

СВЯЗЬ УРОВНЯ ВИТАМИНА D С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Н. А. Дорошкова¹, Н. С. Мышковец¹, Л. Н. Алексейко¹,
Ю. И. Ярец², О. Е. Кузнецов³*

*¹Гомельский государственный медицинский университет,
г. Гомель, Республика Беларусь*

*²Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека,
г. Гомель, Республика Беларусь*

*³Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси,
г. Гродно, Республика Беларусь*

Введение. Для населения Беларуси характерен дефицит витамина D, сопровождаемый ослаблением модулирующих эффектов кальцитриола, что может выступать в роли пускового фактора при развитии патологий щитовидной железы.

Цель. Установить взаимосвязь между уровнем витамина D и показателями функции щитовидной железы.

Материалы и методы исследования. Использованы данные диагностической лаборатории ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ» с декабря 2025 г. по февраль 2026 г. Статистическая обработка – программа Jamovi. Корреляционный анализ в соответствии с критерием Спирмена.

Результаты. У женщин дефицит витамина D в диапазоне <20 нг/мл у 41,90 %; у мужчин – 49,09 %. Отклонения по показателю ТТГ отмечены у 11,55% женщин и 3,85 % мужчин. У женщин установлено отклонение от нормы свободного Т₄ в 6,3 % случаев и у 21 % превышение показателя АТ-ТПО, что в 4 раза больше, чем у мужчин (5,55 %). Результаты корреляционного анализа: достоверная слабая положительная связь между уровнем витамина D и АТ-ТПО ($p = 0,163^*$, $p = 0,040^*$). Корреляционная связь между показателями витамина D и свободного Т₄ близка к средней степени ($p = 0,208^{**}$, $p = 0,004^{**}$). Установлена отрицательная корреляционная связь между показателями уровня ТТГ и свободного Т₄ ($p = -0,140$, $p = 0,039^*$).

Заключение. Дефицит витамина D выявлен более чем у 75 % пациентов. Установлена достоверная корреляционная положительная связь между уровнем витамина D и концентрацией АТ-ТПО и свободного Т₄.

Ключевые слова: тиреоидит, витамин D, щитовидная железа, корреляционный анализ.

Введение

Согласно исследованию, проведенному на основании статистических данных Государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения», с 2009 г. по 2019 г. отмечается достоверный рост заболеваемости и распространенности тиреоидита, приобретенного гипотиреоза, болезни Грейвса, а также заболеваемости узловым токсическим зобом [1]. По результатам проведенного анализа наблюдается повышение частоты заболеваний узловым эутиреоидным зобом на 65,4 % в 2020 г., относительно 2010 г. [2].

Функцию щитовидной железы лабораторно оценивают при помощи следующих показателей: тиреотропный гормон (ТТГ), антитела к тиреоидной пероксидазе (АТ-ТПО), свободный тироксин (Т₄). Существует обширная литература, указывающая на наличие связи между патологиями щитовидной железы и гиповитаминозом D, вместе с тем, интерпретация данных не позволяет сделать однозначных выводов.

В связи с расположением Гомельской области к источнику радиационного излучения, оказывающего влияние на щитовидную железу, на фоне стабильного дефицита йода проблема тиреоидной патологии приобретает особое значение. Согласно статистике, на начало 2025 года в Республике Беларусь выявлено 929 тысяч эндокринных патологий (примерно 10 % населения). Общая заболеваемость взрослого населения района, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, в 2024 году, по сравнению с 2023 годом, уменьшилась на 7,3 % и составила 132 711,8 случаев на 100 тысяч взрослого населения, при этом показатель общей инвалидности на 1,9 % выше аналогичного показателя в 2023 году, особенно первичная инвалидность, по сравнению с 2023 годом, увеличилась на 7,6 % [3].

В исследовании 2023–2024 года выявлен дефицит витамина D в 28,7 % случаев и выраженный дефицит в 6,1 % случаев, недостаточность – в 36,2 % случаев у жителей Гомельской области [4].

Ряд исследований показал, что гиповитаминоз D, сопровождаемый ослаблением модулирующих рецепторных эффектов кальцитриола, может выступать в роли пускового фактора при развитии целого ряда заболеваний с аутоиммунным механизмом, в том числе аутоиммунного тиреоидита [5, 6]. Примечательно, что витамин D и тиреоидные гормоны взаимодействуют с похожими типами рецепторов, известных как рецепторы стероидных гормонов [7], что делает исследование их корреляции особенно актуальным.

Механизмы, лежащие в основе их взаимосвязи, остаются неизвестными, однако считается, что ключевое значение принадлежит противовоспалительным и иммуномодуляторным свойствам витамина D. Возрастает необходимость в проведении исследований, изучающих причинно-следственной связи между витамином D и заболеваниями щитовидной железы.

Цель исследования – установить взаимосвязь между уровнем витамина D и основными показателями функции щитовидной железы (ТТГ, T_4 , АТ-ТПО).

Материалы и методы исследования

В работе использованы данные лабораторной информационной системы централизованной клинико-диагностической лаборатории государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ»). В проведенном исследовании не применялись такие потенциально значимые критерии включения, как возраст пациентов, специальность врачей, в соответствии с направлениями которых обследовались пациенты. При отборе результатов исследования пациентов не учитывалась информация о наличии у наблюдавшихся лиц заболеваний и патологических состояний, непосредственно приводящих к развитию недостаточности/дефицита витамина D, и составляющие группу высокого риска. Также не были учтены данные о получаемых пациентами лечебных насыщающих и поддерживающих дозах витамина D.

Определение 25(ОН)D в условиях клинико-диагностической лаборатории выполнялось методом хемилюминесценции на микрочастицах с использованием иммунохимического анализатора Architect i2000 (производство Abbott Laboratories, США).

Среди проанализированных записей журнала регистрации результатов лабораторных исследований были отобраны 160 записей, соответствующих критерию наличия результатов исследования на уровень 25(ОН)D, тиреотропного гормона, свободного тироксина, антител к тиреоидной пероксидазе за период с декабря 2025 г. по февраль 2026 г. Уровень данных показателей был определен в сыворотке крови лиц женского пола ($n = 105$) и ($m = 55$) мужского.

Оценку нормальности распределения числовых величин проводили с использованием критерия Шапиро-Уилка. Оценку взаимосвязи уровня витамина D с показателями функции щитовидной железы проводили методом корреляционного анализа в соответствии с критерием Спирмена, с использованием программного пакета Jamovi (версия 2.6) [The jamovi project, 2025].

Результаты и их обсуждение

На основании полученных данных и анализа различий по количественным показателям в двух независимых выборках (n , m), проведенных с помощью рангового U -критерия Манна–Уитни, установлено, что уровень витамина D и степень его дефицита не зависят от пола.

Результаты лабораторных исследований на уровень 25(OH)D в сыворотке крови представлен на рисунке 1 ($n = 105$, пол женский; $m = 55$, пол мужской).

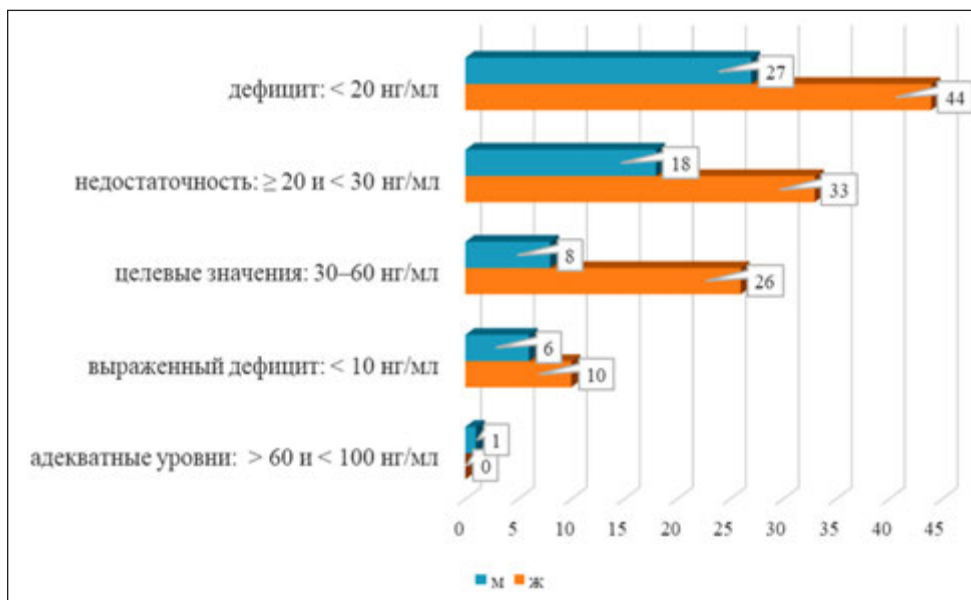


Рисунок 1 – Распределение уровня витамина D у жителей Гомельской области в период с декабря 2025 г. по февраль 2026 г.

Figure 1 – Distribution of vitamin D level among residents of the Gomel region in the period from December 2025 to February 2026.

Из общего числа обследованных лиц женского пола целевые значения витамина D зафиксированы лишь у 24,76 %. При этом значения большей части изучаемых показателей указывают на ту или иную степень недостаточности витамина D, наиболее высокую частоту встречаемости среди которых – 41,90 % составляют значения, свидетельствующие о дефиците данного показателя (<20 нг/мл). Значительную часть (31,43 %) составляют пациенты, уровни витамина D которых определяется как недостаточной (≥ 20 и <30 нг/мл). Выраженный дефицит кальцидиола выявлен у 9,52 % пациентов.

Среди обследованных мужского пола преобладающую категорию – 49,09 % – составляют пациенты с показателями витамина D в пределах <20 нг/мл, указывающими на его дефицит. Количество значений кальцидиола, характерных для недостаточности его концентрации (≥ 20 и <30 нг/мл), вдвое превышает объем показателей, соответствующих диапазону целевых значений 14,55 %. При этом выраженный дефицит отмечается у 10,91 % случаев.

Увеличение концентрации витамина D свыше 60 нг/мл зарегистрировано единожды, что выражается 1,82 %.

Проведенный анализ распространенности отклонения от нормы показателей функции щитовидной железы демонстрирует асимметричные данные между лицами женского и мужского пола. Отклонения по показателю ТТГ (в норме 0,4–4,0 мМЕ/л) наблюдаются у 11,55 % женщин и 3,85 % мужчин, при этом среди лиц женской группы установлено отклонение от нормы концентрации свободного Т4 (в норме 10,8–22,0 пмоль/л) в 6,3 % случаев, в то время как среди мужчин данной патологии не установлено. У 21 % лиц женского пола отмечается превышение нормы показателя

АТ-ТПО (в норме 0–30 Ед/мл), что в 4 раза больше количественного отображения данной патологии среди лиц мужского пола (5,55 %).

Результаты корреляционного анализа (рисунок 2) указывают на наличие достоверной статистически значимой слабой положительной связи между показателями витамина D и АТ-ТПО ($p = 0,163^*$, $p = 0,040^*$).

Более того, коррелирующими определены показатели витамина D и свободного T_4 ($p = 0,208^{**}$, $p = 0,004^{**}$). Интерпретация результатов (рисунок 3) свидетельствует о том, что корреляционная связь близка к средней степени.

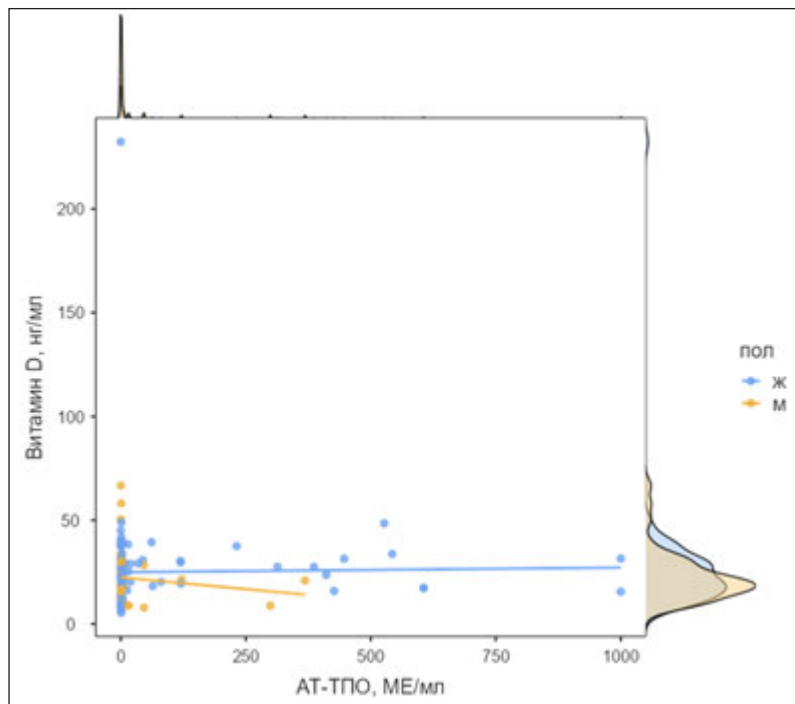


Рисунок 2 – Диаграмма рассеяния, показывающая взаимосвязь между уровнями витамина D и антител к тиреоидной пероксидазе в сыворотке крови; Каждая точка – результат одного измерения ($n = 160$). Сплошная линия – линия тренда ($R^2 = 0,0003$, $p < 0,05^*$). Синие точки – мужской пол, оранжевые – женский пол

Figure 2 – Scatter plot showing the relationship between vitamin D and thyroid peroxidase antibodies; Each point represents one measurement ($n = 160$). The solid line is the trend line ($R^2 = 0.0003$, $p < 0.05^*$). Blue points represent males, orange points represent females

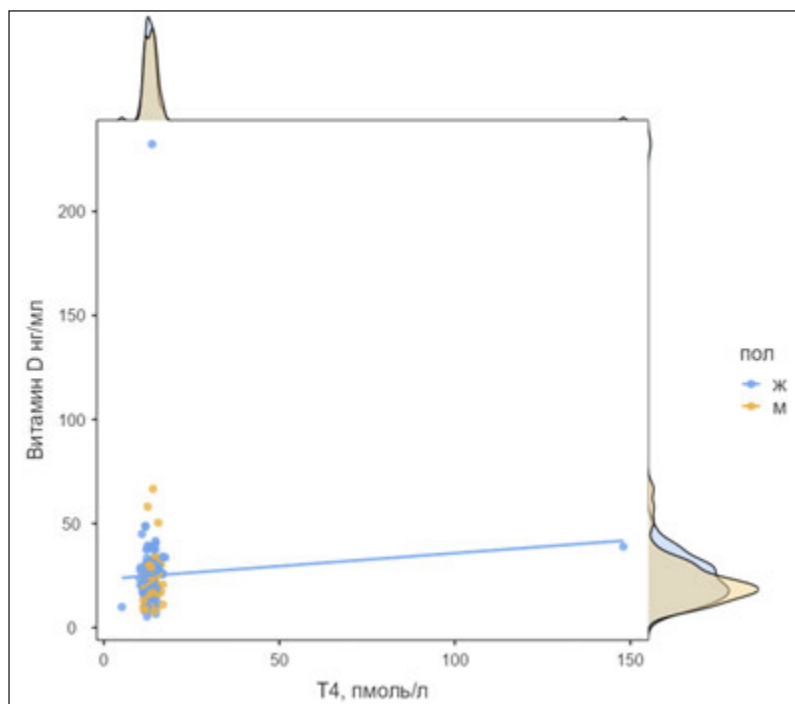


Рисунок 3 – Диаграмма рассеяния, показывающая взаимосвязь между уровнями витамина D и свободного тироксина в сыворотке крови; Каждая точка – результат одного измерения ($n = 160$). Сплошная линия – линия тренда ($R^2 = 0,0057$, $p < 0,05^*$). Синие точки – мужской пол, оранжевые – женский пол

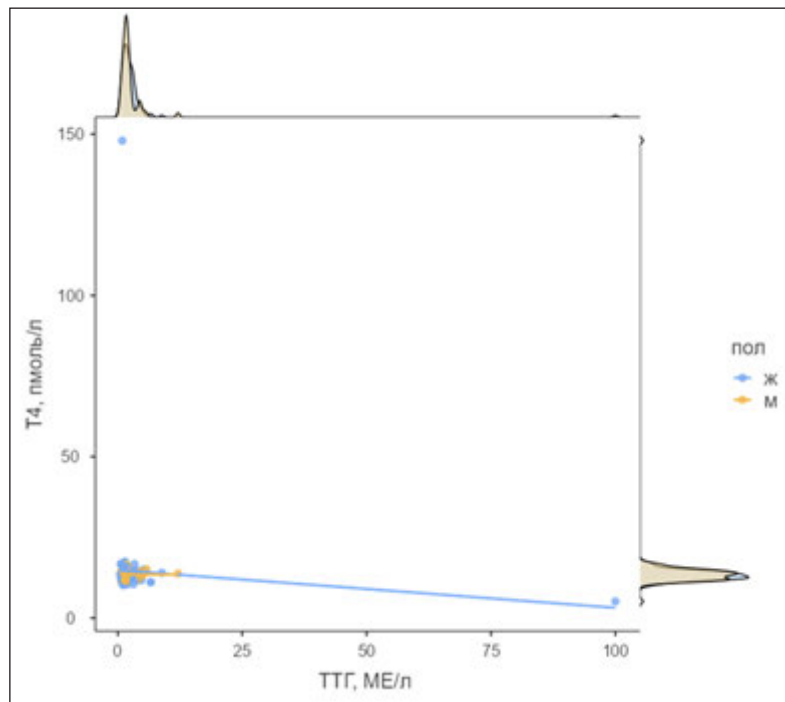
Figure 3 – Scatterplot showing the relationship between serum vitamin D and free thyroxine level; Each point represents one measurement ($n = 160$). The solid line is the trend line ($R^2 = 0.0057$, $p < 0.05^*$). Blue points represent males, orange points represent females

На рисунке 4 установлена отрицательная корреляционная связь между показателями уровня ТТГ и свободного T_4 ($p = -0,140$, $p = 0,039^*$).

В результате исследования не было установлено взаимосвязи между уровнем витамина D и ТТГ, что это косвенно подтверждает механизм взаимодействия с рецепторами и утверждение о том, что витамин D и тиреоидные гормоны взаимодействуют с похожими типами рецепторов, известных как рецепторы стероидных гормонов [4].

Рисунок 4 – Диаграмма рассеяния, показывающая взаимосвязь между уровнями свободного тироксина и тиреотропного гормона в сыворотке крови; Каждая точка — результат одного измерения ($n = 160$). Сплошная линия – линия тренда ($R^2 = 0,0065$, $p < 0,05^*$). Синие точки – мужской пол, оранжевые – женский пол

Figure 4 – Scatter plot showing the relationship between level of free thyroxine and thyroid-stimulating hormone; Each point represents one measurement ($n = 160$). The solid line is the trend line ($R^2 = 0.0065$, $p < 0.05^*$). Blue points represent males, orange points represent females



Заключение

Выраженность дефицита витамина D не зависит от пола и наблюдается более чем у 75 % пациентов. Установлена корреляционная связь между уровнем витамина D и показателями АТ-ТПО и T_4 , что может указывать на наличие положительного эффекта витамина D в диапазоне его целевых значений на функции щитовидной железы. Выявлено, что отклонение от нормы показателей функции щитовидной железы наиболее часто наблюдаются у женского пола. Однако не было установлено взаимосвязи между уровнем витамина D и ТТГ.

Список использованных источников

1. Эпидемиология доброкачественных заболеваний щитовидной железы у взрослого населения Республики Беларусь: анализ общенациональных статистических данных за период 2009–2019 гг. / С. В. Якубовский, Г. Г. Кондратенко, О. Б. Салко [и др.] // Проблемы Эндокринологии. – 2022. – Т. 68, № 3. – 30–43. <https://doi.org/10.14341/probl12844>
2. Гончар, Н. Л. Анализ заболеваемости патологиями щитовидной железы населения Брестской области за период 2015–2020 гг. / Н. Л. Гончар, Н. В. Герасимович // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by>. – Дата доступа: 10.04.2026.
3. Современные проблемы радиационной медицины: от науки к практике: материалы Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гомель, 21 нояб. 2025 г. / ГУ «РНПЦ РМиЭЧ»; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2025. – 160 с.
4. Ярец, А. А. Оценка обеспеченности витамином Д населения Гомельской области в разные сезонные периоды / А. А. Ярец, В. Н. Бортновский, Ю. И. Ярец // Проблемы здоровья и экологии. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 76–84.

- 5 Immunomodulatory effect of vitamin D and its potential role in the prevention and treatment of thyroid autoimmunity: a narrative review / D. Gallo, L. Mortara, M. B. Gariboldi [et al.] // *J Endocrinol Invest.* –2020. – Vol. 43, № 4. – P. 413–429. doi:10.1007/s40618-019-01123-5.
- 6 Краснополская, К. В. Распространенность гиповитаминоза D и его связь с тиреоидной патологией у женщин, страдающих бесплодием / К. В. Краснополская, М. Р. Оразов, Ф. Ф. Бурумкулова // *Российский вестник акушера-гинеколога.* – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 67–73.
- 7 Pludowski, P. Vitamin D Supplementation: A Review of the Evidence Arguing for a Daily Dose of 2000 International Units (50 µg) of Vitamin D for Adults in the General Population / P. Pludowski, W. B. Grant, S. N. Karras [et al.] // *Nutrients.* – 2024. – Vol. 16, № 3. – P. 391.

References

- 1 Yakubouski SV, Kondratzenko HH, Salko OB, et al. Epidemiology of benign thyroid disease in the adult population of the Republic of Belarus: an analysis of nationwide statistical data for the period 2009–2019 [Epidemiologiya dobrokachestvennykh zabolevaniy schitovidnoy zhelezy u vzroslogo naseleniya Respubliki Belarus': analiz obchinatsional'nykh statisticheskikh dannykh za period 2009–2019 gg.]. *Probl Endokrinol.* 2022;68(3):30–43. doi:10.14341/probl12844.
- 2 Gonchar NL, Gerasimovich NV. Analysis of thyroid pathology morbidity among the population of the Brest region for the period 2015–2020 [Analiz zaboлеваemosti patologiyamy schitovidnoy zhelezy naseleniya Brestskoy oblasti za period 2015–2020 gg.] [Internet]. Minsk: Electronic resource available from: <http://elib.bsu.by>. [cited 2026 Apr 10].
- 3 Rozhko AV, ed. Modern problems of radiation medicine: from science to practice: proceedings of the Rep. Sci.-Pract. Conf. with Int. participation, Gomel, Nov 21, 2025 [Sovremennyye problemy radiatsionnoy meditsiny: ot nauki k praktike: materialy Resp. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Gomel', 21 noiabr. 2025 g.]. Gomel: State Institution “Scientific-Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology”; 2025. 160 p.
- 4 Yarets AA, Bortnovskiy VN, Yarets YuI. Assessment of vitamin D sufficiency in the population of the Gomel region in different seasonal periods [Otsenka obespechennosti Vitaminom D naseleniya Gomel'skoy oblasti v raznye sezonnye periode]. *Zdorovye Ekol.* 2025;22(2):76–84.
- 5 Gallo D, Mortara L, Gariboldi MB, et al. Immunomodulatory effect of vitamin D and its potential role in the prevention and treatment of thyroid autoimmunity: a narrative review. *J Endocrinol Invest.* 2020;43(4):413–429. doi:10.1007/s40618-019-01123-5.
- 6 Krasnopol'skaya KV, Orazov MR, Burumkulova FF. Prevalence of vitamin D insufficiency and its relationship with thyroid pathology in women suffering from infertility [Rasprostrannyyonost' Gipovitaminoza D i ego svyaz' s tiroidnoy patologiyey u zhenshchin, stradayushchikh besplodiyey]. *Ross Vests Okush Ginekol.* 2021;21(3):67–73.
- 7 Pludowski P, Grant WB, Karras SN, et al. Vitamin D Supplementation: A Review of the Evidence Arguing for a Daily Dose of 2000 International Units (50 µg) of Vitamin D for Adults in the General Population. *Nutrients.* 2024;16(3):391.

CORRELATION ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN VITAMIN D LEVEL AND THYROID FUNCTION INDICATORS

N. A. Doroshkova¹, N. S. Myshkovets¹, L. N. Alekseyko¹, Yu. I. Yarets², O. E. Kuznetsov³

¹Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

*²Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology,
Gomel, Belarus*

*³Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds,
National Academy of Sciences of Belarus, Grodno*

Background. The population of Belarus is characterized by vitamin D deficiency, which is accompanied by a weakening of the modulating effects of calcitriol. This can act as a trigger factor in the development of thyroid pathologies.

Objective. To define the relationship between vitamin D level and thyroid function indicators.

Materials and Methods. Data from the diagnostic laboratory of the State Institution «Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology» (RSPC RM&HE) from December 2025 to February 2026 were used. Statistical analysis was performed using Jamovi. Correlation analysis was carried out in accordance with Spearman's rank correlation coefficient.

Results. In women, vitamin D deficiency in the range of <20 ng/ml was found in 41.90 %; in men – 49.09 %. Deviations in TSH level were noted in 11.55 % of women and 3.85 % of men. In women, deviations from the norm of free T₄ were found in 6.3 % of cases, and an excess of anti-TPO antibodies was found in 21 %, which is 4 times more than in men (5.55 %).

Results of correlation analysis: a significant weak positive correlation between vitamin D level and anti-TPO antibodies ($\rho = 0.163^*$, $p = 0.040^*$). The correlation between vitamin D level and free T₄ is close to moderate ($\rho = 0.208^*$, $p = 0.004^*$). A negative correlation was established between TSH level and free T₄ ($\rho = -0.140$, $p = 0.039^*$).

Conclusions. Vitamin D deficiency was detected in more than 75 % of patients. A significant positive correlation was established between vitamin D level and the concentration of anti-TPO antibodies and free T₄.

Keywords: thyroiditis, vitamin D, thyroid gland, correlation analysis.

УДК 577.112.38:577.19

ОСОБЕННОСТИ САЙТОВ СВЯЗЫВАНИЯ КВЕРЦЕТИНА С БЕЛКАМИ

О. В. Ишутина, В. В. Хрусталёв
Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение. По накопившимся данным кверцетин способен оказывать разнообразные эффекты на организм человека, выступая не только в качестве антиоксиданта. Нами были проанализированы многочисленные исследования, свидетельствующие о множественности мишеней для кверцетина в организме человека.

Цель исследования. определить аминокислотные остатки, преимущественно связывающиеся с кверцетином, и аминокислотные мотивы вокруг них.

Материалы и методы. Использованы 42 файла из Protein Data Bank, содержащих сведения о трехмерном строении комплексов кверцетина с белками. Определена вторичная структура и взаимодействующие с кверцетином аминокислотные остатки, выявлены частоты встречаемости аминокислотных остатков в сайтах связывания кверцетина.

Произвели генерацию мотивов для связывания и поиск мотивов для связывания кверцетина. Провели молекулярный докинг на сайте SwissDock с помощью алгоритма Attractive Cavities.

Результаты. В результате проделанной работы был доказан факт предпочтительного связывания кверцетина с аминокислотными остатками фенилаланина, гистидина и изолейцина, найдены аминокислотные мотивы вокруг этих остатков и белки, в которых эти мотивы частично воспроизводятся. Доказано, что в сайтах связывания кверцетина чаще встречается β -структура.

Заключение. Первичный скрининг позволил сформировать выборки белков человека, содержащих мотивы для сайтов связывания кверцетина.

Ключевые слова: кверцетин, докинг, вторичная структура, аминокислотные остатки, мотивы сайтов связывания.