

**Ю. В. Гавалко, М. С. Романенко, Л. Л. Синюк, С. В. Фус\*,  
Л. В. Горобець\*\*, Л. М. Жевага\*\*, В. П. Шумський\*\*,  
Л. Ф. Марцинишина\*\*, Г. Г. Соколова\*\***

*Державна установа "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова  
НАМН України", 04114 Київ*

*\*Науково-технічний центр "Vіria", 03118 Київ*

*\*\*Спеціалізований клінічний санаторій "Перемога", 03129 Київ*

## **СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ У ПРАКТИЧНО ЗДОРОВИХ ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ**

Обстежено 34 практично здорові людини молодого (20–34 років, 7 осіб), середнього (35–59 років, 4 особи), літнього (60–74 років, 10 осіб), старечого (75–90 років, 8 осіб) віку та довгожителів (старше 90 років, 5 осіб). Проведено визначення вмісту макро- і мікроелементів в раціоні на основі розрахунку нутрієнтного складу фактичного харчування за допомогою комп'ютерної програми "Тест раціонального питания TRP-D02", розробленої НТЦ "Vіria". Стан забезпеченості макро- і мікроелементами організму визначали за допомогою мікроелементного аналізу волосся на рентгено-флуоресцентному спектрометрі *ElvaX* (Україна). Виявлено, що споживання всіх досліджуваних макро- і мікроелементів збільшувалось з віком, особливо в групах старечого віку та довгожителів. Натомість у волосі їх рівень підвищувався (Cl, Mn, Cr), не змінювався (S, Se) або навіть знижувався (Zn, Cu, Co). Рівень Ca, K і Fe у волосі зростав від молодого до літнього віку та зменшувався від літнього до довгожителів. Зміни з віком рівня більшості макро- і мікроелементів у волосі свідчать про їх недостатність у людей старшого віку, що обґрунтовує необхідність збагачення ними раціону харчування цих осіб.

**Ключові слова:** старіння, харчування, макроелементи, мікроелементи.

Із 108 відомих хімічних елементів в організмі людини виявлено 94 [3]. Серед них можна виділити есенціальні, тобто незамінні, дисбаланс яких

спричиняє виникнення клінічних симптомів, та неесенціальні, які мають певні біологічні функції, але симптоми їх дефіциту невідомі. До есенціальних елементів відносять кальцій (Ca), калій (K), натрій (Na), хлор (Cl), цинк (Zn), йод (I), хром (Cr), кобальт (Co), марганець (Mn), молібден (Mo), магній (Mg), мідь (Cu), селен (Se), сірку (S) і залізо (Fe), до неесенціальних — бор (B), фосфор (P), нікель (Ni), кремній (Si) і ванадій (V).

На сьогодні відомі дві функції, які мікроелементи виконують в організмі. По-перше, мікроелементи виступають в ролі кофакторів ферментів (з активуючою, регуляторною і структурно-стабілізуючою функцією) — наприклад, Zn, Mg, Mn, Mo, Cu і Fe. При цьому мікроелементи впливають не лише на активність ферментів, але й на направленість їх дії. Це дало підстави відомому російському вченому-агрохіміку А. В. Петербургському назвати мікроелементи каталізаторами каталізаторів [1]. По-друге, вони можуть бути структурними компонентами молекул (неорганічні речовини кісткової тканини), входити до складу вітаміну, гормону чи ферменту та ін.) — наприклад, Ca, J, Cr, Co, Se та ін.

В роботі Н. О. Давидової та співавт. [4] показана роль мікроелементів у нормальній роботі нервової системи, зокрема вони беруть безпосередню участь в роботі медіаторних систем головного мозку: серотонінергічній, ацетилхолінергічній, ГАМК-ергічній і дофамінергічній. Мікроелементи в комплексі нейрометаболітів покращують пізнавальну здатність, пам'ять, психічну активність у пацієнтів з вираженим супутнім астеничним і тривожним синдромами, вегетативною дисфункцією.

Старіння, різноманітні захворювання, інтенсивні фізичні навантаження та шкідливі звички призводять до зменшення вмісту макро- і мікроелементів в організмі. Так, дефіцит J, Fe, Ca, F і Se мають до 90 % населення України [8]. А вивчення раціонів школярів у Російській Федерації виявило виражений дефіцит у Ca, Se, Zn, J та Co [2].

Макро- і мікроелементи на відміну від органічних нутрієнтів в організмі людини не синтезуються, а їх баланс підтримується виключно за рахунок надходження з продуктами харчування. В ідеалі добовий раціон має покривати потреби організму, але, як показують дослідження, кількість мікронутрієнтів у продуктах харчування з кожним роком зменшується. Так, результати вивчення особливостей харчування населення в країнах Центральної і Східної Європи ще в 90 роки минулого сторіччя показали, що в 30 % випадків має місце недостатнє споживання Fe, в 50 % — Cu, в 60 % — Zn. Враховуючи прогресивне погіршення стану довкілля, можна тільки здогадуватись про сьогоднішній стан забезпеченості населення макро- і мікроелементами. Різке зменшення тривалості життя в Україні також пов'язують зі значним погіршенням харчового статусу населення [10]. Особливістю мікроелементної недостатності є також те, що вона може досить тривалий час бути безсимптомною, але при несвоєчасній корекції призводити до серйозних змін стану здоров'я.

Дефіцит макро- і мікроелементів може бути зумовлений такими причинами, як недостатнє надходження в організм, підвишене спо-

живання та надмірні втрати. Недостатнє надходження пов'язане з аліментарним дефіцитом або з порушенням всмоктування мікроелементів, наприклад внаслідок вікових чи патологічних змін шлунково-кишкового тракту (ШКТ). Збільшення потреби частіше зустрічається у спортсменів при інтенсивних навантаженнях, у дітей, вагітних жінок і людей літнього віку. Підвищені втрати можуть відбуватись з потом (під час лихоманки, у спортсменів при тренуваннях), а також при використанні деяких ліків, зокрема сечогінних.

Особливої уваги також заслуговує взаємодія мікроелементів між собою на рівні абсорбції в шлунково-кишковому тракті, транспорту і участі в різноманітних реакціях метаболізму, оскільки надлишок одного мікроелементу може викликати дефіцит іншого. Саме тому необхідно слідкувати за збалансованістю раціону [13].

Збалансований раціон, який забезпечує достатнє надходження макро- і мікроелементів, є обов'язковою складовою в профілактиці неінфекційних захворювань та передчасного старіння. Однією з теорій старіння є мітохондріальна, яка ґрунтується на руйнівному впливі вільних радикалів, утворених в мітохондріях, на мембрани клітин і органел. Однією з причин цього може бути недостатність макро- і мікроелементів. Зокрема, гем-А, який синтезується лише в мітохондріях, зменшує вихід з них вільних радикалів, а інгібування його синтезу призводить до прориву вільних радикалів, руйнування мітохондрій, пошкодження ДНК та прискореного старіння. Особливу роль в нормальному синтезі гема-А відіграють такі мікроелементи, як Fe і Zn. Інші мікроелементи, які безпосередньо не беруть участі в синтезі гема-А (Mg, Mn), також відіграють важливу роль в нормальному функціонуванні мітохондрій [14], а отже, попереджають передчасне старіння.

Cu, Zn, Se та Mo беруть участь у багатьох біохімічних процесах, що відбуваються в живих організмах. Найбільш важливими з них є клітинне дихання, репарація ДНК і РНК, поглинання вільних радикалів. Зокрема, Cu, Zn і Se у складі ферментів антиоксидантної системи беруть участь у руйнуванні вільних радикалів. Це дозволяє підтримувати цілісність мембран, знижувати ризик розвитку раку і уповільнювати процес старіння [16].

Разом з тим, з віком значно змінюється вміст макро- і мікроелементів в організмі, що пов'язано зі зміною метаболізму, погіршенням їх всмоктування та транспортування до клітин, підвищеною потребою в деяких мікроелементах. Дослідження, проведене в регіонах з високим рівнем довгожителства на о. Сардинія, показало, що у людей старчого віку та довгожителів має місце значно нижча концентрація деяких макро- і мікроелементів у плазмі крові (Ca, Co, Fe, Mn і Se) порівняно з людьми середнього віку ( $P < 0,001$ ). При цьому найвищу вікову залежність було виявлено для Fe ( $P < 0,001$ ,  $r = -0,352$ ) і Se ( $P < 0,001$ ,  $r = -0,417$ ), але рівні Cu і Mg в плазмі крові залишалися без істотних змін [17]. У той же час, в експерименті показано, що застосування полімікроелементного препарату має геопротекторний вплив у експериментальних щурів, у т. ч. завдяки покращенню роботи антиоксидантної системи міокарда [5].

Макро- і мікроелементи акумулюються в усіх органах і тканинах, однак для прижиттєвого аналізу доступні лише деякі (кров, слина, сеча, нігті, волосся). Щодо крові та інших рідин, то концентрація елементів у них залежить від багатьох причин і знаходиться під контролем регуляторних чинників. Рівні деяких з них (Ca, Na та ін.) досить жорстко контролюються, оскільки є життєвоважливими константами. Інші ж, навпаки, потрапляють в кров лише під час транспортування із ШКТ до тканин. Найбільш показовими за рівнем макро- і мікроелементів є щільні тканини: кістки, хрящі, шкіра, нігті, волосся. На відміну від інших біологічних субстратів, волосся відображають процеси, які роками протікають у нашому організмі. Рівень макро- і мікроелементів у волоссі відображає мікроелементний статус організму в цілому, а проби волосся є інтегральним показником обміну макро- і мікроелементів. Перевагою вивчення саме волосся є простота забору матеріалу та його зберігання. Крім того, біоматриця волосся значно простіша, ніж крові і сечі, що підвищує точність вимірювання. Дослідження мікроелементного складу волосся показали зв'язок дефіциту деяких з них з розвитком раку різної локалізації [18, 20] і навіть з депресивними та когнітивними розладами у постінсультних пацієнтів [7].

При вивченні зв'язку стану здоров'я з вмістом макро- і мікроелементів в організмі людини важливим є правильний вибір методу аналізу. Методи визначення мікроелементного складу (такі, як атомна абсорбційна спектроскопія чи мас-спектрометричний метод з іонізацією в індукційно зв'язаній плазмі) є або недостатньо точними або досить вартісними. Тому все більшої популярності набуває метод рентгенофлуоресцентної спектроскопії, який простий у використанні, не потребує складної підготовки біоматеріалу та дає досить точні результати і є достатньо дешевим.

Таким чином, мікроелементи є незамінними складовими раціону харчування, які забезпечують підтримання здоров'я та попереджають передчасне старіння. У той же час, недостатньо досліджень, присвячених особливостям забезпечення мікроелементами людей різного віку. Саме тому метою нашої роботи стало вивчення забезпеченості раціону мікроелементами та визначення їх рівня у волоссі людей різного віку — від молодих до довгожителів.

**Обстежувані та методи.** На базі клініки ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України" та СКС "Перемога" (відповідно до договору про співпрацю № 177 від 15.09.2014 р.) обстежено 34 практично здорові людини молодого (20–34 років, 7 осіб), середнього (35–59 років, 4 особи), літнього (60–74 років, 10 осіб), старечого (75–90 років, 8 осіб) віку та довгожителів (старше 90 років, 5 осіб). Не включались у дослідження люди з гострими інфекційними, хірургічними захворюваннями, злоякісними новоутвореннями, тяжкою серцевою недостатністю III–IV ст., нирковою та/або печінковою недостатністю, нервовими та ендокринними захворюваннями (у т. ч. цукровим діабетом), психічними захворюваннями, а також люди, які приймали мікроеле-

менти в складі лікарських препаратів чи дієтичних добавок протягом останнього року.

Клінічне дослідження проведено відповідно до законодавства України і принципів Гельсінської декларації з прав людини. Програма дослідження, інформація для пацієнта і форма інформованої згоди на участь у дослідженні розглянуті і ухвалені на засіданні комітету з медичної етики ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України" (протокол № 6 від 21 березня 2014 р.).

Визначення вмісту мікроелементів у раціоні харчування проводили за допомогою оцінки фактичного харчування та методики добового відтворення із додатковим застосуванням вагового методу. Обстежувані протягом 7 діб вели харчовий щоденник, в який записували назву і кількість спожитих страв та напоїв (згідно з даними електронних ваг). За даними харчових щоденників (спираючись на технологічні карти приготування харчових страв) розраховували нетто-вагу інгредієнтів кожної спожитої страви та напоїв. Далі нутрієнтний склад розраховували з використанням таблиць хімічного складу та харчової цінності продуктів за допомогою комп'ютерної програми "Тест раціонального питания *TRP-D02*", розробленої НТЦ "Вірія" [6].

Стан забезпеченості мікроелементами організму визначали за допомогою мікроелементного аналізу волосся (МАВ) на рентгено-флуоресцентному спектрометрі *ElvaX* (Україна). Для цього у пацієнта з потиличної ділянки голови зрізали волосся біля кореня, яке використовували для подальшого аналізу. Переваги МАВ перед іншими методиками визначення мікроелементів (біохімічні аналізи крові і сечі) полягають в тому, що метод є неінвазивним, матеріал (волосся) може зберігатися тривалий час після забору зразка без спеціального обладнання, а також отримання досить точних кількісних результатів [3].

Враховуючи малі розміри вибірки, розраховували медіану та міжквартильні інтервали. Статистичну значимість відмінностей показників між групами оцінювали з використанням критерію Вілкоксона — Манна — Уїтні.

**Результати та їх обговорення.** Виявлено, що споживання всіх досліджуваних макро- і мікроелементів збільшувалось з віком, особливо в групах старечого віку та довгожителів. Натомість у волоссі їх рівень підвищувався (Cl, Mn, Cr), не змінювався (S, Se) або навіть знижувався (Ca, K, Zn, Fe, Cu, Co).

Поряд з цим, рівень кожного макро- чи мікроелементу мав свої вікові особливості. Так, рівень Ca у волоссі підвищувався від молодого до літнього віку, а в старечому віці і у довгожителів він стає достовірно, нижчим ніж в літньому (табл. 1). Однак, згідно з [12], підвищений рівень Ca у волоссі пов'язаний не з його надлишком, а з підвищеним виведенням з організму. Тому зменшення Ca у волоссі у людей старечого віку та довгожителів на фоні підвищення його споживання (порівняно з літніми) може свідчити про зменшення його виведення, а отже, збільшення споживання Ca після 60 років сприяє його кращій затримці в організмі. Зокрема,

в експерименті показано, що недостатній вміст Са в раціоні призводить до підвищення резорбції кісткової тканини як молодих, так і дорослих щурів [22], а отже, дана робота підтвердила необхідність підвищення споживання Са з віком. Це також зумовлено тим, що метаболізм Са тісно пов'язаний з вітаміном D, а як відомо, у людей старшого віку його дефіцит зустрічається значно частіше [11].

Таблиця 1  
Споживання макроелементів та їх рівень у волоссі практично здорових людей різного віку, Me ( $Q_1-Q_3$ )

Показник	20–35 років (n = 7)	36–59 років (n = 4)	60–74 років (n = 10)	75–90 років (n = 8)	Старше 90 років (n = 5)
Кальцій споживання, мг/добу	739,8 (605,8–846,8)	724,1 (650,6–781,5)	635,1 (425,4–1023,0)	844,8 (721,5–909,1)	1488,6 (1293,4–1683,8)
у волоссі, мкг/г	274,4 (239,5–294,5)	355,4 (242,2–460,3)	474,8 (369,2–545,2)	247,8 (211,3–559,0)	243,9 (195,3–289,1) <sup>а</sup>
Калій споживання, г/добу	2,7 (2,0–2,9) 57,8	3,1 (2,5–3,7) 105,4	2,7 (2,2–3,3) 192,8	3,7 (3,3–4,1) <sup>а</sup> 115,4	4,5 (3,8–5,3) <sup>а</sup> 92,2
у волоссі, мкг/г	(48,2–73,9)	(77,8–105,6)	(93,2–242,4) <sup>*#</sup>	(57,8–197,3) <sup>*</sup>	(52,0–161,4)
Сірка споживання, мг/добу	470,8 (426,9–489,4)	383,9 (316,9–489,7)	542,8 (417,2–621,0)	546,5 (529,3–643,8) <sup>*#</sup>	839,9 (695,5–984,4) <sup>*#</sup>
у волоссі, мг/г	24,8 (24,6–27,4)	23,8 (22,9–25,8)	21,8 (20,5–23,2)	24,9 (21,7–24,9)	23,1 (20,4–25,2)
Хлор споживання, г/добу	0,9 (0,8–1,5) 80,9	1,1 (0,9–1,1) 119,5	1,4 (1,1–1,5) <sup>#</sup> 175,8	2,4 (1,8–2,4) <sup>#</sup> 218,1	2,5 (1,8–3,2) <sup>#</sup> 205,6
у волоссі, мг/г	(55,2–153,7)	(89,0–175,1)	(149,9–387,5) <sup>*</sup>	(84,0–351,8) <sup>*</sup>	(91,6–401,2)

Примітки: \* —  $P < 0,05$  порівняно з людьми молодого віку, # —  $P < 0,05$  порівняно з людьми середнього віку, <sup>а</sup> —  $P < 0,05$  порівняно з людьми літнього віку.

Подібна вікова динаміка характерна також для К (див. табл. 1). Оскільки всмоктування К відбувається досить легко, то зниження його рівня після 75 років може бути пов'язано з підвищеними втратами через нирки та кишечник. Тим більше, що його споживання було в межах норми (2,0–2,7 г/добу) або навіть її перевищувало. К є дуже важливим внутрішньоклітинним іоном, який регулює кислотно-лужну рівновагу, забезпечує роботу м'язів та передачу нервового імпульсу, сприяє нормалізації серцевого ритму та артеріального тиску, а також захищає організм від надлишку натрію. В дослідженнях показано, що недостатнє споживання К асоційовано з розвитком серцевих аритмій та артеріальної гіпертензії [9, 23, 24]. Тому збільшення споживання К при старінні, очевидно, дає протекторний вплив і дозволяє попередити низку вікзалежних патологій.

Споживання S закономірно зростало з віком, особливо в старечому віці та у довгожителів, проте її рівень у волоссі не відрізнявся між групами (див. табл. 1). Це може бути пов'язано з підвищенням потреб у S, оскільки вона забезпечує клітинне дихання, секрецію інсуліну та ін-

ших гормонів, а отже, лише підвищення споживання S дозволяє компенсувати її витрати у людей старшого віку.

Рівень Cl у волоссі також підвищується з віком, але це супроводжується підвищенням споживанням макроелементу (див. табл. 1). При цьому споживання не перевищувало рекомендовані норми (3,0–6,6 мг/добу), а його рівень у волоссі був у допустимих межах (60–560 мкг/г). Оскільки методика оцінки фактичного харчування не враховує рівень додаткового споживання кухонної солі (досолювання), то збільшення споживання Cl може свідчити про підвищене споживання кухонної солі з віком, що може мати негативні наслідки. Але обстежені нами люди були практично здоровими, отже підвищення споживання Cl і його рівня у волоссі може мати фізіологічний зміст. Слід нагадати, що роль Cl в організмі полягає в активації деяких ферментів, підтриманні осмотичного тиску та кислотно-лужного стану, забезпеченні електропровідності мембран. Cl є також джерелом утворення соляної кислоти в шлунку, володіє бактерицидним впливом та сприяє накопиченню глікогену.

Стосовно Zn, то, незважаючи на збільшення споживання, його рівень у волоссі знижувався з віком (табл. 2). Причиною цьому може бути взаємодія Zn з іншими макро- і мікроелементами. Так, засвоєнню Zn перешкоджають Cu, Mn, Fe і Ca (у великих дозах). Як видно з табл. 1 і 2, споживання цих елементів також зростає з віком, що може бути причиною погіршення засвоєння Zn. Разом з тим, необхідно враховувати вікові зміни слизової ШКТ, які також впливають на засвоєність Zn. Слід відзначити, що норму споживання Zn (10–15 мг/добу) отримували лише довгожителі і майже досягали норми люди старечого віку. Разом з тим, краща засвоєність і, можливо, збалансованість раціону в молодому і середньому віці сприяють засвоєнню більшої кількості Zn, ніж у людей старше 60 років. Таким чином, споживання Zn необхідно збільшувати у людей старшого віку, оскільки вміст його в раціоні в межах рекомендованих норм не дозволяє досягти необхідної забезпеченості організму, що потребує перегляду норм споживання Zn для людей старше 60 років.

Споживання Fe достовірно не відрізнялось між групами, хоча у довгожителів спостерігалась тенденція до його зростання (див. табл. 2). Разом з тим, його рівень був нижчим у молодих порівняно з літніми, а також знижувався в старечому віці і у довгожителів. Низький рівень в молодому віці пояснюється високими потребами в ньому та більшими втратами (особливо у жінок), а після 75 років зменшення Fe може бути пов'язано з погіршенням його засвоєння в зв'язку з віковими змінами ШКТ. Fe має дуже важливу біологічну роль оскільки бере участь у засвоєнні та транспортуванні кисню, а також клітинному диханні і захисті клітин від активних форм кисню (вільних радикалів). Окрім того, в експерименті на тваринах показано, що і дефіцит, і перевантаження Fe можуть погіршувати роботу підшлункової залози та вуглеводний гомеостаз [21]. Fe міститься в багатьох продуктах (гриби, гречана і пшенична крупи, квасоля, цвітна капуста, какао, чорниці і ін.), але має дуже малу біодоступність. З тваринних продуктів Fe засвоюється дещо

краще, тому для підвищення його рівня в організмі доцільно рекомендувати саме гемову форму (червоне м'ясо, печінка та нирки).

Таблиця 2

Споживання мікроелементів та їх рівень у волоссі практично здорових людей різного віку,  $Me (Q_1-Q_3)$

Показник	20–35 років (n = 7)	36–59 років (n = 4)	60–74 років (n = 10)	75–90 років (n = 8)	Старше 90 років (n = 5)
Цинк					
споживання, мг/добу	8,64 (7,2–8,8)	6,9 (6,2–8,2)	9,2 (7,7–10,8)	9,8 (9,1–10,7) <sup>#</sup>	16,4 (13,5–19,2) <sup>#</sup>
у волоссі, мкг/г	139,3 (124,6–192,9)	120,4 (114,6–131,7)	110,8 (107,5–115,5) <sup>*</sup>	113,6 (105,4–120,5) <sup>*</sup>	116,2 (113,2–119,3) <sup>*</sup>
Залізо					
споживання, мг/добу	18,6 (14,6–20,1)	21,3 (14,4–28,0)	16,7 (15,4–17,7)	20,6 (17,5–21,8)	30,5 (25,5–35,5)
у волоссі, мкг/г	4,8 (4,1–5,4)	8,4 (6,2–8,9)	8,7 (5,0–10,3) <sup>*</sup>	6,6 (5,5–11,2) <sup>*</sup>	6,0 (5,1–6,7)
Мідь					
споживання, мг/добу	1,5 (1,2–2,1)	1,6 (1,3–1,8)	1,4 (1,4–1,6)	1,8 (1,7–2,0) <sup>а</sup>	5,8 (4,1–7,6) <sup>а</sup>
у волоссі, мкг/г	6,8 (5,4–8,9)	6,6 (6,1–7,2)	6,9 (6,6–7,0)	5,5 (5,2–5,6) <sup>а</sup> <sup>в</sup>	5,7 (5,4–5,9) <sup>а</sup> <sup>в</sup>
Селен					
споживання, мкг/добу	82,4 (65,1–87,9)	68,6 (49,1–85,8)	101,1 (91,2–109,1) <sup>#</sup>	134,2 (109,8–135,1) <sup>#</sup> <sup>в</sup>	161,3 (125,8–196,8) <sup>#</sup> <sup>в</sup>
у волоссі, мкг/г	0,13 (0,11–0,15)	0,12 (0,11–0,14)	0,10 (0,09–0,11) <sup>*</sup>	0,12 (0,10–0,12)	0,13 (0,11–0,18) <sup>а</sup>
Марганець					
споживання, мг/добу	3,3 (2,6–4,4)	2,7 (2,4–3,1)	4,0 (3,5–4,3) <sup>#</sup>	5,9 (4,5–6,1) <sup>#</sup>	8,7 (7,1–10,3) <sup>#</sup>
у волоссі, мкг/г	0,14 (0,13–0,20)	0,22 (0,21–0,22)	0,23 (0,22–0,24)	0,17 (0,15–0,21) <sup>#</sup> <sup>а</sup>	0,31 (0,22–0,39) <sup>#</sup> <sup>б</sup>
Хром					
споживання, мкг/добу	43,4 (37,7–48,7)	47,0 (42,8–49,6)	45,5 (24,9–62,7)	66,5 (55,0–69,5) <sup>*</sup>	73,2 (64,7–81,7) <sup>*</sup>
у волоссі, мкг/г	0,10 (0,09–0,17)	0,19 (0,15–0,19)	0,11 (0,10–0,15)	0,14 (0,09–0,16)	0,15 (0,11–0,22)
Кобальт					
споживання, мкг/добу	27,8 (24,9–30,7)	22,5 (20,8–24,6)	26,3 (20,8–35,0)	29,1 (27,6–38,1)	42,1 (37,1–47,2)
у волоссі, мкг/г	0,07 (0,06–0,08)	0,11 (0,10–0,11) <sup>*</sup>	0,08 (0,07–0,09) <sup>#</sup>	0,07 (0,06–0,07) <sup>#</sup>	0,06 (0,04–0,07) <sup>#</sup>

Примітки: \* —  $P < 0,05$  порівняно з людьми молодого віку, # —  $P < 0,05$  порівняно з людьми середнього віку, <sup>а</sup> —  $P < 0,05$  порівняно з людьми літнього віку, <sup>б</sup> —  $P < 0,05$  порівняно з людьми старечого віку.

Попри збільшення споживання Си з віком, рівень її у волоссі знижувався (див. табл. 2). При цьому лише люди молодого та літнього віку мали показники на нижній межі норми (6,8–80,0 мкг/г), а в старечому віці і у довгожителів — нижче за норму. Си надважлива для функціонування організму, оскільки вона є коферментом багатьох життєво важливих ферментів (цитохромоксидаза та ін.), вітаміну  $B_1$ , бере участь у кровотворенні (синтез гемму), посилює дію інсуліну та чутливість гемо-



рецепторів кровоносних судин і внутрішніх органів та багато іншого. Таким чином, збільшення споживання  $\text{Cu}$  у людей старшого віку може бути чинником, що сприяє збереженню здоров'я та довголіттю, хоча навіть цього недостатньо, аби підтримувати достатній рівень  $\text{Cu}$  в старіючому організмі.

Споживання  $\text{Se}$  відповідало рекомендованим нормам, а в старечому віці і у довгожителів навіть перевищувала її (див. табл. 2). Проте жодна група не мала достатнього його рівня в організмі (волосі). Це може бути пов'язано з низьким рівнем  $\text{Cu}$  в продуктах (нижче за концентрацію, наведену в таблицях хімічного складу продуктів, за якими розраховувалось фактичне харчування). Саме тому здавалося б, що достатній рівень в раціоні, згідно з розрахунковими даними, може не забезпечувати необхідний рівень в організмі. Роль  $\text{Se}$  в організмі полягає в підтриманні активності антиоксидантної системи (зокрема, глутатіону), стимулює утворення еритроцитів, підвищує імунітет та навіть справляє омолоджуючий вплив на шкіру та волосся (разом із  $\text{S}$ ) і багато іншого [12].

З дефіцитом  $\text{Se}$  в крові (еритроцитах і плазмі) пов'язують порушення когнітивних функцій та хворобу Альцгеймера [15]. А додавання його в середовище культури клітин сприяє зменшенню пошкодження ДНК та покращенню реплікації [19]. Отже, необхідно збільшувати споживання  $\text{Se}$  в літньому віці і в першу чергу за рахунок підвищення його вмісту в продуктах.

$\text{Mn}$  входить до складу внутрішньомітохондріальної супероксиддисмутази (потужного ферменту антиоксидантної системи), а отже, забезпечує нейтралізацію вільних радикалів ще до їх потрапляння в цитозоль. Крім того,  $\text{Mn}$  є складовою дихальних ферментів (піруватдекарбоксілази), забезпечує нормальний розвиток кісток і сполучної тканини, посилює охоронне гальмування в центральній нервовій системі при стресі, бере участь в синтезі інсуліну та ін. Споживання  $\text{Mn}$  (див. табл. 2) було в межах норми, а в людей старечого віку і довгожителів навіть вище норми (2,5–5,0 мг/добу). Разом з тим, рівень його у волоссі був досить низьким в усіх вікових групах, а у людей молодого віку навіть не досягав норми (0,2–2,0 мкг/кг). Така невідповідність споживання і вмісту в організмі може бути так само пов'язана зі зменшенням вмісту  $\text{Mn}$  у продуктах харчування, а отже, існує необхідність підвищувати його споживання та якість продуктів для збереження здоров'я.

Споживання  $\text{Cr}$  (див. табл. 2) було або на нижній межі норми, або навіть менше (50–200 мкг/добу), що супроводжувалось низьким його рівнем у волоссі в усіх групах (менше 0,2 мкг/г). Один з біологічних ефектів  $\text{Cr}$  пов'язаний з його впливом на так званий чинник толерантності до глюкози, активність якого знижується при дефіциті  $\text{Cr}$  і відновлюється після його додавання. Синдром порушення толерантності до глюкози передуює цукровому діабету і виявляється у вигляді гіперглікемії і глюкозурії на фоні дефіциту  $\text{Cr}$ . Спостерігається зниження поглинання глюкози, її утилізації для ліпогенезу і зниження синтезу з неї глікогену. Усі ці порушення лікуються введенням  $\text{Cr}$ . Є дані, які свідчать про те, що  $\text{Cr}$  потенціює дію інсуліну в периферичних клітинах [12].

Враховуючи це, з дефіцитом Сг може бути пов'язане і зростання з віком захворюваності цукровим діабетом. Тому існує необхідність підвищення споживання Сг в усіх вікових групах. Природним джерелом Сг для людини є рослини. Він міститься в багатьох овочах, ягодах, фруктах, у деяких лікарських рослинах (гінкго білоба, меліса); а також у рибі, креветках, крабах, печінці, курячих яйцях, пивних дріжджах і чорному перці [12].

Що стосується Со, то його споживання і рівень у волоссі були в межах норми (20–50 мкг/добу та 0,05–0,50 мкг/г), однак виявлено зниження його рівня з віком (див. табл. 2). Со входить до складу молекули вітаміну  $B_{12}$  (а отже, забезпечує й притаманні йому функції), активно бере участь у ферментативних процесах і утворенні гормонів щитоподібної залози, пригнічує обмін J, сприяє виділенню води нирками. Со підвищує засвоєння Fe і синтез гемоглобіну, є потужним стимулятором еритропоезу. Особливо багато Со в печінці, молоці, червоному буряці, редисці, зеленій цибулі, капусті, петрушці, салаті і часнику [12].

Підсумовуючи отримані результати, слід сказати, що з віком забезпеченість організму більшістю макро- і мікроелементів зменшується. Разом з тим, дефіцит деяких елементів не може бути пояснений їх недостатнім споживанням, що може бути пов'язано з віковими змінами ШКТ, транспортних систем та обміну речовин. Також не можна виключити зменшення фактичного вмісту макро- і мікроелементів у продуктах в зв'язку з погіршенням стану ґрунтів. Отже, збільшення вмісту макро- і мікроелементів у раціоні можливе за рахунок збільшення споживання певних груп продуктів та підвищення їх вмісту в продуктах харчування. Ще одним напрямом збагачення раціону макро- і мікроелементами є створення фортифікованих продуктів. Все це сприятиме забезпеченню потреб організму в незамінних нутрієнтах, збереженню здоров'я, а отже, продовженню життя.

### Висновки

1. Згідно з результатами оцінки фактичного харчування, спостерігається вікзалежне збільшення споживання макро- і мікроелементів серед практично здорових людей.
2. Рівень більшості макро- і мікроелементів в організмі (волоссі) людей старшого віку є недостатнім, що може стати причиною розвитку порушень обміну речовин і виникнення патології.
3. Існує необхідність підвищення забезпечення макро- і мікроелементами людей старшого віку за рахунок покращення якості харчування, збільшення вмісту макро- і мікроелементів в продуктах та створення фортифікованих продуктів.

### Список використаної літератури

1. Барашков В. А., Копосова Т. С., Бельх А. И. и др. Химические элементы в организме человека. Справочные материалы / Под. ред. Л. В. Морозовой. — Архангельск: Издательский центр ПГУ, 2001. — 44 с.

2. *Бурцева Т. И., Скальная М. Г., Малышева Н. В.* и др. Алиментарная обеспеченность школьников Оренбургской области макро- и микроэлементами // *Микроэлементы в медицине.* — 2011. — **12**, № 1–2. — С. 39–40.
3. *Быстрова Н. А., Конопля А. И., Шушкевич Д. Л.* и др. Роль микроэлементов в биохимических процессах: Учебное пособие. — Курск, 2013. — 47 с.
4. *Давыдова Н. О., Нотова С. В., Кван О. В.* Влияние элементного статуса организма на когнитивные функции // *Микроэлементы в медицине.* — 2015. — № 3. — С. 3–9.
5. *Заїчко Н. В., Ольховський О. С., Мельник А. В.* та ін. Вплив полімікроелементного препарату "есмін" на вміст гідрогенсульфіду та показники прота антиоксидантної системи в міокарді щурів різного віку // *Укр. біохім. журн.* — 2014. — **86**, № 3. — С. 69–76.
6. *Карпенко П. О., Кириленко Є. К., Фус С. В.* та ін. Спосіб розрахунку хімічного складу та енергетичної цінності раціонів харчування. Інформаційний лист про нововведення № 378. — К., 2012. — 2 с.
7. *Катаева Н. Г., Отмахов В. И., Петрова Е. В.* и др. Микроэлементный состав волос при инсульте с коморбидными депрессивными и когнитивными нарушениями // *Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова.* — 2015. — **115**, № 9 (Вып. 2, Инсульт). — С. 55–59.
8. *Корзун В. В., Козарин І. П., Порац А. М.* та ін. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення // *Пробл. харчування.* — 2007. — № 1. — С. 5–11.
9. *Ляшенко Е. А.* Роль калия и магния в профилактике инсульта // *Рос. мед. журн.* — 2012. — № 19. — С. 960–963.
10. *Орлов Д. С.* Микроэлементы в почвах и живых организмах // *Соросовский образовательный журнал.* — 1998. — № 1. — С. 61–68.
11. *Поворознюк В. В., Плутовські П.* Дефіцит та недостатність вітаміну D: епідеміологія, діагностика, профілактика та лікування. — Донецьк: ВД "Заславський", 2014. — 262 с.
12. *Погорелов М. В., Бумейстер В. І., Ткач Г. Ф.* та ін. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення). — Суми: Вид-во СумДУ, 2010. — 147 с.
13. *Пшендин П. И.* Рациональное питание спортсменов. — СПб.: Олимп-СПб., 2003. — 158 с.
14. *Ames B. N., Atamna H., Killilea D. W.* Mineral and vitamin deficiencies can accelerate the mitochondrial decay of aging // *Mol. Aspects Med.* — 2005. — **26**, № 4–5. — P. 363–378.
15. *Cardoso R., Bandeira S., Jacob-Filho W.* et al. Selenium status in elderly: relation to cognitive decline // *J. Trace Elem. Med. Biol.* — 2014. — **28**, № 4. — P. 422–426.
16. *Chan S., Gerson B., Subramaniam S.* The role of copper, molybdenum, selenium, and zinc in nutrition and health // *Clin. Lab. Med.* — 1998. — **18**, № 4. — P. 673–685.
17. *Forte G., Deiana M., Pasella S.* et al. Metals in plasma of nonagenarians and centenarians living in a key area of longevity // *Exp. Gerontol.* — 2014. — **60**. — P. 197–206.
18. *Golasik M., Przybyłowicz A., Woźniak A.* et al. Essential metals profile of the hair and nails of patients with laryngeal cancer // *J. Trace Elem. Med. Biol.* — 2015. — **31**. — P. 67–73.
19. *Hornsby P. J., Harris S. E.* Oxidative damage to DNA and replicative lifespan in cultured adrenocortical cells // *Exp. Cell Res.* — 1987. — **168**, № 1. — P. 203–217.
20. *Kazi T. G., Wadhwa S. K., Afridi H. I.* et al. Comparison of essential and toxic elements in esophagus, lung, mouth and urinary bladder male cancer patients

- with related to controls // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* — 2015. — **22**, № 10. — P. 7705–7715.
21. *Nam H., Knutson M. D., Coffey R.* Microarray analysis of rat pancreas reveals altered expression of Alox15 and regenerating islet-derived genes in response to iron deficiency and overload // *PLoS ONE.* — 2014. — **9**, № 1. — e86019.
  22. *Talbott S. M., Rothkopf M. M., Shapses S. A.* Dietary restriction of energy and calcium alters bone turnover and density in younger and older female rats // *J. Nutr.* — 1998. — **128**, № 3. — P. 640–645.
  23. *Whelton P. K., He J.* Potassium in preventing and treating high blood pressure // *Semin. Nephrol.* — 1999. — **19**, № 5. — P. 494–499.
  24. *Whelton P. K., He J., Appel L. J. et al.* Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program // *JAMA.* — 2002. — **288**, № 15. — P. 1882–1888.

Надійшла 21.09.2015

### СОСТОЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

**Ю. В. Гавалко, М. С. Романенко, Л. Л. Синюк, С. В. Фус\*,  
Л. В. Горобець\*\*, Д. М. Жевага\*\*, В. П. Шумский\*\*,  
Л. Ф. Марцинишина\*\*, Г. Г. Соколова\*\***

Государственное учреждение "Институт геронтологии  
им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины", 04114 Киев  
\*Научно-технический центр "Вириа", 03118 Киев

\*\*Специализированный клинический санаторий "Победа", 03129 Киев

Обследованы 34 практически здоровых человека молодого (20–34 лет, 7 чел.), среднего (35–59 лет, 4 чел.), пожилого (60–74 лет, 10 чел.), старческого (75–90 лет, 8 чел.) возраста и долгожителей (старше 90 лет, 5 чел.). Проведено определение содержания макро- и микроэлементов в рационе на основе расчета нутриентного состава фактического питания с помощью компьютерной программы "Тест рационального питания *TRP-D02*", разработанной НТЦ "Вириа". Состояние обеспеченности макро- и микроэлементами организма определяли с помощью микроэлементного анализа волос на рентгено-флуоресцентном спектрометре *ElvaX* (Украина). Обнаружено, что потребление всех исследуемых макро- и микроэлементов увеличивалось с возрастом, особенно в группах старческого возраста и долгожителей. Вместе с тем, в волосах их уровень повышался (Cl, Mn, Cr), не изменялся (S, Se) или даже снижался (Zn, Cu, Co). Уровень Ca, K и Fe в волосах возрастал от молодого до пожилого возраста и уменьшался от пожилого до долгожителей. Изменения с возрастом уровня большинства макро- и микроэлементов в волосах свидетельствуют об их недостаточности у людей старшего возраста, обосновывая необходимость обогащения ими рациона питания этих людей.

**THE LEVEL OF PROVISION OF MACRO- AND TRACE  
ELEMENTS BY APPARENTLY HEALTHY SUBJECTS  
OF VARIOUS AGE**

**Yu. V. Gavalko, M. S. Romanenko, L. L. Sineok, S. V. Fous,  
L. V. Gorobets\*\*, L. M. Zhevaga\*\*, V. P. Shumsky\*\*,  
L. F. Martsynishina\*\*, G. G. Sokolova\*\***

State Institution "D. F. Chebotarev Institute of Gerontology  
NAMS Ukraine", 04114 Kyiv

\*Scientific and Technical Center "Viria", 03118 Kyiv

\*\*Specialized Clinical Sanatorium "Peremoha", 03129 Kyiv

The investigation included 34 healthy subjects: young (20–34 years, n = 7), medium-aged (35–59 years, n = 4), elderly (60–74 years, n = 10), old age (75–89 years, n = 8) and long-livers (over 90 years, n = 5). Macro- and trace elements were determined in the diet based on calculation of actual content of nutrients by a computer program "Test nutrition TRP-D02" (STC "Viria"). Provision of the organism with macro- and micronutrients was determined by microelement analysis of hair using X-ray fluorescence spectrometer ElvaX (Ukraine). The consumption of all investigated macro- and microelements was found to increase with age, especially in the old age subjects and long-livers. However, in the hair their content increased (Cl, Mn, Cr), remained unchanged (S, Se) or even decreased (Zn, Cu, Co). The level of Ca, K and Fe in the hair increased from the young to the elderly subjects and decreased from elderly subjects to long-livers. The age-related changes in the most of macro- and trace elements in the hair may be accounted for their deficiency in old age subjects, thus substantiating the need for related enriching their diet.

**Відомості про авторів**

**ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України"**

**Лабораторія геродієтики**

Ю. В. Гавалко — зав. лаб., к.м.н. (gavalko@mail.ru)

М. С. Романенко — с.н.с., к.м.н.

Л. Л. Синеок — гол.н.с., к.м.н.

**Науково-технічний центр "Вірія"**

С. В. Фус — лікар-дієтолог

**Спеціалізований клінічний санаторій "Перемога"**

Л. В. Горобець — заст. гол. лікаря

Л. М. Жевага — лікар-дієтолог

В. П. Шумський — лікар-терапевт

Л. Ф. Марцинишина — лікар-терапевт

Г. Г. Соколова — лікар-лаборант