

## **Лекція 6. Вітаміни. Їх загальна характеристика. Класифікацію Значення. Окремі представники**

План.

1. Поняття про вітаміни.
2. Загальна характеристика вітамінів. Класифікація.
3. Властивості.
4. Поняття про авітаміноз. Гіповітаміноз. Гіпервітаміноз.
5. Окремі представники

1. Вітаміни – речовини, необхідні для життєдіяльності організму. Слово «vita» означає життя. Вітаміни – це біологічно-активні речовини, необхідні для нормалізації процесів обміну. Вони утворюються рослинами або тваринами і повинні поступати в організм в мікроскопічних кількостях для продовження життєвих процесів. Вітаміни – це низькомолекулярні органічні речовини, які не синтезуються в організмі, або синтезуються в недостатній кількості і повинні надходити з їжею. Вітаміни та мінерали містяться у харчових продуктах у незначних кількостях і потрібні організму людини для належного функціонування [2-3]. Вітаміни сприяють засвоєнню інших поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів і мінералів), вони також допомагають формуванню клітин крові, гормонів, генетичного матеріалу та хімічних речовин у нервовій системі.

**Загальна характеристика вітамінів.** Вітаміни мають винятково високу біологічну активність і потрібні організму в досить невеликих кількостях – від декількох мікрограмів до декількох десятків міліграмів у день. На відміну від інших харчових речовин вітаміни не є пластичним матеріалом або джерелом енергії і приймають участь в обміні речовин головним чином як біокатализатори. Майже всі водорозчинні вітаміни, а також жиророзчинний вітамін К є коферментами або кофакторами біохімічних реакцій. Вітаміни А, Д, Є здатні регулювати роботу генетичного апарату клітини. Крім того, кожному вітаміну властива також специфічна функція в організмі. Все це робить вітаміни незамінними в життєдіяльності клітин.

Соціально-економічні умови, що змінилися, з особливою гостротою

підкреслили виняткову роль вітамінологічних знань і досвіду в житті людей. Індустріалізація спричинила за собою збільшення частки рафінованих і консервованих продуктів у харчуванні, що володіють меншою вітамінною цінністю. Наприклад, при виготовленні борошна вищих сортів втрачається з висівками до 80 – 90 % всіх вітамінів.

На відміну від наших предків у сучасної людини різко знизилася енерговитрати, що, в свою чергу, призвело до зменшення обсягу споживаної їжі. Однак щоб отримати необхідну добову кількість вітамінів, цей обсяг повинний бути значним. Наприклад, для задоволення добової потреби організму в вітаміні В<sub>1</sub> потрібно з'їдати більш 1 кг житнього хліба в день.

Найважливішою причиною дефіциту вітамінів залишається невисокий прожитковий мінімум певної частини населення країни, через що страждає якість харчування.

*Порушення балансу вітамінів в організмі.* Водорозчинні вітаміни в тканинах не накопичуються (за винятком вітаміну В<sub>12</sub>) і тому повинні надходити в організм щодня. В організмі більшість з них активується шляхом фосфорилування. Активні форми як коферменти приймають участь у реакціях метаболізму.

Жиророзчинні вітаміни здатні накопичуватися в тканинах. Їх недостатність зустрічається рідше. При передозуванні вітаміни А і Д виявляють токсичність. Виконуючи функцію індукторів синтезу білків, жиророзчинні вітаміни уподібнюються стероїдним гормонам. Всі жиророзчинні вітаміни є структурними компонентами клітинних мембран і виявляють антиоксидантну дію.

**Гіповітамінози.** Гіповітаміноз може проходити приховано або мати яскраво виражений характер, проявляючись відповідним захворюванням. Найбільш частими проявами гіповітамінозу є підвищена втомлюваність, дратівливість, зниження уваги і пам'яті, поганий апетит, порушення сну, тріщини і ранки на губах і в кутах рота, «облісіння» частини язика, лущення і гнійникові захворювання шкіри, легкі появи гематом на шкірі, кровоточивість ясен,

зниження гостроти сутінкового зору. Гіповітамінози можуть тривати роками, не даючи явно виражених проявів хвороби, але не наносячи серйозних порушень здоров'я. Гіповітаміноз жиророзчинних вітамінів може розвиватися при порушенні виділення жовчі, при панкреатитах, дисбактеріозах кишечника і деяких інших захворювань ШКТ. Гіповітамінозний фон, характерний для великого числа практично здорових людей, істотно збільшується при будь-яких захворюваннях, особливо при хворобах травної системи, коли порушується всмоктування вітамінів у кишечнику і їх засвоєння. Значно збільшується ризик атеросклеротичного пошкодження судин при дефіциті вітамінів В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub> і фолієвої кислоти, в зв'язку з тим що цей дефіцит буде призводити до порушення обміну метіоніну і нагромадженню в плазмі крові гомоцистеїна, що ушкоджує ендотеліальні клітини кровоносних судин. Дефіцит одного вітаміну може чинити суттєвий вплив на утилізацію інших вітамінів.

**Гіпервітамінози.** Аж ніяк не різний надлишок і далеко не кожного вітаміну здатний викликати гіпервітаміноз. Хвороби, що виникають внаслідок надлишкового прийому водорозчинних вітамінів, не описані. Фізіологічно необхідна частина вітамінів, що надійшли в організм, відразу використовується, а надлишки екскретуються із сечею. Тривалий прийом вітамінів А і Д у кількостях, що перевищують фізіологічну потребу організму в десятки тисяч разів, може викликати гіпервітаміноз. Варто помітити однак, що будь-яка харчова речовина, навіть вода, у надмірних кількостях може завдати шкоди. І хоча не отримала підтвердження думка про те що прийом мегадоз вітаміну С (10 г/добу) призводить до утворення оксалатних каменів у нирках, необхідність надходження в організм надмірно високих доз аскорбата, що рекомендуються лауреатом Нобелівської премії Л. Полінгом, не має чіткого наукового обґрунтування. Деякі вітаміни в кількостях, що перевершують добову норму в сотні і тисячі разів, можуть викликати неспецифічні побічні ефекти у вигляді нудоти, діареї, почервоніння шкіри і інших симптомів, що

проходять при відміні препаратів. Відповідно до рекомендацій Національної академії наук США абсолютно безпечні рівні споживання вітамінів А і Д перевищують середню добову потребу в 10 разів, вітамінів С і В<sub>6</sub> – у 100 разів, а вітамінів Є, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> і фолієвої кислоти – більш ніж у 100 разів.

Рекомендації інших вчених мають більш обережний характер.

За фізико-хімічними властивостями вітаміни ділять на дві групи: жиророзчинні (А, Д, Е, К) і водорозчинні (вітаміни групи В, вітаміни С, Н, Р). Для позначення кожного з них існує буквенний символ, хімічна назва. Крім того, для деяких вітамінів збережено найменування, дане їм відкрили їх авторами. Іноді для позначення вітамінів використовують позначення здатності виліковування цим вітаміном певного захворювання. Також існує група вітаміноподібні речовини. До них відносять вітаміни Р, U і ряд сполук: ліпоєва кислота, міоїнозит, холін і оротова кислота і т.д. Більшість відомих вітамінів представлені не одним, а кількома сполуками, що володіють подібною біологічною активністю. Наприклад, вітамін В<sub>6</sub>, включає три види вітаміну: піридоксин, піридоксаль і піридоксамін. Крім того, з біохімічних позицій існує розподіл вітамінів на ензимовітаміни (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, Н, пантотенова і фолієва кислота), гормоновітаміни (А, Д, К), і вітаміни-антиоксиданти або редоксвітаміни (А, С, Е, ліпоєва кислота, біофлавоноїди, поліфеноли). Такий поділ важливо для застосування вітамінів в клінічній практиці.

Буквене позначення	Хімічна назва	Лікувальний ефект	Добова потреба, мг
<b>Жиророзчинні вітаміни</b>			
А	ретинол	антиксерофтальмічний	1,5-2
Д	кальциферол	антирахітичний	0,02
Е	токоферол	антиоксидантний	20-40
К	філохінон	антигеморагічний	1-2
<b>Водорозчинні вітаміни</b>			
В <sub>1</sub>	тіамін	антиневритний	1,2-2
В <sub>2</sub>	рибофлавін	вітамін росту	1,5-2
В <sub>3</sub>	пантотенова кислота	антидерматитний	10
В <sub>5</sub> (РР)	ніацин	антипелагричний	10-20
В <sub>6</sub>	піридоксин	антидерматитний	2-4
В <sub>9</sub>	фолієва кислота	фактор росту	0,3-1

B <sub>12</sub>	кобаламін	антинематичний	0,003
C	аскорбінова кислота	антискорбутний	60-100
H	біотин	антисеборейний	0,15-0,3
<b>Вітаміноподібні речовини</b>			
B <sub>4</sub>	холін	ліпотропний фактор	0,5
B <sub>8</sub>	інозит	ліпотропний фактор	1-1,5
B <sub>13</sub>	оротова кислота	фактор росту	
B <sub>15</sub>	пангамова кислота	антианоксичний	
B <sub>T</sub>	карнітин		0,5
N	ліпоєва кислота	ліпотропний фактор	
P	рутин	капіляррозміцнювальний	
U	S-метилметионін	противовиразковий	
ПАБК	параамінобензойна кислота	вітамін для мікроорганізмів	
F	лінолева кислота		

#### Властивості водо- і жиророзчинних вітамінів

	Водорозчинні вітаміни	Жиророзчинні вітаміни
Всмоктування	Безпосередньо в кров	Спершу в лімфу, потім у кров
Транспорт	У вільній формі	Багато потребують транспортних білків
Зберігання	Вільно циркулюють у заповнених водою частинах тіла	Запасуються у жировій тканині
Екскреція	Надлишок швидко виводиться нирками	Виведення надлишку важче, накопичуються у жировій тканині
Токсичність	Для деяких вітамінів можливо досягти токсичних концентрацій, вживаючи у формі харчових додатків	Більш ймовірно досягти токсичних концентрацій, вживаючи у формі харчових додатків

Потреби	Необхідне регулярне вживання (не рідше 1—3 діб)	Вживання може бути рідшим (раз на тиждень, або навіть місяць)
---------	---	---

### Добова потребу у вітамінах

Вікові групи	A, мг	B <sub>1</sub> , мг	B <sub>2</sub> , мг	B <sub>3</sub> , мг	B <sub>6</sub> , мг	B <sub>9</sub> , мкг	B <sub>12</sub> , мкг	C, мг	D, мкг	E, мг	K, мкг
0 — 3 місяці	0,4	0,3	0,4	5	0,4	25	0,5	30	8	3	5
4 — 6 місяців	0,4	0,4	0,5	6	0,5	40	0,5	35	10	4	8
7 — 12 місяців	0,5	0,5	0,6	7	0,6	60	0,6	40	10	5	10
1 — 3 роки	0,6	0,8	0,9	10	0,9	70	0,7	45	10	6	15
4 — 6 років	0,6	0,8	1	12	1,1	80	1	50	10	7	20
6 років (учні)	0,65	0,9	1,1	13	1,2	90	1,2	55	10	8	25
7 — 10 років	0,7	1	1,2	15	1,4	100	1,4	60	2,5	10	30
11 — 13 років (хлопчики)	1	1,3	1,5	17	1,7	160	2	75	2,5	13	45
11 — 13 років (дівчатка)	0,8	1,1	1,3	15	1,4	150	2	70	2,5	10	45
14 — 17 років (хлопці)	1	1,5	1,8	20	2	200	2	80	2,5	15	65

14 — 17 років (дівчата)	1	1,2	1,5	17	1,5	180	2	75	2,5	13	55
Чоловіки 18 — 60 років	1	1,6	2	22	2	250	3	80	2,5	15	
Жінки 18 — 60 років	1	1,3	1,6	16	1,8	200	3	70	2,5	15	
чоловіки 60 — 74 роки		1,7	1,7	15	3,3	250	3	100	2,5	25	
чоловіки >= 75 років		1,5	1,5	13	3	230	3	90	2,2	20	
жінки 60 — 74 роки		1,5	1,5	13	3	230	3	100	2,5	20	
жінки >= 75 років		1,5	1,5	13	3	230	3	90	2,2	20	

## Вітаміни

**Вітамін В<sub>1</sub> (тіамін).** Антиневритний вітамін Вітамін В<sub>1</sub> приймає участь у синтезі ацетилхоліну, каталізуючи утворення ацетил-КоА – субстрату ацетилювання холіну. Вважають, що тіамін приймає участь в кровоутворенні, на що вказує наявність вроджених тіамінзалежних анемії, що піддаються лікуванню високими дозами цього вітаміну. Добова потреба в тіаміні становить 1,1–1,5 мг. Досить багато вітаміну В, знаходиться в пшеничному хлібі з борошна грубого помолу, в оболонці насіння хлібних злаків, у сої, квасолі, горосі, в дріжджах. З продуктів тваринного походження найбільш багаті тіаміном печінка, нежирна свинина, нирки, мозок, яєчний жовток. В даний час дефіцит вітаміну В, стає однією з проблем харчування, тому що

через високе споживання цукру і кондитерських виробів, а також білого хліба і шліфованого рису істотно збільшується витрата цього вітаміну в організмі. Використовувати дріжджі як джерело вітаміну не рекомендується через високий вміст у них пуринів, що може призводити до появи обмінного артриту (подагри). Гіповітаміноз. Вже ранні прояви гіповітамінозу супроводжуються зниженням апетиту і нудотою. Відмічаються неврологічні розлади, до яких відносяться порушення периферичної чутливості, відчуття «повзання мурашок», невралгії. Характерна забудьковатість, особливо на недавні події. Харчування переважно вуглеводної їжі (білий хліб, солодоші) призводить до підвищеної потреби в тіаміні і, отже, розвитку вторинної тіамінної недостатності.

**Вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін)** Добова потреба у вітаміні становить 1–3 мг. Основними джерелами рибофлавіну є печінка, нирки, жовток курячого яйця, сир. У кислому молоці вітаміну знаходиться більше, ніж у свіжому. У рослинних продуктах вітаміну В<sub>2</sub> мало (виключення лише мигдальні горіхи). Частково дефіцит рибофлавіну заповнюється кишковою мікрофлорою. Недостатність вітаміну В<sub>2</sub>, як і інших вітамінів, виявляється слабкістю, підвищеною втомлюваністю і схильністю до простудних захворювань. До специфічних проявів недостатку рибофлавіну відносяться запальні процеси в слизистих оболонках. Слизова губ і порожнини рота стає сухою, язик набуває яскраво-червоний колір, у куті рота з'являються тріщини, підвищене шелушіння епітелію шкіри, особливо на обличчі. Кон'юнктива ока втрачає блиск через сухість, викликуваним закупоркою слізного каналу злуццением епітелієм. Рогівка проростає судинами – це компенсаторна реакція на недостатність дихальної функції рогівки, яка згодом мутніє (катаракта).

**Пантотенова кислота (вітамін В<sub>3</sub>).** Вітамін В<sub>3</sub> широко розповсюджений і природі, звідси і його назва – пантотенова кислота (від: panthos– всюди). Добова потреба складає 10–15 мг. Пантотенова кислота широко поширена в продуктах рослинного і тваринного походження. Особливо високий вміст вітаміну в бджолиному матковому молочку і пивних дріжджах. Досить



багато його в печінці тварин, яєчному жовтку, гречці, вівсі, бобових. Недостатність пантотенової кислоти практично не зустрічається, тому що вона синтезується мікрофлорою кишечника. При призначенні добровольцям антивітаміну прояви недостатку пантотенової кислоти характеризувалися психоемоційною нестійкістю, схильністю до непритомностей, зміною ходи, парестезіями, почуттям печіння стоп. Синдром «печіння стоп», широко розповсюджений під час Другої світової війни у військовополонених японських таборів, добре виліковувався призначенням пантотената кальцію. Вторинна недостатність вітаміну розвивається при багатьох хронічних захворюваннях, тривалому застосуванні діуретиків і алкоголізму.

**Вітамін РР** (вітамін В<sub>5</sub>, ніотинова кислота, никотинамід, ніацин). Антипелагричний вітамін РР означає протипелагричний (preventive pellagra). Добова потреба у вітаміні складає 20–25 мг. Джерелом вітаміну являються тварини (особливо печінка, м'ясо) і багато рослинних продуктів, в першу чергу, рис, хліб, картопля. Правда, вітамін РР здатний синтезуватися клітками організму з триптофану. Продукти, багаті цією амінокислотою (молоко і яйця), можуть компенсувати недостатнє надходження нікотинаміда з їжею. Характерною ознакою недостатку вітаміну РР являється симптомокомплекс «три Д»: дерматити, діарея, деменція. В основі захворювання лежить порушення проліферативної активності й енергетики клітин.

Дерматит частіше всього відзначається на відкритих ділянках шкіри, що під дією сонячних променів червоніє, покривається пігментними плямами (на обличчі у вигляді крил метелика) і лущиться. Язик стає яскраво-червоним і болючим, потовщується, на ньому з'являються тріщини (глоссит). Слизові оболонки порожнини рота (стоматит, гінгівіт) і кишечника запалюються, потім звиразковуються. Розлад травлення виявляється нудотою, відсутністю апетиту, болями в животі, поносами. Порушується функція периферичних нервів і ЦНС. З'являються запаморочення, головні болі. Апатія змінюється депресією. Тугомислення – аж до розумової відсталості також прояв

хвороби. Розвиваються психози, психоневрози, у важких випадках відмічаються галюцинації. Симптоми пелагри часто спостерігаються в осіб з недостатністю білка в дієті.

**Вітамін В<sub>6</sub> (піридоксин).** Антидерматитний вітамін. Додаткова потреба 2–2,2 мг. Потреба у вітаміні зростає при збільшенні кількості білка в раціоні, а також під час вагітності і лактації. Прийом алкоголю і паління зменшують вміст вітаміну В<sub>6</sub> в тканинах. Вітаміном В<sub>6</sub> багаті бобові, зернові культури, м'ясні продукти, риба, картопля. Він синтезується кишковою мікрофлорою, частково покриваючи потребу організму в цьому вітаміні. Його часто називають «королем обміну амінокислот»; разом з тим його коферментні форми приймають участь у реакціях, каталізуючих майже всіма класами ферментів. Отже, вітамін В<sub>6</sub> характеризується винятково широким спектром біологічної дії. Він приймає участь у регуляції білкового, вуглеводного і ліпідного обміну, біосинтезі гема і біогенних амінів, гормонів щитоподібної залози й інших біологічно активних сполук. Основними проявами недостатку вітаміну В<sub>6</sub> є гіпохромна анемія і судоми. Відзначається розвиток сухого себорейного дерматиту, стоматиту і глоссита. Підвищена збудливість і схильність до судом пояснюється недостатнім утворенням ГАМК–медіатора гальмування нейронів.

**Фолієва кислота (фолацин, вітамін В<sub>9</sub>, вітамін Вс)** Фолієва кислота була виділена з зелених листів (лат. *folium* — листок, звідси і назва вітаміну). При мізерному харчуванні доза, що рекомендується, становить 50–200 мкг фолієвої кислоти щодня, лікувальна доза – до 2 мг в добу. В організмі людини фолієва кислота не синтезується, тому задоволення потребою в ній цілком залежить від її надходження з їжею. Вітаміну багато в листяних овочах, наприклад, у шпинаті. Він знаходиться в салаті, капусті, томатах, суніцях. Багаті ним печінка і м'ясо, яєчний жовток. Основним клінічним проявом недостатку фолієвої кислоти є захворювання анемією. У еритроцитарному, мієлоїдному і мегакаріоцитарному паростках кісткового мозку відмічаються виражені мегалобластичні зміни. Клітини

кісткового мозку характеризуються високою швидкістю ділення, тому вони особливо чутливі до порушення синтезу нуклеїнових кислот, що виникає при дефіциті вітаміну В<sub>9</sub>. Подібні симптоми відмічаються і при недостатку вітаміну В<sub>12</sub>, тому що обмін обох вітамінів взаємозалежний. При недостатку фолатів відмічаються слабкість, головний біль, непритомності, блідість шкіри, червоний язик, діарея. Хворі дратівливі, ворожі, у них погана пам'ять, параноя. Гіпервітаміноз не описаний.

**Вітамін В<sub>12</sub> (кобаламін).** Антианемічний вітамін. Добова потреба – 3 мкг. Синтез кобаламінів у природі здійснюється винятково мікроорганізмами. Тваринні і рослинні клітини такою властивістю не володіють. Основні харчові джерела вітаміну — печінка, м'ясо (у ньому кобаламіна в 20 разів менше, ніж у печінці), морські продукти (краби, лососеві, сардини), молоко, яйця. Педантичних вегетаріанців які виключають з їжі не тільки м'ясні, але і молочні продукти, рано або пізно розвивається В<sub>12</sub>-дефіцитна анемія. Недостатність кобаламінів виникає внаслідок низького вмісту їх у їжі при вегетаріанській дієті і тим більше – при голодуванні. Особливе значення має порушення всмоктування вітаміну при гастритах зі зниженою кислотністю (у випадках порушення утворення внутрішнього фактора Касла), оперативному видаленні шлунка або клубової кишки. Гіповітаміноз виявляється злоякісною мегалобластичною анемією. Це захворювання залишалося смертельним до 1926 р. коли вперше для його лікування застосували сиру печінку. Порушення кровотворної функції аналогічні спостерігається при недостатку фолієвої кислоти. Крім цього, вражаються задні і бічні стовбури спинного мозку внаслідок порушення синтезу мієліна; дегенеративні зміни відмічаються також у ПНС і головному мозку. Неврологічна симптоматика зводиться до парестезій, відчуття оніміння кісток і стоп, нестійкості ходи, ослабленню пам'яті аж до сплутаності свідомості.

**Біотин (вітамін Н)** Біотин був виділений з яєчного жовтка. Свою назву вітамін отримав від грец. *bios* – життя через його здатність стимулювати ріст

дріжджів і бактерій. Добова потреба точно не визначена, імовірно всього вона складає 150–200 мкг. Вітаміном Н багаті бобові, а також кольорова капуста, гриби; з продуктів тваринного походження — печінка, нирки, молоко, яєчний жовток. Біотин синтезується мікрофлорою кишечника людини. Біотин здатний утворювати з глікопротеїном білка курячого яйця — міцний комплекс, що не може розщеплюватися травними ферментами. Тому при частому вживанні сирих яєць припиняється всмоктування присутньому у їжі біотину. Біотиновий гіповітаміноз відмічається дерматитом, жирною себореєю, аллопецією, сонливістю, втомою. Часто відмічаються болі в м'язах. До гіповітамінозного стану може призвести прийом антибіотиків і лікування цитостатиками. Гіпервітаміноз не описаний.

**Вітамін С (аскорбінова кислота).** Антицинготний вітамін. Добова потреба. У харчовому раціоні людини аскорбінова кислота повинна бути присутньою постійно, так як вона швидко витрачається, а надлишок вже через 4 години цілком виводиться з організму. Джерелом вітаміну С служить рослинна їжа. Особливо багаті нею перець і чорна смородина, далі йдуть окріп, петрушка, капуста, щавель, цитрусові, суниці, але чемпіоном серед всіх рослин є шипшина: 1,2г на 100г сухих ягід. Для профілактики варто щодоби отримувати 50 мг аскорбінової кислоти, однак найбільш оптимальною для здорової людини поза стресовою ситуацією є доза 100–200 мг у добу; при захворюваннях вона може бути збільшена до 2-х г у добу.

Водні розчини аскорбінової кислоти швидко окисляються в присутності кисню навіть при кімнатній температурі. Швидкість деградації зростає з підвищенням температури, при збільшенні рН розчину, під дією УФ-променів, в присутності солей важких металів. Аскорбінова кислота руйнується в процесі приготування їжі і збереження продуктів. Вітамін С займає домінуюче положення в позаклітинному антиоксидантному захисту. Він є також найважливішим внутрішньоклітинним антиоксидантом. Вітамін С бере участь в всмоктуванні заліза з кишечника і вивільненні заліза в зв'язку з його транспортним білком крові — трансферрином, полегшуючи

надходження цього металу в тканини. Вітамін С активно приймає участь в знешкодженні токсинів, антибіотиків і інших чужорідних для організму сполук, здійснюваних оксигеназною системою цитохромів. Основним антиоксидантом, що перешкоджає прооксидантну дію вітаміну С, є вітамін Є. Необхідно підкреслити, що виражений антиоксидантний ефект Є здатний ефективно усувати вільні радикали жирних кислот. Таким чином, аскорбінова кислота стабілізує вітамін Є, що легко руйнується, а вітамін Є підсилює антиоксидантну дію вітаміну С. Крім токоферолу синергістом дії аскорбата є вітамін А. Вже незначний дефіцит вітаміну С виявляється відчуттям втоми, зниженням апетиту, схильністю до простудних захворювань. Характерна легка поява синців (крововиливів) на шкірі. Кровотеча ясен – досить пізній прояв гіповітамінозу С. Глибокий дефіцит вітаміну С призводить до захворювання цингою. Також клінічні прояви гіповітамінозу – розхитування зубів, набряки і болі в суглобах, пошкодження кісток, блідість шкірних покривів, порушення загоєння ран. При гіповітамінозі С розвивається залізодефіцитна анемія через порушення всмоктування заліза і використання його запасів при синтезі гемоглобіну. Гіповітаміноз С завжди супроводжується ослабленням імунітетних сил організму, а також посиленням реакцій вільнорадикального окислювання, що лежать в основі патогенезу різних захворювань.

**Вітамін А (ретинол).** Антиксерофтальмічний, вітамін росту. Добова потреба у вітаміні А складає 800 мкг для жінок і 1000 мкг для чоловіків. Ретинол присутній тільки у тваринній їжі, особливо багато його в печінці і жирові морських риб і ссавців. Джерелом вітаміну для людини є також каротини. Однак варто відмітити, що бета-каротини цілком замінити вітамін А не можуть, тому що лише обмежена їх кількість здатна перетворитися в ретинол. І цієї кількості недостатньо для прояву характерних антиоксидантних властивостей вітаміну А. Антиоксидантна дія ретинолу виявляється також в тому, що він значно підсилює антиоксидантну дію вітаміну Є. Особлива увага у світовій літературі приділяється похідним

вітаміну А – ретиноїдам. Вважають, що їх механізм дії подібний зі стероїдними гормонами. Як ефективний антиоксидант вітамін А захищає організм від «пероксидного стресу» – найважливішої патогенетичної ланки багатьох важких захворювань. Для гіпервітамінозу вітаміну А характерні симптоми: запалення рогівки ока, гіперкератоз, втрата апетиту, нудота (при гострому отруєнні – блювота), понос, головні болі, болі в суглобах, збільшення печінки. Розвивається загальне виснаження організму.

Каротини (провітаміни А). Вперше каротини були виділені з моркви, звідси їх назва (carota -морква). Добова потреба в бета-каротинах складає 5 мг. Каротини утворюються в рослинах при фотосинтезі. Найбільша кількість β-каротинів знаходиться в моркві, але в різних сортах моркви їх концентрація може різко варіювати (від 8 до 25 мг на 100 г сирої ваги). Джерелом каротинів є червоний перець, зелена цибуля, салат, гарбуз і томати. Головним місцем перетворення каротину у вітамін А є стінка кишечника. Оскільки каротини є жиророзчинними сполуками, їх засвоєння відбувається разом з ліпідами. Каротини легко окисляються киснем повітря, чутливі до світла. β -каротини здатні депонувати в клітинах кисень. Недостатність каротинів не описана.

При надлишковому споживанні каротинів у людини можливе пожовтіння долонь, підшов стоп і слизових, однак навіть у таких крайніх випадків виражених симптомів інтоксикації не відмічалось.

**Вітамін Є (токоферол).** Вітамін розмноження. Добова потреба – 10 мг. Однак токоферол швидко витрачається в організмі, особливо в умовах стимульованого перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), що має місце при багатьох захворюваннях. Окисній деструкції вітаміну Є перешкоджає вітамін С. Це обумовлено присутністю в молекулі останнього фенольної групи – донора водню, що здатний «гасити» вільний радикал токоферолу. Тим самим вітамін С заощаджує фонд вітаміну Є. З метою посилення антиоксидантного ефекту токоферолу його варто призначати з аскорбіновою кислотою. Найкращим харчовим джерелом вітаміну Є являються горіхи, насіння, гречана крупа, пророслі паростки пшениці, а також листки салату і капусти. З

продуктів тваринного походження найбільше токоферолу у вершковій олії, салі, м'ясі, жовтку яєць. Недостатність токоферолу – досить розповсюджене явище, особливо в людей, що проживають на забруднених радіонуклідами територіях, а також піддаються впливові хімічних токсиканів. При Є-вітамінному недостатку спостерігається частковий гемоліз еритроцитів, у них знижується активність ферментів антиоксидантного захисту. Підвищення проникності мембран всіх клітин і субклітинних структур, нагромадження в них продуктів ПОЛ — головний прояв гіповітамінозу. Саме цією обставиною пояснюється розмаїтість симптомів недостатку токоферолу — від м'язової дистрофії і безплідності до некрозу печінки і розм'якшення ділянок мозку, особливо мозочка. Дефіцит вітаміну Є в організмі супроводжується зниженням вмісту імуноглобулінів Є. Після його введення нормалізується чисельність Т- і В-лімфоцитів у периферичній крові і відновлюється функціональна активність Т-клітин. Вітамін нетоксичний при значних (10—20-кратних до добової потреби) і тривалих перевищеннях його дозування. Його надлишок виводиться із організму з жовчю. У деяких випадках тривалий прийом мегадоз токоферолу (більш 1 г у добу) може призвести до гіпертригліцеридемії і підвищення кров'яного тиску.

**Вітамін Д (кальциферол).** Антирахітичний вітамін. Найбільш важливим із групи вітамінів Д є вітамін Д<sub>3</sub>, який утворюється у клітках шкіри людини під впливом УФ-променів. Добова потреба для дітей коливається від 10 до 25 мкг (500— 1000 МО), у дорослих вона менше. Вітамін Д<sub>3</sub> знаходиться винятково у тваринній їжі. Особливо багатий ним риба'ячий жир. Знаходиться він у печінці, жовтку яєць. В рослинних оліях і молоці присутній вітамін Д<sub>2</sub>. Багато його в дріжджах. Біологічно він менш активний. Гіповітаміноз вітаміну Д призводить у дітей до рахіту, у дорослих недостатність кальція призводить до остеопорозу, карієсу, остеомаліції. Гіпервітаміноз вітаміну Д призводить до інтоксикації і супроводжується вираженою демінералізацією кісток- аж до перелому.

**Вітамін К (нафтохінони).** Антигеморрагічний вітамін. Потреба —

близько 0,1 мг у добу. Вітаміну К багато в капусті, зелених помідорах, шпинаті, ягодах горобини. В тваринних продуктах його джерелом є печінка. Ознакою недостатку вітаміну К є підвищена кровоточивість, особливо при травмах. У дорослої людини гіповітаміноз К зустрічається досить рідко, тому що цей вітамін міститься в багатьох харчових продуктах; крім того, він синтезується мікрофлорою кишечника. У зв'язку з участю вітаміну К в остеосинтезі можна вважати, що недостатність вітаміну К відіграє роль у розвитку остеопороза. Гіпервітаміноз вітаміну К не описаний.

У відношенні набору всіх вітамінів унікальна печінка. Дріжджі багаті вітамінами групи В, рибацький жир — вітаміном Д. Вітамін А утримується в коров'ячій олії з високим вмістом молочного жиру, вітаміни Є і Р — у рослинних оліях (однак останні повинні бути абсолютно свіжими). Овочі і фрукти багаті, головним чином, вітаміном С, каротином (особливо багато бета-каротину в моркві), фолієвою кислотою і біофлавоноїдами. Всіх інших вітамінів в овочах і фруктах мало. Джерелом вітамінів В1, В6 і РР є чорний хліб, нежирне м'ясо, бобові, горіхи, вітаміну В2 — молоко і молочні продукти. Цінним вітаміноносієм (фолата, вітаміну РР і ін.) є куряче яйце.

Збереженість вітамінів. Аскорбінова кислота — сама нестійка з вітамінів, вона легко руйнується на світлі і при нагріванні. Вітаміни А, Є, К і провітамін каротин досить стійкі до дії високої температури при варінні їжі, але досить чутливі до світла і кисню повітря. Тіамін чутливий до нагрівання.

Таким чином, тільки різноманітна, повноцінна по всім компонентам їжа і достатня по енергетичній цінності дієта може гарантувати профілактику гіповітамінозів.

Існує думка, що «природні» вітаміни засвоюються значно краще, ніж їх хімічні аналоги, що надходять з полівітамінних комплексів у вільній формі. Однак встановлено, що вітаміни в складі препарату засвоюються не гірше, а деякі з них навіть краще, ніж у складі натуральних продуктів. Так, при перевазі в дієті кукурудзи пелагра розвивається не тому, що в ній мало вітаміну РР, а тому, що він знаходиться в кукурудзі у зв'язаній формі, що



організм людини не може засвоювати. Фолієва кислота, що знаходиться в харчових продуктах також у зв'язаному стані, всмоктується в кишечнику майже в 2 рази гірше, ніж чистий препарат цього вітаміну. Біологічна засвоєність вітаміну В у продуктах рослинного походження становить (в залежності від виду продукту) від 75 до 5 %.

### **Міжвітамінні взаємовідносини**

Вітаміни С, Є і А володіють тісною синергічною антиоксидантною дією. Вітамін С в клітинах може відігравати роль як про-, так і антиоксиданта. Відомо, що введення високих доз аскорбата на фоні гіповітамінозу Є підсилює прооксидантний ефект вітаміну С на 2 порядки. Виражений антиоксидантний ефект вітаміну С виявляється тільки при його поєднаній дії з токоферолом, оскільки останній усуває вільні радикали жирних кислот і їхнього перекису, що утворюються в реакціях аскорбатстимулюючого ПОЛ. З іншого боку, при недостатку аскорбінової кислоти вітамін Є швидко руйнується.

Антиоксидантний ефект токоферолу різко підсилюється в присутності вітаміну А, що усуває вільні радикали кисню і тим самим попереджає розвиток процесу ПОЛ у біомембранах. При нестимульованому ПОЛ полегшується «задача» токоферолу по усуненню перекисів ліпідів. Однак вітамін А легко окисляється киснем повітря і відносно швидко витрачається. Процес йде аутокаталітично з утворенням вільних радикалів. Вітамін Є чинить стабілізуючу дію на ретинол і бета-каротини, перешкоджаючи їх окисну деструкцію. Іншими словами, досить високі дози вітаміну А, що здатні чинити антиоксидантну дію, варто поєднати з прийомом токоферолу, а прийом токоферолу — з вітаміном А. Як зазначалося вище, вітамін Є необхідно застосовувати в поєднанні з вітаміном С. Таким чином, ефективність дії вітамінів-антиоксидантів залежить від того, застосовуються вони в ізольованому виді або в поєднанні один з одним. Окремо призначені вітаміни А і С можуть викликати прооксидантний ефект у тканинах організму.

Знання механізмів міжвітамінних взаємин дозволяє цілеспрямовано здійснювати корекцію енергетичного метаболізму і дозволяє зрозуміти, чому окреме введення вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> і РР виявляється не настільки ефективним, як їхнє комплексне застосування.

### **Провітаміни**

Деякі зі вітамінів потрапляють в організм у формі неактивних попередників – провітамінів – і далі перетворюються в активну форму. Так, наприклад, вітамін А не міститься у продуктах рослинного походження, проте у багатьох темно-зелених, яскраво-червоних, жовтих і оранжевих овочах і фруктах є багато β-каротину — попередника вітаміну А. Під час розрахунку кількості вжитих вітамінів враховують не тільки джерела самого вітаміну, а й джерела провітаміну

Антивітаміни – це речовини, які протидіють використанню організмом вітамінів. Частина антивітамінів поводитья як антиметаболіти, тобто вони схожі за будовою до відповідного вітаміну, і можуть заміщувати його у ферментативних системах, але не можуть виконувати його функцій. Решта ж діють іншими шляхами, наприклад, ферменти тіамінази й аскорбінази руйнують вітаміни В<sub>1</sub> і С відповідно, а білок авідин зв'язує і інактивує біотин (вітамін Н). Оскільки багато паразитичних бактерій також потребують вітамінів для росту, антивітаміни використовуються для лікування бактерійних інфекцій: наприклад, аналоги параамінобензойної кислоти (вітаміноподібної речовини, що є складовою фолієвої кислоти) – сульфаніламідів та їхні похідні. Антивітаміни також можуть допомагати в терапії раку, так аміноптерин (аналог фолієвої кислоти) має антинеопластичні властивості і може використовуватись у хіміотерапії. Кумарини – аналоги вітаміну К.

**ВІТАМІНИ ЯК КОМПОНЕНТИ ХАРЧУВАННЯ.** Вітаміни – це низькомолекулярні органічні сполуки, необхідні для нормальної життєдіяльності, що потрапляють у незначній кількості в організм із продуктами харчування. Як правило, синтез вітамінів в організмі не

відбувається. При обмеженому або надмірному надходженні в організм вітамінів розвиваються патологічні стани, які називають відповідно гіпо- та гіпервітамінозами; коли вони зовсім не надходять в організм, то розвивається стан авітамінозу. За походженням гіповітамінози бувають екзогенними та ендogenousними. Причиною перших є недостатнє надходження в організм вітамінів з їжею. Другі, ендogenousні, гіповітамінози спостерігаються внаслідок незасвоєння вітамінів в організмі.

Класифікація та номенклатура вітамінів. За фізико-хімічними властивостями та відношенням до обміну речовин вітаміни поділяють на дві групи: вітаміни, розчинні у воді, і вітаміни, розчинні у жирах. Водорозчинні вітаміни безпосередньо беруть участь в обміні речовин як коферменти або складові компоненти коферментів. Жиророзчинні вітаміни не входять до складу ферментів і впливають на обмін речовин опосередковано, створюючи умови для оптимальної дії ферментів на мембранних структурах. Вони виконують роль модуляторів структури і функцій мембран. У зв'язку з цим, жиророзчинні вітаміни в організмі виконують ще антимуtagenну функцію, захищаючи генний апарат від пошкоджень хімічними та фізичними факторами. Це зв'язано із вираженими антиоксидантними властивостями жиророзчинних вітамінів: вони здатні знешкоджувати активні форми кисню та вільні радикали й гальмувати процеси пероксидного окиснення біополімерів (нуклеїнових кислот, білків, ліпопротеїнових комплексів). Вони також впливають на процеси тканинного дихання (безпосередньо або опосередковано), стабілізують клітинні мембрани, регулюють їх вибіркoву проникність для речовин. Для деяких жиророзчинних вітамінів у ядрі клітин виявлені специфічні рецептори, за допомогою яких вони активують експресію генів, що призводить до диференціації клітин. За таким принципом діють вітаміни А, D та E. За сучасною тривіальною номенклатурою, назви вітамінів складаються із 3 частин: буквенний символ, хімічна та біологічна назви. Остання нерідко містить префікс "анти", що вказує на здатність даного вітаміну попереджувати відповідне захворювання.

Вітаміни, розчинні у жирах

1. Вітамін А, ретинол, ретиноєва кислота, антиксерофтальмічний.
2. Вітамін D, антирахітний.
3. Вітамін Е, токофероли, антистерильний, вітамін розмноження, антиоксидант.
4. Вітамін К, нафтохінони, антигеморагічний.
5. Вітамін F, есенціальні жирні кислоти, антисклеротичний.

Вітаміни, розчинні у воді

1. Вітамін В1, тіамін, антинеуритний.
2. Вітамін В2, рибофлавін, вітамін росту.
3. Вітамін В3, пантотенова кислота, антидерматитний.
4. Вітамін В5, РР, нікотинамід, нікотинова кислота, антипелагричний.
5. Вітамін В6, піридоксин, піридоксамін, піридоксаль, антидерматитний.
6. Вітамін В10, Вс, фолієва кислота, фоліацин, фактор росту, антианемічний.
7. Вітамін В12, ціанкобаламін, антианемічний.
8. Вітамін Н, біотин, антисеборейний.
9. Вітамін С, аскорбінова кислота, антискорбутний.
10. Вітамін Р, біофлавоноїди, фактор проникності, капіляррозміцнюючий.

Вітаміноподібні речовини:

Убіхінон, кофермент Q.

В4, холін, фосфохолін.

В8, інозит.

N, ліпоєва кислота.

Вт, карнітин.

В13, оротова кислота, фактор росту.

В15, пангамова кислота, антианоксичний.

U, S-метилметіонін, антивиразковий.

ПАБК, параамінобензойна кислота, вітамін для росту мікроорганізмів.

Відокремлення від вітамінів групи вітаміноподібних речовин часто умовне.

Останні за біологічними функціями подібні до вітамінів, але потрібні в

значно більших кількостях.

Водорозчинні вітаміни. До водорозчинних відносяться вітаміни групи В та інші вітаміни (С, Р, Н) і вітаміноподібні водорозчинні сполуки. На противагу жиророзчинним вітамінам, які відіграють у клітинах роль модуляторів клітинних мембран, водорозчинні вітаміни є основними коферментами або входять до складу коферментів різних ферментних систем. Водорозчинні вітаміни в тканинах зв'язані з білками, не мають провітамінів і не викликають гіпервітамінозів.

Речовини, що здатні пригнічувати дію вітамінів і викликати стан авітамінозу навіть за умов достатнього забезпечення організму вітамінами, називаються антивітамінами. Антивітаміни найчастіше блокують активні центри ферментів, витісняючи з них відповідні вітаміни, що виконували роль коферментів. До недавнього часу антивітамінами вважались речовини – структурні аналоги вітамінів, які після введення в організм викликали стан гіпо- або авітамінозу.

Серед антивітамінів розрізняють дві групи: 1) речовини, структурно подібні до нативних вітамінів; 2) речовини, що відрізняються за структурою від вітамінів, але здатні модифікувати хімічну природу вітамінів і пригнічувати їх біологічну дію.

## Література

1. Вороніна Л.М., Десенко В.Ф., Мадієвська Н.М та ін. (2000). Біологічна хімія. Харків: Основа, Видавництво НФАУ.
2. Губський Ю.І. (2007). Біологічна хімія. Київ-Вінниця: Нова книга.
3. Ластухін О.Ю. (2005). Хімія природних органічних сполук. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», «Інтелект-Захід». с. 560.