

6. Куц А.С. Модельные показатели физического развития и физической подготовленности населения Центральной Украины / А.С.Куц. – К. : Искра, 1993. – 256 с.
7. Круцевич Т.Ю. Дифференцированный подход к физическому воспитанию школьников в связи с особенностями высшей нервной деятельности / Т.Ю.Круцевич // Вопросы дифференцированного физического воспитания детей и подростков. – К. : КГИФК, 1981. – 196 с.
8. Онтогенез нейродинамічних функцій людини / [В.С.Лизогуб, Д.М.Харченко, С.М.Хоменко, Л.І.Юхименко, Ю.О.Петренко, О.Е.Явник] // Фізіологічний журнал. – 2002. – Т.48, №2. – С.123–124.
9. Макаренко М.В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми / М.В.Макаренко; Ін-т фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України. – К., 2007. – 395 с.
10. Пат. №43246 Україна, МКІ А61В5/00. Спосіб донозологічної діагностики у дітей препубертатного віку / Г.В.Коробейников, Л.Г.Коробейникова, Л.М.Козак (Україна). – Заявл. 26.04.2001; Опубл. 15.11.2001, Бюл. №10. – 3 с.
11. Сонькин В.Д. Возрастная динамика физических возможностей школьников / В.Д.Сонькин, В.В.Зайцева // Теория и практика физической культуры. – 1990. – №9. – С.38–44.

УДК 678.048

ББК 75.0

Юрій Завійський,

Богдан Мицкан

ГЕМОСТИМУЛЮЮЧИЙ СПЕКТР І МЕХАНІЗМИ АКТИВУЮЧОГО ВПЛИВУ ВІТАМІНІВ І МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН НА ПРОЦЕСИ КРОВОТВОРЕННЯ

Вивчалися гемостимулюючі властивості вітамінів і мінеральних речовин. Установлено, що здатністю стимулювати процеси кровотворення в організмі людини володіють 9 вітамінів (С, Р, Н, РР (В₅), В_С, В₂, В₃, В₆ та В₁₂), одна вітаміноподібна речовина (вітамін В₁₃), 6 мікроелементів-металів (Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr), а також макроелемент Са. Гемостимулюючий вплив цих речовин в одних випадках має прямий (безпосередній) характер, в інших – непрямий (опосередкований).

Ключові слова: вітаміни, мінерали, гемостимуляція, спорт.

The haemostimulation properties of vitamins and minerals are inspected. It is established that 9 vitamins [C, P, H, PP (B₅), B_C, B₂, B₃, B₆ and B₁₂], one vitamin-liked preparation (B₁₃), 6 microelement-metals (Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr) and macroelement Ca show stimulation effect on blood formation in human organism. Haemostimulation effect of these preparations demonstrates as direct as non-direct character.

Key words: vitamins, minerals, haemostimulation, sport.

Постановка проблеми та результати останніх досліджень. Енергетичні процеси в клітинах потребують постійного надходження достатньої кількості O₂, який у мітохондріальній електрон-транспортній системі (в дихальному ланцюзі) виконує роль кінцевого акцептора електронів і протонів водню з утворенням молекул води (½O₂ + 2e⁻ + 2H⁺ → H₂O). За умов активізації процесів енергозабезпечення організму при фізичній роботі потреби працюючих м'язів суттєво зростають не лише в енергетичному субстраті (глікоген, глюкоза, вільні жирні кислоти), а й у кисні [6; 7; 11; 18–21; 23; 27; 28; 34].

Транспорт кисню від легенів до тканин, у тому числі й до скелетних м'язів, забезпечує специфічний Fe-вмісний еритроцитарний білок-пігмент *гемоглобін*, який складає біля 95 % сухої маси еритроцитів. Власне, колір еритроцитів і гемоглобіну зумовлений наявністю в складі цього білка іонів заліза, яке, змінюючи свою валентність (Fe²⁺ ↔ Fe³⁺), може в одних випадках приєднувати O₂, в інших – CO₂; *еритроцит* – дископодібна без'ядерна клітина крові діаметром ≈ 7,5 мкм і тривалістю життя 110–120 діб.

Показники фізіологічної норми кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну в крові дорослих здорових осіб (чоловіків і жінок) мають певні коливання [4; 33; 35].

Зменшення кількості еритроцитів у крові нижче від показника нижньої межі фізіологічної норми позначається терміном *еритропенія* і є однією з ознак патологічного стану, що має назву *недокрів'я (анемія)*. Критерії ідентифікації цього стану, а також абсолютні показники норми еритроцитів і гемоглобіну наведені в таблиці 1. Слід зауважити, що патологічне значення має, власне, не так сам факт зменшення кількості цих клітин у крові, як зниження загального вмісту гемоглобіну, що вкрай негативно відбивається на O₂-транспортній функції крові.

Таблиця 1

Показники фізіологічної норми еритроцитів і гемоглобіну в крові дорослих людей

Категорія осіб	Межі фізіологічної норми		Стан недокрів'я (анемія)	
	Еритроцити (млн/мкл)	Гемоглобін (г/л)	Еритроцити (млн/мкл)	Гемоглобін (г/л)
Чоловіки	4,1 – 5,1	140 – 180	< 4,0	< 130
Жінки	3,7 – 4,7	120 – 160	< 3,6	< 110

Еритропенія може спостерігатися й у спортсменів при переважанні робочого гемолізу еритроцитів над швидкістю їхнього продукування в червоному кістковому мозку. До виникнення такого стану можуть призвести виснажливі (тривалі й інтенсивні) фізичні навантаження (марафон (легкоатлетичний, лижний, ковзанярський, веломарафон), багатоборство, ігрові види тощо). Певну роль у цьому патологічному процесі відіграє також і дефіцит білка в організмі, що може розвинутиися при його недостатності в харчовому раціоні спортсменів [4; 11; 33].

З розрахунку на середній об'єм крові в організмі чоловіків і жінок встановлено, що загальний вміст гемоглобіну в осіб чоловічої статі складає близько 800 г, а в жінок – біля 600. Загальний вміст гемоглобіну в спортсменів високої кваліфікації, як правило, вищий, ніж у нетренованих людей, що пов'язано з активізацією механізмів адаптації організму до фізичних навантажень [15; 36]. Водночас у спортсменів, які тренують витривалість організму, відразу ж після тренування може спостерігатися значне зниження вмісту гемоглобіну в крові, що пов'язано, як уже вказувалося, з підсиленням руйнуванням (гемолізом) еритроцитів. Установлено, що інтенсифікація процесів руйнування еритроцитів при тривалих і виснажливих фізичних навантаженнях пов'язана із збільшенням використання як енергетичного субстрату жирів (тригліцеридів, фосфоліпідів, гліколіпідів) і, відповідно, активацією процесів вільнорадикального окислення ліпідів (реакцій перекисного окислення ліпідів (ПОЛ)), зокрема поліненасичених жирних кислот (арахідонової, лінолевої, ліноленової тощо). Наслідком цього є нагромадження в тканинах високотоксичних речовин – органічних пероксидів та їхня деструктивна дія щодо різноманітних біологічних мембран, у тому числі й мембран еритроцитів [4; 11; 14; 16; 33].

Кожен грам гемоглобіну може зв'язати (приєднати до себе) певну кількість кисню, а саме – 1,34 мл O₂. Знаючи показники норми вмісту гемоглобіну в крові, можна досить легко розрахувати ще один дуже важливий для спортсменів функціональний показник газотранспортної системи крові – так звану *кисневу ємність крові* (табл. 2).

Таблиця 2

Киснева ємність крові дорослих людей

Категорія осіб	Межі фізіологічної норми [мл O ₂ на 1 л крові]	Стан недокрів'я (анемія) [мл O ₂ на 1 л крові]
Чоловіки	190 – 240	< 180
Жінки	160 – 190	< 150

Аналогічну гемоглобінові газотранспортну функцію в м'язовій тканині здійснює теж Fe-вмісний білок міоглобін, який забезпечує внутріклітинне перенесення кисню до мітохондрій.

Таким чином, за умов достатнього насичення клітин скелетних м'язів енергетичним субстратом, визначальним (лімітуючим) фактором фізичної працездатності буде швидкість доставки до мітохондрій необхідної кількості кисню. Цього можна досягти двома шляхами: перший – збільшенням абсолютної кількості еритроцитів у периферійній крові та покращанням дифузійної здатності їх мембран і другий – максимально можливим підвищенням вмісту гемоглобіну в крові та міоглобіну в м'язовій тканині. Тому цілком зрозумілим є те, що поєднання цих механізмів дасть максимальний ефект щодо забезпечення працюючих м'язів киснем і, відповідно, зростання абсолютного показника енергоутворення: процесів синтезу й ресинтезу АТФ.

З огляду на сказане, стимулювання функціональної активності гемопродукуючої системи людського організму (утворення й дозрівання еритроцитів, синтез гемоглобіну та міоглобіну) є одним із реальних шляхів підвищення працездатності спортсменів.

З цією метою спеціалісти використовують речовини, які отримали назву *гемостимулятори* (від грец. *haima* (*haimatos*) – кров – перша частина складних слів, що відповідає поняттю “кров” і стимулятори) – речовини (природні або медичні препарати), які покращують (активізують) процеси гемопоезу в організмі й збільшують транспорт кисню до тканин (скелетних м'язів, мозку, печінки, нирок тощо) [4; 11; 33].

Сучасна фармацевтична промисловість випускає низку медичних препаратів (*гематоген, ферамід, кобамід, ферокоб, ферохром, феролакт, сорбіфер, гемостимулін* та ін.), які успішно використовуються в загальній медичній практиці, а також у спортивній медицині для стимуляції процесів кровотворення в організмі. Деякі гемостимулятори (наприклад, *еритропоетин*) належать до заборонених у спорті речовин (*кров'яний допінг, гемодопінг*) (від грец. *haima* (*haimatos*) – кров і допінг) – переливання крові або її компонентів із метою підвищення в крові спортсмена вмісту еритроцитів і гемоглобіну [11; 33].

Достеменно відомо, що окремі вітаміни (С, В₂, В₃, В₆, В₁₂) та мікроелементи (залізо, мідь, кобальт) мають здатність стимулювати процеси кровотворення [1; 2; 4; 8; 10–12; 17; 22; 24–26; 29; 31–34].

Мета дослідження. Дати характеристику гемостимулюючих властивостей вітамінів і мінеральних речовин, їхніх біохімічних механізмів і фізіологічних проявів.

Методи дослідження. Аналіз сучасних наукових даних із питань біологічної ролі вітамінів і мінеральних речовин в організмі людини.

Результати дослідження та їх обговорення. Установлено, що гемостимулюючий спектр вітамінів і мінеральних речовин є набагато ширшим і багатограннішим і не обмежується лише вищезгаданими вітамінами та мікроелементами. Здатністю позитивно впливати на процеси кровотворення в організмі володіє й ціла низ-

ка інших вітамінів, а також так званих вітаміноподібних речовин. Гемостимулюючий спектр мінеральних речовин включає в себе як мікроелементний, так і макроелементний його компоненти. Детальний аналіз можливих механізмів гемостимулюючих властивостей вітамінів, вітаміноподібних речовин і мінералів показав, що їхній позитивний вплив на функціональну активність окремих ланок гемопродуруючої системи може проявлятися як безпосередньо, так і опосередковано – через проміжні етапи.

Гемостимулюючі властивості вітамінів. Позитивний вплив на процеси кровотворення в організмі людини можуть виявляти дев'ять вітамінів, а саме: С, Р, Н, РР, В_с, В₂, В₃, В₆ і В₁₂.

Вітамін С (аскорбінова кислота). Здатність аскорбінової кислоти позитивно впливати на процеси кровотворення пов'язана з її активною участю в багатьох окисно-відновних реакціях, а також позитивним впливом на засвоєння мікроелемента заліза (Fe) в організмі. Вітамін С стимулює (покрощує, полегшує й прискорює) процес всмоктування заліза в шлунково-кишковому тракті. У цьому плані слід зауважити, що з усієї кількості заліза, що потрапляє в складі їжі в організм людини, засвоюється лише 7 – 10 %. Цей біоелемент, як відомо, є обов'язковим структурно-функціональним елементом газотранспортних білків організму гемоглобіну та міоглобіну, зокрема їхньої центральної частини – гему [4–7; 9–13; 17; 22].

Вітамін Р (рутин, цитрин). Гемостимулюючі властивості рутину, як і вітаміну С, тісно пов'язані з його участю в окисно-відновних реакціях процесів біосинтезу гемоглобіну й міоглобіну. Водночас вітамін Р має й опосередковані гемостимулюючі властивості, які тісно пов'язані з його участю в метаболізмі вітаміну С та мікроелемента заліза. Так, вітамін Р захищає аскорбінову кислоту від швидкого руйнування (окислення) і, таким чином, подовжує біологічні ефекти (в тому числі й гемостимуляторні) вітаміну С в тканинах організму (про них ішлося вище) [5–7; 9; 11–13; 22].

Опосередкований вплив вітаміну Р на процеси кровотворення проявляється також і в тому, що рутин здатний стимулювати продукцію соляної кислоти клітинами слизової оболонки шлунка, що, у свою чергу, покрощує засвоєння харчового заліза, яке, як уже вказувалося, використовується в механізмах біосинтезу газотранспортних білків крові та м'язів – гемоглобіну й міоглобіну.

Вітамін Н (біотин). Гемостимулюючі властивості біотину тісно пов'язані з його активною участю в метаболізмі білків та амінокислот, зокрема участю в реакціях біосинтезу білка в тканинах, у тому числі й у процесах синтезу гемоглобіну (зокрема, його білкової частини – глобіну). Тому одним із багатьох проявів недостатності вітаміну Н в організмі людини (при гіповітамінозі Н) є анемічні явища (ознаки недокрів'я) [5–7; 9–13; 17; 22]. Аналогічним чином сказане стосується й газотранспортного білка м'язів міоглобіну.

Вітамін РР (нікотинова кислота, нікотинамід, вітамін В₅, ніацин). Позитивний вплив нікотинамиду на процеси кровотворення зумовлений його активною участю в механізмах продукування (в процесах утворення й дозрівання) червоних і білих клітин крові (еритроцитів і лейкоцитів) у червоному кістковому мозку [4–7; 9–13; 17; 22]. Ця обставина має принципово важливе значення для спортсменів, які тренують витривалість організму, оскільки тривалі й інтенсивні фізичні навантаження супроводжуються руйнуванням еритроцитів і, відповідно, зниженням їхньої загальної кількості в периферійній крові (еритропенія), а також вмісту в крові активного (внутріклітинного) гемоглобіну [33].

Вітамін В_С (фолієва кислота, фолацин, вітамін В₉, В₁₁, В_М). Фолієва кислота бере активну участь у біосинтезі нуклеїнових кислот (ДНК, РНК), сприяє всмоктуванню вітаміну В₁₂, чим позитивно впливає на процеси кровотворення й виявляє, таким чином, антианемічну дію. З огляду на сказане, недостатність вітаміну В_С в організмі (гіповітаміноз В_С) проявляється в порушенні синтезу нуклеїнових кислот і, відповідно, процесів кровотворення. Це, у свою чергу, призводить до зниження абсолютної кількості еритроцитів (еритропенія) та лейкоцитів (лейкопенія) в периферійній крові, а також вмісту в крові білка гемоглобіну та міоглобіну в м'язах [5–7; 9–13; 22].

Вітамін В₂ (рибофлавін). Позитивний вплив рибофлавіну на гемопоез пов'язаний із тим, що цей вітамін бере активну участь у реакціях біосинтезу гемоглобіну (стимулює його утворення) і, таким чином, відчутно активізує процеси кровотворення в гемопродукуючій системі організму людини в цілому (покрощує гемопоез). Тому при його недостатності в організмі (при гіповітамінозі В₂) мають місце класичні ознаки анемії (недокрів'я), одним з основних проявів якої є зниження концентрації гемоглобіну в периферійній крові [5–7; 9; 11–13; 22]. Аналогічним чином сказане стосується і вмісту міоглобіну в скелетних м'язах.

Вітамін В₃ (пантотенова кислота). Пантотенова кислота в організмі людини виступає як гемостимулятор, оскільки, через активуючий вплив на процеси синтезу білка в організмі, бере, в тому числі, й активну участь у процесах біосинтезу гемоглобіну. Загальна слабкість організму, яка спостерігається при гіповітамінозі В₃, власне, й пов'язана із зниженням вмісту гемоглобіну в периферійній крові та міоглобіну в м'язах і, відповідно, сповільненням темпів перебігу енергетичних процесів у тканинах [5–7; 9; 11–13; 17; 22].

Вітамін В₆ (піридоксин). Піридоксин є активним учасником процесів біосинтезу гемоглобіну в організмі, що має принципово важливе значення для спортсменів, а при його недостатності в організмі (при гіповітамінозі В₆) спостерігається анемія (зменшується кількість еритроцитів і лейкоцитів у периферійній крові, а також вмісту в еритроцитах білка гемоглобіну) та зниження імунітету. Вітамін В₆ покращує (полегшує) перехід заліза з крові в тканини, в тому числі й у червоний кістковий мозок, де відбуваються процеси кровотворення (утворення клітин крові та включення в еритроцити білка гемоглобіну). При недостатності вітаміну В₆ в організмі має місце підвищений вміст заліза в крові через сповільнення його транспорту в тканини. З іншого боку, гемостимулюючі ефекти піридоксину зумовлені тим, що цей вітамін відчутно активізує процеси кислотоутворення в клітинах слизової оболонки шлунка й, таким чином, сприяє кращому засвоєнню мікроелемента заліза в організмі [5–7; 9–13; 22].

Вітамін В₁₂ (кобаламін, ціанокобаламін). Принципово важлива роль цього вітаміну в процесах кровотворення полягає в тому, що вітамін В₁₂ сприяє збільшенню кількості еритроцитів у крові (стимулює еритропоез) і, водночас, вмісту в них білка гемоглобіну. Відомо, що при недостатності цього вітаміну в організмі (при гіповітамінозі В₁₂) у людини розвивається дуже важке захворювання – злаякісна форма анемії, основними проявами якої є: а) різке зменшення кількості еритроцитів у крові (еритропенія); б) зниження вмісту гемоглобіну в еритроцитах, а також в) поява в периферійній крові функціонально неповноцінних (незрілих, юних форм) клітин. Установлено, що виникнення цього захворювання спричинене погіршенням процесів продукування соляної кислоти (HCl) і специфічного білка транскорину клітинами слизової оболонки шлунка, наслідком чого є сповільнення й, відповідно, недостатнє засвоєння (всмоктування) мікроелемента заліза в організмі [5–7; 9–13; 22].

З огляду на особливо важливу роль вітаміну В₁₂ в організмі людини, вважаємо доцільним більш детально описати картину цього захворювання, яке отримало назву “перніціозна” (“злаякісна”) анемія. На початковій фазі розвитку захворювання виникає ряд загальних ознак хвороби: загальна слабкість, швидка втомлюваність при незначних фізичних і розумових навантаженнях, болі голови, запаморочення, зниження апетиту, сухість у роті, розлади функцій кишечника, шлунка та нирок. Якщо на цьому етапі розвитку хвороби не втрутитися, то захворювання прогресує й із часом (через кілька місяців) можуть з’явитися: порушення сну (безсоння), болі в животі, збільшення розмірів печінки (внаслідок її жирової інфільтрації (ожиріння печінки)), збільшення селезінки, поява болю в ділянці серця (за грудиною), прискорене серцебиття (тахікардія), порушення серцевого ритму (аритмія), порушення чутливості шкіри (парестезії, відчуття затерпання пальців, ослаблення тактильної, больової та температурної чутливостей шкіри). Унаслідок ураження центральних відділів нервової системи виникають різні порушення ходи людини: невпевненість під час ходьби, погіршення координації рухів, які можуть перейти в паралічі, а також емоційна неврівноваженість. Особливо відчутні зміни спостерігаються з боку крові. Виникають суттєві порушення роботи (функціональної активності) червоного кісткового мозку: різко знижується кількість еритроцитів у периферійній крові (до 2 – 2,5 мільйона), а також вміст у них гемоглобіну (до 20 % від показників норми) і, як наслідок, сильна задуха в стані спокою. У периферійній крові появляються молоді (незрілі) й функціонально неповноцінні клітини (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити) [4–7; 9; 13; 17; 22; 33].

Таким чином, гіповітаміноз В₁₂ є вкрай небезпечним станом для людини взагалі, й особливо для спортсменів.

Установлено, що позитивний вплив на процеси кровотворення може виявляти також і оротова кислота (вітамін В₁₃), яка належить до категорії вітаміноподібних речовин.

Вітамін В₁₃ (оротова кислота). Гемостимулюючі властивості оротової кислоти зумовлені тим, що вона бере активну участь у синтезі нуклеотидів і, відповідно, нуклеїнових кислот, стимулює процеси біосинтезу білка, в тому числі й біосинтезу газотранспортних білків гемоглобіну та міоглобіну [5–7; 9; 13; 22]. Тому при гіповітамінозі В₁₃ в організмі розвиваються ознаки недокрів’я (анемія) й загальної слабкості людини. Особливо відчутними прояви такої анемії стають при фізичних навантаженнях.

Гемостимулюючі властивості мінеральних речовин. Здатністю позитивно впливати на процеси кровотворення в організмі людини володіють шість мікроелементів-металів: залізо, мідь, кобальт, цинк, марганець і хром.

Залізо (Fe). Гемостимулюючі ефекти заліза в організмі людини пов’язані, передусім, із його входженням у структуру газотранспортних білків крові й м’язів – гемоглобіну та міоглобіну. Тому недостатність заліза в організмі супроводжується порушенням синтезу гема (Fe-вмісної структури із чотирьох пірольних кілець) і, відповідно, гемоглобіну та зниженням вмісту цього газотранспортного білка в крові. Це, у свою чергу, може призвести до розвитку досить важкого захворювання – залізодефіцитної анемії, основними ознаками якого є зниження кисневої ємності крові, блідість шкіри, загальна слабкість, задуха в стані спокою, зниження розумової й фізичної працездатності, швидка втомлюваність при роботі [2–7; 9–13; 22; 30]. Цілком зрозуміло, що всі перелічені ознаки цього захворювання є суттєвою перешкодою для занять фізичними вправами й спортом.

Мідь (Cu). Участь міді в процесах кровотворення має кілька аспектів. Цей метал відіграє принципово важливу роль в еритропоезі, оскільки бере активну участь у побудові строми еритроцитів, у синтезі гема (основної структурно-функціональної частини гемоглобіну та міоглобіну) шляхом полегшення (створює сприятливі умови) включення заліза в протопорфірини. Гемостимулююча дія міді зумовлена також і тим, що цей мікроелемент поліпшує засвоєння (стимулює всмоктування) заліза в шлунково-кишковому тракті, а також (за необхідності) полегшує його мобілізацію (вихід, вивільнення) з тканинних депо (передусім із печінки). З огляду на сказане, стає цілком зрозумілим той факт, що при недостатності міді в їжі і, відповідно, в організмі може розвинутися досить важка форма анемії – так звана гіпохромна анемія, характерною ознакою якої, окрім еритропенії, є дуже низький вміст гемоглобіну в еритроцитах [4–7; 9–13; 22].

Цинк (Zn). Позитивний вплив мікроелемента цинку на гемопоез в організмі людини пов'язаний із його здатністю стимулювати процеси кровотворення в червоному кістковому мозку й, зокрема, стимулювати синтез гемоглобіну, а також еритропоез (утворення й дозрівання еритроцитів). Роль цинку в еритропоезі пов'язана з його участю в регуляції обміну ліпідів (жирних кислот) у процесі їхнього включення в структуру клітинних мембран, у тому числі й у структуру мембран еритроцитів [2; 3; 5–7; 9–13; 22; 30].

Марганець (Mn). Позитивний вплив марганцю на гемопоез, як і мікроелементів кобальту та хрому, пов'язаний зі здатністю стимулювати процеси синтезу білка в організмі, в тому числі й біосинтез гемоглобіну та міоглобіну. З іншого боку, марганець здатний відчутно підсилювати біологічні ефекти цілого ряду вітамінів-гемостимуляторів, а саме: аскорбінової кислоти (вітамін С), вітамінів групи В (В₂, В₅, В₆, В₉, В₁₂) [1–3; 17]. Про механізми гемостимулюючої дії цих вітамінів ішлося вище. При недостатності марганцю в їжі й, відповідно, в організмі людини може розвинутися важка форма анемії (недокрів'я), яка дуже важко піддається лікуванню.

Кобальт (Co). Цей мікроелемент небезпідставно вважається одним із найпотужніших гемостимуляторів, оскільки його вплив на процеси кровотворення є досить багатограним. Кобальт стимулює процеси утворення еритроцитів (стимулює еритропоез), а також входить до складу вітаміну В₁₂ (ціанокобаламіну), який вважається одним із найсильніших вітамінів-гемостимуляторів. Цей мікроелемент підсилює синтез у тканинах організму вітаміну-гемостимулятора В₆ (піридоксину). Позитивний вплив кобальту на процеси кровотворення виявляється також і в тому, що він здатний стимулювати процеси депонування в тканинах таких вітамінів-гемостимуляторів, як С та групи В (В₂, В₅, В₆, В₉, В₁₂). Про позитивний вплив цих вітамінів на процеси кровотворення в організмі йшлося вище. Як і мікроелементи марганець і хром, кобальт, активуючи процеси синтезу білка в організмі, стимулює кровотворення й, зокрема, процеси біосинтезу газотранспортних білків крові (гемоглобіну) та м'язів (міоглобіну). Цей мікроелемент також підсилює процеси всмоктування в кишечнику біоелемента заліза (Fe) та його включення в структуру газотранспортних білків – гемоглобіну та міоглобіну [2; 3; 5–7; 9; 12; 13; 22; 30].

При недостатності кобальту в організмі може розвинутися злаякісна форма анемії (недокрів'я), яка дуже важко піддається лікуванню й супроводжується різким зниженням кількості еритроцитів та гемоглобіну в крові.

З огляду на сказане, препарати кобальту (кобамід, ферокоб та ін.) досить широко використовуються в практичній медицині (в гематології) для лікування різного генезу анемії, а в спортивній медицині – з метою стимулювання процесів кровотво-

рення в організмі, активізації процесів аеробного енергоутворення й, відповідно, підвищення працездатності спортсменів.

Хром (Cr). Гемостимулюючі властивості мікроелемента хрому, аналогічно як і марганцю та кобальту, реалізуються в організмі людини через позитивний (активуючий) вплив на процеси синтезу білка, в тому числі й на процеси біосинтезу газотранспортних білків крові та м'язів – гемоглобіну й міоглобіну. При недостатності хрому в організмі може розвинутися злаякісна анемія (недокрів'я), яка дуже важко піддається лікуванню [2–7; 9; 11; 13; 22].

Установлено, що серед достатньо представницької категорії мінеральних речовин, що входять до складу людського організму, позитивний вплив на процеси кровотворення притаманний не лише мікроелементам, а й окремим макроелементам, зокрема кальцію.

Кальцій (Ca). Гемостимулюючі ефекти кальцію в організмі людини є виключно опосередкованими (непрямими) й пов'язані з його участю в метаболізмі мікроелемента заліза (Fe) й вітаміну B₁₂. Так, кальцій стимулює процеси засвоєння (всмоктування) заліза в шлунково-кишковому тракті. При наявності іонів кальцію в середовищі всмоктування кількість засвоєного харчового заліза відчутно зростає. Як уже згадувалося, залізо є складовим (центральною) елементом гемому, який, у свою чергу, є основною структурно-функціональною ланкою газотранспортних білків крові (гемоглобіну) та скелетних м'язів (міоглобіну). Указаний позитивний вплив іонів кальцію на засвоєння заліза в організмі є принципово важливим для спортсменів ще й з огляду на те, що з усієї кількості заліза, яке потрапляє в організм людини з різними харчовими продуктами, всмоктується в кров і, відповідно, потрапляє до тканини, в тому числі й до органів гемопродукуючої системи, лише 7 – 10 %.

З іншого боку, кальцій поліпшує всмоктування в кишечнику вітаміну B₁₂, який небезпідставно вважається одним із найпотужніших природних стимуляторів процесів кровотворення в червоному кістковому мозку [1; 5–7; 9; 10; 13; 17; 22].

Висновки

1. Вітаміни й мінеральні речовини мають здатність позитивно впливати на процеси кровотворення в організмі. Цей вплив в одних випадках має прямий (безпосередній) характер, в інших – непрямий (опосередкований). Здатністю стимулювати гемопоез володіють 9 вітамінів, одна вітаміноподібна речовина та 7 мінералів.

2. Гемостимулюючими властивостями володіють такі водорозчинні вітаміни, як: С, Р, Н, РР (B₅), B_с, B₂, B₃, B₆ і B₁₂, а також оротова кислота (вітамін B₁₃), яка належить до групи вітаміноподібних речовин. Жиророзчинні вітаміни позитивного впливу на гемопоез в організмі людини не виявляють.

3. Відчутний позитивний вплив на функціональну активність гемопродукуючої системи організму мають 6 мікроелементів-металів, а саме: залізо, кобальт, мідь, цинк, марганець і хром, а також макроелемент кальцій.

4. Використовувати полівітамінні препарати й вітаміномінеральні комплекси з метою стимуляції гемопоезу в організмі спортсменів доцільно виключно ті, в складі яких налічується якомога більша кількість вітамінів і мінеральних речовин із гемостимулюючими властивостями.

1. Авакумов В.М. Современное учение о витаминах / В.М.Авакумов. – М. : Знание, 1971. – 64 с.
2. Бабенко Г.О. Мікроелементи: обмін речовин і здоров'я людини / Г.О.Бабенко. – К. : Знання, 1980. – 48 с.
3. Бабенко Г.О. Визначення мікроелементів і металоферментів у клінічних лабораторіях / Г.О.Бабенко. – К. : Здоров'я, 1968. – 138 с.
4. Базарнова М.А. и др. Руководство по клинической лабораторной диагностике / М.А.Базарнова и др. под ред. М.А.Базарновой и В.Т.Морозовой. – К. : Вища школа, 1986. – Ч.3. Клиническая биохимия. – 279 с.

5. Березов Т.Т. Биологическая химия / Т.Т.Березов, В.В.Коровкин. – М. : Медицина, 1998. – 543 с.
6. Биохимия : учебник для институтов физической культуры / под ред. В.В.Меньшикова, Н.И.Волкова. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 384 с.
7. Биохимия мышечной деятельности / [Н.И.Волков, Э.Н.Несен, А.А.Осипенко, С.Н.Корсун]. – К. : Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
8. Волков Н.И. Биологически-активные пищевые добавки в специализированном питании спортсменов / Н.И.Волков, В.И.Олейников. – М. : СпортАкадемПресс, 2001. – 80 с. (Серия “Медицина спорту”).
9. Гонський Я.І. Біохімія людини : підручник / Я.І.Гонський, Т.П.Максимчук, М.І.Калинський. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. – 744 с.
10. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю.І.Губський. – К. ; Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. – 508 с.
11. Допинг и эргогенные средства в спорте / под общей ред. В.Н.Платонова. – К. : Олимпийская литература, 2003. – 575 с.
12. Емельянова Т.П. Витамины и минеральные вещества: Полная энциклопедия / Т.П.Емельянова. – С.-Пб. : ЗАО “Весь”, 2000. – 368 с.
13. Ермолаев М.В. Биологическая химия / М.В.Ермолаев, А.Г.Ильичева. – М. : Медицина, 1990. – 263 с.
14. Антиоксидантная система организма та шляхи активізації її роботи у футболістів / [Ю.М.Завійський, Я.М.Яців, Д.В.П'ятничук, М.М.Овчар]. – Івано-Франківськ : Місто НВ, 2006. – 84 с.
15. Калинин М.И. Биохимические механизмы адаптации при мышечной деятельности / М.И.Калинский, М.Д.Курский, А.А.Осипенко. – К. : Вища школа, 1986. – 183 с.
16. Біохімія : підручник / [М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв]. – К. : ВПЦ Київський університет, 2002. – 502 с.
17. Витамины в педиатрии / [Е.М.Лукьянова, М.Л.Тараховский, М.Ф.Денисова и др.] ; под ред. Е.М.Лукьяновой. – К. : Здоров'я, 1984. – 128 с.
18. Мелвин У. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки / У.Мелвин. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 255 с.
19. Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М.Харгривса ; пер. с англ. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 288 с.
20. Михайлов С.С. Спортивная биохимия [Текст]: учебник для вузов и колледжей физической культуры / С.С.Михайлов. – М. : Советский спорт, 2007. – 260 с.
21. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р.Мохан, М.Глессон, П.Л.Гринхафф. – Oxford University Press, 1997 ; пер. с англ. – К. : Олимпийская литература, 2001. – 296 с.
22. Николаев А.Я. Биологическая химия / А.Я.Николаев. – М. : МИА, 1998. – 496 с.
23. Осипенко Г.А. Основы біохімії м'язової діяльності / Г.А.Осипенко. – К. : Олімпійська література, 2007. – 200 с.
24. Питание в системе подготовки спортсменов / под ред. В.Л.Смульского, В.Д.Моногарова, М.М.Булатовой. – К. : Олимпийская литература, 1996. – 221 с.
25. Питание спортсменов / под ред. Д.А.Полищука. – К., 1996. – Вып.3. – 144 с.
26. Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми / пер. с англ. ; под ред. Кристин А. Розенблюм. – К. : Олимпийская литература, 2006. – 535 с.
27. Платонов В.М. Фізична підготовка спортсмена / В.М.Платонов, М.М.Булатова. – К. : Олімпійська література, 1995. – 317 с.
28. Плахтій П.Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності : навчальний посібник / П.Д.Плахтій. – К. : ВД “Професіонал”, 2006. – 464 с.
29. Сейфулла Р.Д. Спортивная фармакология : справочник / Р.Д.Сейфулла. – М. : ИПК “Московская правда”, 1999. – 128 с.
30. Скальный А.В. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет / А.В.Скальный, А.В.Кудрин. – М. : Лир Макет, 2000. – 457 с.
31. Смоляр В.И. Рациональное питание / В.И.Смоляр. – К. : Наукова думка, 1991. – 380 с.
32. Смульский В.Л. Питание в системе подготовки спортсменов / В.Л.Смульский, В.Д.Моногаров, М.М.Булатова. – К. : Олимпийская литература, 1996. – 223 с.
33. Спортивная медицина / под ред. В.Л.Карпмана. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
34. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж.Х.Уилмор, Д.Л.Костилл ; пер. с англ. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 503 с.
35. Хмелевский Ю.В. Основные биохимические константы человека в норме и при патологии / Ю.В.Хмелевский, О.К.Усатенко. – К. : Здоров'я, 1984. – 120 с.
36. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П.Хочачка, Дж.Сомеро ; пер. с англ. – М. : Мир, 1988. – 568 с.