

# МІКРОЕЛЕМЕНТИ ТА ВАЖКІ МЕТАЛИ



**DIAGEN**

# ЗМІСТ

<b>1. Загальні закономірності .....</b>	<b>2</b>
1.1. Актуальність	
1.2. Фактори токсичності	
1.3. Механізми токсичності важких металів	
1.4. Клінічні прояви та симптоми порушення обміну мікроелементів	
1.5. Методи визначення мікроелементів	
1.6. Вибір біологічного матеріалу для аналізу	
<b>2. Паспорти елементів .....</b>	<b>8</b>
2.1. Есенціальні елементи, регулятори загального обміну	
2.2. Есенціальні елементи, які виконують спеціальні функції	
2.3. Токсичні елементи	
<b>3. Правила забору матеріалу .....</b>	<b>16</b>
3.1. Волосся	
3.2. Кров	
3.3. Сеча	
<b>4. Інформація для замовлення .....</b>	<b>18</b>

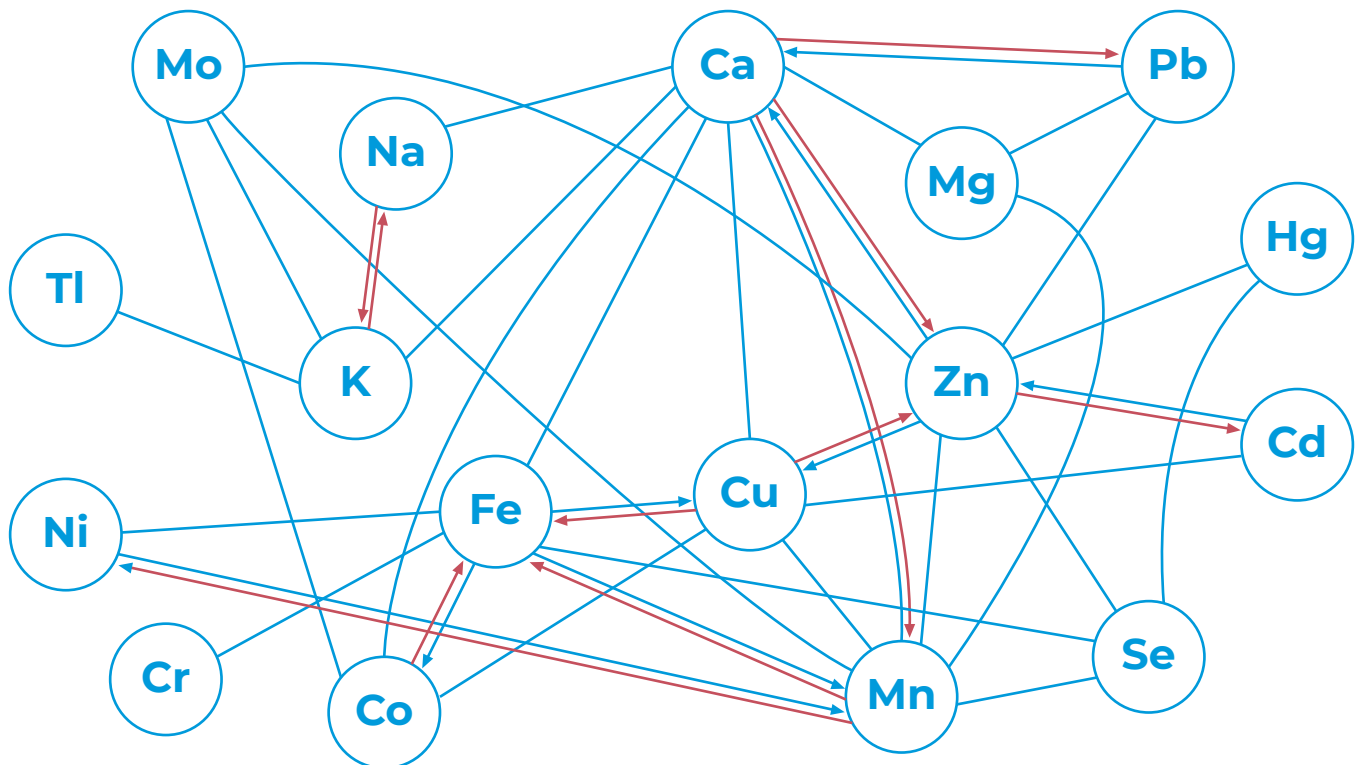
# 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ

## 1.1. АКТУАЛЬНІСТЬ

Функції та роль в організмі багатьох мікроелементів остаточно ще не з'ясовані. Насамперед, це пов'язано з тим, що методи аналізу мікроелементів досягли необхідної чутливості відносно недавно, зараз в організмі відкривають елементи й з'єднання, про які раніше навіть не підозрювали. Наприклад, зараз відомо більш як 300 ферментів, до складу яких входить цинк, і кілька спеціалізованих сімейств білків, що регулюють транспорт цього елемента.

Межа між есенціальністю і токсичністю елемента дуже тонка. Фізіологічні коридори концентрацій мікроелементів вузькі, і вимірюються в порядках мкг/г або навіть нг/г.

Обмін мікроелементів пов'язаний в єдину систему: іони конкурують за зв'язування з рецепторами, надлишок або нестача одного елемента порушує обмін іншого. Мікроелементи повинні міститись в організмі в певних пропорціях. Наприклад, в нормі заліза в організмі має бути в 2 рази більше, ніж цинку, а кальцію – у 10 разів більше, ніж цинку, магнію – у 2 рази менше, ніж кальцію. Усі ці фактори ускладнюють спроби медикаментозної корекції порушень обміну мікроелементів.



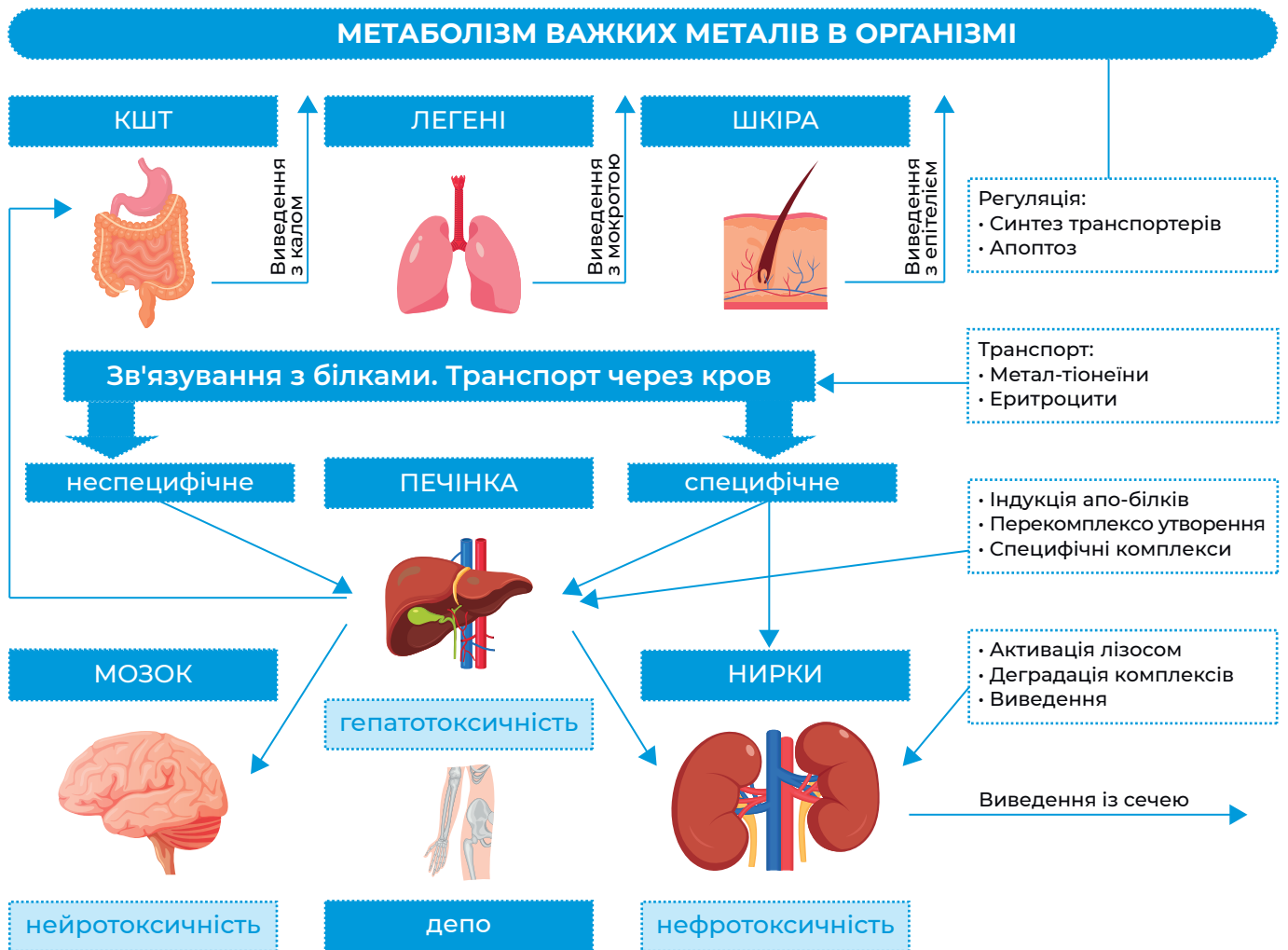
## 1.2. ФАКТОРИ ТОКСИЧНОСТІ

Швидкість надходження в організм перевищує швидкість елімінації. За цієї умови багато есенціальних елементів виявляють свої токсичні властивості.

«Нетипові» шляхи надходження в організм. Більшість хімічних сполук надходить в організм з їжею, тому еволюційно виробився ряд захисних механізмів, який обмежує всмоктування токсичних елементів через шлунково-кишковий тракт. «Нетипові» шляхи введення таких механізмів не мають. Наприклад, для сполук кадмію всмоктування через шлунково-кишковий тракт становить усього 5 %, водночас при інгаляційному шляху введення (наприклад, при палінні сигарети) – його всмоктування підвищується до 50 %.

Міцність зв'язування з молекулами-переносниками. У крові метали присутні не у вигляді іонів, а завжди перебувають у динамічному зв'язку в комплексах з органічними лігандами. Динамічний характер має на увазі «міграцію» іонів від ліганду до ліганду. Разом із тим, неселективне зв'язування з альбумінами крові змінюється зв'язуванням у високоспеціалізовані комплекси з металотранспортними білками. Токсичні елементи утворюють більш стійкі комплекси й ускладнюють міграцію, а відповідно, й елімінацію токсиканта з організму.

Токсичні елементи не мають специфічних білків-переносників в організмі. Унаслідок цього вони не можуть швидко вивестися через шлунково-кишковий тракт або нирки, і розподіляються по тканинах та органах, накопичуючись у них. При цьому токсичними стають не самі іони токсичних елементів, а їхні з'єднання з білками-переносниками. Наприклад, цим механізмом обумовлюється нефротоксичність ртуті, токсичним стає комплекс ртуть-тіонеїн, який не може дисоціювати в проксимальних каналцях, і з часом руйнує їх.



### 1.3. МЕХАНІЗМИ ТОКСИЧНОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Токсичні елементи – це зазвичай d-елементи періодичної системи, схильні до утворення міцних донорно-акцепторних зв'язків. Тому частина механізмів їхньої токсичної дії обумовлена прямим незворотнім зв'язуванням токсиканта з регуляторними й транспортними молекулами та порушенням їхніх функцій. Багато важких металів мають змінну валентність. У вищих ступенях окислення вони безпосередньо окислюють біологічні молекули, призводячи до утворення АФК та запуску каскаду реакцій окислювального стресу.

Опосередкована дія токсичних елементів пов'язана вже з дією АФК і токсичних метаболітів. За таким механізмом проявляється, наприклад, генотоксична та канцерогенна дія важких металів.

## МЕХАНІЗМИ ТОКСИЧНОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ



## 1.4. КЛІНІЧНІ ПРОЯВИ ТА СИМПТОМИ ПОРУШЕННЯ ОБМІНУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Діагностика ускладнена тим, що один симптом може мати кілька причин, які пов'язані як з нестачею, так і з надлишком певних мікроелементів. Наприклад, анемія може бути викликана такими порушеннями обміну мікроелементів:

Дефіцит елемента	Надлишок елемента
залізо	нікель
кобальт (у складі вітаміну В12)	ртуть
мідь	свинець
	кадмій

- Металевий присмак у роті – надлишок Cu, As, Hg
- Часниковий запах з рота – надлишок As, Se
- Випадіння волосся – надлишок Tl, Se, Sn; нестача Cu
- Різка посивіння волосся – нестача Cu
- Спотворення смаку та нюху – нестача Zn
- Зниження нічного зору – нестача Zn

## 1.5. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

### 1. Біохімічне визначення активності ферментів або білків-переносників

Для есенціальних мікроелементів можливе непряме визначення – шляхом визначення активності ферментів, до складу яких входять такі мікроелементи, або їхніх спеціалізованих білків-переносників. Так, знижена концентрація

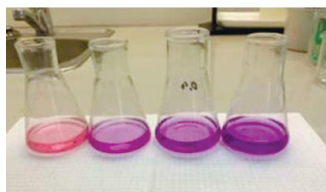
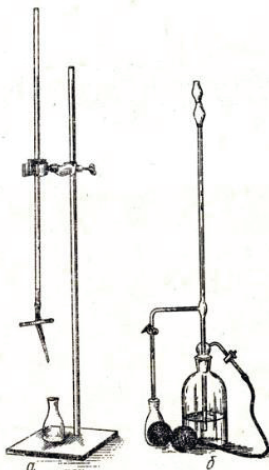
церулоплазміну в крові служить індикатором дефіциту міді; феритину – заліза; зниження активності глутатіон пероксидази-1 – вказує на нестачу селену, а цинк-залежної супероксиддисмутази – цинку. Для визначення відповідних білків застосовують біохімічні методи або ІФА.

Однак порушення в обміні білків-переносників не завжди пов'язані безпосередньо зі змінами в концентраціях мікроелементів. Наприклад, відома мутація гену FTL (OMIM 606159), що кодує легкий ланцюг феритину. При цьому вміст заліза підвищений, але його доступність низька. Зайве залізо депонується в мозку, викликаючи нейроферинопатію або «хворобу базальних гангліїв». Використання різних аналізів, що відображають обмін заліза в організмі, дає більш повну та достовірну інформацію про нестачу або надлишок цього мікроелемента, аніж тільки тест на феритин. Аналогічні обмеження працюють і для інших есенціальних елементів. Для токсичних елементів коректним буде лише пряме визначення.

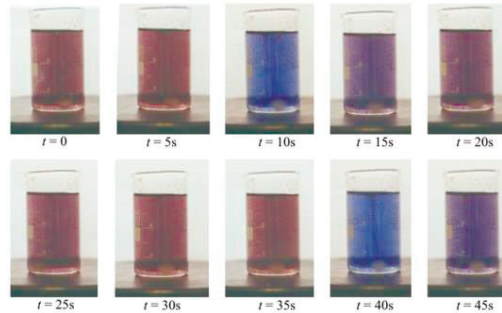
## 2. Пряме визначення

Залежно від концентрації елемента, можливе застосування різних аналітичних методів.

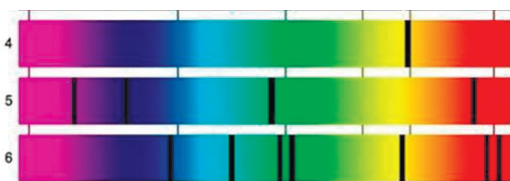
- **Метод титрування.** Це найпростіший і найдоступніший метод визначення. Обмеження – метод має низьку чутливість, тому підходить тільки для дуже вузького кола елементів, концентрація яких висока. Зараз цей метод використовується лише для визначення кальцію і магнію.



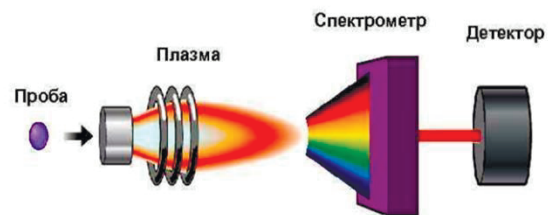
- **Спектрометрія у видимій ділянці (СФ).** Метод, що базується на утворенні забарвлених сполук металу зі специфічними молекулами-комплексонами, інтенсивність забарвлення яких пропорційна концентрації металу в пробі. Підходить для визначення заліза, магнію, міді. Застосування методу обмежено тим, що багато металів дають перехресні реакції із фарбуючими реагентами (наприклад, комплекси з дитизоном утворюють мідь, цинк, ртуть, кадмій, свинець).



- Атомна абсорбція (ААС, АЕС).** Цей метод спирається на те, що пробу озолують, метали з розчину іонізують у полум'ї або плазмі. Кожен елемент поглинає випромінювання в певній частині спектра. Опромінюючи розчин лампою із заданою довжиною хвилі та вимірюючи величину поглинання, можна обчислити концентрацію елемента в пробі. Метод високочутливий, дає змогу визначати практично всі метали періодичної таблиці. Є референтним методом визначення металів у біологічних пробах.



Спектри випромінювання: 1. натрію; 2. водню; 3. гелію  
Спектри поглинання: 4. натрію; 5. водню; 6. гелію



## 1.6. ВИБІР БІОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ АНАЛІЗУ

Найбільш поширеними об'єктами дослідження є кров, сеча, волосся. За умови застосування методу атомної абсорбції немає принципової різниці, який біологічний матеріал вибрати. Сучасні методи озолення й інструментального аналізу дають можливість точно визначати вміст різних елементів. Однак слід ураховувати нерівномірний розподіл мікроелементів в організмі. Це пов'язано як з виконуваними ними функціями, так і з особливостями депонування та виведення. Тому для дослідження кожного елемента вибір біоматеріалу повинен бути індивідуальним.

При вивченні випадків гострого токсичного ураження досліджують кров і сечу. Дослідження волосся більш підходять для вивчення поширення певних елементів у різних популяціях або вивчення історії хронічного отруєння.

## 2. ПАСПОРТИ ЕЛЕМЕНТІВ

### 2.1. ЕСЕНЦІАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ, РЕГУЛЯТОРИ ЗАГАЛЬНОГО ОБМІНУ

#### ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Zn

Біологічні функції	300 ферментів у всіх класах: карбоангідраза, ДНК / РНК полімерази, СОД, інсулін
Шляхи потрапляння до організму	Оцинковані ємності для води, морепродукти, м'ясо, риба
Фізіологічні норми, ррм (мкг/г)	Кров 1,16 - 9,0
	Сеча 0,2 - 0,4
	Волосся 120 - 230
Наслідки нестачі	Імпотенція, зниження нічного зору, порушення загоєння ран
Наслідки надлишку	Аутоімунні прояви, порушення роботи статевої системи
Біохімічний маркер	Ретинолзв'язуючий білок, активність карбоангідрази, зміна смаку та нюху
Оптимальний біоптат для аналізу	Сеча > плазма > волосся
Елемент-антагоніст	S, Se, Cu, Mn, Ca, Fe

#### ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Fe

Біологічні функції	Гемоглобін, міоглобін, цитохроми
Шляхи потрапляння до організму	М'ясо, яйця, риба
Фізіологічні норми, ррм (мкг/г)	Кров 440-760
	Сеча < 1,1
	Волосся 7,0- 70,0
Наслідки нестачі	Анемія, запалення слизових оболонок
Наслідки надлишку	Продукція АФК (наслідки - цироз - діабет)
Біохімічний маркер	Феритин плазми, вільний еритропорфін, насичений трансферин
Оптимальний біоптат для аналізу	Плазма > волосся
Елемент-антагоніст	Таніни, фосфати

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Cu

Біологічні функції	Меланін, СОД, ПФО, цитохромоксидаза
Шляхи потрапляння до організму	Горіхи, насіння, печінка, нирки
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров 0,7-1,5
	Сеча < 0,33
	Волосся 8,0- 20,0
Наслідки нестачі	Остеопороз, посивіння волосся, облісіння
Наслідки надлишку	Анемія, депресія, хвороба Вільсона-Коновалова
Біохімічний маркер	Церулоплазмін, дофамін-β-гідроксилаза
Оптимальний біоптат для аналізу	Плазма>волосся>сеча
Елемент-антагоніст	Mo, Mn, Zn, Pb, Cd

## 2.2. ЕСЕНЦІАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬ СПЕЦІАЛЬНІ ФУНКЦІЇ

### ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Al

Біологічні функції	Регуляція обміну в кістковій тканині через вплив на паращитоподібну залозу
Шляхи потрапляння до організму	Антациди, косметика, консервні банки, харчова фольга
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров <0,1
	Сеча 0,2 - 6,9
	Волосся 0,0- 25,0
Наслідки нестачі	Для людини не описані
Наслідки надлишку	Нейродегенеративні хвороби (Паркінсонізм, Альцгеймер)
Біохімічний маркер	Знижує синтез паратгормону, дисбаланс кальцію, лужна фосфатаза
Оптимальний біоптат для аналізу	Плазма>сеча>волосся
Елемент-антагоніст	Ca, Mg, P, Zn, Cu

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Mn

Біологічні функції	Обмін нейромедіаторів у ЦНС аргіназа, СОД, піруваткарбок-силаза, обмін нейромедіаторів у ЦНС
Шляхи потрапляння до організму	Горіхи, фрукти, чай, кава
Фізіологічні норми, ррм (мкг/г)	Кров 0,007 - 0,03
	Сеча 0,006 - 0,008
	Волосся 0,3 - 3,0
Наслідки нестачі	Порушення толерантності до глюкози
Наслідки надлишку	Паркінсонізм. Енцефалопатія (можлива у наркозалежних через використання марганцівки)
Біохімічний маркер	ЕЕГ, ЕМГ, 17-кетостероїди в сечі
Оптимальний біоптат для аналізу	Волосся > сеча
Елемент-антагоніст	Co, Fe

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Co

Біологічні функції	B12, еритропоетин. Блокує поглинання йоду щитоподібною залозою
Шляхи потрапляння до організму	Вдихання часточок фарби, пального.
Фізіологічні норми, ррм (мкг/г)	Кров < 0,0025 - 0,23
	Сеча < 0,1 - 1,0
	Волосся < 0,05 - 0,5
Наслідки нестачі	Анемія, нервово-м'язові спазми
Наслідки надлишку	Кардіопатія. Гіперплазія щитовидної залози
Біохімічний маркер	Гіпопротеїнемія, гіпоальбумінемія. підвищення серому-коїдів
Оптимальний біоптат для аналізу	Сироватка > сеча > волосся
Елемент-антагоніст	Fe

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Cr

Біологічні функції	Кофактор толерантності до глюкози (GTF), в комплексі з нікотиною кислотою - кофактор інсуліну, трипсину
Шляхи потрапляння до організму	М'ясо, пиво, дріжджі, молочні продукти
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	-
	-
	-
Наслідки нестачі	Діабет, атеросклероз
Наслідки надлишку	Астма, ниркова недостатність
Біохімічний маркер	Тест на толерантність до глюкози, насиченість трансферину хромом
Оптимальний біопат для аналізу	Еритроцити > волосся
Елемент-антагоніст	Co, Fe

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: As

Біологічні функції	Регуляція обміну фосфору
Шляхи потрапляння до організму	Вода, сіль, вино, морепродукти
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров <0,2
	Сеча <0,2
	Волосся <2,1
Наслідки нестачі	Дерматит, анемія
Наслідки надлишку	Порушення обміну фосфору, сірки, Ендемічний зоб
Біохімічний маркер	Амінолевуленова кислота, фетальний еритропоетин
Оптимальний біопат для аналізу	Сеча > волосся > кров
Елемент-антагоніст	Se

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Sb

Біологічні функції	Регуляція обміну фосфору (аналог As)
Шляхи потрапляння до організму	Морепродукти, соки
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров 0,0003 - 0,0007
	Сеча <0,002
	Волосся 0,1 - 1,0
Наслідки нестачі	Для людини не встановлено
Наслідки надлишку	Порушення обміну фосфору, сірки
Біохімічний маркер	-
Оптимальний біоптат для аналізу	Сеча> волосся> кров
Елемент-антагоніст	As

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Se

Біологічні функції	Йод-тиронін - дейодиназа. Se-залежна Глютатіонпероксидаза-1. Білки міокарда, тестикулярна тканина.
Шляхи потрапляння до організму	Se-Met, Se-Cys. Часник, гриби, горіхи, пивні дріжджі
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров 0,05 - 0,25
	Сеча 0,015 - 0,045
	Волосся 0,2 - 2,0
Наслідки нестачі	синдром Кешана (кардіоміопатія).
Наслідки надлишку	Часниковий запах з рота, ламкість нігтів і волосся
Біохімічний маркер	Підвищення активності S-глутатіон-трансферази, глютатіонпероксидаза в еритроцитах
Оптимальний біоптат для аналізу	Сеча>волосся>плазма
Елемент-антагоніст	As

## 2.3. ТОКСИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

### ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: РЬ

Біологічні функції	Інгібітор хелатази (включає залізо в порфірин)
Шляхи потрапляння до організму	Вдихання часток фарби, пального. Свинцеві грузила, дріб
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров < 0,15
	Сеча < 0,09
	Волосся < 8,0
Наслідки нестачі	Есенціальність доведена тільки на тваринах
Наслідки надлишку	Порушення гемопоезу, нефропатія, нейропатія
Біохімічний маркер	Копропорфірія, амінолевуленова кислота в сечі, порушення нервово-м'язової провідності
Оптимальний біоптат для аналізу	Цільна кров> сеча> волосся
Елемент-антагоніст	Fe, Ca, P, Mg, Zn

### ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Hg

Біологічні функції	Мікродози стимулюють ферменти мітосомального окислення
Шляхи потрапляння до організму	Морепродукти, морська риба
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров < 0,05
	Сеча < 0,25
	Волосся < 0,7
Наслідки нестачі	-
Наслідки надлишку	Нефротоксичний, хвороба Мінамата (енцефалопатія), анемія
Біохімічний маркер	-
Оптимальний біоптат для аналізу	Кров> сеча> волосся
Елемент-антагоніст	Se, Zn, S

Токсичність ртуті сильно залежить від природи її з'єднань і шляхів надходження в організм. Так, металева ртуть (найбільш імовірний побутовий шлях надходження, це, наприклад, розбитий термометр) практично не всмоктується в шлунково-кишковому тракті і швидко виводиться з організму з калом в незмінному вигляді. Найбільшу небезпеку металева ртуть становить при інгаляційному шляху введення (наприклад, при вдиханні парів після спроби зібрати розливу ртуть порохотягом). Після всмоктування в кров з респіраторної системи вона здатна проникати через гематоенцефалічний бар'єр і спричинити нейротоксичну дію.

Токсичність різних сполук ртуті показано в таблиці:

Характеристики	Ртуть металічна	Ртуть неорганічна	Ртуть органічна
Шлях надходження в організм	інгаляційний	ШКТ	ШКТ, через шкіру
Всмоктування, Розподіл	перорально нешкідлива	перорально 2-10% через шкіру 3-4%	ШКТ >95% інгаляційн >80% через шкіру
Токсичність	нейротоксична	нефротоксична	нейротоксична
Депо в організмі	нирки, мозок	нирки	усі тканини
Здатність проникати через гематоенцефалічний бар'єр	так	ні	так
	проникає через плаценту		проникає через плаценту
Період напіввиведення	70 днів	60 днів	45-70 днів
Спосіб виведення з організму	сеча (після окислення до неорг. з'єднань)	сеча, кал	кал 90% сеча 10%

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Cd

Біологічні функції	Стимулює синтез металотіонеїну
Шляхи потрапляння до організму	Паління. Морепродукти, злаки, гриби
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров < 0,01
	Сеча < 0,002
	Волосся < 0,4
Наслідки нестачі	Можливе сповільнення росту в лабораторних тварин
Наслідки надлишку	Нефропатія, анемія, гіпертонія, кардіопатія
Біохімічний маркер	$\beta$ 2-мікроглобулін у сечі
Оптимальний біопат для аналізу	Сеча> цільна кров> волосся
Елемент-антагоніст	Ca, Zn, Cu

Основна група отруєння кадмієм в побутових умовах – курці. Це пов'язано з двома факторами:

- Нетиповий шлях надходження в організм. При інгаляційному шляху всмоктування сполук кадмію становить 50 %, водночас при пероральному – усього 5 %.
- Тривалий період напіввиведення з організму – 19 років. Отже, кадмій надходить в організм набагато швидше, аніж виводиться, і в курців зі стажем спостерігаються симптоми хронічного отруєння кадмієм.

## ПАСПОРТ ЕЛЕМЕНТА: Tl

Біологічні функції	Внутрішньоклітинний антагоніст калію
Шляхи потрапляння до організму	Засоби для боротьби з гризунами
Фізіологічні норми, ppm (мкг/г)	Кров < 0,001
	Сеча < 0,001
	Волосся < 0,016
Наслідки нестачі	Не виявлені
Наслідки надлишку	Порушення балансу K/Na. Дифузне ураження нейронів. Стрімка алопеція
Біохімічний маркер	-
Оптимальний біопат для аналізу	Сеча> волосся>плазма
Елемент-антагоніст	K

## 3. ПРАВИЛА ВІДБОРУ МАТЕРІАЛУ

### 3.1. ВОЛОССЯ

Перед відбором зразків волосся для аналізу на Мікроелементи і важкі метали слід утриматися від використання засобів для укладання волосся і шампунів, збагачених есенціальними елементами (цинком, селеном).

Умови зберігання і транспортування матеріалу при  $t +18 \dots 22 \text{ }^\circ\text{C}$  протягом 14 діб

Перед відбором зразка необхідно з'ясувати, чи користувався останнім часом пацієнт мінералізованими шампунями, і за необхідності добре промити волосся гарячою водою. Зразок волосся для зберігання і транспортування краще загорнути в чистий білий папір або zip-пакет. Необхідна кількість волосся 200-300 шт. (250-500 мг).

Волосся відростає зі швидкістю 1,0-1,5 см в місяць, тому передане на аналіз волосся довжиною 10 см покаже середній рівень елементів в організмі за рік. Для оцінки експозиції організму протягом останнього місяця слід зрізати волосся довжиною близько 1 см з прикореневої ділянки. Зразок, зрізаний з кінця довгого пасма, не несе жодної діагностичної цінності.

### 3.2. КРОВ

Забір крові проводиться без спеціальної підготовки. Для дослідження використовують цільну кров. Зразки необхідно відбирати до пробірки без наповнювача (реагенту або антикоагулянту) в кількості не менш як 5,0 мл.

Умови зберігання і транспортування матеріалу при  $t +18 \dots 22 \text{ }^\circ\text{C}$  протягом 5 діб

Деякі хімічні елементи (Hg, As, Se) вимагають особливої пробопідготовки, тому для них необхідний більший об'єм крові 10-15 мл. Переливання відібраної крові в іншу пробірку чинить негативний вплив на точність результатів.

### 3.3. СЕЧА

Сеча збирається в сухий стерильний контейнер. Для аналізу можна збирати як ранкову сечу, так і добову. Оптимальний об'єм сечі для дослідження на важкі метали і мікроелементи - 50 мл.

Умови зберігання і транспортування матеріалу при  $t +18 \dots 22 \text{ }^\circ\text{C}$  протягом 5 діб

## ДЖЕРЕЛА

1. IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF THE CARCINOGENIC RISK OF CHEMICALS TO HUMANS, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, LYON, FRANCE, p. V2 48 Y73
2. Selenium and arsenic in biology: Their chemical forms and biological functions Yasuyuki Shibata Masatosh iMorita Keiichiro Fuwa .J Biol Chem . 2009 липня 10; 284 (28): 18583-18587. Опубліковано 10 квітня 2009 р. doi: 10.1074 / jbc.R900003200
3. National Library of Medicine Hazardous Substances Data Bank. Available from, as of Jan 20, 2016: <http://toxnet.nlm.nih.gov/newtoxnet/hsdb.htm>
4. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/>
5. Thomas, J.A., K.S. Korach, J.A. McLachlan. Endocrine Toxicology. New York, NY: Raven Press, Ltd., 1985., p. 167
6. N-acetylcysteine as an antidote in methylmercury poisoning. N Ballatori, M W Lieberman, and W Wang. Environ Health Perspect. 1998 May; 106(5): 267-271.
7. Evaluation of mercury exposure level, clinical diagnosis and treatment for mercury intoxication. Byeong-Jin Ye, Byoung-Gwon Kim, corresponding author Man-Joong Jeon, Se-Yeong Kim, Hawn-Cheol Kim, Tae-Won Jang, Hong-Jae Chae, Won-Jun Choi, Mi-Na Ha, and Young-Seoub Hong. Ann Occup Environ Med. 2016; 28: 5. Published online 2016 Jan 22. doi: 10.1186/s40557-015-0086-8
8. DHHS/National Toxicology Program; Eleventh Report on Carcinogens: Cadmium and Cadmium Compounds (January 2005). Available from, as of July 31, 2009: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s028cadm.pdf>
9. I PCS; Poisons Information Monograph 89: Cadmium. (January 26, 1992). Available from, as of August 2, 2011: <http://www.inchem.org/pages/pims.html>
10. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health Johannes Godt, corresponding author Franziska Scheidig, Christian Grosse-Siestrup, Vera Esche, Paul Brandenburg, Andrea Reich, and David A Groneberg. J Occup Med Toxicol. 2006; 1: 22. Published online 2006 Sep 10. doi: 10.1186/1745-6673-1-22
11. Cobalt toxicity in humans-A review of the potential sources and systemic health effects. Leysens L1, Vinck B2, Van Der Straeten C3, Wuyts F4, Maes L5. Toxicology. 2017 Jul 15; p.43-56. doi: 10.1016/j.tox.2017.05.015. Epub 2017 May 29.
12. Важкі метали: система біологічного транспорту. Л.М. Шафран, Е.Г. Пихтєєва, Д.В. Большой. Одеса, 310 с.

## 4. ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ ЗАМОВЛЕННЯ

Устаткування - Атомно-емісійний спектрометр ЕМАС ССD-200, Атомно-абсорбційний спектрофотометр "Сатурн-3М", Аналізатор ртуті "Юлія-2М". Метод - Атомна абсорбція, який є референтним методом визначення металів у біологічних пробах.

№	Код	Назва	Термін виконання, днів	Матеріал для аналізу
1	30401	Важкі метали (кадмій, свинець, ртуть, миш'як, цинк, мідь)	15	Цільна кров, сеча, волосся
2	30434	Основні мікроелементи: цинк, мідь, залізо, марганець	15	Цільна кров, сеча, волосся
3	30432	Мікроелементи здоров'я волосся, нігтів, шкіри: марганець, хром, цинк, мідь, селен, залізо, молібден	15	Цільна кров, сеча, волосся
4	30433	Детокс. Токсичні елементи: цинк, кадмій, свинець, ртуть, миш'як, алюміній, хром, нікель	15	Цільна кров, сеча, волосся
5	30403	Кадмій	15	Цільна кров, сеча, волосся
6	30404	Свинець	15	Цільна кров, сеча, волосся
7	30405	Ртуть	15	Цільна кров, сеча, волосся
8	30406	Миш'як	15	Цільна кров, сеча, волосся
9	30413	Марганець	15	Цільна кров, сеча, волосся
10	30414	Олово	15	Цільна кров, сеча, волосся
11	30415	Літій	15	Цільна кров, сеча, волосся
12	30416	Алюміній	15	Цільна кров, сеча, волосся
13	30417	Стронцій	15	Цільна кров, сеча, волосся
14	30418	Хром	15	Цільна кров, сеча, волосся
15	30419	Талій	15	Цільна кров, сеча, волосся
16	30420	Сурма	15	Цільна кров, сеча, волосся
17	30421	Кобальт	15	Цільна кров, сеча, волосся
18	30422	Нікель	15	Цільна кров, сеча, волосся

Лабораторія DIAGEN пропонує унікальну можливість визначити практично будь-який метал періодичної системи елементів. Якщо в цьому списку Ви не побачили необхідний елемент — зверніться до нашого клієнт-менеджера.



0800 33 5316  
sale@diagen.com.ua

[diagen.com.ua](http://diagen.com.ua)