primary care // *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2020. V. 197. P. 105523. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2019.105523>
14. De Giuseppe R., Tomasinelli C. E., Cena H. Development of a Short Questionnaire for the Screening for Vitamin D Deficiency in Italian Adults: The EVIDENCE-Q Project // *Nutrients.* 2022. V. 14. №9. P. 1772. <https://doi.org/10.3390/nu14091772>
15. Aoun A., Maalouf J., Fahed M. When and How to Diagnose and Treat Vitamin D Deficiency in Adults: A Practical and Clinical Update // *J Diet Suppl.* 2020. V. 17. №3. P. 336-354. <https://doi.org/10.1080/19390211.2019.1577935>
16. Herrmann M., Farrell C. L., Pusceddu I. Assessment of vitamin D status - a changing landscape // *Clin Chem Lab Med.* 2017. V. 55. №1. P. 3-26. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0264>
17. Zerwekh J. E. Blood biomarkers of vitamin D status // *Am J Clin Nutr.* 2008. V. 87. №4. P. 1087S-91S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.1087S>
18. Horst R. L., Reinhardt T. A., Reddy G. S.. Vitamin D metabolism. In: Feldman D, Pike JWGF, editors. *Vitamin D*. 2. London: Elsevier Academic Press; 2005. P. 15–36. <https://doi.org/10.1016/B978-012252687-9/50005-X>
19. Ross A. C., Taylor C. L., Yaktine A. L., Del Valle H. B. Committee to review dietary reference intakes for vitamin D and calcium // *Food and Nutrition Board.* 2011. V. 22. P. 35-111. <https://doi.org/10.17226/13050>
20. Willett A. M. Vitamin D status and its relationship with parathyroid hormone and bone mineral status in older adolescents // *Proc Nutr Soc.* 2005. V. 64. №2. P. 193-203. <https://doi.org/10.1079/pns2005420>
21. National Institutes of Health. Office of dietary supplements (2014) Vitamin D. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>
22. Jones G., Prosser D. E., Kaufmann M. Cytochrome P450-mediated metabolism of vitamin D // *Journal of lipid research.* 2014. V. 55. №1. P. 13-31. <https://doi.org/10.1194/jlr.R031534>
23. Prentice A., Goldberg G. R., Schoenmakers I. Vitamin D across the lifecycle: physiology and biomarkers // *Am J Clin Nutr.* 2008. V. 88. №2. P. 500S-506S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.500S>

24. Touvier M., Deschasaux M., Montourcy M. Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors // *J Invest Dermatol.* 2015. V. 135. №2. P. 378-388. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.400>
25. Adebayo F. A., Itkonen S. T., Lilja E. Prevalence and determinants of vitamin D deficiency and insufficiency among three immigrant groups in Finland: evidence from a population-based study using standardised 25-hydroxyvitamin D data // *Public Health Nutr.* 2020. V. 23. №7. P. 1254-1265. <https://doi.org/10.1017/S1368980019004312>
26. Thuesen B., Husemoen L., Fenger M. Determinants of vitamin D status in a general population of Danish adults // *Bone.* 2012. V. 50. №3. P. 605-610. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.12.016>
27. Lips P., van Schoor N. M., de Jongh R. T. Diet, sun, and lifestyle as determinants of vitamin D status // *Ann N Y Acad Sci.* 2014. V. 1317. P. 92-8. <https://doi.org/10.1111/nyas.12443>
28. Berry D., Hyppönen E. Determinants of vitamin D status: focus on genetic variations // *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2011. V. 20. №4. P. 331-336. <https://doi.org/10.1097/MNH.0b013e328346d6ba>
29. Hyppönen E., Vimalleswaran K. S., Zhou A. Genetic Determinants of 25-Hydroxyvitamin D Concentrations and Their Relevance to Public Health // *Nutrients.* 2022. V. 14. №20. P. 4408. <https://doi.org/10.3390/nu14204408>
30. Powe C. E., Evans M. K., Wenger J., Zonderman A. B., Berg A. H., Nalls M. Vitamin D-binding protein and vitamin D status of black Americans and white Americans // *N Engl J Med.* 2013. V. 369. №21. P. 1991-2000. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1306357>
31. Weishaar T., Rajan S., Keller B. Probability of Vitamin D Deficiency by Body Weight and Race/Ethnicity // *J Am Board Fam Med.* 2016. V. 29. №2. P. 226-232. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2016.02.150251>
32. Giustina A., Bouillon R., Dawson-Hughes B. Vitamin D in the older population: a consensus statement // *Endocrine.* 2023. V. 79. №1. P. 31-44. <https://doi.org/10.1007/s12020-022-03208-3>
33. De Jongh R. T., van Schoor N. M., Lips P. Changes in vitamin D endocrinology during aging in adults // *Mol Cell Endocrinol.* 2017. V. 453. P. 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2017.06.005>
34. Krist A. H., Davidson K. W., Mangione C. M., Cabana M., Caughey A. B., Davis E. M. Screening for vitamin D deficiency in adults: US preventive services task force recommendation statement // *Jama.* 2021. V. 325. №14. P. 1436-1442. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.3069>
35. Demay M. B., Pittas A. G., Bikle D. D. Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline // *J Clin Endocrinol Metab.* 2024. V. 109. №8. P. 1907-1947. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>
36. Chevalley T., Brandi M. L., Cashman K. D. Role of vitamin D supplementation in the management of musculoskeletal diseases: update from an European Society of Clinical and Economical Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) working group // *Aging Clin Exp Res.* 2022. V. 34. №11. P. :2603-2623. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02279-6>
37. Sanchez-Rodriguez D., Bergmann P., Body J. J. The Belgian Bone Club 2020 guidelines for the management of osteoporosis in postmenopausal women // *Maturitas.* 2020. V. 139. P. 69-89. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.006>

38. Dawson-Hughes B., Mithal A., Bonjour J. P. IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults // *Osteoporos Int.* 2010. V. 21. №7. P. 1151-4. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1285-3>
39. Binkley N., Lappe J., Singh R. J. Can vitamin D metabolite measurements facilitate a "treat-to-target" paradigm to guide vitamin D supplementation? // *Osteoporos Int.* 2015. V. 26. №5. P. 1655-60. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-3010-0>
40. Bikle D., Bouillon R., Thadhani R. Vitamin D metabolites in captivity? Should we measure free or total 25(OH) D to assess vitamin D status? // *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2017. V. 173. P. 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.01.007>
41. Tsuprykov O., Chen X., Hoher C. F. Why should we measure free 25(OH) vitamin D? // *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2018. V. 180. P. 87-104. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.11.014>
42. Herrmann M., Farrell C. L., Pusceddu I. Assessment of vitamin D status - a changing landscape // *Clin Chem Lab Med.* 2017. V. 55. №1. P. 3-26. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0264>
43. Henderson C. M., Lutsey P. L., Misialek J. R. Measurement by a Novel LC-MS/MS Methodology Reveals Similar Serum Concentrations of Vitamin D-Binding Protein in Blacks and Whites // *Clin Chem.* 2016. V. 62. №1. P. 179-87. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2015.244541>

#### References:

1. Holick, M. (2017). The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord*, 18(2), 153-165. <https://doi.org/10.1007/s11154-017-9424-1>
2. Crowe, F. L., Jolly, K., & MacArthur, C. (2019). Trends in the incidence of testing for vitamin D deficiency in primary care in the UK: a retrospective analysis of The Health Improvement Network (THIN), 2005-2015. *BMJ Open*, 9(6), e028355. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028355>
3. Zhao, S, Gardner, K, & Taylor, W. (2015). Vitamin D assessment in primary care: changing patterns of testing. *London J Prim Care (Abingdon)*, 7(2), 15-22. <https://doi.org/10.1080/17571472.2015.11493430>
4. Schumacher, L. D., Jäger, L., & Meier, R. (2020). Trends and Between-Physician Variation in Laboratory Testing: A Retrospective Longitudinal Study in General Practice. *J Clin Med.*, 9(6), 1787. <https://doi.org/10.3390/jcm9061787>
5. Charoenngam, N., & Holick, M. F. (2020). Immunologic Effects of Vitamin D on Human Health and Disease. *Nutrients*, 12(7), 2097. <https://doi.org/10.3390/nu12072097>
6. Charoenngam, N., Shirvani, A., & Holick, M. F. (2019). Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know. *J Clin Orthop Trauma*, 10(6), 1082-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.07.004>
7. Christakos, S., Dhawan, P., & Verstuyf, A. (2016). Vitamin D: Metabolism, Molecular Mechanism of Action, and Pleiotropic Effects. *Physiol Rev.*, 96(1), 365-408. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2015>
8. Khasanova, Sh. Sh., & Sabirov, I. S. (2024). Vitamin D deficiency and cardiovascular diseases. *Vestnik of KRSU*, 24(5), 151-157. <https://doi.org/10.36979/1694-500X-2024-24-5-151-157>
9. Muscogiuri, G., Mitri, J., & Mathieu, C. (2014). Mechanisms in endocrinology: vitamin D as a potential contributor in endocrine health and disease. *Eur J Endocrinol*, 171(3), 101-110. <https://doi.org/10.1530/EJE-14-0158>
10. Alonso, N., Zelzer, S., & Eibinger, G. (2023). Vitamin D Metabolites: Analytical Challenges and Clinical Relevance. *Calcif Tissue Int.*, 112(2), 158-177. <https://doi.org/10.1007/s00223-022-00961-5>

11. Tanaka, K., Ao, M., & Tamaru, J. (2024). Vitamin D insufficiency and disease risk in the elderly. *J Clin Biochem Nutr*, 74(1), 9-16. <https://doi.org/10.3164/jcbtn.23-59>
12. Annweiler, C., Kabeshova, A., & Callens, A. (2017). Self-administered Vitamin D Status Predictor: Older adults are able to use a self-questionnaire for evaluating their vitamin D status. *PLoS One*, 12(11), e0186578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186578>
13. Le Moigno, J. M., Annweiler, G., & Karras, S. N. (2020). SOCOS group. Clinical identification of older adults with hypovitaminosis D: Feasibility, acceptability and accuracy of the 'Vitamin D Status Diagnosticator' in primary care. *J Steroid Biochem Mol Biol.*, 197, 105523. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2019.105523>
14. De Giuseppe, R., Tomasinelli, C. E., & Cena, H. (2022). Development of a Short Questionnaire for the Screening for Vitamin D Deficiency in Italian Adults: The EVIDENCE-Q Project. *Nutrients*, 14(9), 1772. <https://doi.org/10.3390/nu14091772>
15. Aoun, A., Maalouf, J., & Fahed, M. (2020). When and How to Diagnose and Treat Vitamin D Deficiency in Adults: A Practical and Clinical Update. *J Diet Suppl.*, 17(3), 336-354. <https://doi.org/10.1080/19390211.2019.1577935>
16. Herrmann, M., Farrell, C. L., & Pusceddu, I. (2017). Assessment of vitamin D status - a changing landscape. *Clin Chem Lab Med.*, 55(1)3-26. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0264>
17. Zerwekh, J. E. (2008). Blood biomarkers of vitamin D status. *Am J Clin Nutr.*, 87(4), 1087S-91S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.1087S>
18. Horst, R. L., Reinhardt, T. A., & Reddy, G. S. (2005). Vitamin D metabolism. In: *Feldman D, Pike JWGF, editors. Vitamin D. 2. London: Elsevier Academic Press*, 15–36. <https://doi.org/10.1016/B978-012252687-9/50005-X>
19. Ross, A. C., Taylor, C. L., Yaktine, A. L., & Del Valle, H. B. (2011). Committee to review dietary reference intakes for vitamin D and calcium. *Food and Nutrition Board*, 22, 35-111. <https://doi.org/10.17226/13050>
20. Willett, A. M. (2005). Vitamin D status and its relationship with parathyroid hormone and bone mineral status in older adolescents. *Proc Nutr Soc.*, 64(2), 193-203. <https://doi.org/10.1079/pns2005420>
21. National Institutes of Health. Office of dietary supplements (2014) Vitamin D. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>
22. Jones, G., Prosser, D. E., & Kaufmann, M. (2014). Cytochrome P450-mediated metabolism of vitamin D. *Journal of lipid research*, 55(1), 13-31. <https://doi.org/10.1194/jlr.R031534>
23. Prentice, A., Goldberg, G. R., & Schoenmakers, I. (2008). Vitamin D across the lifecycle: physiology and biomarkers. *Am J Clin Nutr.*, 88(2), 500S-506S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.500S>
24. Touvier, M., Deschasaux, M., & Montourcy, M. (2015). Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors. *J Invest Dermatol*, 135(2), 378-388. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.400>
25. Adebayo, F. A., Itkonen, S. T., & Lilja, E. (2020). Prevalence and determinants of vitamin D deficiency and insufficiency among three immigrant groups in Finland: evidence from a population-based study using standardised 25-hydroxyvitamin D data. *Public Health Nutr.*, 23(7), 1254-1265. <https://doi.org/10.1017/S1368980019004312>
26. Thuesen, B., Husemoen, L., & Fenger, M. (2012). Determinants of vitamin D status in a general population of Danish adults. *Bone*, 50(3), 605-610. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.12.016>

27. Lips, P., van Schoor, N. M., de Jongh, R. T. (2014). Diet sun, and lifestyle as determinants of vitamin D status. *Ann N Y Acad Sci.*, 1317, 92-8. <https://doi.org/10.1111/nyas.12443>
28. Berry, D., & Hyppönen, E. (2011). Determinants of vitamin D status: focus on genetic variations. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 20(4), 331-336. <https://doi.org/10.1097/MNH.0b013e328346d6ba>
29. Hyppönen, E., Vimalaswaran, K. S., & Zhou A. (2022). Genetic Determinants of 25-Hydroxyvitamin D Concentrations and Their Relevance to Public Health. *Nutrients*, 14(20), 4408. <https://doi.org/10.3390/nu14204408>
30. Powe, C. E., Evans, M. K., Wenger, J., Zonderman, A. B., Berg, A. H., & Nalls, M. (2013). Vitamin D-binding protein and vitamin D status of black Americans and white Americans. *N Engl J Med.*, 369(21), 1991-2000. <https://doi.org/10.1056/NEJMoal306357>
31. Weishaar, T., Rajan, S., & Keller, B. (2016). Probability of Vitamin D Deficiency by Body Weight and Race/Ethnicity. *J Am Board Fam Med.*, 29(2), 226-232. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2016.02.150251>
32. Giustina, A., Bouillon, R., & Dawson-Hughes, B. (2023). Vitamin D in the older population: a consensus statement. *Endocrine*, 79(1), 31-44. <https://doi.org/10.1007/s12020-022-03208-3>
33. De Jongh, R. T., van Schoor, N. M., & Lips, P. (2017). Changes in vitamin D endocrinology during aging in adults. *Mol Cell Endocrinol*, 453, 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2017.06.005>
34. Krist, A. H., Davidson, K. W., Mangione, C. M., Cabana, M., Caughey, A. B., Davis, E. M. (2021). Screening for vitamin D deficiency in adults: US preventive services task force recommendation statement. *Jama*, 325(14), 1436-1442. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.3069>
35. Demay, M. B., Pittas, A. G., & Bikle, D. D. (2024). Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab.*, 109(8), 1907-1947. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>
36. Chevalley, T., Brandi, M. L., & Cashman, K. D. (2022). Role of vitamin D supplementation in the management of musculoskeletal diseases: update from an European Society of Clinical and Economical Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) working group. *Aging Clin Exp Res.*, 34(11), :2603-2623. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02279-6>
37. Sanchez-Rodriguez, D., Bergmann, P., & Body, J. J. (2020). The Belgian Bone Club 2020 guidelines for the management of osteoporosis in postmenopausal women. *Maturitas*, 139, 69-89. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.006>
38. Dawson-Hughes, B., Mithal, A., & Bonjour, J. P. (2010). IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults. *Osteoporos Int.*, 21(7), 1151-4. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1285-3>
39. Binkley, N., Lappe, J., & Singh, R. J. (2015). Can vitamin D metabolite measurements facilitate a "treat-to-target" paradigm to guide vitamin D supplementation? *Osteoporos Int.*, 26(5), 1655-60. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-3010-0>
40. Bikle, D., Bouillon, R., & Thadhani, R. (2017). Vitamin D metabolites in captivity? Should we measure free or total 25(OH) D to assess vitamin D status? *J Steroid Biochem Mol Biol.*, 173, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.01.007>
41. Tsuprykov, O., Chen, X., & Hocher, C. F. (2018). Why should we measure free 25(OH) vitamin D? *J Steroid Biochem Mol Biol.*, 180, 87-104. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.11.014>
42. Herrmann, M., Farrell, C. L., & Pusccheddu, I. (2017). Assessment of vitamin D status - a changing landscape. *Clin Chem Lab Med.*, 55(1), 3-26. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0264>

43. Henderson, C. M., Lutsey, P. L., & Misialek, J. R. (2016). Measurement by a Novel LC-MS/MS Methodology Reveals Similar Serum Concentrations of Vitamin D-Binding Protein in Blacks and Whites. *Clin Chem.*, 62(1), 179-87. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2015.244541>

Работа поступила  
в редакцию 21.12.2024 г.

Принята к публикации  
29.12.2024 г.

*Ссылка для цитирования:*

Хасанова Ш. Ш., Сабилов И. С., Ханкишиев А. В. Дефицит витамина D у лиц пожилого возраста // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №2. С. 217-228. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/111/26>

*Cite as (APA):*

Khasanova, Sh., Sabirov, I., & Khankishiev, A. (2025). Vitamin D Deficiency in the Elderly. *Bulletin of Science and Practice*, 11(2), 217-228. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/111/26>