

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Кафедра фізіології людини і тварин

На правах рукопису

ПРАДІЙЧУК НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА
ВПЛИВ ВІТАМІНУ D НА ГОМЕОСТАЗ ЛЮДИНИ

Спеціальність 091 «Біологія»

Освітньо-професійна програма «Лабораторна діагностика»

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:

МОРЕНКО АЛЕВТИНА ГРИГОРІВНА

доктор біологічних наук, професор

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 4

засідання кафедри фізіології людини

і тварин від 12.12. 2025 р.

завідувач кафедри доц. Качинська Т. В.



ЛУЦЬК – 2025

АНОТАЦІЯ

Прадійчук Н.В.

Спеціальність 091«Біологія»

Освітня програма

«Лабораторна діагностика»

Вплив вітаміну D на гомеостаз людини

Магістерська робота присвячена вивченню впливу вітаміну D на показники гомеостазу людини із акцентом на його роль у регуляції гематологічного обміну. Актуальність роботи зумовлена високою поширеністю дефіциту вітаміну D серед населення України та зростаючим інтересом до плейотропних ефектів цього гормону. Метою роботи було оцінити забезпеченість дорослого населення Волинської області вітаміном D, дослідити особливості гематологічного гомеостазу та встановити можливі кореляційні зв'язки між рівнем 25(OH)D і показниками крові. До дослідження було включено 60 осіб віком 18–70 років. Методами імунохемілюмінесцентного аналізу визначено рівень 25(OH)D, а автоматичним гематологічним аналізатором — показники гемоглобіну, еритроцитів і гематокриту.

Встановлено високу поширеність дефіциту та недостатності вітаміну D: лише 13,3 % обстежених мали достатній рівень 25(OH)D. Чоловіки мали вищий середній рівень 25(OH)D, ніж жінки, у всіх вікових групах. Найнижчі показники виявлено у жінок віком 51–70 років ($16,87 \pm 5,17$ нг/мл). Виявлено достовірний позитивний кореляційний зв'язок між рівнем 25(OH)D та основними гематологічними показниками. Після проведення корекції гіповітамінозу D (холекальциферолом) відзначено зростання рівня 25(OH)D у всіх вікових і статевих групах.

Наукова новизна полягає у визначенні особливостей забезпеченості вітаміном D населення Волинської області, та уточненні зв'язку між статусом 25(OH)D та гематологічними показниками. Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих даних для оптимізації профілактичних

заходів та удосконалення підходів до корекції гіповітамінозу D та анемічних станів, особливо у осіб старшого віку.

Ключові слова: вітамін D, 25(OH)D, гомеостаз, еритропоез, гемоглобін, гематокрит, дефіцит.

ANOTATION

Pradiichuk N.V.

Specialty: 091 "Biology"

Educational program

"Laboratory Diagnostics"

The effect of vitamin D on human homeostasis

This master's thesis is devoted to studying the effect of vitamin D on human homeostasis indicators, with an emphasis on its role in regulating hematological metabolism. The relevance of this work is due to the high prevalence of vitamin D deficiency among the population of Ukraine and the growing interest in the pleiotropic effects of this hormone. The aim of the work was to assess the vitamin D status of the adult population of the Volyn region, to study the features of hematological homeostasis, and to establish possible correlations between 25(OH)D levels and blood parameters. The study included 60 people aged 18–70 years. The level of 25(OH)D was determined by immunochemiluminescence analysis, and hemoglobin, erythrocyte, and hematocrit levels were determined by an automatic hematology analyzer.

A high prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency was found: only 13.3% of those examined had sufficient 25(OH)D levels. Men had higher average 25(OH)D levels than women in all age groups. The lowest levels were found in women aged 51–70 years (16.87 ± 5.17 ng/ml). A significant positive correlation was found between 25(OH)D levels and key hematological parameters. After correction of hypovitaminosis D (with cholecalciferol), an increase in 25(OH)D levels was observed in all age and gender groups.

The scientific novelty lies in determining the characteristics of vitamin D sufficiency among the population of the Volyn region and clarifying the relationship between 25(OH)D status and hematological parameters. The practical significance of the work lies in the possibility of using the data obtained to optimize preventive measures and improve approaches to the correction of hypovitaminosis D and anemic conditions, especially in older people.

Keywords: vitamin D, 25(OH)D, homeostasis, erythropoiesis, hemoglobin, hematocrit, deficiency.

ЗМІС

ВСТУП7

РОЗДІЛ 10 10

01.1. Біологічна природа, класифікація та метаболізм вітаміну D10

1.2. Плейотропні функції вітаміну D та його роль у системному гомеостазі11

1.2.1. Регуляція мінерального обміну та здоров'я кісткової тканини12

1.2.2. Вплив на ендокринний та метаболічний обмін13

1.2.3. Імуномодуючі та протизапальні властивості13

1.2.4. Вплив на нейропротекцію, психічне здоров'я та старіння14

1.3. Роль вітаміну D у регуляції еритропоезу та гематологічного гомеостазу15

1.4. Вікові особливості обміну вітаміну D17

1.5. Особливості обміну вітаміну D у жінок та чоловіків20

1.6. Роль вітаміну D у розвитку захворювань22

1.7. Профілактика дефіциту вітаміну D24

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ27

2.1 Організація дослідження та характеристика вибірки27

2.2 . Методи лабораторних досліджень29

2.3. Методи статистичної обробки даних32

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ33

3.1. Характеристика забезпеченості організму 25(OH)D у демографічному та сезонному аспектах33

3.2. Оцінка динаміки показників 25(OH)D після корекції40

3.3. Кореляційний взаємозв'язок між рівнем 25(OH)D та показниками гематологічного гомеостазу43

ВИСНОВКИ51

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ53

ДОДАТКИ60

ВСТУП

Актуальність теми. Вітамін D є жиророзчинним секостероїдним гормоном, який відіграє важливу роль у численних фізіологічних процесах організму. Його функція виходить за межі регуляції кальцій-фосфорного обміну та метаболізму кісткової тканини, впливаючи на імунну, серцево-судинну, м'язову, ендокринну та нервову системи. Активна форма вітаміну D – кальцитріол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) – взаємодіє зі специфічними рецепторами VDR, що експресуються в більшості клітин, регулюючи транскрипцію генів, відповідальних за запальні, метаболічні, проліферативні та апоптотичні процеси [17, 46, 48, 51]

Дефіцит вітаміну D залишається актуальною проблемою громадського здоров'я та поширений у всіх вікових групах. Понад 60 % населення світу мають недостатній рівень $25(\text{OH})\text{D}$, що супроводжується порушенням мінерального, ендокринного, імунного та гематологічного гомеостазу та підвищує ризик розвитку остеопенії, анемії, інсулінорезистентності, системних запальних процесів та хронічних захворювань. В Україні дефіцит вітаміну D спостерігається у понад 80 % населення, включно з жителями Волинської області, що зумовлено обмеженою інсоляцією, особливостями харчування, віковими змінами та способом життя [4,20,42,43,47,51,52].

Особливої гостроти проблема набуває в умовах тривалого стресу та дестабілізації, спричинених воєнними діями. Зниження доступності до якісного харчування, зміна способу життя та психоемоційне навантаження додатково посилюють ризики розвитку гіповітамінозу D та його негативних наслідків на імунну функцію, що є критичним в умовах високої поширеності інфекційних та запальних захворювань [2,41].

Незважаючи на наявність міжнародних рекомендацій щодо оптимальних рівнів $25(\text{OH})\text{D}$, існують розбіжності у визначенні дефіциту. В умовах пандемії COVID-19 та воєнних подій кількість лабораторних обстежень різко знизилась,

що ускладнює своєчасну діагностику та профілактику гіповітамінозу D [15, 41, 42].

З огляду на високий рівень недостатності вітаміну D та його вплив на метаболічні, гематологічні та запальні процеси, дослідження рівня 25(OH)D та його зв'язку з гематологічними показниками і еритропоезу серед населення Волинської області є актуальним для розробки ефективних регіональних профілактичних заходів та підтримки системного гомеостазу [44,51,52].

Мета роботи. Вивчити взаємозв'язок між рівнем вітаміну D та показниками гематологічного гомеостазу людини (гемоглобін, еритроцити, гематокрит).

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні наукові дані щодо плеiotропних функцій та метаболізму вітаміну D.
2. Визначити рівень вітаміну D (25(OH)D) у досліджуваних осіб та оцінити поширеність його дефіциту серед населення Волинської області.
3. Дослідити кореляційні зв'язки між рівнем вітаміну D та гематологічними показниками .
4. Дослідити динаміку вітаміну D (25(OH)D) після корекції дефіциту.

Об'єкт дослідження – гомеостаз гематологічного обміну в організмі людини.

Предмет дослідження – вплив рівня вітаміну D на гематологічні показники

Клініко-статистичні методи: Збір демографічних даних, оцінка наявності хронічних захворювань та прийому лікарських препаратів із подальшим статистичним аналізом.

Лабораторні методи:

- Визначення рівня вітаміну D (25(OH)D) – імунохемілюмінесцентний аналіз (ІХЛА)

- Визначення гемоглобіну, кількості еритроцитів та гематокриту – автоматичним гематологічним аналізатором.

Статистичні методи: описова статистика (середнє, стандартне відхилення, медіана), перевірка нормальності розподілу, кореляційний аналіз за Пірсоном, порівняльний аналіз (t-критерій Стюдента, Велча).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше на рівні регіонального дослідження (Волинська область) встановлено високу поширеність недостатності вітаміну D серед дорослого населення, з чітким визначенням вікових та статевих груп найбільшого ризику, зокрема, жінок старшого віку. Встановлено та обґрунтовано достовірний позитивний кореляційний зв'язок між рівнем 25(OH)D та основними гематологічними показниками, що підтверджує гіпотезу про участь вітаміну D у регуляції еритропоезу. Уточнено ефективність профілактичного прийому холекальциферолу та його вплив на корекцію вітамінного статусу у різних віково-статевих групах.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані дані можуть бути використані для покращення профілактичних програм у Волинській області та вдосконалення підходів до лікування гіповітамінозу D та анемічних станів, особливо у осіб старшого віку.

Апробація результатів. Прадійчук Наталія. Статеві та вікові особливості статусу вітаміну D та його кореляція з гематологічними показниками у дорослого населення Волинської області // IX Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, студентів та аспірантів «Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук» (14 листопада 2025 року) Луцьк, 2025.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна природа, класифікація та метаболізм вітаміну D

Термін «вітамін D» охоплює групу жиророзчинних біоактивних сполук, які є прогормонами: ергокальциферол (вітамін D₂), холекальциферол (вітамін D₃), а також їхні метаболіти — 25-гідроксихолекальциферол (25(OH)D або кальцитріол) та 1,25-дигідроксихолекальциферол (1,25(OH)₂D₃ або кальцитріол), що є активною гормональною формою [48].

Вітамін D₃ належить до групи секостероїдів, які є похідними холестеролу, але відрізняються розривом циклу В стероїдного ядра. Цей структурний розрив визначає його унікальні фізико-хімічні та фізіологічні властивості. Молекулярна маса холекальциферолу становить близько 384,6 г/моль, а наявність гідроксильного радикала (-OH) є критично важливою для його подальшої активації. Структура вітаміну D₃ була детально досліджена за допомогою спектроскопічних методів та рентгенокристалографії, що поглиблює розуміння взаємодії з рецепторами та відкриває можливості для синтезу терапевтичних аналогів [48,52].

Джерела та абсорбція: Основним джерелом D₃ є ендогенний синтез у шкірі під впливом ультрафіолетового випромінювання спектра В (УФ-В променів) з 7-дегідрохолестеролу. D₂ та D₃ також надходять з їжею та харчовими добавками. Харчовий вітамін D абсорбується переважно у дванадцятипалій кишці та тонкому кишечнику, що вимагає присутності жовчних кислот. Після абсорбції він транспортується до лімфатичної системи у складі хіломікронів, а потім циркулює в кровотоці у зв'язаному з білком стані, що сприяє його депонуванню в жировій та м'язовій тканинах [35,51,52].

Метаболічна активація: Біологічно вітамін D є інертним прогормоном, що потребує двохетапного гідроксилювання для перетворення на активні форми:

- У печінці: Відбувається первинне гідроксилювання ферментом 25-гідроксилазою, утворюючи 25-гідроксихолекальциферол (25(OH)D). Це

основний циркулюючий метаболіт і найбільш надійний індикатор статусу вітаміну D в організмі. Цей процес дозволяє печінці накопичувати значні запаси, здатні забезпечувати потреби дорослого організму до одного року [12,52].

- У нирках: Відбувається подальше гідроксилювання під контролем 1- α -гідроксилази, що перетворює 25(OH)D на біологічно активний гормон 1,25-дигідроксिवітамін D (кальцитріол). Кальцитріол взаємодіє з ядерними рецепторами вітаміну D (VDR), регулюючи транскрипцію генів [31,32,51,52].

Ці етапи метаболічної активації детально представлені на Рисунку 1.1.

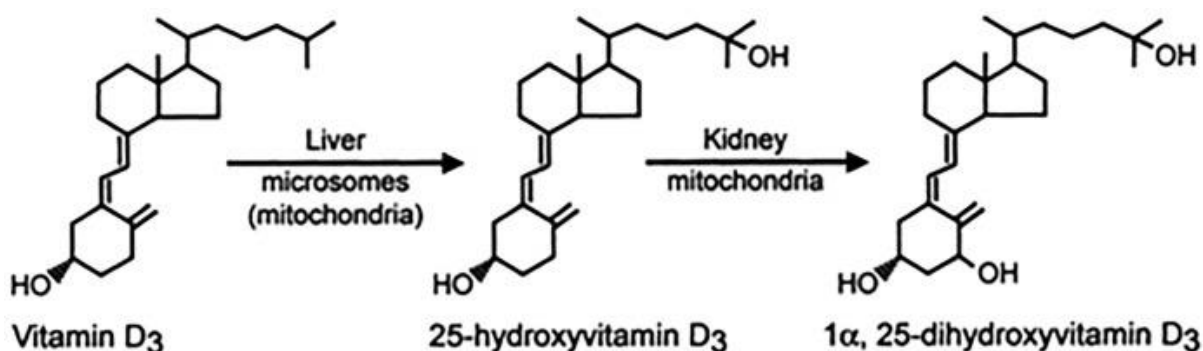


Рисунок 1. 1. Етапи метаболічної активації вітаміну D

1.2. Плейотропні функції вітаміну D та його роль у системному гомеостазі

Вітамін D, діючи як гормон через кальцитріол, здійснює широкий спектр плейотропних функцій, які значно виходять за межі класичної ролі в мінеральному обміні. Рецептори VDR експресуються практично в усіх органах і тканинах, що пояснює його багатогранний вплив на організм [9,31,51,52].

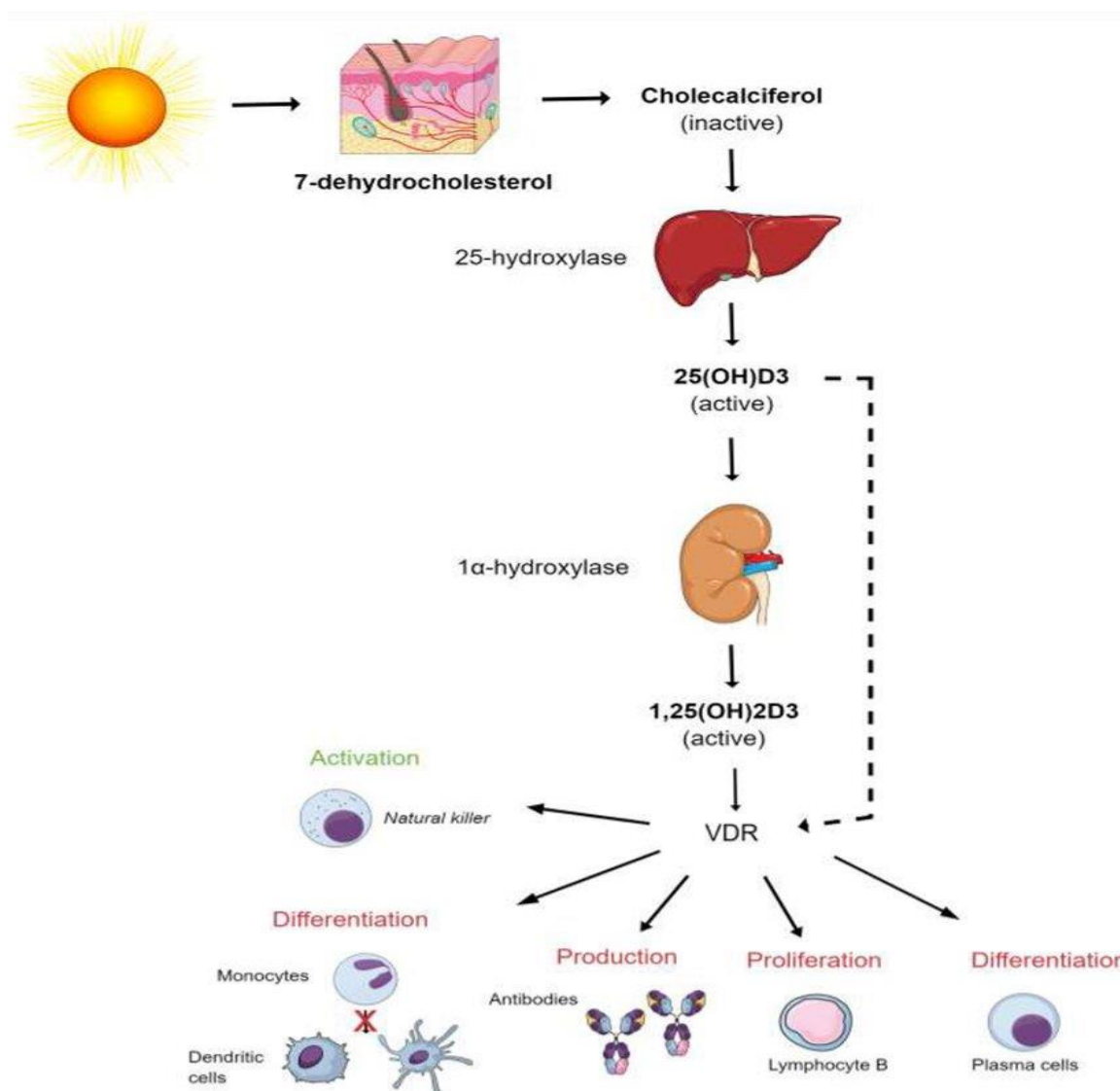


Рисунок 1.2. Метаболізм вітаміну D та його імуномодулюючі ефекти (плейотропна дія, VDR-залежна дія)

1.2.1. Регуляція мінерального обміну та здоров'я кісткової тканини

Основна класична функція вітаміну D — це регуляція гомеостазу кальцію та фосфору. Активна форма — кальцитріол — стимулює кишкову абсорбцію кальцію шляхом активації транспортерів, таких як TRPV6 та кальбіндин-D9k, що забезпечують активний транспорт мінералів в ентероцити. Кальцитріол також стимулює реабсорбцію кальцію в нирках та модулює ремоделювання кісткової тканини [52].

На кістки він діє двояко:

- Стимулює остеокластогенез шляхом збільшення вироблення RANKL (ліганду, що активує остеокласти), забезпечуючи мобілізацію кальцію.
- Виявляє анаболічний ефект, стимулюючи вироблення остеопонтину та лужних фосфатаз [5,39].

При дефіциті вітаміну D порушується остаточна диференціація гіпертрофованих хондроцитів і наступна кальцифікація матриксу, що призводить до рахіту у дітей та остеомалачії і підвищеного ризику остеопорозу у дорослих. Доведено, що вітамін D підвищує кальцієву абсорбцію незалежно від базового рівня цього мікроелемента, що свідчить про його фундаментальне значення для мінерального обміну [5,39,40,51,52].

1.2.2. Вплив на ендокринний та метаболічний обмін

Сучасні дослідження підкреслюють роль вітаміну D у регуляції ключових метаболічних шляхів:

- Вуглеводний обмін: Доведено, що кальцитріол впливає на секрецію інсуліну β -клітинами підшлункової залози та підвищує чутливість тканин до інсуліну. Адекватний рівень 25(OH)D пов'язаний із покращенням глікемічного контролю та зниженням ризику розвитку цукрового діабету 2 типу [18,31,51].
- Ліпідний обмін: Вітамін D може регулювати експресію генів, що відповідають за синтез і розщеплення ліпідів, сприяючи зниженню рівня тригліцеридів та холестерину ліпопротеїдів низької щільності [30].
- Серцево-судинна система: Дефіцит асоціюється з підвищеним ризиком артеріальної гіпертензії та атеросклерозу. Вітамін D впливає на ренін-ангіотензин-альдостеронову систему (РААС) та покращує ендотеліальну функцію, знижуючи рівень системного запалення [12].

1.2.3. Імуномодулюючі та протизапальні властивості

Вітамін D є потужним модулятором імунної системи, впливаючи як на вроджений, так і на набутий імунітет. Він регулює експресію антимікробних

пептидів (зокрема, кателіцидину та дефензінів) та знижує синтез прозапальних цитокінів. Модуляція функції Т-хелперів і В-лімфоцитів сприяє розвитку імунної толерантності й зниженню аутоімунних реакцій. У зв'язку з цим, його роль активно вивчається у патогенезі таких захворювань, як розсіяний склероз та ревматоїдний артрит [2,10].

Клінічні спостереження демонструють, що дефіцит вітаміну D асоціюється з підвищеним ризиком респіраторних інфекцій та тяжчим перебігом COVID-19 [15]. Дані метаналізів свідчать, що підтримання адекватного рівня 25(OH)D асоціюється зі зменшенням частоти та тяжкості перебігу інфекційних процесів. Разом з тим, сучасні вчені наголошують на необхідності обережної інтерпретації цих даних, оскільки не всі дослідження підтверджують прямий причинно-наслідковий зв'язок [2,10,12,16].

1.2.4. Вплив на нейропротекцію, психічне здоров'я та старіння

Вітамін D бере участь у регуляції нейротрансмітерів і механізмах нейропротекції. Систематичні огляди підтвердили, що його адекватний рівень сприяє зменшенню симптомів депресії та тривожності [11,17,27].

Новітні дослідження свідчать, що роль вітаміну D поширюється на процеси старіння та гомеостаз білків. Дослідження, проведене на нематоді *C. Elegans*, показало, що активна форма вітаміну D₃ взаємодіє з генами довголіття, подовжуючи середню тривалість життя на 33% та сповільнюючи вікову агрегацію сотні білків. Цей вплив на протеїновий гомеостаз є критично важливим, оскільки порушення балансу білків та накопичення токсичних агрегатів є характерними для таких нейродегенеративних захворювань, як хвороби Альцгеймера та Паркінсона [6].

Таблиця 1.1.

Плейотропні функції вітаміну D (кальцитріолу у регуляції системного гомеостазу)

Система/Орган	Основні функції вітаміну D
Кісткова та м'язова	Стимуляція абсорбції Ca/P, регуляція ремоделювання кістки, підтримка м'язової сили.
Імунна	Модуляція цитокінів, стимуляція антимікробних пептидів (кателіцидин)
Ендокринна	Вплив на секрецію інсуліну, зниження інсулінорезистентності.
Серцево-судинна	Регуляція РААС, вплив на ендотелій, зниження ризику гіпертензії.
ЦНС / Мозок	Нейропротекція, вплив на нейротрансмітери, модуляція депресивних/тривожних станів.
Клітинний гомеостаз	Регуляція транскрипції генів, вплив на протеїновий гомеостаз, процеси старіння.

Складено на основі даних : [6,11,12,17,18,30,31,51,52].

Висновок: Таким чином, вітамін D є багатофункціональним гормоном, що відіграє ключову роль у численних обмінних процесах та підтримці системного гомеостазу. Його дефіцит негативно впливає на метаболічний баланс, підвищуючи ризик розвитку широкого спектра хронічних захворювань . Підтримка адекватного статусу вітаміну D є фундаментальною для загального здоров'я та профілактики захворювань.

1.3. Роль вітаміну D у регуляції еритропоезу та гематологічного гомеостазу

Вітамін D є важливим регулятором гематологічного гомеостазу, оскільки бере участь у процесах еритропоезу, метаболізмі заліза та підтриманні функціонального стану кісткового мозку. Активна форма вітаміну D —

кальцитріол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) — зв'язується з рецепторами VDR, що експресуються на еритроїдних клітинах-попередниках у червоному кістковому мозку. Це забезпечує стимуляцію проліферації та диференціації еритроїдних клітин, а також сприяє синтезу гемоглобіну в дозріваючих еритроцитах [33].

Актуальні дослідження свідчать, що дефіцит вітаміну D асоційований із підвищеним ризиком розвитку анемії, оскільки це пов'язано як із прямими, так і з опосередкованими механізмами регуляції еритропоезу. Огляд Сміта і Тангпріча (2015) демонструє, що вітамін D може знижувати рівень гепсидину — ключового гормону, який пригнічує мобілізацію заліза з депо та блокує його всмоктування в кишечнику. Зменшення гепсидину під впливом $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ сприяє покращенню доступності заліза для синтезу гемоглобіну, що є критично важливим у пацієнтів із хронічними запальними станами, нирковою патологією та анемією хронічних хвороб [33].

Крім того, автори підкреслюють імуномодуючу роль вітаміну D: його вплив зменшує активність провідних прозапальних цитокінів (IL-6 , $\text{TNF-}\alpha$), які зазвичай пригнічують еритропоез і стимулюють синтез гепсидину. Отже, достатній рівень вітаміну D може одночасно зменшувати запалення та покращувати метаболізм заліза, що створює сприятливі умови для нормального еритропоезу. Сміт і Тангпріча (2015) зазначають, що в популяційних та клінічних дослідженнях низький рівень вітаміну D часто асоціюється з нижчими рівнями гемоглобіну і вищою поширеністю анемії, тоді як його корекція може позитивно впливати на гематологічні показники [33].

Особливо значущим є вплив вітаміну D у пацієнтів із хронічними захворюваннями нирок, де анемія є поширеним ускладненням. У дослідженні Кумара і співавт. (2011) встановлено, що корекція дефіциту вітаміну D у хворих на гемодіалізі покращує відповідь на терапію рекомбінантним людським еритропоетином та зменшує потребу в ньому. Автори виявили, що нормалізація рівня вітаміну D приводила до підвищення рівня гемоглобіну та зниження

резистентності до еритропоєтину, що свідчить про ключову роль вітаміну D у регуляції еритропоєзу та загального гематологічного гомеостазу [21].

Дані сучасних клінічних досліджень, зокрема випробування BEST-D (Lamikanra et al., 2025), свідчать, що вітамін D впливає на біохімічні маркери метаболізму заліза та еритропоєзу навіть у відносно здорових літніх людей. Зокрема, в дослідженні відмічається покращення показників, пов'язаних із забезпеченням організму залізом внаслідок тривалого прийому вітаміну D. Це включає зниження рівня гепсидину — гормону, який блокує вивільнення заліза з депо та пригнічує його всмоктування. Завдяки зменшенню гепсидину підвищується доступність заліза для синтезу гемоглобіну, що сприяє більш ефективному еритропоєзу. Також спостерігається тенденція до покращення рівня феритину, насичення трансферину та інших маркерів, які відображають забезпеченість залізом [22].

Отримані результати (Lamikanra et al., 2025) вказують, що оптимальний рівень вітаміну D є важливим фактором підтримання гематологічного гомеостазу у літньому віці, оскільки він сприяє збалансованому метаболізму заліза, зменшенню запального впливу на еритропоєзу та підсиленню процесу дозрівання еритроцитів [22].

Висновок : Отже, огляд літератури чітко підтверджує, що вітамін D є важливим регулятором еритропоєзу. Його активна форма, кальцитріол, безпосередньо впливає на клітини-попередники еритроцитів, а також опосередковано — через зниження запалення та гормону гепсидину, покращуючи доступність заліза. Таким чином, підтримка оптимального статусу вітаміну D є критичною для профілактики та лікування анемії, особливо у пацієнтів із хронічними захворюваннями, як-от хвороби нирок.

1.4. Вікові особливості обміну вітаміну D

Вік є одним із ключових факторів, що суттєво впливає на обмін вітаміну D в організмі, зумовлюючи значні зміни в його синтезі, метаболізмі та

поширеності дефіциту. Це обумовлює різні потреби та ризики гіповітамінозу в дітей, дорослих і літніх людей [26,42,52].

У дітей та підлітків

Обмін та фізіологічні потреби у вітаміні D мають значні вікові особливості. У віковій групі немовлят та підлітків потреба у вітаміні D є підвищеною, що зумовлено інтенсивним кістковим ростом кісток, формування зубів та розвиток імунної системи. Особлива увага приділяється недоношеним дітям, які є найбільш схильними до розвитку дефіциту, оскільки ключове накопичення запасів вітаміну D зазвичай відбувається у третьому триместрі вагітності [12,14].

Недостатність вітаміну D у дитячому віці асоціюється з рахітом та порушеннями формування кісткової тканини. Симптоми рахіту включають неправильні моделі росту через вигнуті кістки, м'язову слабкість, біль у кістках та деформації суглобів [52]

Підлітковий вік характеризується високими темпами росту скелета, що збільшує потребу у вітаміні D та кальції. У цій віковій категорії забезпеченість вітаміном D залежить від інсоляції, харчування та фізичної активності. У регіонах з помірним і холодним кліматом часто реєструють сезонний дефіцит, особливо у зимово-весняний період [51,52].

У працездатному віці

У працездатному віці рівень вітаміну D зазвичай стабільніший, проте у групах з недостатнім сонячним опроміненням, низьким споживанням продуктів, багатих на вітамін D, або темним фототипом шкіри дефіцит виявляють частіше. Хронічні запальні стани та терапія глюкокортикоїдами здатні знижувати активність вітаміну D, погіршуючи його біодоступність і вплив на кісткову тканину [48,52].

У літньому віці

З віком ефективність усіх ключових етапів метаболізму вітаміну D знижується, що зумовлено кількома факторами:

- Шкіра втрачає здатність ефективно синтезувати холекальциферол під впливом ультрафіолетових променів.
- Нирки демонструють нижчу активність ферменту 1 α -гидроксилази, що обмежує утворення активного метаболіту.
- Шлунково-кишковий тракт з віком менш ефективно всмоктує жиророзчинні сполуки [52].

У шкірі літніх людей з віком значно зменшується концентрація 7-дегідрохолестеролу, що призводить до зниження синтезу холекальциферолу під дією ультрафіолетових променів. Згідно з опублікованими даними, цей показник знижується на 13% за кожне десятиліття. Крім того, спостерігається зниження активності печінкової 25-гидроксилази, що обмежує утворення 25(OH)D, а також менш ефективна ниркова гідроксиляція до 1,25(OH)₂D, що підвищує ризик дефіциту активної форми вітаміну D [48,52].

У людей похилого віку знижується синтез вітаміну D у шкірі та ефективність його метаболізму в печінці й нирках, що зумовлює високу частоту дефіциту. Це, своєю чергою, підвищує ризик остеопорозу, остеомалачії та падінь. Доведено, що корекція рівня вітаміну D у жінок після менопаузи позитивно впливає на мінеральну щільність кісткової тканини та знижує частоту переломів. Старіння супроводжується змінами в рівнях вітаміну D-зв'язуючого білка, що може впливати на біодоступність 25(OH)D та 1,25(OH)₂D₃ у плазмі [48,52].

Літні люди потребують підвищеної кількості вітаміну D для підтримки мінерального гомеостазу кісток і профілактики остеопорозу та ускладнень від падінь. Дефіцит вітаміну D у цій віковій групі асоціюється з підвищеним ризиком переломів та остеомалачії. Зниження рівня вітаміну D також пов'язане з порушенням імунного гомеостазу, підвищеним окислювальним стресом та змінами у вуглеводному і ліпідному обміні [30]. Підвищується ризик розвитку серцево-судинних захворювань, цукрового діабету 2 типу, когнітивних розладів, депресії. [22,27,30,34].

Таким чином, вікові особливості обміну вітаміну D зумовлені поєднанням фізіологічних змін, впливу довкілля та способу життя, що обумовлює необхідність адаптованого підходу до його забезпечення. Найбільш уразливими групами є немовлята, підлітки та літні люди, що вимагає розробки індивідуалізованих профілактичних стратегій для підтримання метаболічного гомеостазу протягом життя.

1.5. Особливості обміну вітаміну D у жінок та чоловіків

Обмін вітаміну D має статеві відмінності, зумовлені гормональним статусом, репродуктивним здоров'ям та віковими змінами.

У жінок. У жінок рівень вітаміну D тісно пов'язаний із функціонуванням естрогенів, які стимулюють експресію ферментів, що беруть участь у перетворенні 25(OH)D на 1,25(OH)₂D₃. Тому в менопаузі забезпеченість вітаміном D у жінок є кращою, ніж у чоловіків того ж віку. Водночас після менопаузи, на фоні зниження рівня естрогенів, ефективність цих процесів зменшується, що збільшує ризик дефіциту вітаміну D та розвитку остеопорозу.

Позиційні документи Європейського товариства з менопаузи та андропаузи (EMAS) наголошують, що адекватний рівень вітаміну D у жінок у менопаузі є критичним для підтримки кісткової маси, профілактики падінь і переломів [1,36,45,46].

Крім того, роль вітаміну D є важливою під час вагітності та лактації. Його адекватний рівень у матері сприяє нормальному формуванню скелета плода, а також знижує ризик прееклампсії, гестаційного діабету та низької маси тіла новонароджених. Дефіцит вітаміну D у матері під час грудного вигодовування пов'язаний із підвищеним ризиком рахіту в дітей [16,18,45,46,52].

У чоловіків. У чоловіків вітамін D впливає на секрецію тестостерону. Низька концентрація 25(OH)D асоціюється зі зниженим рівнем тестостерону та підвищеним ризиком метаболічного синдрому. Дефіцит вітаміну D також може бути незалежним чинником еректильної дисфункції, оскільки він впливає на ендотеліальну функцію та біодоступність оксиду азоту [13].

Вітамін D має системний вплив на якість сперми та загальну репродуктивну функцію у чоловіків. Він безпосередньо залучений до клітинних процесів, критичних для рухливості статевих клітин. Наявність рецепторів (VDR) та ферментів метаболізму вітаміну D безпосередньо у статевих залозах підкреслює його ендокринну значущість для чоловічого фертильного потенціалу [13].

Численні дослідження підтверджують, що порушення репродуктивного здоров'я прямо корелює з дефіцитом вітаміну D. У дослідженні Смоленка Н., Коренєва Є. в експериментальній моделі серотонінового ураження сім'яників було встановлено зниження концентрації вітаміну D, що супроводжувалося порушенням сперматогенезу та ключових показників фертильності [50].

Отримані дані доводять важливість адекватної корекції дефіциту вітаміну D при терапії чоловічого безпліддя. Застосування холекальциферолу (вітамін D3) в комбінації з трибестаном продемонструвало ефективність. Автори встановили, що така корекція сприяла відновленню порушеної генеративної здатності, про що свідчить статистично значуще підвищення середньої кількості живих плодів у самок, спарованих із самцями після терапії. Таким чином, холекальциферол є ключовим елементом відновлення репродуктивного потенціалу через корекцію ендокринного та метаболічного дисбалансу [13,50].

Крім того, вітамін D відіграє важливу роль у підтримці фертильності. Встановлено, що $25(\text{OH})\text{D}$ та $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ беруть участь у процесах сперматогенезу, впливають на рухливість сперматозоїдів і рівень тестостерону. Дослідження останніх років підтверджують, що дефіцит вітаміну D може бути асоційований зі зниженням якісних характеристик сперми та ризиком безпліддя [13,50].

Спільні чинники. Додатковим чинником статевих відмінностей є ожиріння. Жирова тканина слугує депо для жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну D, що знижує його біодоступність. Жінки з надмірною масою тіла мають вищий ризик гіповітамінозу, особливо в поєднанні з постменопаузальними змінами. У чоловіків ожиріння також асоціюється зі

зниженим рівнем вітаміну D, але частіше розглядається в контексті метаболічних порушень [30,52].

Таким чином, у жінок обмін вітаміну D більшою мірою залежить від естрогенового статусу, менопаузних змін та репродуктивних процесів, тоді як у чоловіків — від рівня тестостерону, сперматогенезу та метаболічного здоров'я. Ці статеві особливості мають бути враховані при плануванні профілактики та лікування дефіциту вітаміну D.

1.6. Роль вітаміну D у розвитку захворювань

В Україні спостерігається високий рівень дефіциту вітаміну D серед дорослого населення та дітей, що пов'язано з обмеженим сонячним опроміненням у зимові місяці, особливостями харчування та низькою культурою профілактики. Нещодавні дослідження підтвердили, що значна частина населення західного регіону України має недостатність вітаміну D, що негативно позначається на стані кістково-м'язової системи та загальному здоров'ї. [4,28,41,42,47].

Вітамін D є ключовим регулятором кальцієво-фосфорного обміну, але його біологічні функції виходять далеко за межі кісткової системи. Сучасні дослідження підтверджують, що дефіцит або недостатність цього вітаміну сприяє розвитку широкого спектра патологій, зокрема метаболічних, автоімунних, інфекційних та онкологічних захворювань [52].

Кісткові ураження: Одним із найкраще вивчених наслідків дефіциту вітаміну D є остеомалія у дорослих та рахіт у дітей. Ці стани зумовлені порушенням мінералізації кісткової тканини, що проявляється болем у кістках, м'язовою слабкістю та підвищеним ризиком переломів. У літньому віці низькі концентрації 25(OH)D пов'язані з остеопорозом та збільшенням частоти падінь і переломів [9,49,52].

Імунна система та інфекції: Окрім кісткових уражень, вітамін D відіграє важливу роль в імунній системі. Його активна форма, кальцитріол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$), взаємодіє з рецепторами на імунних клітинах, знижуючи

продукцію прозапальних цитокінів та стимулюючи синтез антимікробних пептидів [3; 4]. Це пояснює зв'язок між дефіцитом вітаміну D та підвищеною схильністю до респіраторних інфекцій, зокрема COVID-19 [5,37,41,42,].

Метаболічні захворювання: Щодо впливу на метаболізм, недостатність вітаміну D асоціюється з підвищеним ризиком інсулінорезистентності, цукрового діабету 2 типу, ожиріння та метаболічного синдрому. Низькі рівні 25(OH)D корелюють із порушенням секреції інсуліну β -клітинами підшлункової залози та зниженням чутливості тканин до нього. Ожиріння також часто супроводжується гіповітамінозом D через депонування його в жировій тканині [48,51].

Автоімунні захворювання: Автоімунні захворювання, такі як розсіяний склероз, ревматоїдний артрит і запальні хвороби кишечника, також демонструють зв'язок із низькими концентраціями вітаміну D. Ймовірно, це зумовлено імуномодулювальною дією кальцитріолу та його здатністю пригнічувати патологічну активацію Т-лімфоцитів. Вітамін D діє як імуномодулятор, знижуючи синтез прозапальних цитокінів (IL-6, TNF- α) та підвищуючи експресію протизапальних (IL-10). Це свідчить про його роль у контролі хронічних запальних процесів [2,10].

Серцево-судинні та онкологічні захворювання: У кардіології вітамін D розглядається як потенційний чинник профілактики артеріальної гіпертензії та серцево-судинних ускладнень. Його дефіцит пов'язують із підвищеною активністю ренін-ангіотензинової системи, ендотеліальною дисфункцією та розвитком атеросклерозу. Онкологічні дослідження показують, що адекватний рівень вітаміну D може знижувати ризик розвитку раку товстої кишки, молочної залози та передміхурової залози. Механізми цього включають регуляцію клітинного циклу, апоптозу та ангіогенезу [8].

Нервова система: Дефіцит вітаміну D асоціюється з когнітивними порушеннями та підвищеним ризиком розвитку деменції, зокрема хвороби Альцгеймера [12,48,52].

Таким чином, вітамін D є багатофункціональною молекулою, яка впливає не лише на мінеральний обмін, а й на імунну, ендокринну, серцево-судинну та інші системи організму. Його недостатність асоціюється з широким спектром патологій, що підкреслює важливість моніторингу та корекції рівня 25(OH)D для збереження здоров'я населення.

1.7. Профілактика дефіциту вітаміну D

Дефіцит вітаміну D є однією з найпоширеніших проблем сучасної медицини, що визнано як на глобальному, так і на національному рівнях [2, 3]. Зниження рівня 25(OH)D асоціюється з широким спектром патологій — від порушення мінерального гомеостазу до підвищеного ризику розвитку автоімунних, метаболічних і серцево-судинних захворювань. Сучасна наукова парадигма трактує вітамін D не лише як класичний регулятор кальцій-фосфорного обміну, але й як плейотропний гормон, що спричиняє багатовекторний вплив на імунну, серцево-судинну та ендокринну системи. Численні дослідження останніх років демонструють взаємозв'язок між недостатніми рівнями 25(OH)D та підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних, деяких онкологічних, автоімунних та інфекційних захворювань [5,8,10,12].

З огляду на зазначене, профілактика дефіциту вітаміну D розглядається як ключовий напрям у сфері громадського здоров'я. Сучасні стратегії профілактики включають комплексний підхід, що поєднує декілька основних шляхів:

- Адекватна інсоляція. Оптимальне ультрафіолетове опромінення сприяє ендогенному синтезу холекальциферолу в шкірі. Водночас, сучасні дані вказують, що лише сонячної експозиції недостатньо через урбанізацію, повсюдне використання сонцезахисних засобів та кліматичні особливості, які є характерними для більшості географічних регіонів [43,48,52].
- Фортифікація харчових продуктів. Додавання вітаміну D до молочних продуктів, хліба, олії та інших харчових носіїв визнано одним із найбільш

ефективних популяційних заходів. Дослідження свідчать, що фортифікація дозволяє значно підвищити середні рівні 25(OH)D у населення, навіть за умов низької базової інсоляції [51].

- Дієтичні рекомендації. Природними джерелами вітаміну D є жирна риба, яйця, печінка, проте їхнє споживання в більшості країн не забезпечує добової потреби [38,52].
- Суплементация. Застосування дієтичних добавок (холекальциферол або кальцифедіол) вважається найнадійнішим методом профілактики та лікування дефіциту [48,49]. При цьому сучасні огляди наголошують на індивідуалізації доз залежно від віку, індексу маси тіла, етнічних особливостей та наявності супутніх захворювань [38,43].

Профілактичні дози, рекомендовані більшістю міжнародних організацій, коливаються від 800 МО/добу для дорослих до 2000МО/добу для осіб похилого віку. У групах підвищеного ризику (вагітні, пацієнти з ожирінням, мальабсорбцією, хронічними хворобами печінки чи нирок) можуть застосовуватись значно вищі дози під контролем біохімічних показників [38,52].

Таким чином, сучасна стратегія профілактики дефіциту вітаміну D поєднує популяційні (фортифікація, дієтичні рекомендації) та індивідуальні (суплементация, контроль лабораторних показників) підходи, що дозволяє знизити ризик пов'язаних із гіповітамінозом патологій [29].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У результаті огляду вітчизняних та зарубіжних наукових джерел встановлено, що вітамін D є не просто жиророзчинним вітаміном, а ключовим секостероїдним гормоном, який після двохетапної активації (у печінці та нирках) виконує численні плейотропні функції. Активна форма, кальцитріол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$), діє через рецептори VDR, які експресуються практично в усіх органах і тканинах.

Основні висновки, отримані на основі аналізу літератури, є такими:

Багатогранність функцій. Вітамін D має критичне значення для мінерального гомеостазу та здоров'я кісткової тканини, але також відіграє важливу роль у регуляції імунної, ендокринної, серцево-судинної та нервової систем.

Регуляція гематопоезу. Підтверджено важливий внесок вітаміну D у гематологічний гомеостаз. Він прямо стимулює еритропоез та опосередковано покращує метаболізм заліза, знижуючи рівень гепсидину, що є особливо важливим у контексті анемії хронічних хвороб.

Вікові та статеві особливості. Обмін вітаміну D суттєво залежить від віку (зниження синтезу та активації у літніх людей) і статі (тісний зв'язок з естрогеновим та тестостероновим статусом).

Клінічне значення. Дефіцит вітаміну D асоціюється з підвищеним ризиком розвитку широкого спектра патологій, включаючи остеопороз, цукровий діабет 2 типу, автоімунні та інфекційні захворювання.

Стратегії профілактики. З огляду на високу поширеність гіповітамінозу, найбільш ефективними заходами є фортифікація харчових продуктів та індивідуалізована суплементация, особливо для груп ризику.

Таким чином, огляд літератури демонструє фундаментальну роль вітаміну D у підтриманні здоров'я та обґрунтовує необхідність подальшого вивчення його впливу на специфічні патологічні процеси, що є основою для практичної частини цієї дипломної роботи.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація дослідження та характеристика вибірки

Дане дослідження було проведено як одноцентрове обсерваційне дослідження. Для аналізу використано знеособлені дані лабораторних аналізів, отримані від мешканців Волинської області, які звернулися до клініко-діагностичної лабораторії. Такий підхід дозволив сформувати широку вибірку, що є репрезентативною для оцінки вітамінного та гематологічного статусу досліджуваних показників. Забір біоматеріалу здійснювався з січня по серпень, що дозволило охопити як період низької, так і високої сонячної активності. Завдяки такому підходу забезпечили більш повну оцінку досліджуваних показників з урахуванням сезонних коливань. До загальної вибірки увійшло 60 осіб віком від 18 років, серед яких було 30 чоловіків та 30 жінок.

Лабораторні дослідження були виконані у сертифікованій клініко-діагностичній лабораторії. Біоматеріалом для аналізів була венозна кров, відібрана медичним персоналом згідно зі стандартними правилами. Забір здійснювали в ранкові години (8:00–10:00) натще, після нічного голодування протягом 8–12 годин. Для уникнення гемолізу використовували вакуумні системи забору крові (вакуумні пробірки із відповідними стабілізаторами залежно від виду аналізу). Перед забором дотримувалися правил асептики та антисептики.

Отримані проби одразу після забору підлягали маркуванню та транспортуванню до лабораторії в контрольованих умовах. Для визначення (25(OH)D використовували сироватку крові, яку отримували шляхом центрифугування протягом 10 хв при 3000 об/хв. Для визначення гематологічних параметрів (гемоглобін, гематокрит, еритроцити) застосовували цільну венозну кров з антикоагулянтом (ЕДТА).

Із загальної кількості учасників дослідження було сформовано шість груп (з однаковою кількістю жінок та чоловіків) за віковими критеріями :

- перша та друга групи склалися 10 жінок та 10 чоловіків віком від 18 і до 30 років
- третя та четверта групи склалися з 10 жінок та 10 чоловіків віком від 31 і до 50 років
- п'ята та шоста групи склалися з 10 жінок та 10 чоловіків віком від 51 і до 70 років (Таблиця 2.1)

Таблиця 2.1.

Характеристика обстеженої вибірки за віком та статтю

Групи	I	II	III	IV	V	VI
Вік(роки)	18-30	18-30	31-50	31-50	51-70	51-70
Кількість обстежених (жінки) (n), % від загальної кількості	10 17		10 17		10 17	
Кількість обстежених (чоловіки) (n), % від загальної кількості		10 17		10 17		10 17

Відповідні вікові групи було обрано для оцінки впливу статусу вітаміну D на гематологічний гомеостаз у ключові фізіологічні та гормональні періоди життя: молодому/репродуктивному (18–30 років), середньому (31–50 років, включно з пременопаузою у жінок та початком андропаузи у чоловіків) та старшому віці (51–70 років).

Всього було обстежено 60 людей і всі вони проживають у Волинській області.

Відбір результатів здійснювався за суворими критеріями, що забезпечило достовірність і чистоту вибірки, мінімізуючи вплив сторонніх факторів. Наявність повного пакета показників: було відібрано лише ті дані, які містили повний пакет гематологічних показників. Це забезпечило комплексний аналіз взаємозв'язків між різними параметрами, що є необхідним для проведення статистичного аналізу.

З вибірки були виключені особи, чийі результати могли бути спотворені супутніми патологіями, або зовнішніми факторами. Виключення тяжких хронічних захворювань: з вибірки було виключено осіб з нирковою недостатністю, цирозом печінки та онкопатологіями. Адже відомо, що ці захворювання суттєво впливають на метаболізм вітаміну D (наприклад, ниркова недостатність порушує гідроксилювання, а хвороби печінки — синтез вітамін D-зв'язуючого білка), що могло б внести значні похибки в результати дослідження.

Відсутність прийому препаратів: також були виключені дані осіб, які приймали вітамін D або мінеральні комплекси протягом останніх трьох місяців. Цей критерій забезпечив, що отримані результати відображають природний вітамінний статус населення, а не вплив фармакологічної корекції.

Збір та аналіз даних проводився з дотриманням принципів конфіденційності, а всі отримані результати були знеособлені для статистичного аналізу. Це забезпечило захист персональних даних учасників та відповідність етичним нормам проведення досліджень.

2.2. Методи лабораторних досліджень

Вибір досліджуваних параметрів був обґрунтований ключовою роллю вітаміну D у метаболічних процесах організму та підтримці гомеостазу, необхідністю загальної оцінки стану здоров'я.

Визначення вітаміну D. Для оцінки вітамінного статусу організму проводили визначення сироваткової концентрації 25-гідроксивітаміну D (25(OH)D), який вважається золотим стандартом. Цей показник є найбільш

стабільним і надійним маркером, що відображає загальне надходження вітаміну D як з ендogenous синтезу (у шкірі під дією УФ-випромінювання), так і з дієтичних джерел. На відміну від нього, рівень активної форми 1,25(OH)D суттєво змінюється залежно від фізіологічних потреб [48,52].

Визначення 25(OH)D виконували за допомогою набору Mindray VD-T на імунохемілюмінесцентному аналізаторі Mindray CL-1200i. Метод характеризується високою чутливістю, специфічністю та відтворюваністю, що робить його зручним для рутинної діагностики. Метод ґрунтується на принципі конкурентного імунохемілюмінесцентного аналізу (ІХЛА), де ендogenous 25(OH)D у пробі та його мічений ізотопом-аналог конкурують за зв'язування з антитілами до вітаміну D. Інтенсивність генерованого світіння обернено пропорційна концентрації 25(OH)D у сироватці. Можливий діапазон вимірювання становить – 3,0-150нг/мл, нижня межа визначення даного тесту становить – 3 нг/мл, а верхня межа становить – 150нг/мл. Зразки з концентрацією, що не перевищує верхню межу, визначаються кількісно; зразки з показником, що виходить за межі, фіксуються як >150 нг/мл [24,25].

Більшість спеціалістів лабораторної діагностики вважають, що стан забезпеченості організму вітаміном D визначається за рівнем 25-гідроксивітаміну D у сироватці крові наступним чином(Таблиця 2.2.) [25,48]:

Таблиця 2.2.

Референтні значення лабораторних показників, використаних у дослідженні

Рівень вітаміну D	Діапазон концентрації 25-гідроксивітаміну D
Низький	<20 нг/мл
Недостатній	20-30 нг/мл
Достатній	>30 нг/мл

Аналіз гематологічних показників. Гематологічні параметри, зокрема гемоглобін, гематокрит і кількість еритроцитів, були включені для загальної

оцінки стану здоров'я учасників. Їх аналіз дозволяє виключити наявність анемії та інших системних захворювань, що могли б впливати на загальний стан організму. Визначення цих показників здійснювали за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора Mindray BC-6000 (Shenzhen, China). Прилад функціонує на основі проточної цитометрії з використанням лазера та імпедансного методу, що забезпечує високоточні результати навіть при низьких концентраціях клітин та дозволяє автоматично диференціювати клітинні популяції. Це дозволяє виявляти навіть ранні відхилення у показниках гематологічного профілю. Аналізатор забезпечує вимірювання 26 параметрів і 8 гістограм, включаючи кількість еритроцитів (RBC), рівень гемоглобіну (Hb), гематокрит (HCT), показники об'єму еритроцитів (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), концентрацію гемоглобіну в еритроциті (MCHC), кількість тромбоцитів (PLT), а також лейкоцитарну формулу (WBC, NEUT, LYMPH, MONO, EOS, BASO) [23].

У дослідженні ключова увага була зосереджена на таких показниках:

- Гемоглобін (Hb, g/L) — основний показник кисневої ємності крові. Його зміни можуть вказувати на анемічні стани. Норми для жінок становить 115-165 г/л, для чоловіків 120-175 г/л.
- Гематокрит (HCT, %) — відображає співвідношення формених елементів і плазми, що може змінюватися при порушенні мінерального та водно-електролітного балансу. Нормальні значення для чоловіків становить 40-48 %, для жінок – 36-42 %.
- Еритроцити (RBC, $\times 10^{12}/\text{л}$) — кількісний показник червоних клітин крові, що пов'язаний із рівнем гемоглобіну та оксигенаційною здатністю організму. У нормі в чоловіків цей показник дорівнює $4,0\text{-}5,1 \times 10^{12}/\text{л}$, у жінок – $3,7\text{-}4,7 \times 10^{12}/\text{л}$ [23].

Для аналізу використовували венозну кров. Усі вищезазначені параметри були проаналізовані у досліджуваних жіночої та чоловічої статі різних вікових груп.

2.3. Методи статистичної обробки даних

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2019 згідно з методами варіаційної статистики. Для кожного кількісного показника визначали середнє арифметичне значення (M) та стандартне відхилення (SD).

Для порівняння показників у двох незалежних групах (наприклад, чоловіки та жінки) використовували t-критерій Стюдента. Взаємозв'язок між рівнем вітаміну D та гематологічними параметрами оцінювали за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона.

Критичний рівень значущості для перевірки статистичних гіпотез приймався $p < 0,05$

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У роботі представлено та проаналізовано результати лабораторних досліджень, проведених на вибірці з 60 мешканців Волинської області. Дослідження включало комплексне вивчення вітамінного D статусу, а також ключових гематологічних показників, таких як гемоглобін, гематокрит та кількість еритроцитів. Метою аналізу було не тільки визначити середні значення цих показників, але й оцінити їхній розподіл за статтю та віковими групами, а також виявити можливі взаємозв'язки між ними. Аналіз включав первинне та повторне визначення рівня вітаміну D, що дало можливість оцінити динаміку змін показників, зумовлених прийомом вітамінних препаратів. Дані були зібрані в період з січня по серпень, що дозволило врахувати вплив сезонних чинників на рівень вітаміну D, забезпечивши більш повну картину його статусу в досліджуваній популяції.

Отримані результати систематизовано у вигляді таблиць та графіків для наочного представлення. Первинний аналіз показав, що вибірка складається з 30 чоловіків та 30 жінок, рівномірно розподілених за віковими групами: 18-30 років, 31-50 років та 51-70 років. Такий підхід забезпечив репрезентативність даних для подальшого статистичного аналізу, що дозволило достовірно оцінити як загальний стан здоров'я, так і специфічні зміни показників, пов'язані з віком та статтю.

3.1. Характеристика забезпеченості організму 25(OH)D у демографічному та сезонному аспектах

Загалом було виявлено, що середній рівень 25(OH)D у загальній вибірці становив $23,87 \pm 8.39$ нг/мл, що відповідає категорії недостатності згідно з рекомендаціями Endocrine Society (2023). Це свідчить про поширену проблему недостатнього забезпечення організму вітаміном D серед дорослого населення,

що узгоджується з даними інших авторів, які вказують на високу частоту гіповітамінозу D в Україні та країнах Європи [19,25].

Аналіз індивідуальних рівнів 25(OH)D у вибірці з 60 обстежуваних показав, що у 15 осіб (25,0 %) вміст вітаміну D був нижчим від 20 нг/мл, що відповідає дефіциту. У 37 обстежуваних (61,7 %) концентрація 25(OH)D знаходилася в діапазоні 20–30 нг/мл, що свідчить про недостатність. Лише у 8 осіб (13,3 %) рівень вітаміну D перевищував 30 нг/мл, що розцінюється як достатній.



Рисунок 3.1. Розподіл обстежуваних осіб за рівнем забезпеченості 25(OH)D (дефіцит, недостатність, норма)

Статево-вікові особливості рівня 25(OH)D

Для детальнішої оцінки варіацій рівня 25(OH)D було розраховано середні значення (M) та стандартного відхилення (SD) на основі індивідуальних результатів кожної підгрупи (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Рівень 25(OH)D у сироватці крові обстежених осіб різного віку та статі

Стать / Вік	Індивідуальні значення (нг/мл)	Середнє(M) ± SD(нг/мл)
Жінки 18–30	37.42, 13.65, 22.07, 25.01, 27.99, 29.89, 23.25, 20.87, 24.22, 16.76	24.11 ± 6.22
Жінки 31–50	24.73, 24.51, 21.06,	24.81 ± 3.60

	26.37, 26.77, 23.96, 16.35, 29.59, 27.87, 26.89	
Жінки 51–70	7.38, 19.09, 20.04, 15.42, 14.06, 10.29, 22.60, 20.10, 14.96, 24.76	16.87 ± 5.17
Чоловіки 18–30	24.79, 30.80, 33.60, 22.05, 33.37, 25.17, 44.18, 26.59, 29.34, 23.79	29.37 ± 6.22
Чоловіки 31–50	11.54, 28.50, 24.25, 25.51, 45.87, 28.50, 21.04, 21.11, 41.89, 20.89	26.91 ± 9.69
Чоловіки 51–70	23.89, 36.02, 25.61, 17.68, 10.88, 18.92, 23.89, 18.80, 14.35, 21.32	21.14 ± 6.56

Досліджуючи статеві особливості сироваткової концентрації 25-гідроксिवітаміну D (25(OH)D) методом імунохемілюмінісцентного аналізу, встановили, що показник у досліджуваних жіночої статі є нижчим, ніж у чоловіків і становить відповідно $21,93 \pm 6,29$ нг/мл та $25,85 \pm 8,39$ нг/мл (рис. 3.2.)

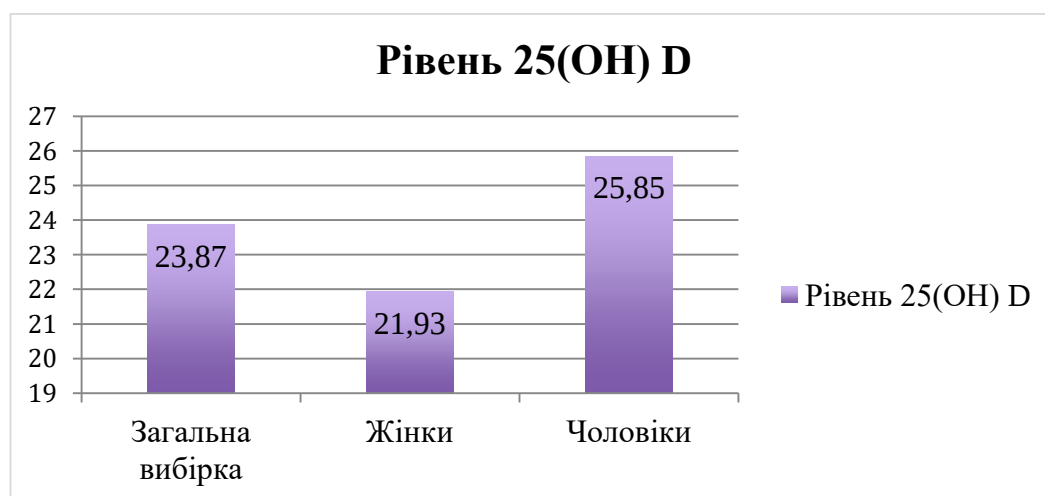


Рисунок 3.2. Середні показники вітаміну Д (статевий аспект)

Аналіз рівня 25(OH)D у сироватці крові встановив наявність суттєвих відмінностей та виявив певні вікові та статеві особливості.

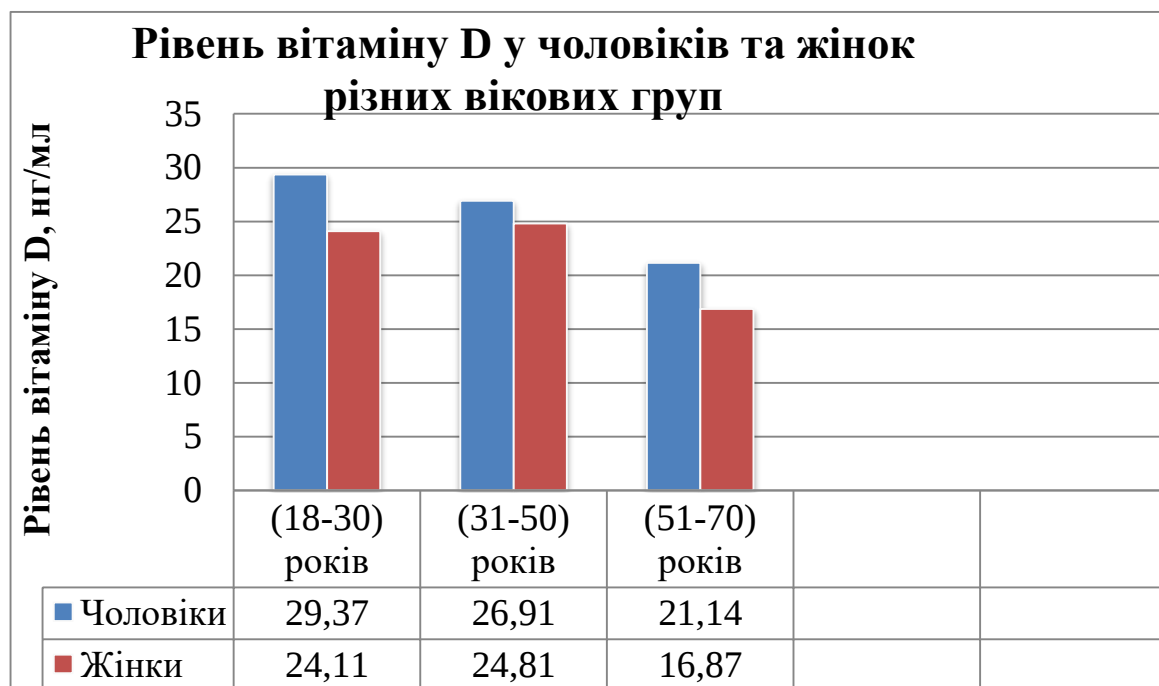


Рисунок 3.3. Середні показники вітаміну D у чоловіків та жінок різних вікових груп

Аналіз результатів серед жінок. Серед жінок віком 18-30 років середнє значення становило — 24,11 нг/мл, у віковій групі 31–50 років —24,81 нг/мл, а у групі 51–70 років —16,87 нг/мл.

Найвищі середні концентрації вітаміну D серед жінок було зафіксовано у віковій групі 31–50 років (24,81±3,60 нг/мл). Цей показник перебуває в межах недостатності. Діапазон коливань склав 16,35–29,59 нг/мл, що свідчить про поширеність недостатності, оскільки всі учасниці цієї групи мали рівні нижче 30 нг/мл.

У молодшій групі (18–30 років) середній рівень вітаміну D становив 24,11 ±6,37 нг/мл, що майже не відрізняється від результатів наступної групи. Хоча значення коливалися від 13,65 до 37,42 нг/мл, вказуючи на виражену індивідуальну варіабельність (у частини жінок рівень був нижчим за 20нг/мл, тоді як в інших наближався до достатніх показників), середній результат залишається в зоні недостатності.

Найнижчий середній рівень встановлено у жінок віком 51–70 років — $16,87 \pm 5,17$ нг/мл. У більшості випадків концентрація вітаміну D не досягала 20 нг/мл, що відповідає критеріям дефіциту. Мінімальне зафіксоване значення становило лише 7,38 нг/мл, а максимальне — 24,76 нг/мл. Таким чином, у старшій віковій групі жінок виявлено найбільш виражене зниження забезпеченості вітаміном D, що свідчить про високий ризик дефіциту у даній категорії.

Результати аналізу серед чоловіків. Серед чоловіків віком 18–30 років середнє значення становило — 29,37 нг/мл, у віковій групі 31–50 років — 26,91 нг/мл, а у групі 51–70 років — 21,14 нг/мл.

Найвищі показники зазначено у групі 18–30 років — $29,37 \pm 6,22$ нг/мл. У кількох обстежених рівень перевищував 30 нг/мл (максимум 44,18 нг/мл), що можна розцінювати як достатній рівень. Проте середній показник залишався на межі недостатності. У віці 31–50 років середній рівень був дещо нижчим — $26,91 \pm 9,69$ нг/мл. У цій групі також були зафіксовані значні коливання: від 11,54 до 45,87 нг/мл, що вказує на те, що у частини чоловіків наявний дефіцит, тоді як інші демонстрували достатні показники. У чоловіків віком 51–70 років середній рівень знизився до $21,14 \pm 6,56$ нг/мл, підтверджуючи тенденцію до вікового зменшення забезпеченості вітаміном D. Найнижчий результат становив 10,88 нг/мл, а найвищий — 36,02 нг/мл.

У результаті проведеного аналізу встановлено наявність виражених статевих та вікових відмінностей 25(OH)D. Середній рівень вітаміну D був вищим у чоловіків, ніж у жінок. Для жінок середнє значення становило $21,93 \pm 6,29$ нг/мл, тоді як для чоловіків — $25,85 \pm 8,39$ нг/мл. У всіх вікових групах спостерігалось прогресування зниження концентрації 25(OH)D залежно від віку.

Ключові висновки щодо статевих та вікових особливостей:

- Рівень вітаміну D у чоловіків виявився вищим у всіх вікових групах, порівняно з жінками. Статеві відмінності можуть бути пояснені

поведінковими факторами (менша експозиція сонцю) та фізіологічними чинниками (менструальні втрати, менопауза).

- Найнижчі показники, що свідчать про виражений дефіцит, зафіксовано у жінок старшої вікової групи (51–70 років). Вікове зниження пов'язане зі зниженням синтетичної функції шкіри, зниженням ниркової функції та дієтичними факторами.
- У представників обох статей простежується чітка тенденція до зниження рівня 25(OH)D з віком, що узгоджується із сучасними уявленнями про зниження синтетичної активності шкіри, зменшення інсоляції та зміну метаболічних процесів у осіб літнього віку.

Таким чином, отримані результати свідчать про високу поширеність гіповітамінозу D серед дорослого населення Волинської області. Незалежно від статі, рівень 25(OH)D має тенденцію до зниження з віком, що вказує на потребу у профілактичних заходах, спрямованих на забезпечення оптимального статусу вітаміну D.

Сезонна варіабельність рівня 25(OH)D у досліджуваних

Отримані дані свідчать, що рівень вітаміну D позитивно корелює з показниками гематокриту та кількістю еритроцитів, особливо у чоловіків та осіб старших вікових груп. Це підкреслює потенційну роль вітаміну D як модулятора еритропоезу і підтверджує доцільність підтримання його оптимальної концентрації для запобігання анемічним станам, пов'язаним із дефіцитом цього вітаміну.

Враховуючи, що дослідження проводилися протягом різних сезонів року (з січня по серпень), було проаналізовано динаміку рівня 25(OH)D залежно від періоду забору крові.

Для оцінки впливу кліматичних особливостей Волинської області на статус вітаміну D, усі дані були розділені на два незалежні сезонні періоди:

осінньо-зимовий (жовтень–березень, $n=23$) та весняно-літній (квітень–вересень, $n=37$).

Проведений аналіз сезонної динаміки виявив суттєві коливання Середній рівень 25(OH)D у осінньо-зимовий період (20.61 ± 6.2 нг/мл) був значно нижчим, ніж у весняно-літній період (25.89 ± 7.8 нг/мл). Різниця між середніми показниками склала 5.28 нг/мл.

Для підтвердження значущості цієї сезонної різниці був застосований t-критерій Велча для незалежних вибірок (з нерівними дисперсіями). Результати показали, що різниця у 5.28 нг/мл є високо статистично значущою ($t = -2.90$, $df = 54.50$, $p = 0.0055$).

Таблиця 3.2.

Сезонна динаміка рівня 25(OH)D у досліджуваних групах

Періоди	n	Середнє(M) $\pm$ SD(нг/мл)
Осінньо-зимовий період (жовтень–березень)	23	20.61 ± 6.2
Весняно-літній період (квітень – вересень)	37	25.89 ± 7.8

Така динаміка пояснюється зростанням синтезу вітаміну D під впливом ультрафіолетового випромінювання у літній період, а також більш частим перебуванням на відкритому повітрі. Натомість у зимові місяці основним джерелом є харчові продукти, які часто не покривають добову потребу у вітаміні D, що призводить до сезонного дефіциту.

Отримані результати підтверджують дані європейських досліджень, які демонструють сезонну амплітуду рівня 25(OH)D у популяції протягом холодного сезону .

Результати дослідження, висока статистична значущість сезонних коливань, є характерними для регіонів Центральної та Східної Європи і пояснюються низкою факторів:

Кліматичні особливості регіону. Волинська область характеризується помірно-високою широтою, де період ефективної інсоляції, необхідної для синтезу вітаміну D, обмежений 5-6 місяцями. Цей фактор є основною причиною зниження середнього рівня 25(OH)D у вибірці до рівня недостатності

Стійка недостатність. Важливо, що навіть у весняно-літній період середній рівень (25.89 нг/мл) не досягає оптимального порогу (≥ 30 нг/мл). Це вказує на те, що недостатня експозиція сонячного світла (через переважно сидячий спосіб життя, використання закритого одягу) та недостатнє дієтичне надходження є вагомими факторами, які зберігають ризик гіповітамінозу D навіть у теплу пору року.

Варіабельність. Високе стандартне відхилення, особливо у літній період (± 7.8), свідчить про значну індивідуальну варіабельність. Це може бути зумовлено індивідуальними звичками щодо прийому добавок, масою тіла, гормональним статусом та рівнем фізичної активності.

3.2. Оцінка динаміки показників 25(OH)D після корекції

З метою оцінки рівня 25(OH)D у динаміці у кожній віковій категорії частині досліджуваних ($n = 5$) було проведено повторне визначення через 3 – 3,5 місяці після первинного обстеження. Повторні вимірювання дозволили проаналізувати зміни концентрації вітаміну D у сироватці крові після періоду прийому препаратів холекальциферолу який охоплює різні сезони року.

Для аналізу враховували результати «до» (первинне визначення) і «після» (повторне обстеження після прийому препаратів вітаміну D). Усі значення подано як середні арифметичні ($M \pm m$). Статистичну достовірність різниць між показниками оцінювали за допомогою парного t-тесту Стьюдента, вважаючи їх значущими при $p < 0,05$.

Таблиця 3.3.

Динаміка рівня 25(OH)D у повторно обстежених осіб різних вікових груп
($M \pm m$)

Група	25(OH)D, нг/мл (до)	25(OH)D, нг/мл (після)
Жінки 18–30 р.	19.32 ± 1.6	$30.79 \pm 3.6^*$
Жінки 31–50 р.	24.25 ± 2.2	$35.13 \pm 3.0^*$
Жінки 51–70 р.	16.82 ± 3.1	$29.06 \pm 1.2^*$
Чоловіки 18–30 р.	24.48 ± 0.7	$30.66 \pm 0.6^*$
Чоловіки 31–50 р.	20.02 ± 2.0	$31.52 \pm 1.2^*$
Чоловіки 51–70 р.	17.12 ± 2.0	$26.70 \pm 1.7^*$

* — $p < 0,05$ порівняно з первинним значенням.

Результати повторного обстеження показали достовірне підвищення рівня 25(OH)D у всіх вікових групах. Серед жінок найбільший приріст концентрації був зафіксований у віковій групі 51–70 років, де середній рівень підвищився з $16,82 \pm 3,1$ нг/мл до $29,06 \pm 1,2$ нг/мл ($p < 0,05$). Це може свідчити про позитивну динаміку внаслідок підвищеного надходження вітаміну D після вживання препаратів.

У жінок середнього віку (31–50 років) концентрація зросла з $24,25 \pm 2,2$ нг/мл до $35,13 \pm 3,0$ нг/мл, що свідчить про перехід із зони недостатності до оптимального забезпечення. У молодших жінок (18–30 років) рівень збільшився з $19,32 \pm 1,6$ нг/мл до $30,79 \pm 3,6$ нг/мл, тобто також досягнув показників достатності.

Серед чоловіків також простежувалася позитивна динаміка. У групі 18–30 років середній рівень зріс із $24,48 \pm 0,7$ нг/мл до $30,66 \pm 0,6$ нг/мл. Подібна тенденція виявлена у чоловіків 31–50 років — підвищення з $20,02 \pm 2,0$ нг/мл до $31,52 \pm 1,2$ нг/мл. Найменший приріст зафіксовано у старшій віковій групі

чоловіків (51–70 років): з $17,12 \pm 2,0$ нг/мл до $26,70 \pm 1,7$ нг/мл, що однак також свідчить про зниження поширеності дефіциту вітаміну D.

Повторне визначення рівня 25(OH)D показало, що в усіх групах відбулося достовірне підвищення концентрації вітаміну D у сироватці крові. Найбільш виражене зростання спостерігалось у жінок віком (51-70) років (на 72,8 %) та чоловіків 31-50 років (на 57,4 %).

Отримані результати свідчать про здатність організму компенсувати дефіцит вітаміну D за сприятливих умов, однак навіть після повторного обстеження середній рівень 25(OH)D у більшості груп не досяг оптимальних значень (>30 нг/мл), що вказує на поширеність недостатності вітаміну D серед населення Волинської області.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити висновок, що після повторного обстеження рівень 25(OH)D достовірно зріс у всіх вікових та статевих групах, що підтверджує виражений динамічний характер забезпечення організму цим вітаміном, а також вплив профілактичної корекції.

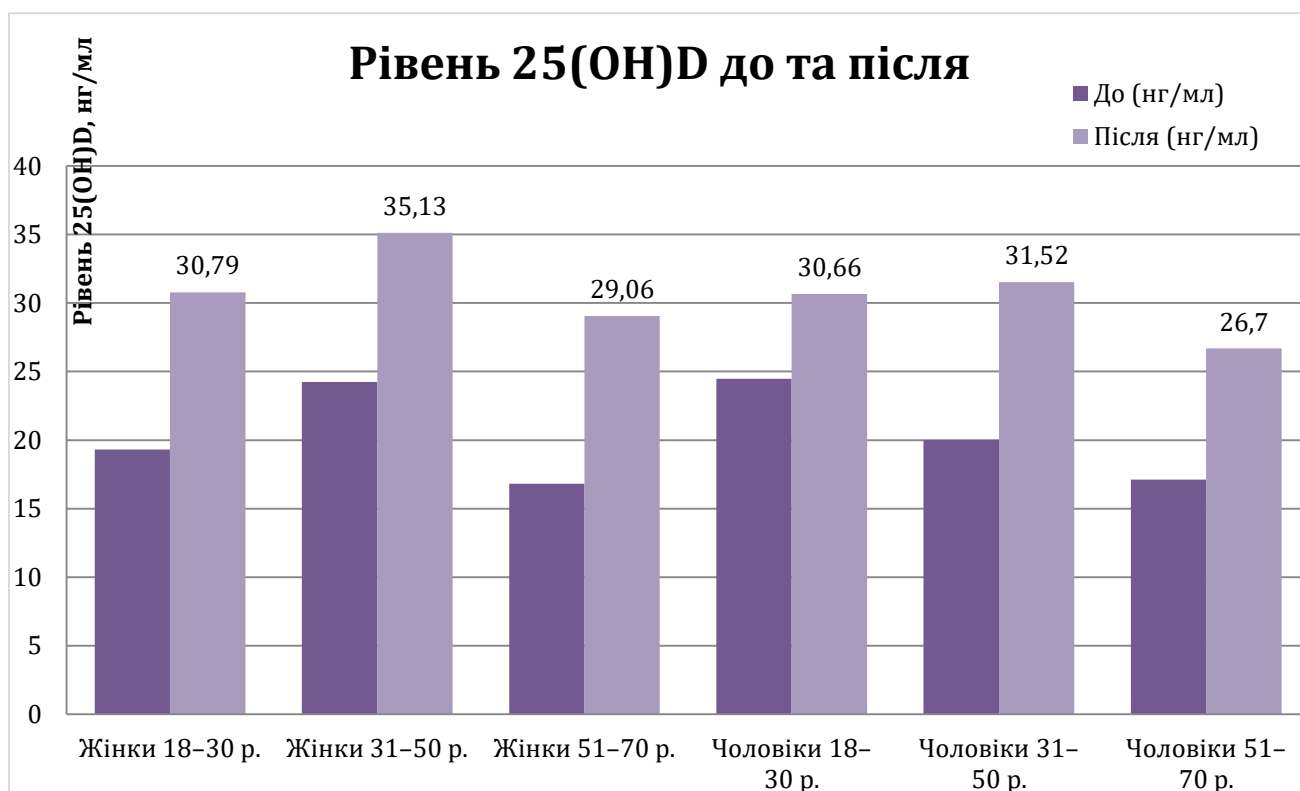


Рисунок 3.4 Порівняння приросту рівня 25(OH)D у статеві-вікових групах після корекції

Отримані результати підтверджують високу поширеність гіповітамінозу D у Волинській області, що узгоджується з європейськими даними (преваленція дефіциту 20–30% у дорослих). Статеві відмінності (нижчі рівні у жінок) пояснюються поведінковими факторами (менша експозиція сонцю) та фізіологією (менструальні втрати, менопауза). Вікове зниження 25(OH)D пов'язане з атрофією шкіри, зниженням ниркової функції та дієтичними факторами, що посилює ризик анемії в старшій групі.

3.3. Кореляційний взаємозв'язок між рівнем 25(OH)D та показниками гематологічного гомеостазу

Для оцінки взаємозв'язку між концентрацією 25(OH)D у сироватці крові та показниками гемоглобіну, гематокриту й кількістю еритроцитів проведено кореляційний аналіз за віковими та статевими групами. Отримані результати наведено у таблицях.

Таблиця 3.4.

Коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між рівнем 25(OH)D та гемоглобіном за групами

Група	r	p-значення
Жінки 18–30 років	0.52757	$\geq 0,05$
Жінки 31–50 років	0.31622	$\geq 0,05$
Жінки 51–70 років	0,65237	$< 0,05$
Чоловіки 18–30 років	0,93295**	$< 0,01$
Чоловіки 31–50 років	-0.36577	$\geq 0,05$
Чоловіки 51–70 років	0.78656**	$< 0,01$.

Примітка: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$

Встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,93$; $p < 0,01$) між рівнем 25(OH)D та гемоглобіном у чоловіків молодого віку.

Сильний позитивний зв'язок ($r = 0,79$; $p < 0,01$) у чоловіків старшого віку. Значний позитивний зв'язок ($r = 0,65$; $p < 0,05$) виявлено і у жінок 51–70 років.

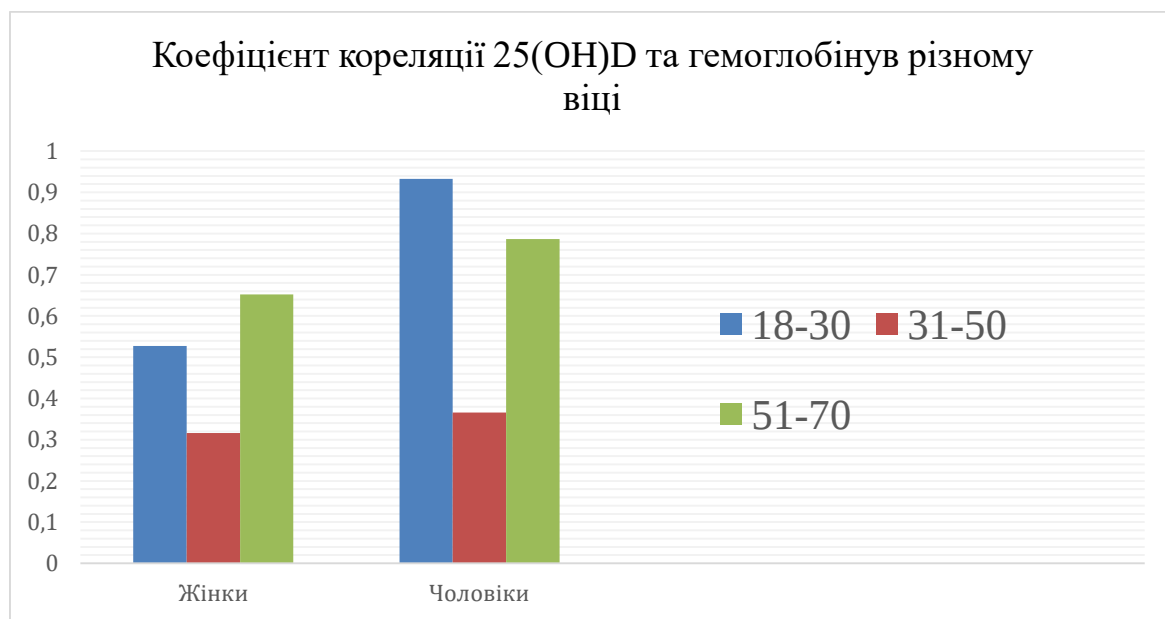


Рис.3.5. Коефіцієнт кореляції 25(OH)D та гемоглобіну в різному віці

Незначне значення кореляції у молодих жінок ($r = 0,53$) пояснюється домінуванням залізодефіциту через менструації, що може маскувати ефект вітаміну D на еритропоез. Навпаки, сильна кореляція у молодих чоловіків підкреслює роль вітаміну D за оптимального статусу. Посилення зв'язку в осіб 51–70 років (незалежно від статі) свідчить про критичну залежність еритропоезу від вітаміну D при вікових змінах, таких як зниження синтезу еритропоєтину. Це узгоджується з гіпотезою про плеiotропний вплив вітаміну D, де його дефіцит посилює анемію в похилому віці.

Результати аналізу кореляції між рівнем вітаміну D та гематокритом показали, що у більшості груп існує позитивний зв'язок між цими параметрами, проте ступінь вираженості кореляції суттєво варіює залежно від віку та статі.

Таблиця 3.5.

Коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між рівнем 25(OH)D та гематокритом за групами

Група	r	p -значення
Жінки 18–30 років	0.49086	$\geq 0,05$
Жінки 31–50 років	0.17834	$\geq 0,05$
Жінки 51–70 років	0.70441*	$< 0,05$

Чоловіки 18–30 років	0.82577*	< 0,05
Чоловіки 31–50 років	0.54204*	< 0,05
Чоловіки 51–70 років	0.74836*	< 0,05

Примітка: * — $p < 0,05$.

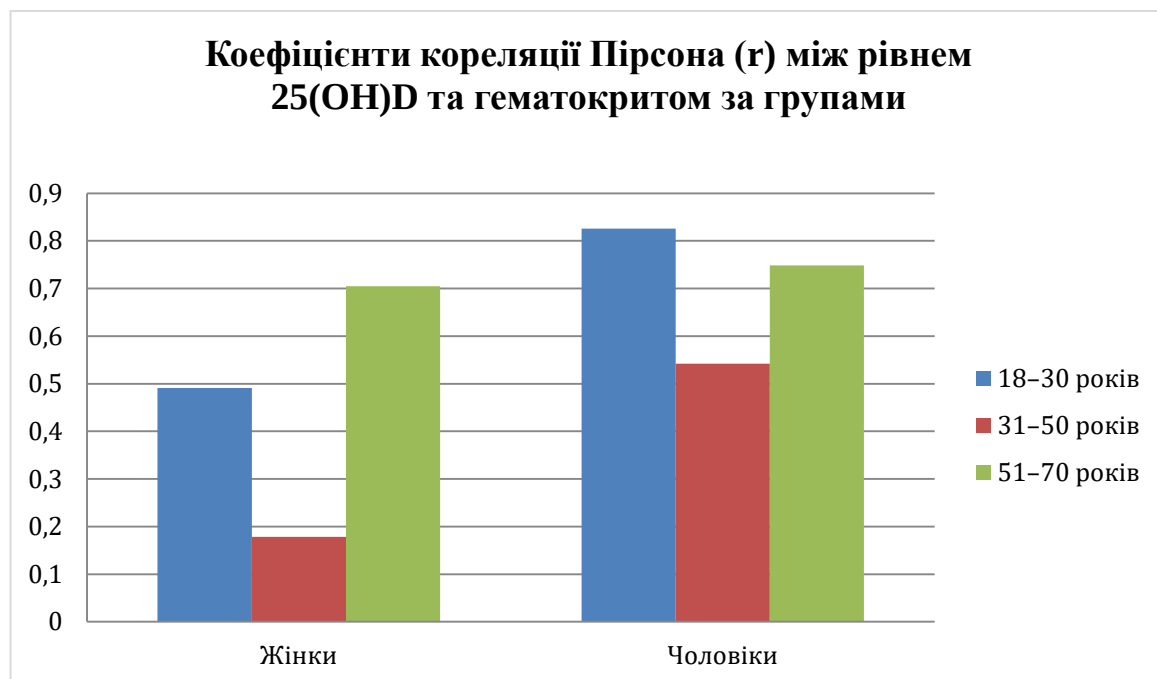


Рис.3.6. Коефіцієнт кореляції 25(OH)D та гематокриту в різному віці

За результатами кореляційного аналізу (таблиця 3.5, у жінок віком 18-30 та 31-50 років спостерігався позитивний, але статистично недостовірний зв'язок між рівнем 25(OH)D і гематокритом ($r = 0.49$ і $r = 0.18$ відповідно; $p > 0,05$). Це свідчить про слабку позитивну тенденцію, яка не досягла рівня статистичної значущості. У цих категоріях коливання показників можуть бути пов'язані з гормональними змінами, впливом менструального циклу та нижчим середнім рівнем вітаміну D, який часто спостерігається у жінок.

У жінок старшої вікової групи (51-70 років) виявлено достовірний позитивний кореляційний зв'язок середньої сили ($r = 0.49$ і $r = 0.70$; $p < 0,05$). Це може свідчити про те, що за умов вікового зниження синтезу еритропоєтину та зменшення засвоєння кальцію, вітамін D відіграє компенсаторну роль, впливаючи на активність кісткового мозку та підтримку еритропоезу.

Аналогічна тенденція спостерігалася серед чоловіків усіх вікових груп, де коефіцієнти кореляції становили:

- $r = 0.83(p < 0,05)$ для 18-30 років (сильний зв'язок)
- $r = 0.54(p < 0,05)$ для 31-50 років (помірний зв'язок)
- $r = 0.75(p < 0,05)$ для 51-70 років (сильний зв'язок)

Отже, у чоловіків усіх вікових груп та жінок старшої вікової групи встановлено достовірний позитивний кореляційний зв'язок між рівнем 25(OH)D і гематокритом. Це вказує на пряму залежність : зі зростанням концентрації вітаміну D у сироватці крові збільшується частка формених елементів у загальному об'ємі крові. Ці результати підтверджують, що вищі концентрації вітаміну D асоційовані з підвищенням гематокриту, ймовірно через участь у регуляції еритропоєтину та покращення кисневого метаболізму.

Можливі причини такого зв'язку:

- Вітамін D бере участь у регуляції еритропоезу через активацію рецепторів до $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ на клітинах-попередниках еритроцитів у кістковому мозку.
- Відомо, що активна форма вітаміну D посилює експресію еритропоєтину — основного гормону, що стимулює утворення еритроцитів.
- У осіб старших вікових груп і чоловіків цей механізм може проявлятися більш виражено через схильність до зниження еритропоєтичної активності, тому нормалізація рівня вітаміну D може оптимізувати гемопоєз та, як наслідок, — підвищувати гематокрит.
- Також імовірно, що оптимальний рівень вітаміну D сприяє зменшенню хронічного запалення, покращенню функції нирок (основного місця синтезу еритропоєтину) і, відповідно, стимуляції еритропоезу.

Таблиця 3.6.

Коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між рівнем 25(OH)D та кількістю еритроцитів за віковими групами

Група	r	p -значення
Жінки 18–30 років	0.24418	$\geq 0,05$
Жінки 31–50 років	0.27239	$\geq 0,05$
Жінки 51–70 років	0.67709*	$< 0,05$
Чоловіки 18–30 років	0.72875**	$< 0,01$
Чоловіки 31–50 років	0.53057	$\geq 0,05$
Чоловіки 51–70 років	0.77764*	$< 0,05$

Примітка: * — $p < 0,05$; ** — $p \leq 0,01$

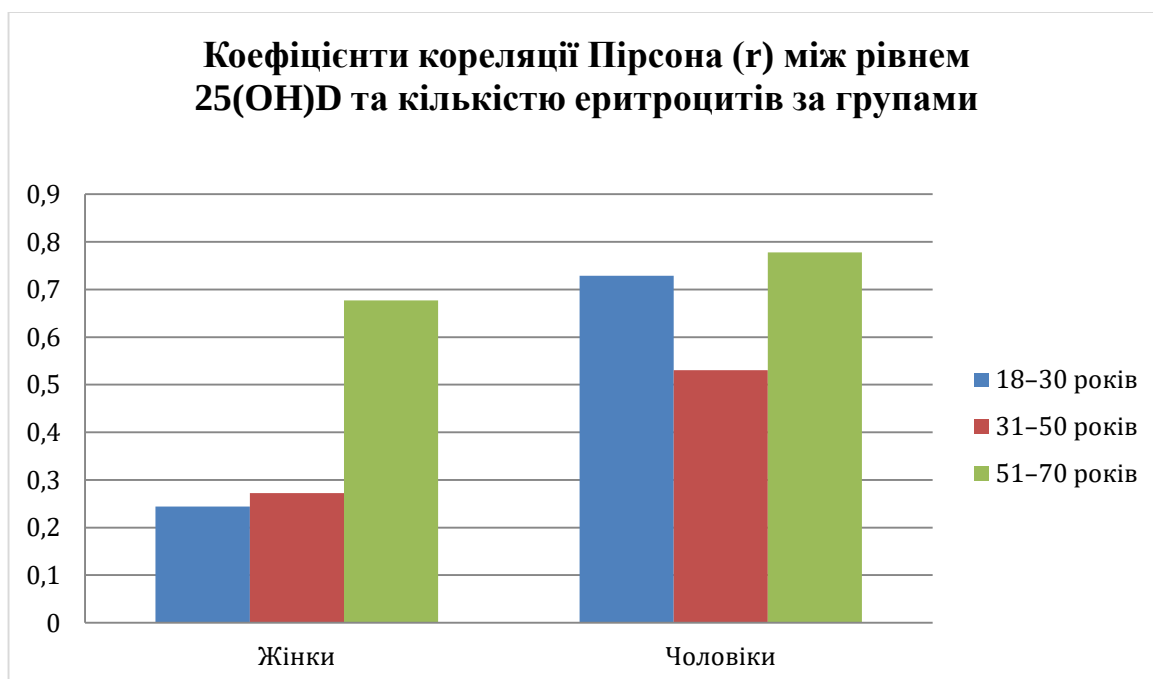


Рис.3.7. Коефіцієнт кореляції 25(OH)D та кількістю еритроцитів у різному віці

У жінок віком 18–30 та 31–50 років встановлено позитивний, але статистично недостовірний кореляційний зв'язок між рівнем 25(OH)D і кількістю еритроцитів ($r = 0,24$ та $r = 0,27$; $p \geq 0,05$). Це свідчить, що в молодших групах вплив вітаміну D на еритропоез менш виражений, через стабільний гормональний фон і компенсаторні механізми підтримання кровотворення.

У жінок старшої вікової групи (51–70 років) визначено достовірну позитивну кореляцію середньої сили ($r = 0,68$; $p < 0,05$), що може бути зумовлено віковими змінами в метаболізмі кальцію, зниженням естрогенів і, відповідно, посиленням залежності еритропоезу від вітаміну D.

Серед чоловіків 18–30 років виявлено сильний позитивний достовірний зв'язок ($r = 0,73$; $p < 0,01$), тоді як у чоловіків 31–50 років — помірний позитивний зв'язок, який не досяг статистичної значущості ($r = 0,53$; $p > 0,05$). У чоловіків 51–70 років також спостерігався сильний достовірний зв'язок ($r = 0,78$; $p < 0,05$). Виявлені закономірності підтверджують роль вітаміну D у підтриманні гематологічного гомеостазу, особливо у старшому віці, коли його рівень природно знижується.

Таким чином, підвищення рівня 25(OH)D було асоційоване зі збільшенням кількості еритроцитів, що найбільш виражено проявилось у чоловіків молодого та старшого віку, а також у жінок старшої вікової групи.

Можливі причини такого зв'язку:

- Вітамін D впливає на диференціацію стовбурових клітин кісткового мозку в еритроїдному напрямку, підвищуючи продукцію еритроцитів.
- Через стимуляцію еритропоєтину та зниження рівня протизапальних цитокінів (IL-6, TNF- α), вітамін D може запобігати розвитку анемії хронічного запалення.
- У чоловіків вищий рівень тестостерону, який сам по собі стимулює еритропоез, може синергічно взаємодіяти з вітаміном D, посилюючи цей зв'язок.
- У старших вікових групах достатній рівень вітаміну D може компенсувати вікове зниження активності кісткового мозку та покращувати оксигенаційну здатність крові.

Клінічне значення та практичні рекомендації

Встановлені прямі та статистично значущі кореляційні зв'язки між рівнем 25(OH)D та показниками гематологічного гомеостазу (гемоглобін, гематокрит,

еритроцити), що особливо виражено в осіб старшої вікової групи та молодих чоловіків, підтверджують плейотропну роль вітаміну D у підтримці еритропоезу.

На основі цих, а також інших отриманих даних, для клінічної практики можна зробити такі висновки:

- Гіповітаміноз D є важливим, але часто недооціненим фактором ризику розвитку анемічних станів, особливо в осіб із фізіологічно зниженою функцією кровотворення (наприклад, старшої вікової групи).
- Слабкий кореляційний зв'язок у молодих жінок (18–50 років) вказує на те, що залізодефіцит є домінуючою причиною анемії в цій групі. Проте корекцію вітаміну D також рекомендовано проводити для мінімізації ризику посилення хронічного запалення.
- Недосягнення оптимальних рівнів 25(OH)D (>30 нг/мл) у більшості груп, навіть після проведеного курсу корекції, свідчить про необхідність застосування індивідуалізованого підходу до дозування та тривалості профілактики/лікування.

Практичні рекомендації

На основі отриманих даних, для покращення стану здоров'я населення Волинської області та запобігання анемічним станам, рекомендовано:

1. Проведення скринінгу рівня 25(OH)D у сироватці крові як обов'язковий етап щорічного обстеження, особливо для осіб, які входять до груп високого ризику: жінок будь-якого віку та осіб віком старше 50 років.
2. Призначення адекватної корекції дефіциту вітаміну D. Зважаючи на те, що старші вікові групи демонструють найнижчі початкові показники та недостатній відгук на стандартні схеми (кінцевий рівень не досягає >30 нг/мл), доцільно розглянути використання вищих підтримуючих доз або подовжених курсів корекції/терапії в цих категоріях пацієнтів.
3. Синергічний підхід (Врахування синергічного ефекту). У пацієнтів з анемією нез'ясованого генезу, навіть за відсутності типових ознак

залізодефіциту, потрібно оцінювати та коригувати гіповітаміноз D, оскільки він може бути однією з причин порушення еритропоезу.

Практична значущість

Отримані результати мають значну практичну значущість у сферах клінічної лабораторної діагностики та профілактичної медицини. Вони можуть бути застосовані за такими основними напрямками:

- Скринінг та діагностика дефіциту: Виявлена висока поширеність дефіциту та недостатності $25(\text{OH})\text{D}$ серед мешканців Волинської області вимагає запровадження регулярного моніторингу рівня вітаміну D у населення, зокрема, серед жінок старших вікових груп та осіб із низьким рівнем інсоляції.
- Профілактична медицина та громадське здоров'я: Позитивна динаміка після прийому препаратів холекальциферолу підтверджує ефективність профілактичної корекції. Ці дані можуть бути використані для обґрунтування регіональних дозових рекомендацій у програмах громадського здоров'я, спрямованих на підтримку оптимального вітамінного статусу.
- Клінічна лабораторна практика: Результати також рекомендовано використовувати у практиці лабораторних фахівців для оцінки взаємозв'язку між вітамінним статусом і гематологічними показниками (гемоглобін, гематокрит, еритроцити). Це сприятиме ранній діагностиці ризику анемічних станів, особливо в осіб похилого віку, і своєчасному призначенню коригуючої терапії.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного комплексного дослідження впливу вітаміну D на показники гематологічного гомеостазу людини було зроблено такі основні висновки:

1. Встановлено, що середній рівень 25(OH)D у загальній вибірці мешканців Волинської області ($n = 60$) становив $23,87 \pm 8,39$ нг/мл. Цей показник відповідає категорії недостатності, згідно з критеріями Endocrine Society (Holick et al., 2023). Отримані дані підтверджують високу поширеність гіповітамінозу D серед дорослого населення регіону [19].
2. Аналіз вікових та статевих особливостей показав, що чоловіки мали вищий середній рівень 25(OH)D, ніж жінки, у всіх вікових групах. Найнижчі показники виявлено у жінок віком 51–70 років ($16,87 \pm 5,17$ нг/мл), що свідчить про виражений дефіцит вітаміну D у старшому віці. Для обох статей характерна тенденція до зниження рівня 25(OH)D із віком.
3. Повторні дослідження після курсу профілактичного прийому препаратів холекальциферолу показали достовірне підвищення рівня 25(OH)D у всіх вікових групах. Найбільший приріст виявлено у жінок віком 51–70 років (на 72,8%) та чоловіків 31–50 років (на 57,4%), що свідчить про ефективність корекції вітамінного статусу та можливість часткового усунення дефіциту за короткий період.
4. Кореляційний аналіз підтвердив позитивний зв'язок між рівнем 25(OH)D та гематологічними показниками, а саме: рівнями гемоглобіну, гематокриту та кількістю еритроцитів, особливо у чоловіків і жінок старшого віку. Найвищі коефіцієнти кореляції спостерігалися у чоловіків 18–30 років ($r = 0,93$ для гемоглобіну; $r = 0,83$ для гематокриту; $r = 0,73$ для еритроцитів) та у жінок 51–70 років ($r = 0,65$; $r = 0,70$; $r = 0,68$ відповідно).
5. Виявлений кореляційний зв'язок обґрунтовує гіпотезу про участь вітаміну D у регуляції еритропоезу, що, імовірно, реалізується внаслідок активації рецепторів VDR у клітинах-попередниках еритроцитів та стимуляції синтезу еритропоєтину. Таким чином, є підстави вважати, що дефіцит вітаміну D

може бути одним із чинників розвитку анемічних станів, особливо в осіб похилого віку.

6. Отримані результати також свідчать про виражений сезонний характер коливань рівня 25(OH)D. Підвищення концентрації вітаміну спостерігалось переважно у весняно-літній період, що пояснюється збільшенням тривалості світлового дня та інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. Це підтверджує необхідність проведення профілактичних заходів у зимовий сезон для підтримання оптимального вітамінного статусу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Anagnostis P., Livadas S., Goulis D. G., Ceausu I., Lambrinoudaki I. та ін. EMAS position statement: Vitamin D and menopausal health. *Maturitas*. 2023. Vol. 169. P. 2–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2023.01.001>
2. Aranow C. Vitamin D and the immune system. *Journal of Investigative Medicine*. 2011. Vol. 59, N. 6. P. 881–886. DOI: 10.2310/JIM.0b013e31821b8755.
3. Barassi A., Pezzilli R., Colpi G. M., Corsi Romanelli M. M., Melzi d'Eril G. V. Vitamin D and erectile dysfunction. *Journal of Sexual Medicine*. 2014. Vol. 11, N. 11. P. 2792–2800. DOI: 10.1111/jsm.12661.
4. Bystrytska M. A., Grygorieva N. V., Musiienko A. S., та ін. Deficiency and insufficiency of vitamin D in the Ukraine – update 2022. *ResearchGate*. 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/367417169_Deficiency_and_insufficiency_of_vitamin_D_in_the_Ukraine_-_update_2022
5. Bouillon R., Marcocci C., Carmeliet G., Bikle D., White J. H., Dawson-Hughes B. та ін. Skeletal and extraskeletal actions of vitamin D: current evidence and outstanding questions. *Endocrine Reviews*. 2019. Vol. 40, N. 4. P. 1109–1151. DOI: 10.1210/er.2018-00126
6. Buck Institute for Research on Aging. A new look at vitamin D challenges the current view of its benefits. URL: <https://www.buckinstitute.org/news/a-new-look-at-vitamin-d-challenges-the-current-view-of-its-benefits/>
7. Carlberg C. Nutrigenomics of vitamin D. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 2016. Vol. 122, No. 1. P. 117–121.
8. Carlberg C., Seuter S. A genomic perspective on vitamin D signaling. *Anticancer Research*. 2009. Vol. 29. P. 3485–3493.
9. Ceglia L., Niramitmahapanya S., da Silva Morais M., Rivas D. A., Harris S. S., Bischoff-Ferrari H., Fielding R. A., Dawson-Hughes B. A randomized study on the effect of vitamin D3 supplementation on skeletal muscle morphology

and vitamin D receptor concentration in older women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013. Vol. 98, N. 12. P. E1927–E1935. DOI: <https://doi.org/10.1210/jc.2013-2820>

10. Charoenngam N., Holick M. F. Immunologic effects of vitamin D on human health and disease. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, N. 7. Art. 2097. DOI: 10.3390/nu12072097.

11. Cheng Y. C., Huang Y. C., Huang W. L. The effect of vitamin D supplement on negative emotions: A systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*. 2020. Vol. 37, N. 6. P. 549–564. DOI: 10.1002/da.23025.

12. Christakos S. та ін. Vitamin D: metabolism, molecular mechanism of action, and pleiotropic effects. *Physiological Reviews*. 2016. Vol. 96, N. 1. P. 365–408.

13. Cito G., Cocci A., Micelli E., Gabutti A., Russo G. I., Coccia M. E., Franco G., Serni S., Carini M., Natali A. Vitamin D and male fertility: An updated review. *World Journal of Men's Health*. 2020. Vol. 38, N. 2. P. 164–177. DOI: 10.5534/wjmh.190057.

14. Corsello A., Spolidoro G. C. I., Milani G. P., Agostoni C. Vitamin D in pediatric age: current evidence, recommendations, and misunderstandings. *Frontiers in Medicine*. 2023. Vol. 10. Art. 1107855. DOI: 10.3389/fmed.2023.1107855.

15. Crane-Godreau M. A., Clem K. J., Payne P., Fiering S. Vitamin D deficiency and air pollution exacerbate COVID-19 through suppression of antiviral peptide LL37. *Frontiers in Public Health*. 2020. Vol. 8. Art. 232. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00232.

16. Deficiency and Insufficiency of Vitamin D in Women of Childbearing Age: A Systematic Review and Meta-analysis / R. C. Lucchetta та ін. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2022. Т. 44, вип. 45. С. 409–424. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35211934/> (дата звернення: 02.09.2025).

17. Guzek D., Kołota A., Lachowicz K., Skolmowska D., Stachoń M., Głąbska D. Effect of vitamin D supplementation on depression in adults: a systematic review of RCTs. *Nutrients*. 2023. Vol. 15, N. 4. Art. 951. DOI: 10.3390/nu15040951.
18. Holick M. F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2017. Vol. 18, N. 2. P. 153–165. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11154-017-9424-1>
19. Holick M. F., Binkley N. C., Bischoff-Ferrari H. A. та ін. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2023. Vol. 109, N. 1. P. e1–e49. DOI: 10.1210/clinem/dgad390.
20. K. D. Cashman та ін. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *Am J Clin Nutr*. 2016. Т. 103, вип. 4. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26864360/> (дата звернення: 21.08.2025)
21. Kumar V. A., Kujubu D. A., Sim J. J., Rasgon S. A., Yang P. S. Vitamin D supplementation and recombinant human erythropoietin utilization in vitamin D-deficient hemodialysis patients. *Journal of Nephrology*. 2011. Vol. 24, N. 1. P. 98–105. DOI: 10.5301/jn.2010.1830.
22. Lamikanra A. A., Tsang H. P., Morovat A. та ін. Effect of supplementation with vitamin D on biochemical markers of iron status and erythropoiesis in older people: BEST-D trial. *British Journal of Nutrition*. 2025. Vol. 134, N. 1. P. 28–34. DOI: 10.1017/S0007114525103516.
23. Mindray. BC-6000 Auto Hematology Analyzer: User Manual. Shenzhen: Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., 2019. 112 p.
24. Mindray. CL-1200i Chemiluminescence Immunoassay System: Instructions for Use. Shenzhen: Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., 2020. 84p.
25. Mindray. VD-T Vitamin D Total Assay: Instructions for Use. Shenzhen: Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., 2021. 36 p.

26. Minisola S., Colangelo L., Pepe J. та ін. Vitamin D screening. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2020. Vol. 43, N. 8. P. 1047–1051. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32189163/>
27. Mo H, Zhang J, Huo C, Zhang M, Xiao J, Peng J, Wang G, Wang C, Li Y.. The association of vitamin D deficiency, age and depression in US adults: a cross-sectional analysis. *BMC Psychiatry*. 2023. Т. 23, вип. 1. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37488550/> (дата звернення: 01.09.2025).
28. Pankiv V. I., Sahatska N. V., Mazur L. A. Vitamin D status in the population of the Western region of Ukraine. *International Journal of Endocrinology*. 2019. Vol. 15, N. 3. P. 268–271.
29. Pilz S., Zittermann A., Trummer C., Theiler-Schwetz V., Lerchbaum E., Keppel M. H., Grübler M. R., März W., Pandis M. Vitamin D testing and treatment: a narrative review of current evidence. *Endocrine Connections*. 2019. Vol. 8, N. 2. P. R27–R43. DOI: 10.1530/EC-18-0432.
30. Radkhah N., Zarezadeh M., Jamilian P., Ostadrahimi A. The effect of vitamin D supplementation on lipid profiles: an umbrella review of meta-analyses. *Advances in Nutrition*. 2023. Vol. 14, N. 6. P. 1479–1498. DOI: 10.1016/j.advnut.2023.08.012.
31. Rebelos E., Tentolouris N., Jude E. The role of vitamin D in health and disease: A narrative review on the mechanisms linking vitamin D with disease and the effects of supplementation. *Drugs*. 2023. Vol. 83, No.8. P.665–685. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10163584/>
32. Saponaro F., Saba A., Zucchi R. An update on Vitamin D metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21, N. 18. Art. 6573. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21186573>
33. Smith E. M., Tangpricha V. Vitamin D and the immune response in erythropoiesis. *Nutrients*. 2015. Vol. 7, N. 1. P. 1–17. DOI: 10.3390/nu7010001.
34. The health effects of vitamin D supplementation: evidence from human studies / R. Bouillon та ін. *Nature reviews endocrinology*. 2022. Vol. 18. P.

96–110. URL: <https://www.nature.com/articles/s41574-021-00593-z> (дата звернення: 01.07.2025).

35. Vitamin D Sources, Metabolism, and Deficiency: Available Compounds and Guidelines for Its Treatment / L. J. Dominguez та ін. *Metabolites*. 2021. Vol. 11, Iss.4.Art. 255. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8074587/> (дата звернення: 05.07.2025).

36. Vitamin D supplementation for women during pregnancy / C. Palacios та ін. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019. Т. 7, вип. 5. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31348529/> (дата звернення: 02.09.2025).

37. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: systematic review and meta-analysis of individual participant data / A. Martineau та ін. *BMJ*. 2017. Т. 356. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28202713/> (дата звернення: 02.09.2025).

38. Vitamin D Supplementation: A Review of the Evidence Arguing for a Daily Dose of 2000 International Units (5 0 \mu g) of Vitamin D for Adults in the General Population / P. Pludowski, W. B. Grant, S. N. Karras та ін. // *Nutrients*. 2024. Vol. 16, Iss. 3. Art. 391. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/3/391> (дата звернення: 09.06.2025).

39. Wacker M., Holick M. F. Vitamin D – effects on skeletal and extraskelatal health and the need for supplementation. *Nutrients*. 2013. Vol. 5, No. 1. P. 111–148.

40. What is known about the effects of vitamin D in neuropsychiatric lupus? *Advances in Rheumatology* / T. E. Karnopp та ін. *Advances in Rheumatology*. 2024. Vol. 64, Is. 2. DOI: 10.1186/s42358-023-00344-w.

41. Григор'єва Н. В., Солоненко Т. Ю., Мусієнко А. С. Дефіцит вітаміну D під час пандемії COVID-19 і війни в Україні. *Біль. Суглоби. Хребет*. 2023. Т. 13, № 1. С. 7–14. DOI: <https://doi.org/10.22141/pjs.13.1.2023.352>

42. Діагностика, профілактика та лікування дефіциту вітаміну D у дорослих: консенсус українських експертів / Григор'єва Н. В. та ін. // *БІЛЬ. СУГЛОБИ. ХРЕБЕТ*. 2023. Т. 13, № 2. С. 60–76.
43. Камінський О. В., Ларін О. С., Камінська В. О. Поширеність дефіциту вітаміну D серед дорослого населення України. *Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*. 2018. № 2. С. 29–34.
44. Мартинюк Л. П. Сучасні підходи до діагностики та лікування дефіциту вітаміну D. *Проблеми остеології*. 2018. Т. 21, № 1. С. 8–14.
45. Паньків І. В. Вміст вітаміну D, частота його недостатності й дефіциту в пацієнток із синдромом полікістозних яєчників / І. В. Паньків, О. О. Коритко. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2018. Т. 14, № 6. С. 585–589.
46. Петрова О. В. Вітамін D у підтриманні здоров'я. *Педіатрія, акушерство та гінекологія*. 2015. Т. 85, № 1. С. 82–89.
47. Поворознюк В. В., Дзерович Н. І. Дефіцит вітаміну D у населення України: причини, наслідки, шляхи корекції. *Біль. Суглоби. Хребет*. 2021. Т. 11, № 3. С. 61–70. URL: <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/6418/1/61-Article%20Text-8-1-10-20211005.pdf>
48. Поворознюк В. В., Плудовські П. Дефіцит та недостатність вітаміну D: епідеміологія, діагностика, профілактика та лікування. *Заславський ВД*, 2014. 262 с.
49. Сельська З. В., Занічковська В. А. РОЛЬ ВІТАМІНУ D У РОЗВИТКУ РІЗНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ. *Південноукраїнський медичний науковий журнал*. 2017. вип. 16. С. 51–52.
50. СТАН ГЕНЕРАТИВНОЇ ФУНКЦІЇ САМЦІВ ЩУРІВ ІЗ ГОНАДОПАТІЄЮ ПІСЛЯ КОРЕКЦІЇ ВІТАМІНОМ D3 / Н. П. Смоленко та ін. *Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття*. 2022. С. 288–290. URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/189>

51. Ткач С. та ін. Сучасні погляди на метаболізм та біологічні ефекти вітаміну D. Міжнародний ендокринологічний журнал. 2022. Т. 18, № 2. С. 109–117. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0721.18.2.2022.1156>
52. Фармакологія вітаміну D / І. С. Чекман та ін. *Сучасна педіатрія*. 2017. вип. 2. С. 28–36.

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Рада молодих вчених



ПРОГРАМА

**IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених,
студентів та аспірантів**

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ ТА
ГУМАНІТАРНИХ НАУК**

14 листопада 2025 року

2025

Шимчук Ольга СРТ ІНВАРІАНТНІСТЬ, ПОРУШЕННЯ ЧАСОВОЇ СИМЕТРІЇ, ЇЇ НЕЗВОРОТНІСТЬ У ЧАСІ

Секція 6. Хімія, екологія та фармація

Клочун Іван, Цьось Оксана ОБ'ЄКТИ ПЗФ ГОРОДОЦЬКОГО ЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «ГОРОДОЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Максим Васінчук, Зоряна Лавринюк ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД ДП «КОВЕЛЬВОДОКАНАЛ»

Падалюк Д.П., Лавринюк З.В. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ ЯК СОРБЕНТА ПЕСТИЦИДІВ

Тарнавська А., Радзій В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАНТЕНКІВ ДЛЯ АНАЕРОБНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Тишковець Христина, Радзій В.Ф РОЛЬ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Шулипа Роман, Савчук Людмила ШКІДНИКИ ТА ЗАХВОРЮВАННЯ ЗВІРІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА

Секція 7. Біологія та лісове господарство

Борисюк Андрій, Гетьманчук Анатолій ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР В НОВОРУДСЬКОМУ ЛІСНИЦТВІ ФІЛІЇ «ГОРОДОЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ЗА 2021-2025 РР.

Ганіч Віталій ОПОРНІ КОНСПЕКТИ ТА СХЕМИ З БІОЛОГІЇ – ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗЗСО

Гер Ангеліна БІОРІЗНОМАНІТТЯ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ " ЛЮБОМЛЬСЬКИЙ"

Дружинець А. І. ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТІ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТВАРИН-ГІДРОБІОНТІВ РІЧКИ ЛУГА

Кривенька Анна, Мотузюк Олександр ЛАБОРАТОРНА ДІАГНОСТИКА РАКУ ПРОСТАТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СТАДІЇ ТА ЛІКУВАННЯ

Кузьмик Софія РОЛЬ ОРНІТОФАУНИ У БІОІНДИКАЦІЇ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ ЗРОСТАЮЧОГО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Поручинський Богдан, Петро Бойко СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДІАГНОСТИКИ ЕШЕРІХІОЗІВ: ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧУТЛИВОСТІ ЛАБОРАТОРНИХ МЕТОДІВ

Прадійчук Наталія, Моренко Алевтина СТАТЕВІ ТА ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СТАТУСУ ВІТАМІНУ D ТА ЙОГО КОРЕЛЯЦІЯ З ГЕМАТОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ У ДОРΟΣЛОГО НАСЕЛЕННЯ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ