

## ОРИГІНАЛЬНА СТАТТЯ

УДК 615.326

**СЕЛЕН ТА НАНОСЕЛЕН: РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ У МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ**

Ноцек Микола Сергійович,  
e-mail: k.notsek@gmail.com

<sup>1</sup>Ноцек М.С., <sup>1</sup>Горчакова Н.О., <sup>2</sup>Белєнічев І.Ф., <sup>1</sup>Пузиренко А.М., <sup>1</sup>Чекман І.С.

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Запорізький медичний університет, м. Київ, Україна

**Резюме.** Надлишок чи недостатня кількість окремих хімічних елементів та їх сполук приводить до виникнення різних патологічних станів, що потенціюється особливо підвищеною потребою організму людини в елементах-антиоксидантах. Ось чому в останні роки зросла увага вчених до селену – мікроелемента, що володіє антиоксидантними, радіопротекторними властивостями, підвищує імунітет, сповільнює процеси старіння. Наукові спостереження виявили, що селен є есенціальним мікроелементом і з його дефіцитом пов'язані 75 різних нозологічних форм, що призводять до скорочення тривалості життя людини. Такі випадки були описані у США, Фінляндії, Новій Зеландії, Китаї, Росії, Україні. Мікроелемент селен, має принципове значення для здоров'я людини. Селен є важливим компонентом не менш як 25 селенопротеїнів і ферментів людини, що містять селеноцистеїн. Як складова частина селенопротеїну, селен має структурні і ферментативні функції, в останній час будучи найбільш відомим в якості антиоксиданту і каталізатора для виробництва активної форми гормону щитовидної залози. Селен необхідний для належного функціонування імунної системи і є ключовим фактором у протидії розвитку вірусності і прогресування ВІЛ. Він необхідний для рухливості сперматозоїдів і може знизити ризик викидня. Дефіцит цього елемента пов'язується з погіршенням настрою. Дослідження пов'язують селен з виникненням серцево-судинних захворювань. У надмірних кількостях всі сполуки селену стають токсичними для клітин людини. Наноселен є потенційним джерелом селену, що має низьку токсичність.

**Ключові слова:** селенопротеїн, антиоксидант, мікроелемент, селеноцистеїн, селеніт натрію.

### 1. Актуальність

Надлишок чи недостатня кількість окремих хімічних елементів та їх сполук приводить до виникнення різних патологічних станів, що потенціюється особливо підвищеною потребою організму людини в елементах-антиоксидантах. Ось чому в останні роки зросла увага вчених до селену – мікроелемента, що володіє антиоксидантними, радіопротекторними властивостями, підвищує імунітет, сповільнює процеси старіння [8]. Наукові спостереження виявили, що селен є есенціальним мікроелементом і з його дефіцитом пов'язані 75 різних нозологічних форм, що включають порушення обміну речовин, дисфункцію щитовидної залози, серцево-судинні та пухлинні захворювання, що призводять до скорочення тривалості життя людини. Такі випадки були описані у США, Фінляндії, Новій Зеландії, Китаї, Росії, Україні [7].

Селен регулює запальну відповідь і є необхідним для нормальної роботи ендокринної та імунної системи. Впливає на клітинний ріст і апоптоз, регулює діяльність клітинних сигнальних систем і факторів транскрипції. Селен є компонентом як мінімум 25 специфічних селенопротеїнів, в яких метал включається у вигляді селеноцистеїну. На сьогоднішній день ґрунтовні вивчені такі групи селенопротеїнів, як глутатіон пероксидаза, тіоредоксін редуктаза і йодотіронін дейодиназа. Вони можуть змінювати метаболізм тиреоїдних гормонів і функціональний стан клітин організму за рахунок антиоксидантної активності та участі у підтримці окислювально-відновного гомеостазу в клітці [5,32].

В організмі людини міститься 10-14 мг селену, більша його частина сконцентрована в печінці, нирках, селезінці, серці, яєчках і насінневих канатиках у чоловіків. Селен

присутній в ядрі клітини. Фізіологічна потреба у селені становить 70 мкг для дорослих чоловіків та 55 мкг для жінок. Мікроелемент селен відноситься до числа незамінних (есенціальних) харчових факторів, адекватне надходження яких є необхідною умовою забезпечення здоров'я людини [2,5].

## 2. Історичні дані відкриття та початкові етапи вивчення селену

J. Berzelius вперше оприлюднив новий елемент у листі від 27 січня 1818 до J.S.C. Schweigger у Німеччині, що супроводжувався листом надісланим у квітні для негайної публікації у журналі *Journal für Chemie und Physik* [38]. Більшість ранніх досліджень селену зроблено з метою виявлення його токсичності. У 1930-і роки встановлено, що він є причиною отруєння худоби в районах з високим вмістом селену в ґрунті. У середині 20-го століття селен визнаний мікронутрієнтом і його біологічна функція вивчалася у ключі його значення у харчуванні людини. У 1957 році Клаус Шварц, німецький вчений, що працює в Національному інституті охорони здоров'я в Бетесді, вперше повідомив про користь селену для здоров'я. К. Шварц вивчав дріжджі в якості джерела білка у Німеччині під час Другої світової війни і продовжив навчання в США, і у кінці кінців виявив, що використання дріжджів *Torula* замість пивних дріжджів як джерело білка для годування вітамін Е-дефіцитних щурів призвело до утворення некротичних змін печінки. К. Шварц і С. Фольц оголосили, що селен, який міститься в фракціонованих пивних дріжджах, несе відповідальність за відсутність некрозу печінки. Дефіцит селену був також виявлений у дослідженнях в Орегоні, які показали, що міопатія відома як "хвороба білих м'язів" у телят і ягнят, пов'язана з виснаженням на селен ґрунтом [29].

У 1979 році у Китаї, застійна серцева міопатія (кешанська хвороба) була вперше пов'язана з дефіцитом селену. У 1970 було встановлено, що селен присутній у глутатіонпероксидазі як амінокислота селеноцистеїн, і фокус досліджень селену зміщується у галузь молекулярної біології. Як мікронутрієнт, рекомендована норма вживання селену була визначена в 1989 році (70 мкг / г для чоловіків і 55 мкг / добу для жінок) і переглянута в 2000 році (55 мкг / добу). Селенопротеїни – білки, що містять різні амінокислоти, зокрема селеноцистеїн. Відкриття селенопротеїнів відбулося в 1973 році, коли Hoekstra W.G. і його колеги з Університету Вісконсіна визначили наявність селену в глутатіонпероксидазі [24].

## 3. Сучасний стан вивчення участі селену у метаболізмі

На сьогоднішній день існують праці вчених, що розглядають роль селену в організмі людини і тварин під різним кутом. Перш за все були спростовані свідчення про те що селен може запобігати розвитку раку та інгібувати його розвиток [39]. Так, рандомізоване подвійне сліпе дослідження впливу селену на пацієнтів з раком легень показало, що селен є безпечним, але не має переваг над плацебо [22]. Проте вчені вважають, що селен може полегшувати наслідки радіотерапії у цих хворих. Виходячи з даних досліджень виконаних ученими у період з 1987-2012, при прийомі селену підвищується рівень селену у

крові, поліпшується загальний стан хворих, що сприяє поліпшенню якості життя, запобігає або зменшує побічні ефекти променевої терапії і не знижує ефективність променевої терапії та не викликає токсичність [31].

Однією з найвідоміших особливостей селену є його антиоксидантні властивості, а також те, що він є каталізатором для вироблення активної форми тиреоїдного гормону [18,33]. Небагато селенопротеїнів: глутатіонпероксидаза, тіоредоксін редуктаза і йодтиронін дейодиназа мають функції оксидоредуктаз. Глутатіонпероксидаза і тіоредоксінредуктаза приймає участь у зниженні перекису водню і ліпопероксиду. Таким чином, фізіологічною роллю глутатіонпероксидази і тіоредоксінредуктази є регулювання окисного стресу. Так як активна частина глутатіонпероксидази і тіоредоксінредуктази містить залишок селену, селен необхідний для активності цих ферментів [19]. Селен сприяє активації одного з компонентів ендогенної нейропротекції – тіолдисульфідної системи [1].

Інший дуже важливий напрямок у вивченні селену як одного з основних мікроелементів людини – його роль у розвитку серцево-судинних захворюваннях [21]. Селеновий статус безпосередньо впливає на ремоделювання матриці і функції міокарду. Окислювально-відновний баланс, зміни в метилюванні та епігенетичні механізми можуть також відігравати роль у впливі селену на біологію серцево-судинної системи. Більш низькі рівні селену в крові спостерігається у хворих з серцевою недостатністю зі зниженою скорочувальною функцією лівого шлуночка або систолічною серцевою недостатністю. Цей елемент поліпшує функцію лівого шлуночка і якість життя при систолічній серцевій недостатності [27]. Науці відомі випадки селензалежних кардіоміопатій [11]. Великі концентрації селену в сироватці крові пов'язані з більш високою поширеністю артеріальної гіпертензії, що було доведено у дослідженні з населенням США [25].

Селен, в основному за рахунок його включення в селенопротеїни, відіграє важливу роль у запаленні та імунитеті. Селенопротеїни приймає участь в активації, проліферації та диференціації клітин, які управляють вроджену та адаптивну імунну відповідь. Адекватні рівні Se важливі для ініціювання імунітету, також вони беруть участь у регуляції надмірних імунних відповідей і хронічне запалення [20]. Як стимулятор імунної функції, селен відомий протягом багатьох років, але спосіб, в який цей елемент діє на молекулярному рівні в захисті людини і запальних захворюваннях погано вивчений. Останні дані показують, що селенопротеїни відіграють важливу роль у проліферації Т-клітин у відповідь на стимуляцію рецепторів Т-клітин [15].

Селен має потенційно настроймодулюючий вплив. Низькі рівні селену пов'язуються з більш вираженим депресивним симптомом у літніх людей у сільській місцевості [16]. Він має важливе значення для нормальної функції мозку. Дослідження підтвердили роль селенопротеїну Р у накопиченні та використанні селену у мозку. Селенопротеїн Р і аполіпропротеїн Е рецептор-2 взаємодіють у гематоенцефалічному бар'єрі, а також в головному мозку для підтримання достатньої кількості селену, яка захищає від нейродегенерації [13,14].

Лабораторні експерименти показали, що селен має інгібуєчий вплив на ВІЛ *in vitro*, який пов'язують з антиоксидантним ефектом глутатіонпероксидази та інших селенопротеїнів. Клінічні випробування виявили підвищений ризик безсимптомного вірусносійства, але на той час знизилася кількість госпіталізацій і з'явилися кращі результати, такі як зменшення вірусного навантаження, збільшення кількості CD4+ Т-клітин і зниження ризику діареї. [36].

Проведені експериментальні дослідження показують, що одним з можливих механізмів, за допомогою якого селен реалізує свою позитивну дію, є підвищення реакції репарації пошкодженої ДНК, що реалізується за рахунок підвищення активності ДНК-глікозилази та шляхів репарації ДНК, ці факти включають в себе дані, отримані з використанням культивованих моделей тваринних клітин, а також клінічні дослідження людей [12].

У ссавців, Se має важливе значення для сперматогенезу і, отже, для чоловічої фертильності. У тваринництві та в експериментальних гризунів, помірна та важка недостатність Se призводить до порушення рухливості сперматозоїдів і морфологічних змін будови середніх відділів до руйнації головки та хвоста сперматозоїда [23,34].

Селенопротеїни можуть модулювати ступінь окислювального стресу, який є особливістю септичного шоку. Концентрація селену в еритроцитах може провісником летальності пацієнтів з септичним шоком у реанімації [17]. Низькі післяопераційні рівні селену є прогностичним чинником для розвитку ускладнень у пацієнтів, які перенесли аортокоронарне шунтування без штучного кровообігу [35]. Також селен є прогностичним маркером розвитку інфекційних легеневих ускладнень у постраждалих з тяжкою поєднаною травмою [3].

#### 4. Хвороби пов'язані з селену в організмі людини

На даний момент вченими добре вивчені прояви дефіциту селену в організмі людини. Збільшення випадків кешанської хвороби пов'язані з низьким рівнем селену в зернових культурах і в зразках людської крові, волосся і тканин. Крім того, кілька випробувань щодо забезпечення дітей селеном дають переконливі докази стосовно профілактичного ефекту селену проти кешанської хвороби. Основною гістопатологічною особливістю захворювання є мультифокальний некроз міокарда. Хвороба істотно не впливає на коронарні артерії. Ультраструктурні дослідження показують, що мембранні органели, такі як мітохондрії або сарколема, піддаються впливу раніше всього. Хвороба Кашина-Бека – ендемічна остеоартропатія, також пов'язана з низьким рівнем селену. Випадки захворювання характеризуються збільшенням і деформацією суглобів. Основною патологічною зміною є розповсюджена дегенерація і некроз гіалінової хрящової тканини [26].

Селен (Se) є важливим мікроелементом з вузьким проміжком між позитивним і токсичним ефектом. Як перспективний хіміопротекторний агент, його застосування вимагає довгострокове вживання, таким чином токсичність Se є особливо важливим питанням [43].

Хронічне отруєння селеном у людей асоціюється, насамперед, з втратою волосся і зміни в морфології нігтів. У

деяких випадках спостерігаються, пошкодження шкіри (почервоніння, утворення пухирів) і нервової системи (парестезії, паралічі). У тварин, зокрема щурів, пошкодження печінки є спільною рисою хронічного отруєння селеном, але доказів, які свідчили б про функціональні дефекти печінки у людини не багато. Біохімічні механізми токсичності селену не було чітко встановлено. Деякі особливості його шкідливого впливу залежать від хімічної форми конкретної сполуки селену, її експозиції [40].

#### 5. Сучасні селенвмісні препарати та їх застосування

На даний момент використовується препарат, який містить селеніт натрію. Селеніт натрію при курсовому введенні щурам внутрішньошлунково (50 мкг/кг) протягом 20 днів після відтворення дихлоретанового гепатиту нормалізує показники антиоксидантної системи (СОД, ГПР, відновленого глутатіону) та окислювальної модифікації білка (АФГ, КФГ) печінки, міокарді, тканинах головного мозку щурів. Селеніт натрію при курсовому введенні щурам внутрішньошлунково (50 мкг/кг) протягом 20 днів після відтворення дихлоретанового гепатиту нормалізує показники енергетичного обміну печінки і міокарду щурів (АТФ, піруват, малат, лактат), не впливає на показники енергетичного обміну в мозковій тканині тварин. [9]. Доведено можливість застосування модулятора глутатіонпероксидази – селеніту натрію як нейропротектора [1].

Активно вивчаються препарати, що містять біогенні сполуки селену. Так, було доведено, що вони позитивно впливають на рівень антиоксидантного потенціалу у студентів [6].

#### 6. Особливості наноселену, перспективи його дослідження

Останнім часом наноелементний Se все частіше привертає увагу вчених завдяки своїй високій біодоступності і відносно низькій токсичності [30]. Тим не менше, в порівнянні з сполуками селену, такими як селеніт натрію, селенометіонін і метилселеноцистеїн, нано-Se не збільшує активність селеноензимів, у тому числі глутатіонпероксидази і тіоредоксінредуктази і ферментів 2-ї фази детоксикації, таких як глутатіон S-трансфераза, але має набагато нижчу токсичність [42]. Наноселен у сім разів менш токсичний ніж селеніт натрію у мишей [41]. На даний момент триває багатогранне вивчення наноселену та його властивостей. Нано-Se може служити в якості хіміопротектора зі зменшеним ризиком токсичності [43]. Досліджені можливі молекулярні механізми наноселену в ослабленні гепатоцелюлярної карциноми [10]. Поверхневі нанокластери селену можуть бути спроектовані таким чином, щоб пригнічувати ріст раку кісток, одночасно сприяючи зростанню нормальної кісткової тканини [37].

Одночасне введення силімарину і наноселену є можливим способом для поліпшення лікування запального захворювання кишечника [28]. На моделі токсичного ураження печінки у щурів вдалося показати, що нанопрепарат селену, отриманий на матриці арабіногалактана, а також частково і сам арабіногалактан запобігають наступу оксидативного стресу, виміряного за допомогою співвідношення активності процесів ліпопероксидації та антиоксидантного захисту [4].



**7. Висновок.** Мікроелемент селен, має принципове значення для здоров'я людини. Селен є важливим компонентом не менш як 25 селенопротеїнів і ферментів людини, що містять селеноцистеїн. Як складова частина селенопротеїну, селен має структурні і ферментативні функції, в останній час будучи найбільш відомим в якості антиоксиданту і каталізатора для виробництва активної форми гормону щитовидної залози. Селен необхідний для належного функціонування імунної системи і є ключовим фактором у протидії розвитку вірулентності і прогресування ВІЛ. Він необхідний для рухливості сперматозоїдів і може знизити ризик викидня. Дефіцит цього елемента пов'язується з погіршенням настрою. Дослідження пов'язують селен з виникненням серцево-судинних захворювань [33]. У надмірних кількостях всі сполуки селену стають токсичними для клітин людини. Наноселен є потенційним джерелом селену, що має низьку токсичність.

Рецензент: член-кор. НАМН України, д.мед.н., професор Яворовський О.П.

## ЛІТЕРАТУРА

- Беленічев І.Ф. Ферментативное и неферментативное звено тиол-дисульфидной системы в головном мозге экспериментальных животных с церебральной ишемией: эффекты селеназы / И. Ф. Беленічев, Е.С. Литвиненко // Сучасні аспекти нейрофармакології. – 2015. – Vol. 42, No. 1. – P. 13–18.
- Волкотруб Л.П. Роль селена в розвитку и предупреждении заболеваний (обзор) / Волкотруб Л.П., Андропова Т.В. // Гигиена и санитария. – 2001. – P. 57–61.
- Зайнудинов З. М. Метаболизм селена у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой / З.М. Зайнудинов, А.К. Шабанов, С.Н. Зорин[et al.] // 2014. – No. 3. – P. 68–71.
- Колесникова Л.И. Состояние системы липопероксидации-антиоксидантной защиты при токсическом поражении печени и его профилактике нанокомпозитным препаратом селена и арабиногалактана / Л.И. Колесникова, Е.А. Карпова, Б.Я. Власов, Б. А. Троимов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2015. – Vol. 159, No. 2. – P. 183–187.
- Котикович Ю. С. Selenium. some aspects of ecology and participation in the development of pathology / Ю. С. Котикович // 2011. – P. 26–30.
- Никулина А. В. Влияние биопрепарата “селенес+” и дополнительных физических упражнений на адаптацию студентов младших курсов к условиям обучения в высшей школе / А.В. Никулина, И. Ю. Пахомова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2015. – Vol. 159, No. 2. – P. 192–195.
- Гончарова О. Селенодефицит и возрастзависимая патология / О. Гончарова, И. Ильина // International journal of endocrinology. – 2015. – No. 4(68). – P. 87–92.
- Онул Н. М. Гігієнічна характеристика вмісту селену в об'єктах навколишнього середовища і організмі людини та його вплив на показники здоров'я населення екологічно несприятливого регіону / Н. М. Онул. – Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України, 2008.
- Поготова Г. Дія селенази на показники енергетичного обміну та прооксидантно-антиоксидантної системи в органах шурів при токсичному гепатиті / Г. Поготова, Н. Горчакова, И. Беленічев, И. Чекман // 2014. – Vol. 2, No. 111. – P. 216–220.
- Ahmed H. H. Molecular mechanisms of nano-selenium in mitigating hepatocellular carcinoma induced by n-nitrosodiethylamine (ndea) in rats / H. H. Ahmed, W. K. B. Khalil, A. H. Hamza // Toxicology Mechanisms and Methods. – 2014. – Vol. 24, No. 8. – P. 593–602.
- Al-Matary A. Selenium: a brief review and a case report of selenium responsive cardiomyopathy / A. Al-Matary, M. Hussain, J. Ali // BMC Pediatrics. – 2013. – Vol. 13. – P. 39.
- Bera S. Does a role for selenium in dna damage repair explain apparent controversies in its use in chemoprevention? / S. Bera, V. De Rosa, W. Rachidi, A. M. Diamond // Mutagenesis. – 2013. – Vol. 28, No. 2. – P. 127–134.
- Burk R.F. Selenoprotein p and apolipoprotein e receptor-2 interact at the blood-brain barrier and also within the brain to maintain an essential selenium pool that protects against neurodegeneration / R. F. Burk, K. E. Hill, A. K. Motley[et al.] // The FASEB Journal. – 2014. – Vol. 28, No. 8. – P. 3579–3588.
- Caito S. W. Progression of neurodegeneration and morphologic changes in the brains of juvenile mice with selenoprotein p deleted / S. W. Caito, D. Milatovic, K. E. Hill[et al.] // Brain research. – 2011. – Vol. 1398. – P. 1–12.
- Carlson B. A. Role of selenium-containing proteins in t cell and macrophage function / B.A. Carlson, M.-H. Yoo, R.K. Shrimali[et al.] // The Proceedings of the Nutrition Society. – 2010. – Vol. 69, No. 3. – P. 300–310.
- Colangelo L.A. Selenium exposure and depressive symptoms: the coronary artery risk development in young adults trace element study / L.A. Colangelo, K. He, M.A. Whooley[et al.] // Neurotoxicology. – 2014. – Vol. 41. – P. 167–174.
- Costa N. A. Erythrocyte selenium concentration predicts intensive care unit and hospital mortality in patients with septic shock: a prospective observational study / N.A. Costa, A. L. Gut, J. A.C. Pimentel[et al.] // Critical Care. – 2014. – Vol. 18, No. 3. – P. R92–R92.
- Oliveira Iglesias S. B. de Low plasma selenium concentrations in critically ill children: the interaction effect between inflammation and selenium deficiency / S. B. de Oliveira Iglesias, H. P. Leite, B. T. Paes[et al.] // Critical Care. – 2014. – Vol. 18, No. 3. – P. R101–R101.
- Higuchi A. Selenium compound protects corneal epithelium against oxidative stress / A. Higuchi, H. Inoue, T. Kawakita[et al.] // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7, No. 9. – P. e45612.
- Huang Z. The role of selenium in inflammation and immunity: from molecular mechanisms to therapeutic opportunities / Z. Huang, A. H. Rose, P. R. Hoffmann // Antioxidants & Redox Signaling. – 2012. – Vol. 16, No. 7. – P. 705–743.
- Joseph J. Selenistasis: epistatic effects of selenium on cardiovascular phenotype / J. Joseph, J. Loscalzo // Nutrients. – 2013. – Vol. 5, No. 2. – P. 340–358.
- Karp D. D. Randomized, double-blind, placebo-controlled, phase iii chemoprevention trial of selenium supplementation in patients with resected stage i non-small-cell lung cancer: ecog 5597 / D.D. Karp, S.J. Lee, S.M. Keller[et al.] // Journal of Clinical Oncology. – 2013. – Vol. 31, No. 33. – P. 4179–4187.
- Kehr S. X-ray fluorescence microscopy reveals the role of selenium in spermatogenesis / S. Kehr, M. Malinowski, L. Finney[et al.] // Journal of molecular biology. – 2009. – Vol. 389, No. 5. – P. 808–818.
- Kurokawa S. Selenium. role of the essential metalloid in health / S. Kurokawa, M. J. Berry // Metal ions in life sciences. – 2013. – Vol. 13. – P. 499–534.
- Laclaustra M. Serum selenium concentrations and hypertension in the us population / M. Laclaustra, A. Navas-Acien, S. Stranges [et al.] // Circulation. Cardiovascular quality and outcomes. – 2009. – Vol. 2, No. 4. – P. 369–376.
- Liu K. Statistical methods to assess and minimize the role of intra-individual variability in obscuring the relationship between dietary lipids and serum cholesterol. / K. Liu, J. Stamler, A. Dyer[et al.] // Journal of chronic diseases. – 1978. – Vol. 31, No. 6-7. – P. 399–418.
- Metes-Kosik N. Both selenium deficiency and modest selenium supplementation lead to myocardial fibrosis in mice via effects on redox-methylation balance / N. Metes-Kosik, I. Luptak, P. M. DiBello[et al.] // Molecular nutrition & food research. – 2012. – Vol. 56, No. 12. – P. 1812–1824.
- Miroliac A. E. Amelioration of experimental colitis by a novel nanoselenium-silymarin mixture. / A.E. Miroliac, H. Esmaily, A. Vaziri-Bami[et al.] // Toxicology mechanisms and methods. – 2011. – Vol. 21, No. 3. – P. 200–8.
- Muth O. H. Effects of selenium and vitamin e on white muscle disease. / O. H. Muth, J. E. Oldfield, L. F. Remmert, J. R. Schubert // Science (New York, N.Y.). – 1958. – Vol. 128, No. 3331. – P. 1090.
- Pelyhe C. Myths and facts about the effects of nano-selenium in farm animals – mini-review / C. Pelyhe, M. Múzes // Eur. Chem. Bull. – 2013. – Vol. 2, No. 12. – P. 1049–1052.
- Puspitasari I.M. Updates on clinical studies of selenium supplementation in radiotherapy / I.M. Puspitasari, R. Abdulah, C. Yamazaki[et al.] // Radiation Oncology (London, England). – 2014. – Vol. 9. – P. 125.
- Rayman M. P. Selenium and human health. / M.P. Rayman // Lancet (London, England). – 2012. – Vol. 379, No. 9822. – P. 1256–68.

33. Rayman M.P. The importance of selenium to human health / M.P. Rayman // *The Lancet*. – 2015. – Vol. 356, No. 9225. – P. 233–241.

34. Shalini S. Dietary selenium deficiency as well as excess supplementation induces multiple defects in mouse epididymal spermatozoa: understanding the role of selenium in male fertility. / S. Shalini, M. P. Bansal // *International journal of andrology*. – 2008. – Vol. 31, No. 4. – P. 438–49.

35. Stevanovic A. The importance of intraoperative selenium blood levels on organ dysfunction in patients undergoing off-pump cardiac surgery: a randomised controlled trial / A. Stevanovic, M. Coburn, A. Menon [et al.] // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9, No. 8. – P. e104222.

36. Stone C. A. The role of selenium in hiv infection cosby a stone, kosuke kawai, roland kupka, wafaie w fawzi harvard school of public health / C. A. Stone, K. Kawai, R. Kupka, W. W. Fawzi // *Nutrition reviews*. – 2010. – Vol. 68, No. 11. – P. 671–681.

37. Tran P. A. Differential effects of nanoselenium doping on healthy and cancerous osteoblasts in coculture on titanium. / P. A. Tran, L. Sarin, R. H. Hurt, T. J. Webster // *International journal of nanomedicine*. – 2010. – Vol. 5. – P. 351–8.

38. Trofast J. Berzelius' discovery of selenium / J. Trofast // *The News Magazine of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*. – 2011. – Vol. 33, No. 5. – P. 16–19.

39. Vinceti M. Selenium for preventing cancer / M. Vinceti, G. Dennert, C.M. Crespi[et al.] // *The Cochrane database of systematic reviews*. – 2014. – Vol. 3. – P. CD005195–CD005195.

40. World Health Organization Trace elements in human nutrition and health / World Health Organization. – Geneva: Macmillan / Ceuterick, 1996. – 360 p.

41. Zhang J. S. Biological effects of a nano red elemental selenium. / J. S. Zhang, X. Y. Gao, L. D. Zhang, Y. P. Bao // *BioFactors (Oxford, England)*. – 2001. – Vol. 15, No. 1. – P. 27–38.

42. Zhang J. Toxicity of selenium compounds and nano-selenium particles / J. Zhang, J. E. Spallholz // *General, Applied and Systems Toxicology*. – John Wiley & Sons, Ltd, 2009.

43. Zhang J. Elemental selenium at nano size (nano-se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice / J. Zhang, X. Wang, T. T. Xu // *Toxicological Sciences*. – 2007. – Vol. 101, No. 1. – P. 22–31.

### NANOSELENIUM AND SELENIUM: ROLE IN THE BODY AND APPLICATION IN MEDICAL PRACTICE

M.S. Notsek<sup>1</sup>, N.O. Gorchakova<sup>1</sup>, I.F. Belenichev<sup>2</sup>,  
A.M. Puzyrenko<sup>1</sup>, I.S. Chekman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bogomolets National Medical University, Kiev, Ukraine

<sup>2</sup>Zaporizhia State Medical University,  
Zaporozhye, Ukraine

**Summary.** Excess or insufficient number of separate chemical elements and their compounds lead to various pathological states, that is potentiated by the importance of the antioxidants in human cells. That is why in recent years increased attention of scientists to selenium – a trace element, that has antioxidant, radioprotective properties, strengthens the immune system, slows the aging process. Scientific observations have found that selenium is an essential trace mineral, its deficiency associated with 75 different nosologic forms, that shorten life. Such cases have been described in the United States, Finland, New Zealand, China, Russia and Ukraine. The essential trace mineral, selenium, is of fundamental importance to human health. Selenium is an important component of at least 25 selenoproteins and enzymes containing selenocysteine. As a constituent of selenoproteins, selenium has structural and enzymic roles, in the latter context being best-known as an antioxidant and catalyst for the production of active thyroid hormone. Selenium is needed for the proper functioning of the immune system, and appears to be a key nutrient in counteracting the development of virulence and inhibiting HIV progression. It is required for sperm motility and may reduce the risk of miscarriage. Deficiency has been linked to adverse mood states. Findings have been equivocal in linking selenium to cardiovascular disease risk. Selenium compounds are toxic to human cells in excessive amounts. Nanoselenium is a potential source of selenium, which has low toxicity.

**Key words:** selenoprotein, antioxidant, trace element, selenocysteine, sodium selenite.

### СЕЛЕН И НАНОСЕЛЕН: РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ ТА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Ноцек Н.С.<sup>1</sup>, Горчакова Н.О., Беленичев И.Ф.<sup>2</sup>,  
Пузыренко А.Н.<sup>1</sup>, Чекман И.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет

имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Запорожский медицинский университет,  
г. Запорожье, Украина

**Резюме.** Избыток или недостаточное количество отдельных химических элементов, а также их соединений приводит к возникновению различных патологических состояний, которые потенцируются особенно повышенной потребностью организма человека в элементах-антиоксидантах. Вот почему в последние годы возросло внимание ученых к селену – микроэлементу, который обладает антиоксидантными, радиопротекторными свойствами, повышает иммунитет, замедляет процессы старения. Научные наблюдения выявили, что селен является эссенциальным микроэлементом и с его дефицитом связано 75 различных нозологических форм, приводящих к сокращению продолжительности жизни человека. Такие случаи были описаны в США, Финляндии, Новой Зеландии, Китае, России, Украине. Микроэлемент селен, имеет принципиальное значение для здоровья человека. Селен является важным компонентом не менее 25 селенопротеинов и ферментов человека, которые содержат селеноцистеин. Как составная часть селенопротеинов, селен имеет структурные и ферментативные функции, в последнее время будучи наиболее известным в качестве антиоксиданта и катализатора для производства активной формы гормона щитовидной железы. Селен необходим для нормального функционирования иммунной системы и является ключевым фактором в противодействии развитию вирулентности и прогрессирования ВИЧ. Он необходим для подвижности сперматозоидов и может снизить риск выкидыша. Дефицит этого элемента связывается с ухудшением настроения. Исследования связывают селен с возникновением сердечно-сосудистых заболеваний. В чрезмерных количествах все соединения селена становятся токсичными для клеток человека. Наноселен является потенциальным источником селена, который имеет более низкую токсичность.

**Ключевые слова:** селенопротеин, антиоксидант, микроэлемент, селеноцистеин, селенит натрия.