

Додає  
цінність діагнозуЕКСПЕРТ У ЛАБОРАТОРНІЙ  
ДІАГНОСТИЦІ

УДК 616.71-007.234

ЗАФТ В.Б.<sup>2</sup>, КЛІМОВА Ж.О.<sup>1</sup>, ЗАФТ А.А.<sup>1</sup>, ГАЛИЦЬКА В.В.<sup>1</sup>, БОЙКО І.В.<sup>1</sup><sup>1</sup> ТОВ «Сінево Україна», м. Київ<sup>2</sup> ДНУ «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м. Київ

## ДЕФІЦИТ ВІТАМІНУ D ТА ЙОГО СУЧАСНА ЛАБОРАТОРНА ДІАГНОСТИКА

**Резюме.** У статті висвітлено проблему дефіциту вітаміну D та його значущість для організму людини. Наведено сучасні лабораторні методи діагностики дефіциту вітаміну D, що застосовуються в лабораторії ТОВ «Сінево Україна».

**Ключові слова:** вітамін D, дефіцит вітаміну D, лабораторна діагностика.

### Вступ

Дефіцит вітаміну D присутній у кожному регіоні світу. Посилення дефіциту вітаміну D найчастіше спостерігається у країнах Близького Сходу та Південної Азії. Серед населення Європи недостатність вітаміну D відзначається більше на півдні, ніж на півночі, частіше у жінок, ніж у чоловіків. При цьому в жінок з остеопорозом дефіцит вітаміну D відзначається у 50 % випадків [1].

На сьогодні недостатність і більшою мірою дефіцит 25(OH)D являє собою пандемію, що охоплює велику частину загальної популяції, включаючи дітей і підлітків, вагітних і жінок у стані лактації, дорослих, жінок у менопаузі та літніх людей. За наявності остеопоротичного перелому поширеність дефіциту вітаміну D може досягати 100 % [2–4].

### Метаболізм вітаміну D

Вітамін D — жиророзчинний вітамін, що існує в шести формах, але основними формами є вітамін D<sub>2</sub> (ергокальциферол), який утворюється під дією сонячного світла, переважно в рослинах; вітамін надходить в організм людини шляхом всмоктування у дванадцятипалій і тонкій кишці з харчових продуктів (основні природні джерела вітаміну наведені в табл. 1); і вітамін D<sub>3</sub> (холекальциферол), що утворюється в шкірі людини під впливом сонячного ультрафіолетового випромінювання [1]. Вітамін D<sub>2</sub>

біологічно інертний і для активації в активну форму D-гормона (1,25(OH)<sub>2</sub>D) в організмі має пройти 2 етапи гідроксилювання.

Перший етап гідроксилювання відбувається в печінці: вітамін D перетворюється в 25(OH)D, відомий як кальцидіол. Другий етап гідроксилювання проходить переважно в нирках (за участі ферменту CYP27B1-альфагідроксилази), і його результатом є синтез біологічно активного D-гормона (1,25(OH)<sub>2</sub>D) — кальцитріолу [1]. Вітамін D<sub>3</sub>, з якого синтезуються всі активні метаболіти після його утворення у верхньому шарі шкіри людини, перш ніж він розпочне відігравати свою важливу захисну роль, перетворюється в організмі у печінці і нирках. Вітамін D<sub>3</sub> депонується в шкірі, жировій тканині, м'язах і печінці, що дозволяє вирішити декілька завдань: по-перше, формується депо вітаміну D<sub>3</sub>, що використовується в холодну пору року, коли людина проводить менше часу на сонці або її шкіра прикрита одягом, і, по-друге, це допомагає запобігти розвитку токсичних ефектів активних метаболітів вітаміну [5] (рис. 1).

Вироблення вітаміну D<sub>3</sub> залежить від ступеня вираженості шкірної пігментації та площі шкірного покриву, неприкритого одягом, що знаходиться в зоні сонячного випромінювання. Також має значення широта розташування регіону, тривалість дня, пора року,

© Зафт В.Б., Клімова Ж.О., Зафт А.А., Галицька В.В., Бойко І.В., 2015

© «Міжнародний ендокринологічний журнал», 2015

© Заславський О.Ю., 2015

Таблиця 1. Природні джерела вітаміну D (адаптовано з Bishoff-Ferari et al., 2012) [9, 10]

Джерело	Уміст вітаміну D в МО
Дикий лосось	600–1000 на 100 г
Вирощений на фермі лосось	100–250 на 100 г
Сардини (консервовані)	300–600 на 100 г
Макрель (консервована)	250 на 100 г
Тунець (консервований)	236 на 100 г
Риб'ячий жир	400–1000 (столова ложка)
Японські гриби шіітаке (свіжі)	100
Японські гриби шіітаке (сушені)	1600
Ячний жовток	20 (один жовток)
Свіжі гриби	76
Масло	52 на 100 г
Сир	44
Молоко	2 на 100 г
Молоко, збагачене вітаміном D	80–100 на склянку
Сметана	50 на 100 г
Яловича печінка	45–15 на 100 г
Оселедець	294–1676 на 100 г
Сом	500 на 100 г

Таблиця 2. Рекомендовані добові дози вітаміну D, МО (мкг) [11]

Вік	Доза вітаміну D			
	Чоловіки	Жінки	Вагітність	Лактація
0–12 місяців	400 (10)	400 (10)		
1–13 років	600 (15)	600 (15)		
14–18 років	600 (15)	600 (15)	600 (15)	600 (15)
19–50 років	600 (15)	600 (15)	600 (15)	600 (15)
51–70 років	600 (15)	600 (15)		
> 70 років	800 (20)	800 (20)		

погодні умови. Наприклад, у країнах, розташованих на північних широтах, взимку більша частина ультрафіолетового випромінювання поглинається атмосферою, і в період із жовтня по березень синтез вітаміну D<sub>3</sub> практично відсутній.

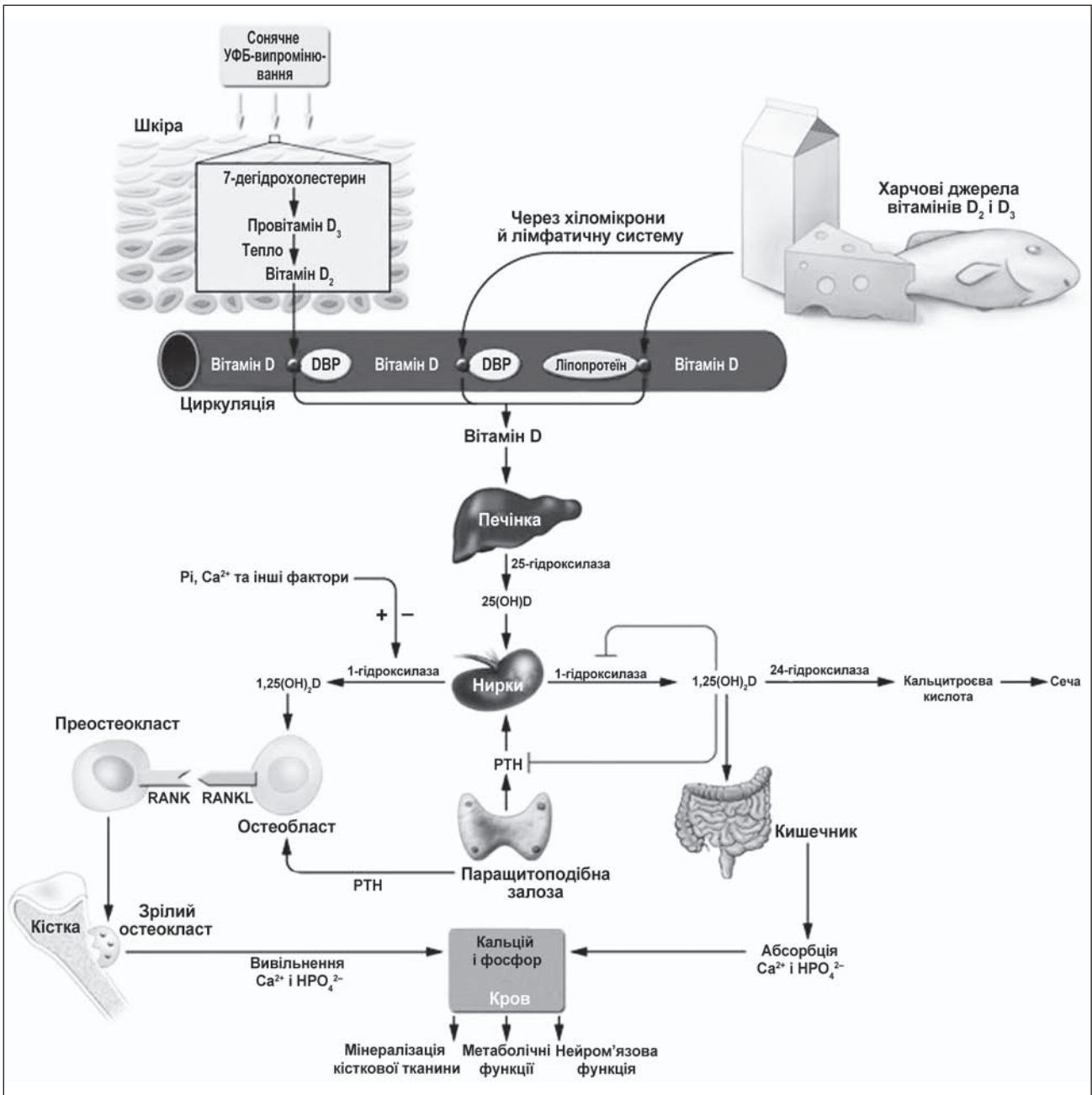
У сучасному світі демографічна ситуація дещо змінилася в бік продовження тривалості життя, зокрема збільшення кількості осіб похилого віку. А з віком зменшується час перебування на сонці, зменшується здатність шкіри синтезувати вітамін D<sub>3</sub>; встановлено, що у людей віком 65 років і старше відзначається 4-разове зниження здатності утворення вітаміну D<sub>3</sub> в шкірі. У зв'язку з ослабленням функції нирок знижується рівень вироблення в них активного метаболіту вітаміну D<sub>3</sub>, що сприяє значному поширенню дефіциту вітаміну серед літніх людей [6].

Отже, дефіцит вітаміну D<sub>3</sub> розглядають у тісному зв'язку з порушеннями функцій нирок, печінки та віком (кількість років, прожитих жінкою після настання ме-

нопаузи). Дефіцит вітаміну D<sub>3</sub> також може бути зумовлений багатьма хронічними захворюваннями і станами, такими як синдром мальабсорбції (знижене всмоктування речовин у кишечнику), хвороба Крона, стани після оперативного видалення шлунка або обхідні операції на кишечнику, недостатня секреція підшлунковою залозою травних ферментів, цироз печінки, вроджені захворювання жовчних проток, захворювання нирок, тривале застосування протисудомних препаратів (при епілепсії). Нещодавно вченими було доведено, що надмірна вага й ожиріння призводять до дефіциту вітаміну D<sub>3</sub> в організмі. Ще задовго до старіння зайвий жир починає перешкоджати нормальному виробленню та накопиченню необхідного нам вітаміну [7, 8].

### Біологічні функції вітаміну D

Вітамін D сприяє абсорбції кальцію в кишечнику й підтримує необхідний рівень кальцію і фосфатів у крові для забезпечення мінералізації кісткової тка-



**Рисунок 1. Метаболізм вітаміну D**

**Примітки:** УФБ-випромінювання — ультрафіолетове бета-випромінювання; DBP — вітамін-D-зв'язуючий білок; RANK — рецептор активатора ядерного фактора каппа B; RANKL — ліганд рецептора активатора ядерного фактора каппа B; PTH — паратиреоїдний гормон.

нини й запобігання гіпокальціємічній тетанії. Він також необхідний для росту кісток й процесу кісткового ремоделювання. Достатній рівень вітаміну D запобігає розвитку рахіту в дітей і остеомаліції у дорослих. Також вітамін D разом із кальцієм застосовують для профілактики та комплексного лікування остеопорозу [11, 12].

Класичне розуміння механізмів дії вітаміну D<sub>3</sub> на кістки включає вплив на поглинання кальцію в кишечнику з подальшою нормалізацією стану кісткової тканини. Абсолютно нові аспекти дії вітаміну D<sub>3</sub> були нещодавно продемонстровані в дослідженнях. Докази

того, що вітамін D<sub>3</sub> справді має більш складну дію на старіючі кістки, підтверджують гіпотезу про можливий взаємний вплив старіння і дефіциту вітаміну D<sub>3</sub>. По-перше, вітамін D, як показали дані дослідження, збільшує формування нової кісткової тканини в старіючому організмі. По-друге, вітамін D запобігає апоптозу остеобластів. Нарешті, вітамін D запобігає деяким змінам ожиріння в кістковій тканині, обумовленим старінням, й зупиняє їх [13, 14].

Функція вітаміну D не обмежена лише контролем кальцій-фосфорного обміну, він також впливає на інші фізіологічні процеси в організмі, що включають моду-

Таблиця 3. Позаскелетні впливи вітаміну D [16–21]

Орган, система чи захворювання	Вплив вітаміну D	Практичні рекомендації
1	2	3
Шкіра та волоссяні фолікули	D-гормон має антипроліферативний вплив на кератиноцити. Впливає на оновлення волоссяних фолікулів через рецептори до вітаміну D	Виправданий прийом вітаміну D при проліферативних захворюваннях шкіри, зокрема при псоріазі, разом з іншими препаратами
Ожиріння та цукровий діабет (ЦД)	Вітамін D (кальцитріол) стимулює синтез гормону остеокальцину в остеобластах, що підвищує синтез і секрецію адипонектину в жировій тканині, а також синтез інсуліну в підшлунковій залозі. При цьому адипонектин активує гени, що кодують GLUT-4 в адипоцитах, серцевих і скелетних м'язах, сприяючи зниженню рівня глюкози в крові. Вітамін D важливий для нормального метаболізму глюкози. Він діє за допомогою декількох механізмів на метаболізм глюкози: на інсулін-продукуючі клітини підшлункової залози, виробляючи більше інсуліну. Вітамін D діє безпосередньо на м'язи і жирові клітини, покращуючи ефекти інсуліну, знижуючи резистентність до інсуліну. Вітамін D знижує запалення, що зазвичай присутнє в пацієнтів із синдромом резистентності до інсуліну. Вітамін D побічно покращує продукцію інсуліну і його дії щодо підвищення рівня кальцію всередині клітин	Немає підстав призначати вітамін D для лікування або профілактики ожиріння чи цукрового діабету. Однак вплив вітаміну D на кісткову тканину в цих пацієнтів повинен враховуватися, а дефіцит необхідно компенсувати. Одне з дивовижних відкриттів полягає в тому, що більш високі рівні 25(OH)D істотно знижують ризики розвитку цукрового діабету 2-го типу. Ризик розвитку знижується на 4 % на кожні 10 нмоль/л приросту 25(OH)D. Така асоціація зберігалася незалежно від статі, терміну спостереження, розміру вибірки дослідження, діагностичних критеріїв цукрового діабету або методу аналізу 25(OH)D
Підвищення ризику падіння у літніх пацієнтів	Достатньо відомостей, які свідчать, що у літніх людей із дефіцитом вітаміну D (< 20 нг/мл) добавки нативного вітаміну D знижують ризик падіння	Компенсація дефіциту вітаміну D приносить додаткову користь в плані зниження ризику падіння у літніх людей
Злоякісні новоутворення	Недостатність вітаміну D збільшує ризик розвитку багатьох видів пухлин через нез'ясовані механізми, але очевидно, що при цьому послаблена дія кальцитріолу через його рецептор, що призводить до порушення диференціювання й посилення проліферації клітин. Вітамін D захищає від раку молочної залози. Дефіцит вітаміну D часто пов'язаний із розвитком раку товстого кишечника. Незважаючи на біологічне обґрунтування можливої ролі вітаміну D в запобіганні злоякісним новоутворенням, існуючі докази в клініці суперечливі і не можуть призвести до єдиного висновку	Поки що немає підстав рекомендувати високі чи середні дози в запобіганні чи комплексній терапії злоякісних новоутворень. Дослідження в даній галузі продовжуються
Кардіоваскулярні захворювання	Недостатність рандомізованих контрольованих досліджень не дозволяє з упевненістю підтвердити результати перспективних наглядових досліджень щодо позитивного впливу вітаміну D на ризик виникнення й перебіг серцево-судинних захворювань. Проте наведемо результати деяких досліджень. Нестача вітаміну D сприяє атеросклерозу. Крім цього, вітамін D регулює синтез реніну — гормона, що регулює кров'яний тиск. Тяжка недостатність вітаміну D призводить до утворення колагенових волокон у серцевому м'язі, створюючи передчасну серцеву слабкість, яка часто призводить до розширення лівого шлуночка. Американська статистика показує, що зазначений ризик майже не трапляється, якщо після 59 років люди регулярно приймають більш високі дози вітаміну D і досягають достатнього його сироваткового рівня > 50 нг/мл	Немає підстав призначати препарати вітаміну D для зниження кардіоваскулярного ризику. Проте подальші дослідження в даній галузі досить перспективні

**Закінчення табл. 3**

1	2	3
Імунна система	Велика кількість доказів <i>in vitro ex in vivo</i> свідчать про активацію рецептора до вітаміну D на моноцитах, макрофагах, дендритних клітинах і лімфоцитах, що важливо для контролю як вродженого, так і набутого імунітету. Імунна система: зовнішній і внутрішній захист виконують антимікробні пептиди під керівництвом генів, керованих факторами транскрипції (зокрема (VDR) (RXR)). Недостатність вітаміну D провокує грип, ГРВІ, туберкульоз та ін. Низькі рівні сироваткового вітаміну D в дитинстві — велика схильність до аутоімунних захворювань (ЦД 1-го типу або розсіяного склерозу). Вітамін D допомагає послабити запальні реакції при аутоімунних хворобах (ентероколіти, ревматоїдний артрит, системний вовчак і псоріаз)	Є дані про використання нативного вітаміну D для підвищення його локальної активації в моноцитах-макрофагах при різних імуноопосередкованих захворюваннях. Проте чітких рекомендацій на даний час немає
Дивовижні властивості вітаміну D	Рецептор вітаміну D дуже поширений у мозковій тканині, однак фізіологічна роль цього все ще чітко не визначена. Недостатність вітаміну D і його рецептора завжди відзначається при хворобі Альцгеймера і Паркінсона. Вітамін D важливий для підтримання сили і скорочення м'язів, що регулюється кальцієвими каналами. Прийом вітаміну D знімає м'язову слабкість	Подальші дослідження в даній галузі досить перспективні
Вагітність і репродуктивна система жінки	Існує значущий зв'язок між дефіцитом вітаміну D і підвищеним ризиком прееклампсії. Недостатність вітаміну D асоціюється з підвищеним ризиком розвитку гестаційного діабету, прееклампсії й еклампсії. Вагітні жінки з низьким рівнем вітаміну D мали підвищений ризик бактеріального вагінозу і низької ваги у новонароджених	
Грудне вигодовування й дитячий вік	Існує багато відомостей про те, що головним фактором ризику розвитку дефіциту вітаміну D є грудне вигодовування без адекватного впливу сонячного світла і прийому вітаміну D. Концентрація вітаміну D в грудному молоці є недостатньою для задоволення потреб грудних дітей. Тривале грудне вигодовування є серйозною причиною рахіту у дітей, оскільки грудне молоко містить дуже мало вітаміну D, особливо коли його рівень у матері й так не оптимальний	Існує багато даних, що підтверджують наявність дефіциту вітаміну D у дітей на грудному вигодовуванні. Потреба у вітаміні D не може бути доповнена лише грудним молоком, яке забезпечує від 25 до 78 МО/л цього вітаміну

ляцію клітинного росту, нервово-м'язову провідність, імунітет і запалення [7, 15] (табл. 3).

**Основні причини дефіциту вітаміну D і клінічні ситуації, у яких необхідний цілеспрямований скринінг даного стану [22]:**

**1. Причини недостатності вітаміну D:**

- зниження епідермального синтезу (у тому числі використання сонцезахисних засобів, вік, сезон, пігментація шкіри);
- зниження доступності вітаміну D (у тому числі при ожирінні, синдромі мальабсорбції);
- збільшення катаболізму або його втрата (у тому числі використання антиконвульсантів, наявні хвороби серцево-судинної системи або нефротичний синдром);

- вагітність або лактація;
- зниження синтезу 25(OH)D (у тому числі при печінковій недостатності);
- зниження синтезу 1,25(OH)<sub>2</sub>D (у тому числі при хронічній нирковій недостатності).

**2. Привід для скринінгу недостатності вітаміну D:**

- захворювання кісток (остеопороз, остеомаліяція, патологічний перелом, гіперпаратиреоз);
- літній вік (із переломами в анамнезі);
- темна шкіра (африканці, азіати, іспанці);
- ожиріння (дорослі з ІМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>, ожиріння у дітей з іншими факторами ризику або симптомами);
- вагітність або лактація з додатковими факторами ризику (у тому числі темношкірі, або з надмірною

Таблиця 4. Лабораторна оцінка недостатності вітаміну D [7]

Рівень недостатності вітаміну D	Концентрація в сироватці 25(OH)D, нг/мл (нмоль/л)	Клінічні прояви
Виражений дефіцит	> 10 (> 25)	Підвищений ризик рахіту, остеомаляції, вторинного гіперпаратиреозу, міопатії, падінь і переломів
Дефіцит	> 20 (> 50)	Підвищений ризик втрати кісткової тканини, вторинного гіперпаратиреозу, падінь і переломів
Недостатність	21–30 (51–75)	Низький ризик втрати кісткової тканини й вторинного гіперпаратиреозу, нейтральний ефект на падіння й переломи
Адекватний рівень	> 30 (> 75)	Оптимальне пригнічення паратиреоїдного гормону і втрати кісткової тканини, зниження ризику падінь на 20 %
Рівні з імовірним проявом токсичності вітаміну D	> 150 (> 375)	Гіперкальціємія, гіперкальційурія, нефрокальциноз, кальцифілаксія

вагою, або гестаційним діабетом, мало перебувають на сонці і додатково не отримують вітамін D);

- спортсмени (особливо всі види спорту в закритих приміщеннях);
- хронічні хвороби нирок;
- печінкова недостатність;
- синдром мальабсорбції (у тому числі хвороба Крона, стан після баріатричних операцій або радіаційне ураження кишечника);
- вживання ліків (протисудомні, глюкокортикоїди, антиретровірусна терапія, протигрибкова терапія);
- гранулематозні хвороби (саркоїдоз, туберкульоз, гістоплазмоз, бериліоз) [22].

### Лабораторна діагностика дефіциту вітаміну D

Концентрація 25(OH)D в сироватці крові є кращим показником статусу вітаміну D, оскільки відображає сумарну кількість вітаміну D, який виробляється в шкірі і отримується з харчових продуктів й харчових добавок (вітамін D у вигляді монопрепарату чи мультівітамінних добавок) і має доволі тривалий період напіврозпаду в крові — близько 15 днів [9, 23] (табл. 4).

Необхідно брати до уваги, що рівень 25(OH)D у сироватці крові безпосередньо не відображає запаси вітаміну D у тканинах організму. На відміну від 25(OH)D активна форма вітаміну D 1,25(OH)<sub>2</sub>D, як правило, не є індикатором запасів вітаміну D, оскільки має короткий період напіврозпаду (менше 15 годин) й чітко регулюється рівнями паратгормону, кальцію і фосфатів [22]. Концентрація 1,25(OH)<sub>2</sub>D у сироватці крові не знижується до тих пір, поки дефіцит вітаміну D не досягне критичних значень [11, 24].

### Висновок

Вітамін D необхідний для широкого спектра фізіологічних процесів та оптимального стану здоров'я. У дитинстві та юності адекватні рівні вітаміну D необхідні для забезпечення росту клітин, формування скелету та росту. Вітамін D є жиророзчинним вітаміном, що міститься в небагатьох продуктах харчуван-

ня. Основним його джерелом є збагачені продукти й біологічно активні добавки. Вітамін D також виробляється в організмі під дією ультрафіолетового випромінювання на шкіру. Адекватне споживання та рівень вітаміну D багато в чому залежить від віку, супутніх захворювань і використання деяких лікарських препаратів. Останні епідеміологічні та експериментальні дослідження показали, що низький рівень вітаміну D тісно пов'язаний із рівнем загальної смертності, серцево-судинною й онкологічною патологією (в основному молочної залози, простати, товстого кишечника), артеріальною гіпертензією, метаболічним синдромом, цукровим діабетом. Абсолютно доведені захисні ефекти вітаміну D при захворюваннях кісткової системи, таких як рахіт, остеопороз, остеомаляція. Оцінка статусу вітаміну D повинна проводитись шляхом визначення рівнів 25(OH)D у сироватці крові надійним методом. Рекомендується перевірка надійності використовуваної в клінічній практиці методики визначення вітаміну D щодо міжнародних стандартів (DEQAS, NIST). При визначенні рівня 25(OH)D у динаміці рекомендується використання одного й того ж методу. У більшості випадків для адекватної диференціальної діагностики вітамін-D-дефіцитних станів (вітамін-D-дефіцитний рахіт, D-залежний рахіт 1-го типу, D-залежний рахіт 2-го типу) необхідно додатково визначення низки лабораторних показників. Найчастіше для диференціальної діагностики вітамін-D-дефіцитних захворювань використовують такі показники: 25(OH)D; вітамін D загальний; остеокальцин; маркер формування кісткового матриксу (Total P1NP); остаза; паратгормон; кальцій; фосфор; кальцій іонізований; Cross Laps — колаген 1-го типу; генетичні дослідження (ген COL1A1, ген рецептора VDR) та інші.

У лабораторії ТОВ «Сінево Україна» доступні всі вищеперераховані тести.

**25(OH)D гідроксиколекальциферол (25-OH вітамін D).** Метод тестування: імунохімічний із хемілюмінесцентною детекцією (СМІА). Тест-система АВВOT Diagnostics (США).

**Вітамін D загальний (D<sub>2</sub> + D<sub>3</sub>).** Імуноферментний аналіз призначений для кількісного визначення вітаміну D загального (D<sub>2</sub> + D<sub>3</sub>) у сироватці з використанням тест-систем EUROIMMUN (Німеччина).

**Остеокальцин.** Електрохемілюмінесцентний імунотест ECLIA призначений для кількісного визначення N-MID-остеокальцину в сироватці і плазмі крові людини з використанням тест-систем Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Маркер формування кісткового матриксу (Total P1NP).** Імунологічний аналіз для кількісного визначення загального P1NP в людській сироватці та плазмі проводиться на основі електрохемілюмінесценції ECLIA з використанням тест-систем Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Остаза.** Імунохімічний метод тестування з хемілюмінесцентною детекцією (CLIA). Тест-система DiaSorin (Італія).

**Паратгормон.** Електрохемілюмінесцентний імуноаналіз ECLIA для кількісного визначення інтактного паратиреоїдного гормону в людській сироватці з використанням тест-систем Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Фосфор.** Тест із молібденовокислим амонієм для кількісного визначення фосфору в людській сироватці та плазмі. Тест-системи Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Кальцій.** Тест з о-крезолфталейн комплексом для кількісного визначення кальцію в людській сироватці та плазмі. Тест-системи Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Кальцій іонізований.** Вимірювання та методологія роботи ґрунтується на принципі іоноселективної прямої потенціометрії. Тест-системи Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Cross Laps — колаген 1-го типу.** Електрохемілюмінесцентний імунотест ECLIA призначений для кількісного визначення продуктів розпаду колагену 1-го типу в сироватці та плазмі крові людини для оцінки резорбції кісткової тканини з використанням тест-систем Roche Diagnostics (Швейцарія).

**Генетичні дослідження (ген COL1A1, ген рецептора VDR).** Для визначення використовується зворотна гібридизація для одночасного виявлення факторів остеопорозу: колагену 1-го типу (S/S) і рецепторів вітаміну D (B/B). Відповідні фрагменти генів ампліфікують за допомогою ПЛР із праймерами, міченими біотином. Далі відбувається процес гібридизації з послідовністю специфічних олігонуклеотидів, нанесених на нітроцелюлозні смужки. Стрептавідин-лужна фосфатаза зв'язується з гібридизованими, міченими біотином зондами. Цей комплекс детектують за допомогою кольорової реакції BCIP/NBT.

## Список літератури

- Holick M.F. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — 79(3). — 362-71.
- Mithal A. Treatment of vitamin D deficiency. Endocrine case management ICE/ENDO 2014. — *Endocrine Society.* — P. 37-39.

- Поворознюк В.В. Захворювання кістково-м'язової системи в людей різного віку: вибрані лекції, огляди, статті: у 3 т. / В.В. Поворознюк. — К.: Експрес, 2009. — Т. 3. — 664 с.

- Рівень 25 (ОН) вітаміну D у дорослого населення різних регіонів України / В.В. Поворознюк, Н.І. Балацька, Ф.В. Климовицький [та ін.] // *Проблеми остеології.* — 2011. — № 4. — С. 3-8.

- Holick M.F. Vitamin D deficiency: a world wide problem with health consequences / M.F. Holick, T. Chen // *American Journal of Clinical Nutrition.* — 2008. — Vol. 87, № 4. — P. 1080-1086.

- Mithal A., Wahl D.A., Bonjour P. et al. (2009). Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D // *Osteoporos Int.* — 20. — 1807-182.

- Шварц Г.Я. Вітамін D u D-гормон. — М., 2005. — 152 с.

- Haines S.T., Park S.K. Vitamin D supplementation: what's known, what to do, and what's needed // *Pharmacotherapy.* — 2012. — 32. — 354-82.

- Holick M.F. Resurrection of vitamin D deficiency and rickets // *J. Clin. Invest.* — 2006. — 116. — 2062-72.

- Rajakumar K., Greenspan S.L., Thomas S.B., Holick M.F. Solar ultraviolet radiation and vitamin D: a historical perspective // *Am. J. Public. Health.* — 2007. — 97. — 1746-54.

- Bishoff-Ferrari P., Burckhardt K., Quack-Loetscher B. et al. Vitamin D deficiency: Evidence, safety, and recommendations for the Swiss population 2012. [www.iccid.org/p142000804.html](http://www.iccid.org/p142000804.html)

- Dawson-Hughes B., Mithal A. et al. IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults // *Osteoporos INT.* — 2010. — 21(7). — 1151-4.

- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. — Washington, DC: National Academy Press, 2010.

- Пугарова О.А., Гусакова Д.А., Плещева А.В. Вітамін D і сечокам'яна хвороба // *Consilium Medicum.* — 2012. — Т. 14, № 12. — С. 97-102.

- Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я. Вітамін D в терапії остеопороза: его роль в комбинации с препаратами для лечения остеопороза, внескелетные эффекты // *Эффективная фармакотерапия.* — 2013. — № 2. — С. 14-29.

- Vitamin D deficiency and insufficiency among Ukrainian population / V.V. Povoroznyuk, N.I. Balatska, V.Y. Muts [et al.] // *Standardy medyczne. Peditria.* — 2012. — № 5. — P. 584-589.

- Dawodu A., Tsang R.C. Maternal vitamin D status: effect on milk vitamin D content and vitamin D status of breast feeding infants // *Adv. Nutr.* — 2012 May 1. — 3 (3). — 353-61. doi: 10.3945/an.111.000950.

- Vitamin D supplementation in elderly or postmenopausal women: a 2013 update of the 2008 recommendations from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO) / R. Rizzoli et al. // *Current Medical Research Opinion.* — 2013. — 29(4). — 1-9.

- Holick M.F. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease and osteoporosis // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — 79(3). — 362-71.

- Balabolkin M.I., Kreminskaya V.M., Klebanov E.M. The role of oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy and the possibility of correcting preparations  $\alpha$ -lipoic acid // *Problems Endocrinology.* — 2005. — Т. 51, № 3. — P. 22-32.

- Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A. et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an

*Endocrine Society clinical practice guideline // J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 2011. — 96. — 1911-30.

22. Gomez de Tejada Romero M.J., Sosa Henriquez M. et al. Position document on the requirements and optimum levels of vitamin D // *Rev. Osteoporos. Metabol. Miner.* — 2011. — 3; 1. — 53-64.

23. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe / R.P. van Der Wielen, L.C.P.G.M. de Groot,

W.A. van Staveren [et al.] // *Lancet.* — 1995. — Vol. 346. — P. 207-210.

24. Washington, DC. National academy Press, Rizzoli R., Boones S., Brandi M.L. Vitamin D supplementation in elderly or postmenopausal women: a 2013 update of the 2008 recommendation from the European Society for Clinical and ESCEO // *Curr. Med. Res. Opin.* — 2013 Apr. — 29(4). — 305-13. doi: 10.1185/0300995.2013.66162 Epub 2013 Feb. 7

Отримано 26.01.15 ■

Зафт В.Б.<sup>2</sup>, Климова Ж.О.<sup>1</sup>, Зафт А.А.<sup>1</sup>,  
Галицкая В.В.<sup>1</sup>, Бойко И.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ООО «Синэво Украина», г. Киев

<sup>2</sup> ГНУ «Научно-практический центр профилактической и клинической медицины» Государственного управления делами, г. Киев

### ДЕФИЦИТ ВИТАМИНА D И ЕГО СОВРЕМЕННАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

**Резюме.** В статье освещены проблема дефицита витамина D и его значение для организма человека. Представлены современные лабораторные методы диагностики дефицита витамина D, которые применяются в лаборатории ООО «Синэво Украина».

**Ключевые слова:** витамин D, дефицит витамина D, лабораторная диагностика.

Zaft V.B.<sup>2</sup>, Klimova Zh.O.<sup>1</sup>, Zaft A.A.<sup>1</sup>,  
Halytska V.V.<sup>1</sup>, Boiko I.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Synevo Ukraine LLC, Kyiv

<sup>2</sup> State Scientific Institution «Scientific and Practical Centre of Preventive and Clinical Medicine» of State Affairs Department, Kyiv, Ukraine

### VITAMIN D DEFICIENCY AND ITS MODERN LABORATORY DIAGNOSIS

**Summary.** The article deals with the problem of vitamin D deficiency and its significance for the human body. The current laboratory methods for diagnosing vitamin D deficiency, which are being used in the laboratory of Synevo Ukraine LLC, are described.

**Key words:** vitamin D, vitamin D deficiency, laboratory diagnosis.