

# Метаболічний синдром – дієтологічні рекомендації та нутрицевтична корекція

О.С. Няньковська,  
С.Л. Няньковський,  
М.С. Яцула,  
М.І. Городиловська

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

**Резюме.** Метаболічний синдром (МС) визначається як поєднання факторів ризику метаболічного походження (інсулінорезистентність, гіперінсулінемія, порушення толерантності до глюкози, цукровий діабет 2-го типу, вісцеральне ожиріння, атерогенна дисліпідемія та/або високий артеріальний тиск (АТ)), що підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ). Згідно з дослідженням «Індекс здоров'я» 2019 року, кожен другий дорослий українець (53,7%) має зайву вагу. Окрім генетичної схильності, існують важливі фактори навколишнього середовища, які можуть впливати на патогенез МС. Певні зміни способу життя можуть позитивно вплинути на перебіг МС. **Мета** роботи — розглянути сучасні дані, щодо впливу харчування та різних нутрицевтиків на МС. Епідеміологічні дані свідчать про те, що дієта з високим вмістом фруктів, овочів, риби та цільного зерна може покращити всі фактори ризику, пов'язані з МС. Середземноморська дієта характеризується адекватно збалансованим поєднанням фруктів, овочів, риби, круп та поліненасичених жирів, зі зменшеним споживанням м'яса та молочних продуктів і помірним споживанням алкоголю, насамперед червоного вина. Доведено, що споживання продуктів, які містять антиоксидантні сполуки з протизапальною дією, знижує частоту виникнення МС та покращує динаміку компонентів, що визначають цей патологічний стан. Цільні зерна, фрукти, овочі та бобові забезпечують оптимальне поєднання біоактивних компонентів, вітамінів, мінералів, фітохімічних речовин та антиоксидантів. Кардіопротекторні ефекти середземноморської дієти добре відомі та широко задокументовані як епідеміологічними дослідженнями, так і клінічними випробуваннями. Застосування нутрицевтиків для лікування захворювань, зокрема МС, є альтернативним напрямком сучасної медицини. Компанія «Solgar» має біологічно активні добавки, серед яких є багато нутрицевтиків для МС, зокрема куркумін, ресвератрол, омега-3 жирні кислоти, ліпотропні фактори, піколінат хрому та інші.

**Ключові слова:** метаболічний синдром, дієта, нутрицевтики, компанія «Solgar».

МС (синдром Х, резистентність до інсуліну) — це мультифакторне захворювання, що виникає внаслідок інсулінорезистентності та супроводжується аномальним відкладенням жирової тканини [1].

Згідно з рекомендаціями Національного інституту серця, легень і крові США (National

Heart, Lung, and Blood Institute) та Американської асоціації серця (American Heart Association), МС діагностується, коли в пацієнта є принаймні 3 із наступних 5 станів [1]:

- глюкоза натще  $\geq 100$  мг/дл (або терапія для контролю гіперглікемії);
- АТ  $\geq 130/85$  мм рт. ст. (або приймання антигіпертензивних засобів);

\* Стаття публікується на правах реклами.

© О.С. Няньковська, С.Л. Няньковський, М.С. Яцула, М.І. Городиловська

- тригліцериди (ТГ)  $\geq 150$  мг/дл (або приймання медикаментів для контролю гіпертригліцеридемії);
- ліпопротеїди високої щільності (ЛПВЩ)  $< 40$  мг/дл у чоловіків або  $< 50$  мг/дл у жінок (або терапія для контролю знижених ЛПВЩ);
- обвід талії  $\geq 102$  см (40 дюймів) у чоловіків або  $\geq 88$  см (35 дюймів) у жінок.

Найважливіші складові МС пов'язані між собою:

- ожиріння та відсутність фізичної активності сприяють розвитку інсулінорезистентності, що пов'язано зі збільшенням концентрації ТГ та частинок ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) і зменшенням ЛПВЩ, сприяючи утворенню атеросклеротичних бляшок, що призводить до ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних захворювань [2];
- резистентність до інсуліну сприяє підвищенню рівня інсуліну та глюкози в сироватці крові, що є предиктором розвитку цукрового діабету [3];
- гіперінсулінемія призводить до надмірної ниркової затримки натрію та підвищення АТ [4];
- зміна внутрішньої клітинної експресії ендотеліальних факторів спричиняє підвищення АТ, пов'язане з дисфункцією ендотелію та порушенням вироблення оксиду азоту (NO) [5].

Розглянемо останні дані з дослідження, яке було проведено в Україні у 2019 році. Дослідження «Індекс здоров'я» продемонструвало, що кожен другий дорослий українець (53,7%) має зайву вагу [6]. Зайва вага частіше зустрічається в жінок, які мають дещо вищий показник індексу маси тіла (ІМТ) (26,3) порівняно з чоловіками (25,9). Єдиною соціально-демографічною групою, серед якої середній показник ІМТ знаходиться в межах норми, це наймолодші респонденти віком 18-29 років (23,2); для всіх інших вікових груп значення ІМТ поступово зростає — від 25,0 для осіб віком 30-44 роки до 28,0 для осіб віком від 60 років і старші.

Окрім генетичної схильності, існують важливі фактори навколишнього середовища, які можуть впливати на патогенез МС; певні зміни способу життя можуть позитивно вплинути на МС [7].

**Мета** нашої роботи — розглянути сучасні дані, щодо впливу харчування та різних нутрицевтиків на МС.

### **Вплив харчових продуктів та дієти при МС**

Сучасні публікації підтверджують, що вживання великої кількості фруктів, овочів, риби має важливе значення для реалізації антиоксидантної та протизапальної дії в організмі [8]. На сьогодні існує значний інтерес до впливу антиоксидантів, які містяться у фруктах та овочах, на ожиріння та ССЗ [9].

Заслужують уваги також поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які позитивно впливають на АТ, інсулінорезистентність та рівень ТГ [10]. Споживання продуктів, що містять антиоксидантні сполуки з протизапальною дією, знижує частоту виникнення МС [11] та компонентів, що визначають цей патологічний стан [12].

Епідеміологічні дані свідчать про те, що дієта з високим вмістом фруктів, овочів, риби та цільного зерна може покращити всі фактори ризику, пов'язані з МС [13]. Крім того, добре відомо, що зменшення споживання насичених жирних кислот, яких багато, наприклад в обробленому м'ясі, а це сосиски, ковбаси, шинка, бургери та інші, пов'язане як із поліпшенням ліпідного профілю крові, так і зі зниженням частоти ССЗ.

Дані епідеміологічних та клінічних досліджень свідчать про те, що зниження серцево-судинного ризику залежить від поживних речовин, що використовуються для заміни насичених жирних кислот. Зокрема було продемонстровано, що заміна насичених жирних кислот ненасиченими жирними кислотами, мононенасиченими жирними кислотами (МНЖК) або ПНЖК, ефективна для зниження ризику розвитку серцево-судинних захворювань [14]. Так, метааналіз показав, що харчові джерела МНЖК мають вирішальне значення для визначення їх кардіопротекторних ефектів. Дослідження продемонструвало, що рослина цис-МНЖК, а особливо олеїнова кислота, пов'язана зі зниженням серцево-судинного ризику [15]. Багаті на МНЖК харчові продукти — це рослинні олії, такі, як оливкова, горіхові олії; горіхи, наприклад маकाдамі, пекан, арахіс, мигдаль, кеш'ю; авокадо; оливки; насіння — кунжут, соняшник. До ПНЖК відносяться омега-3 та омега-6 жирні кислоти, які містяться в жирній рибі, горіхах, насінні, яйцях.

## Огляди

Середземноморська дієта змогла поєднати користь від МНЖК та ПНЖК, антиоксидантний та протизапальний вплив овочів, зелені, фруктів та риби на організм. Середземноморська дієта характеризується адекватно збалансованим поєднанням фруктів, овочів, риби, круп та поліненасичених жирів, зі зменшеним споживанням м'яса та молочних продуктів і помірним споживанням алкоголю, насамперед червоного вина (рис.). Цінність цієї дієти полягає в її здатності зберігати здоров'я та покращувати довголіття, про що заявила Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО) у 2010 році [16].

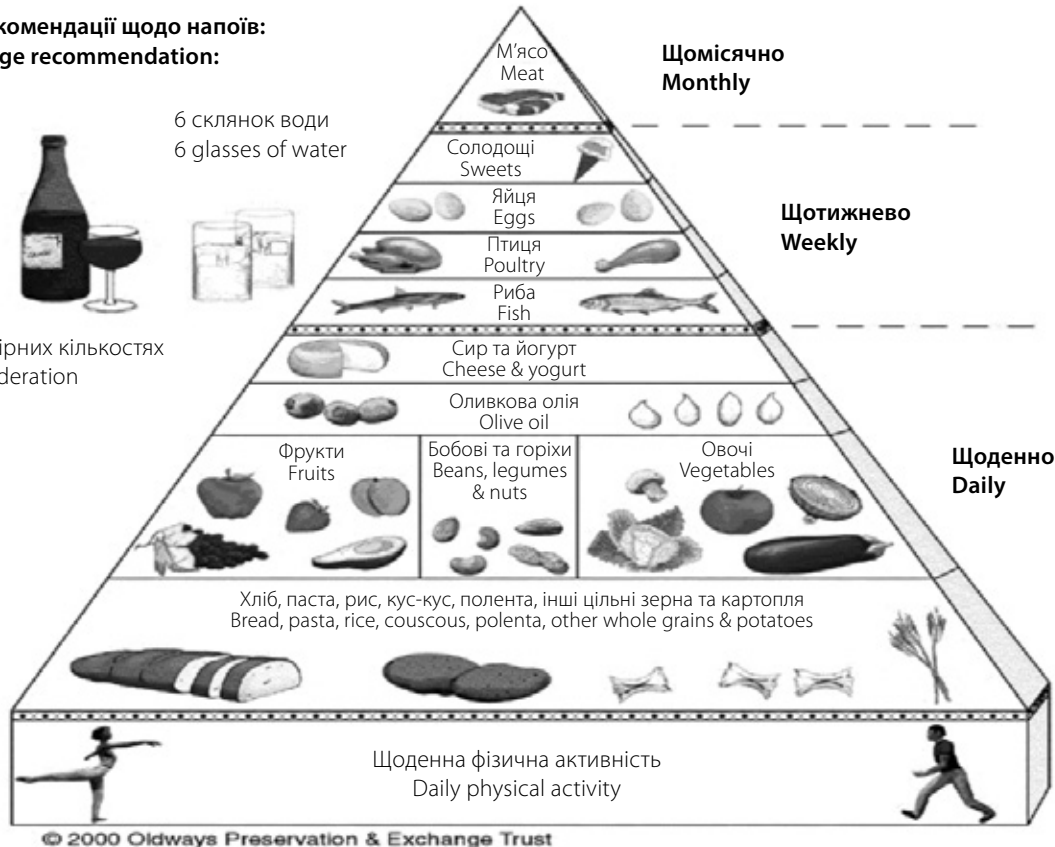
Регулярне використання оливкової олії та горіхів забезпечує добре співвідношення ненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот, з особливо високою присутністю цис-МНЖК (олеїнової кислоти). Крім того, горіхи та риба забезпечують корисне для організму співвідношення омега-3/омега-6 із доволі високим, порівняно з традиційним харчуванням, рівнем омега-3 ПНЖК, які мають протизапальні властивості. Цільні зерна, фрукти, овочі та

бобові забезпечують оптимальне поєднання біоактивних компонентів, вітамінів, мінералів, фітохімічних речовин та антиоксидантів. Кардіопротекторні ефекти середземноморської дієти добре відомі та широко задокументовані як епідеміологічними дослідженнями, так і клінічними випробуваннями [18]. Також було виявлено важливе значення цієї дієти при МС [19].

**Роль нутрицевтиків при МС з точки зору доказової медицини**

**Абдомінальне ожиріння****L-карнітину та його вплив на МС**

Цікаві дані щодо L-карнітину були отримані в метааналізі 2019 року. У метааналіз було включено 43 рандомізованих клінічних дослідження. Результати метааналізу показали, що добавки L-карнітину значно зменшили вагу, ІМТ і масу жирової тканини. Цікаво, що підгруповий аналіз виявив, що L-карнітин виявляв ефекти проти ожиріння лише в суб'єктів із надмірною вагою та ожирінням. Водночас дослідники зауважили, що L-карнітин зменшив вагу та ІМТ лише в поєднанні з іншими змінами способу життя [20].

**Щоденні рекомендації щодо напоїв:****Daily beverage recommendation:**

**Рис.** Традиційна харчова піраміда середземноморської дієти [17].

**Fig.** The traditional Mediterranean diet pyramid [17].

### **Зелений чай та його вплив на МС**

Зелений чай є природним джерелом антиоксидантів у формі катехинів, зокрема епігалокатехінгалату [21]. Флавоноїди цієї групи пригнічують експресію індукцибельної синтази NO, яка потенціює запалення, агрегацію тромбоцитів та окислювальний стрес [21]. Споживання зеленого чаю значно спалює жир, відповідно зменшує масу тіла [22]. Пацієнти з гіпертонією, які страждали ожирінням, протягом 3 місяців лікувались екстрактами зеленого чаю. У досліджуваній групі спостерігалось зниження антропометричних показників – маса тіла з 73,2 кг зменшилась до 71,9 кг,  $p < 0,001$ ; ІМТ з 27,4 – до 26,9  $\text{кг}/\text{м}^2$ ,  $p < 0,001$ , обхват талії з 95,8 до 91,5 см,  $p < 0,001$  [23].

### **Омега-3 жирні кислоти та їх вплив на МС**

Поліненасичені омега-3 жирні кислоти є важливими добавками, до складу яких входять ліноленова кислота, яка не синтезується в організмі людини і її необхідно отримувати з зовнішніх джерел. Також до складу омега-3 жирних кислот, але вже довголанцюгових, відносяться ейкозапентаєнова кислота та докозагексаєнова кислота, які можуть синтезуватись в організмі людини при достатньому надходженні їх попередника лінолевої кислоти, проте їх синтез залежить від багатьох обставин і ферментативних процесів і є багато чинників, при яких вони будуть синтезуватись у недостатній кількості.

Важливо підтримувати належне співвідношення ПНЖК омега-6 та омега-3, тому що омега-6 мають прозапальні властивості, а омега-3 – протизапальні, і саме омега-3 довголанцюгових ПНЖК часто недостатньо в нашому раціоні [24]. Дослідження показали, що ліноленова кислота не впливає на ожиріння, тоді як ейкозапентаєнова та докозагексаєнова кислоти можуть зменшувати масу жирової тканини [25], особливо в поєднанні із втручаннями щодо модифікації способу життя [26]. Саме тому, у раціоні мають бути морепродукти, які багаті омега-3 жирними кислотами.

При виборі добавок омега-3, варто звертати увагу на очищення від ртуті та важких металів, оскільки певні морепродукти можуть бути ними забруднені. Доцільно звертати увагу на вміст саме омега-3 жирних кислот у препараті. Якісним прикладом, очищених та збалансованих омега-3 жирних кислот, може бути

«Потрійна Омега-3 950 мг», компанії «Solgar». «Потрійна Омега-3 950 мг» виробляється виключно з диких холодноводних риб, із використанням унікальних технологій, а саме: методу холодного пресування, що має значення для збереження ейкозапентаєнної та докозагексаєнної кислоти в сировині, та методу очищення – молекулярної дистиляції, який дозволяє видалити солі важких металів із риб'ячого жиру. Для захисту від згіркнення й окислення в кожену капсулу «Потрійна Омега-3 950 мг» доданий натуральний вітамін Е.

### **Ресвератрол та його вплив на МС**

Ресвератрол (3,5,4'-тригідрокси-транс-стильбен) – це природний поліфенол, який виробляється у винограді, арахісі, ягодах та *Polygonum cuspidatum* (японський спориш) [27]. Систематичний огляд показав, що ресвератрол не покращує ІМТ або масу тіла ( $p > 0,05$ ), ( $p > 0,05$ ). Натомість було показано, що цей поліфенол має значний позитивний ефект ( $p < 0,05$ ) на маркери запалення [28], які часто підвищені при МС. В Україні ми можемо застосовувати «Ресвератрол» компанії «Solgar», який виготовляється виключно з натуральних компонентів без додавання синтетичних інгредієнтів, барвників і потенційних алергенів. Як сировина використовується *Polygonum cuspidatum*. Для ефективного збереження всіх активних речовин у сировині використовується щадний перевірений метод – вакуумне сушіння.

### **Вітамін D та його вплив на МС**

Dinca та співавт. хотіли з'ясувати роль вітаміну D на адипоцитокіні шляхом систематичного огляду та метааналізу дев'яти рандомізованих плацебо-контрольованих досліджень [29]. Ці дослідники не виявили значної зміни плазмових концентрацій адипонектину та лептину після приймання вітаміну D. Зміни концентрації лептину та адипонектину в плазмі крові після приймання вітаміну D виявились незалежними від тривалості лікування [29].

Nimitphong та ін. досліджували вплив добавок вітаміну D протягом 3 місяців на антропометричні показники [30]. Сорок сім суб'єктів із підвищеним рівнем глюкози натще та/або порушеною толерантністю до глюкози були рандомізовані. Через 3 місяці окружність талії суттєво зменшилась у групі, яка приймала

## Огляди

вітамін D. Маса тіла ( $p=0,05$ ), систолічний АТ ( $p=0,05$ ), ІМТ ( $p=0,06$ ) та НОМА-ІR ( $p=0,09$ ) також знизилась, але не суттєво. Суб'єкти зі збільшенням загального рівня 25(ОН) D>10 нг/мл (23 із 29 суб'єктів) мали значне зниження рівня НОМА-ІR та збільшення індексу диспозиції.

**Куркумін та його вплив на МС**

Ді Рієгго та ін. в рандомізованому контрольному дослідженні оцінювали стерпність та ефективність куркуміну в осіб із надмірною масою з МС, з акцентом на порушення толерантності до глюкози та накопичення жиру за андройдним типом [31]. Куркумін є основним біоактивним інгредієнтом, що видобувається з кореневища рослини *Curcuma longa* (куркума). Сорок чотири суб'єкти, відібрані серед тих, хто після 30 днів дієти та модифікації способу життя мав втрату маси <2%, отримували препарат куркуміну протягом 30 днів. У результаті введення куркуміну збільшилась втрата маси тіла з 1,88% до 4,91%, посилилось процентне зменшення жиру в організмі (з 0,70% до 8,43%), зменшилась окружність талії (з 2,36% до 4,14%) та стегон (з 0,74% до 2,51%), та спостерігалось зниження ІМТ (з 2,10% до 6,43%) ( $p<0,01$  для всіх порівнянь).

Вплив дієтичної добавки, що містить кілька рослинних екстрактів, таких як куркума лонга, силімарин, гуггул, хлорогенова кислота та інулін, оцінювали в 78 пацієнтів із МС (45 чоловіків; вік:  $62\pm 9$  років). Кепар у дозі 2 таблетки на добу давали протягом 4 місяців як додаткову терапію до поточного лікування. Через 4 місяці дослідники виявили значне зниження маси тіла (з  $81,1\pm 13,5$  до  $79,4\pm 12,5$  кг,  $p<0,0001$ ), ІМТ (з 29,6 до 29,3 кг/м<sup>2</sup>,  $p=0,001$ ) та ОТ (зі  $105\pm 11$  до  $102\pm 10$  см,  $p=0,0004$ ), а також глюкози натще (від 6,5 до 6,4 ммоль/л,  $p=0,014$ ) і загального холестерину (ЗХ) (з  $4,8\pm 1,4$  до  $4,5\pm 1,0$  ммоль/л,  $p=0,03$ ). В інших оцінюваних параметрах, включаючи окислювальний стрес, значних змін не було виявлено.

На нашому ринку ми маємо капсули «Куркумін» виробництва компанії «Solgar», які мають перевагу порівняно з традиційними препаратами куркуми, оскільки виробляються за запатентованою технологією NovaSol™, яка дозволяє в 185 разів підвищити всмоктування, а, відповідно, і ефективність куркуміну.

**Артеріальний тиск****Гранат та його вплив на МС**

Гранат широко використовується як засіб народної медицини в багатьох культурах [32]. Вміст розчинних поліфенолів у гранатовому соку коливається в межах 0,2-1,0%. До них належать дубильні речовини, елагічні дубильні речовини, антоціани, катехіни, а також галова та елагова кислоти [33]. Споживання гранатового соку знижує АТ, а в пацієнтів із гіпертонічною хворобою впливає на активність ангіотензинперетворювального ферменту [34]. Авірам та ін. визначали зниження активності ангіотензинперетворювального ферменту в сироватці крові на 36% та систолічного АТ на 5% при його вживанні [35]. Також було показано, що він позитивно впливає на окислювальний стрес [36].

**Зелений чай та його вплив на МС**

Після 8 тижнів лікування зеленим чаєм також визначалося зниження систолічного АТ (зі 126,2 мм рт. ст. до 118,6 мм рт. ст.;  $p<0,05$ ) [40]. В іншому дослідженні в людей з ожирінням зелений чай знижував АТ (систолічний — зі  $145\pm 10$  мм рт. ст. до  $141\pm 8$  мм рт. ст.,  $p=0,004$ ; діастолічний — із  $88\pm 4$  мм рт. ст. до  $84\pm 3$  мм рт. ст.,  $p<0,01$ ) та рівень інсуліну, а також покращував ліпідний профіль ( $p<0,05$ ) [37].

**Часник та його вплив на МС**

Проздоровчі властивості часнику (*Allium sativum*) зумовлені його хімічним складом [38]. Високий рівень аліцину та сірки знижує АТ [39]. Дані клінічних досліджень вказують на те, що порошок часнику є антигіпертензивним засобом і зменшує як систолічний (витриманий екстракт часнику  $\Delta$ :  $-2,59\pm 1,91$  порівняно з плацебо,  $\Delta$ :  $-1,72\pm 1,60$ ), так і діастолічний (витриманий екстракт часнику  $\Delta$ :  $-1,07\pm 1,32$  порівняно з плацебо,  $\Delta$ :  $-0,31\pm 1,17$ ) АТ [40]. Наведені вище результати демонструють, що часник як харчова добавка може бути корисним при лікуванні МС.

**Омега-3 жирні кислоти та їх вплив на МС**

Ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова кислоти також впливають на систолічний та діастолічний АТ у пацієнтів із гіпертонічною хворобою. Існує припущення, що гіпотензивні властивості омега-3 жирних кислот пов'язані з антагонізмом ангіотензину II та збільшенням продуктування NO [41].

### **Кверцетин та його вплив на МС**

Кверцетин, найпоширеніший флавоноїд, має антиоксидантну дію при ССЗ. Він захищає від перекисного окиснення ліпідів та зменшує цитокін-індуковану експресію васкулярної молекули клітинної адгезії-1 (vascular cell adhesion molecule 1) та Е-селектину, однак докази щодо його впливу на АТ не мають кінцевих результатів [42]. Serban та ін. оцінювали вплив кверцетину на АТ шляхом систематичного огляду та метааналізу 7 доступних рандомізованих контрольованих досліджень. Результати цього метааналізу продемонстрували значне зниження як систолічного АТ ( $-3,04$  мм рт. ст.,  $p=0,028$ ), так і діастолічного АТ ( $-2,63$  мм рт. ст.,  $p<0,001$ ) після введення кверцетину [43]. Коли дослідження класифікували за дозою кверцетину, спостерігалось значне зниження як систолічного, так і діастолічного АТ у рандомізованих контрольованих дослідженнях із дозами  $\geq 500$  мг/добу ( $-4,45$  мм рт. ст.,  $p=0,007$  та  $-2,98$  мм рт. ст.,  $p<0,001$  відповідно) та відсутність суттєвого ефекту для доз  $<500$  мг/добу, проте непрямі порівняльні тести не продемонстрували суттєвих відмінностей між дозами.

### **Макро та мікроелементи та їх вплив на МС**

Міжнародне дослідження макро- та мікроелементів і АТ — це поперечне епідеміологічне дослідження 4680 чоловіків та жінок у віці від 40 до 59 років із 17 популяцій в Японії, Китаї, Великобританії та США [44]. Результати вказують на можливість збільшення споживання фосфору/мінеральних речовин для зниження АТ в рамках рекомендацій щодо здорового харчування для профілактики та контролю передгіпертензії та гіпертонії [44]. Споживання кальцію і магнію, корельоване зі споживанням фосфору (частковий  $r=0,71$  і  $r=0,68$ ), були обернено пов'язані з АТ. АТ був нижчим у людей, у яких споживання було вище, ніж показник середнього рівня цих 3 мінеральних речовин [44].

### **Порушення метаболізму глюкози та ліпідів**

#### **L-карнітину та його вплив на метаболізм глюкози та ліпідів**

У 2019 році було опубліковано системний огляд та метааналіз по впливу L-карнітину на ліпідний профіль, який включив 55 рандомізованих клінічних досліджень [45]. L-карнітин відіграє важливу роль у метаболізмі жирних

кислот, тому може діяти як допоміжний засіб у покращенні дисліпідемії. Метою цього систематичного огляду та метааналізу було критично оцінити ефективність добавки L-карнітину щодо ліпідних профілів. Метааналіз показав, що добавки L-карнітину значно знижували ЗХ, ЛПНЩ та ТГ. Крім того, він підвищував рівень ліпопротеїдів високої щільності. Добавки L-карнітину знижували ЗХ нелінійно, виходячи з дозування. Метарегресійний аналіз показав лінійну залежність між дозою L-карнітину та абсолютною зміною ЗХ ( $p=0,029$ ) та ЛПНЩ ( $p=0,013$ ). Аналіз підгруп показав, що добавки L-карнітину не змінювали ЗХ, ЛПНЩ та ТГ у пацієнтів, які перебували на гемодіалізі. Внутрішньовенне введення L-карнітину та менші дози ( $<2$  г/добу) не впливали на ЗХ, ЛПНЩ та ТГ. Було зроблено висновок, що додавання L-карнітину в дозах вище 2 г/добу має сприятливий вплив на ліпідні профілі пацієнтів, але модулюються станом здоров'я пацієнта та способом введення [45].

На ринку України є препарат «L-Карнітин 500 мг» компанії «Solgar», який містить карнітин у вільній L-формі, що сприяє його максимальному засвоєнню.

### **Зелений чай, поліфеноли, чорноплідна горобина, шовковиця, бергамот та їх вплив на метаболізм**

Відомо, що споживання зеленого чаю пов'язують із покращенням стану серцево-судинної системи та метаболізму в цілому [21, 22]. Добавки екстракту зеленого чаю призводять до значного зниження рівня ЗХ, ЛПНЩ та ТГ, а також збільшення ЛПВЩ [22].

Rebello та ін. вивчали вплив шлунково-кишкового модулятора мікробіому, що містить інулін,  $\beta$ -глюкан, антоціани чорниці та поліфеноли чорниці на метаболічні параметри, фекальні маркери мікробіоти кишківника в 30 осіб із надмірною масою або ожирінням у віці від 18 до 70 років [46]. Через 4 тижні споживання модулятора покращилась толерантність до глюкози в крові ( $p=0,008$ ), а бажання їсти зменшилось ( $p=0,03$ ) порівняно з плацебо. Не було статистично значущих відмінностей у чутливості до інсуліну, фекальних маркерах мікробіоти кишківника або концентрації ліпідів у сироватці крові між групами. Однак концентрація греліну в плазмі крові значно зменшилась у групі, в якій споживали

## Огляди

шлунково-кишковий модулятор мікробіому ( $-13,4 \pm 72,5$ ,  $p=0,03$ ), порівняно з плацебо [46].

Чорноплідна горобина — це чагарниково-листяне дерево, що належить до сімейства розоцвітих у Північній Америці [27]. Ягоди аронії серед усіх відомих фруктів відрізняються найвищим вмістом антиоксидантів. Вони багаті поліфенолами та антоціанами, включаючи флавоноїди, особливо кверцетин, кемпферол та глікозиди ціанідину. Плід аронії містить органічні кислоти, вітамін С, цукри, пектин, каротин, танін та неорганічні сполуки, включаючи бор, фтор, марганець, молібден, йод та залізо. Бронсель та ін. виявили сприятливий вплив антоціанів на метаболічні параметри у 22 здорових добровольців та 25 пацієнтів із МС, які отримували антоціани ( $3 \times 100$  мг/добу) протягом 2 місяців. Через 2 місяці лікування значне зниження ЗХ, ЛПНЩ та ТГ ( $p < 0,05$ ), але рівень глюкози в крові натще змінювався не суттєво [47].

Біла шовковиця (*Morus alba*) — рослина, традиційно вирощувана в Китаї, Кореї та Японії [48]. Екстракт листя шовковиці знижує глюкозу після їди, що пов'язано з тим, що він багатий 1,5-дидеокси-1,5-іміно-D-сорбітом (1-deoxyojirimycin), який є інгібітором  $\alpha$ -глюкозидази. Цей сорбіт інгібує  $\alpha$ -глюкозидазу в тонкому кишківнику, зв'язуючись з її активним центром [48]. Відкрите одногрупове дослідження було проведено в 10 пацієнтів із початковим рівнем ТГ у сироватці крові  $\geq 200$  мг/дл. Вони приймали капсули, що містили 1,5-дидеокси-1,5-іміно-D-сорбіт екстракт листя шовковиці, по 12 мг тричі на день до їжі протягом 12 тижнів [49]. Екстракт білої шовковиці суттєво вплинув на зміну концентрації субфракції ЛПНЩ, ЛПВЩ та ТГ [49]. Розмір ЛПНЩ є важливим предиктором захворювань серцево-судинної системи та прогресування ішемічної хвороби серця, тому як якість (особливо невеликі, щільні ЛПНЩ), так і кількість можуть збільшити ризик розвитку ССЗ [50]. «Національна освітня програма з холестерину «Панель лікування дорослих III» (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III) визнали переважання дрібних, щільних частинок ЛПНЩ фактором ризику розвитку ССЗ [51].

В останніх дослідженнях було показано, що сік цитрусової бергамії (відомий як бергамот)

знижує рівень ліпідів у сироватці крові, і цю користь можна пояснити великою кількістю флавоноїдів у соці бергамоту (неоеріоцитрин, неогесперидин, нарінгін) [12].

### **Хром та його вплив на метаболізм**

Хром є важливим мікроелементом, необхідним для вуглеводного, ліпідного та білкового обміну [52]. У двох дослідженнях [53] було виявлено зворотну залежність від рівнів вмісту хрому в нігтях на ногах на розвиток інфаркту міокарда. Також лабораторні дослідження показали, що дефіцит хрому був пов'язаний із підвищеним рівнем глюкози в крові натще [54], інсуліну [55], холестерину [56], ТГ [57] та зниженим рівнем ЛПВЩ [56]. «Піколінат хрому» компанії «Solgar», який є на нашому ринку, містить оптимальне дозування хрому — 200 мкг в одній капсулі, і представлений в легкозасвоюваній органічній (хелатній) формі.

### **Холін та його вплив на метаболізм**

Холін є основним ліпотрофом (тобто поживною речовиною, яка бере участь у мобілізації жиру з печінки) [58]. Його похідне — фосфатидилхолін, синтезується з холіну і є необхідним для синтезу печінкових ліпопротеїдів дуже низької щільності та подальшого експорту жиру з печінки. Дефіцит холіну призводить до жирового переродження печінки та її дисфункції, що веде до підвищення концентрації печінкових ферментів, зокрема аланінамінотрансферази в сироватці крові [59].

### **Інозитол та його вплив на метаболізм**

Було показано, що кілька ізомерів інозиту, зокрема міо-інозитол та D-хіро-інозитол, мають інсуліноміметичні властивості та ефективні в зниженні постпрандіальної глюкози в крові. Крім того, порушення метаболізму інозиту пов'язане з резистентністю до інсуліну та довготривалими мікросудинними ускладненнями діабету, що підтверджує значення інозиту або його похідних у метаболізмі глюкози [60].

На ринку України є ефективний препарат «Ліпотропний фактор», який рекомендується в якості біологічно активної добавки до їжі — джерела холіну, інозиту і метіоніну. Холін, інозитол, метіонін у цьому препараті діють синергічно, що дозволяє комплексно підійти до проблеми зниження ваги, підтримки здоров'я репродуктивної системи, нормалізації жирового і вуглеводного обміну.

### **Омега-3 жирні кислоти та їх вплив на метаболізм**

На сьогодні до кінця не зрозуміло, як омега-3 жирні кислоти знижують ризик ССЗ. Вони справді покращують ліпідний профіль шляхом зниження ЗХ, ЛПНЩ і ТГ та збільшення ЛПВЩ [61].

Ефективність ікосапентного етилу (ІРЕ; Vascepa [раніше AMR101]; «Amarin Pharma Inc.», Бедмінстер, Нью-Джерсі, США) у покращенні показників обміну ліпідів була продемонстрована в 12-тижневому рандомізованому, плацебо-контрольованому дослідженні (Anal Cancer/HSIL Outcomes Research Study, ANCHOR Study), яке включало пацієнтів, що лікувалися статинами, з високим серцево-судинним ризиком із добре контрольованим рівнем ЛПНЩ і постійно високим рівнем ТГ (200-500 мг/дл) [62]. Порівняно з плацебо, ІРЕ4 г/день та 2 г/день знижували середній рівень ТГ від вихідного рівня на 21,5% ( $p < 0,0001$ ) та 10,1% ( $p = 0,0005$ ) відповідно, не збільшуючи рівні ЛПВЩ. Доза 4 г/добу знизилася рівень ЛПНЩ на 6,2% ( $p = 0,007$ ) та значно знизилася інші показники ліпідів порівняно з плацебо, включаючи аполіпропротеїн В (9,3%;  $p < 0,0001$ ), ліпопротеїдів дуже низької щільності (24,4%;  $p < 0,0001$ ), асоційовану з ліпопротеїнами фосфоліпазу А2 (19,0%;  $p < 0,0001$ ) та високочутливий С-реактивний білок (22,0%;  $p = 0,0005$ ) [62].

У 1999 та 2007 рр. два випробування задокументували ефективність омега-3 жирних кислот для первинної та вторинної профілактики ішемічної хвороби серця.

### **Вітамін Е, вітамін В<sub>3</sub>, соя та їх вплив на метаболізм**

Вітамін Е, потужний антиоксидант, блокує ланцюгову реакцію перекисного окислення ліпідів, виводячи проміжні пероксильні радикали [63]. Дані щодо зниження серцево-судинного ризику з використанням вітаміну Е є досить суперечливі.

Високі дози ніацину (вітаміну В<sub>3</sub>) застосовуються для лікування гіперліпідемії [64]. Дослідження показали, що ніацин знижує рівень ЛПНЩ, холестерину та ТГ і підвищує рівень ЛПВЩ [65].

Еквол виробляється кишковими бактеріями з ізофлавону даїдзеїну. Лю та співавт. у рандомізованому контрольованому дослідженні вивчали вплив цільної сої (соевого борошна) та

очищеного даїдзеїну на серцево-судинні біомаркери в прегіпертонічних жінок у постменопаузі [66]. Двісті сімдесят жінок, які відповідали вимогам, були рандомізовані на одну з трьох груп: 1) 40 г соєвого борошна (цільна соєва група), 2) 40 г нежирного сухого молока + 63 мг даїдзеїну (група даїдзеїну) та 3) 40 г нежирного сухого молока (група плацебо) щодня протягом 6 місяців. Через 6 місяців лікування рівень ЛПНЩ у сироватці крові зменшився на 7,95% (цільна група сої) та 6,32% (група даїдзеїну) порівняно з групою плацебо [66].

### **Цинк та його вплив на метаболізм**

Було показано, що дефіцит цинку збільшує ризик порушення толерантності до глюкози, діабету, резистентності до інсуліну, атеросклерозу та ішемічної хвороби серця [67]. У хворих на цукровий діабет, яким давали цинк протягом 12 тижнів у дозі 100 мг/добу, рівень ЗХ та ТГ знижувався, а рівень ЛПВЩ підвищувався. Ці результати потребуватимуть підтвердження в більшому плацебо-контрольованому дослідженні [67]. На ринку України представлений піколінат цинку компанії «Solgar», який має високу біодоступність і може використовуватись у практичній діяльності.

### **Вплив нутрицевтиків на пошкодження судин (протромботичні та прозапальні стани)**

#### **Магній та його вплив на запалення та окисний стрес**

Guerrero-Romero та ін. вивчали взаємозв'язок між МС, гіпомагніемією, запаленням та окислювальним стресом у пацієнтів із МС (84 жінки та 63 чоловіки) порівняно зі здоровими людьми [68]. Багатофакторний аналіз показав сильний зв'язок між МС та гіпомагніемією (OR=1,9; 95% ДІ: 1,3-7,1), запаленням (OR=1,7; 95% ДІ: 1,4-8,4) та окислювальним стресом (OR=1,4; 95% ДІ: 0,9-12,6). Запалення та окисний стрес пов'язані між собою та підвищують ризик розвитку МС, тоді як рівень магнію незалежно впливає на МС [68]. «Цитрат магнію» компанії «Solgar», представлено на ринку України у вигляді органічної (хелатної) форми, яка легко засвоюється організмом. Цитратна форма магнію має біодоступність 35-45%, і є безпечною для приймання в будь-якому віці.

#### **Омега-3 жирні кислоти та їх вплив на окисний стрес**

Деякі дослідження свідчать, що ПНЖК омега-3 зменшують пошкодження, спричинене

## Огляди

окислювальним стресом, і відновлюють гомеостаз вільних радикалів [69]. Вільні радикали змінюють ліпіди, білки та ДНК і викликають низку захворювань у людини. Баланс між вільними радикалами та антиоксидантами необхідний для належної фізіологічної функції людського організму. Якщо вільні радикали переборюють здатність організму їх регулювати, виникає стан, відомий як окислювальний стрес [69]. Організм людини має декілька механізмів протидії окислювальному стресу – це дія антиоксидантів, які або виробляються природним шляхом, або надходять із харчовими продуктами [68]. Механізм дії до кінця не вивчений, але ефект омега-3 включає підвищення рівня глутатіону в плазмі крові та концентрації антиоксидантних ферментів (глутатіонпероксидази та супероксиддисмутази міді/цинку) та зменшення концентрації малонового діальдегіду [70].

#### **Вітамін С та його вплив на окисний стрес та пошкодження судин**

Вітамін С також є антиоксидантом [71]. На додаток до блокування перекисного окислення ліпідів шляхом захоплення пероксильних радикалів у водній фазі, вітамін С допомагає регенерувати  $\alpha$ -токоферол із  $\alpha$ -токоферольних радикалів у мембранах та ліпопротеїнах, а також підвищує рівень внутрішньоклітинного глутатіону, відіграючи, таким чином, важливу роль у захисті білкової групи тіолів проти окислення [72] та допомагає нормалізувати функцію ендотеліального вазодилатора NO в пацієнтів із серцевою недостатністю, збільшуючи його доступність [73].

Високі дози вітаміну С пов'язані зі зниженням вироблення NO ендотеліальними клітинами. Перевантаження клітин аскорбіновою кислотою може змінити стан окислювально-відновного стану всередині клітин. Це зменшує доступність NO через утворення пероксинітриду. NO може рухатися дуже швидко через мембрани, а отже, реакції інактивації можуть також відбуватися в позаклітинному просторі між клітинами. Інгибування вироблення NO є одним із механізмів, за допомогою якого аскорбінова кислота опосередковує ангіоспастичні ефекти [74].

Дослідження показало, що вітамін С уповільнює прогресування атеросклерозу в чоловіків та жінок старше 55 років [75]. Британські

дослідники виявили, що вищий рівень вітаміну С у крові безпосередньо і обернено пов'язаний зі смертю від ішемічної хвороби серця як у чоловіків, так і в жінок [76].

#### **Висновок**

Аналізуючи сучасну наукову медичну літературу, можна зробити висновок, що застосування нутрицевтиків для лікування метаболічних порушень та ССЗ може бути альтернативним ефективним напрямом сучасної медицини. Середньоземноморська дієта широко рекомендується при МС. Багато наявних нутрицевтичних сполук можуть бути використані в щоденному раціоні завдяки їх легкій доступності та корисним властивостям. Застосування харчових добавок при МС позитивно впливає на усі його компоненти [77], що призводить до нормалізації АТ [78], рівня глюкози в крові та ліпідів [79, 80].

На фармацевтичному ринку України вже протягом багатьох років є біологічно активні добавки компанії «Solgar», асортимент якої включає 85 позицій. Саме серед них можна знайти нутрицевтики, які мають вплив на перебіг МС – це куркумін, ресвератрол, омега-3 жирні кислоти, ліпотропні фактори, піколінат хрому, цитрат магнію, піколінат цинку, L-карнітин та інші.

#### **Список використаної літератури**

1. Stanley S Wang. Metabolic syndrome. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/165124-overview> [Accessed 15<sup>th</sup> August 2021].
2. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011 May 5;9:48. doi: 10.1186/1741-7015-9-48.
3. Rabe K, Lehrke M, Parhofer KG, Broedl UC. Adipokines and insulin resistance. *Mol Med.* 2008 Nov-Dec;14(11-12):741-51. doi: 10.2119/2008-00058.Rabe.
4. Mansego ML, Redon J, Martinez-Hervas S, Real JT, Martinez F, Blesa S, et al. Different impacts of cardiovascular risk factors on oxidative stress. *Int J Mol Sci.* 2011;12(9):6146-63. doi: 10.3390/ijms12096146.
5. Stern MP, Williams K, González-Villalpando C, Hunt KJ, Haffner SM. Does the metabolic syndrome improve identification of individuals at risk of type 2 diabetes and/or cardiovascular disease? *Diabetes Care.* 2004 Nov;27(11):2676-81. doi: 10.2337/diacare.27.11.2676.
6. Індекс Здоров'я. Україна-2019: Результати загальнонаціонального дослідження (Health Index. Ukraine-2019: Results national research). Kyiv: Health Index Ukraine; 2020. Available from: [http://health-index.com.ua/HI\\_Report\\_2019\\_Preview.pdf](http://health-index.com.ua/HI_Report_2019_Preview.pdf). [Accessed 15th August 2021].
7. Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract.* 2014;2014:943162. doi: 10.1155/2014/943162.
8. Pandey KB, Rizvi SI. Plant polyphenols as dietary antioxidants in

- human health and disease. *Oxid Med Cell Longev*. 2009;2(5):270-8. doi:10.4161/oxim.2.5.9498.
9. Alissa EM, Ferns GA. Functional foods and nutraceuticals in the primary prevention of cardiovascular diseases. *J Nutr Metab*. 2012;2012:569486. doi: 10.1155/2012/569486.
  10. Ooi EM, Watts GF, Ng TW, Barrett PH. Effect of dietary fatty acids on human lipoprotein metabolism: a comprehensive update. *Nutrients*. 2015 Jun 2;7(6):4416-25. doi: 10.3390/nu7064416.
  11. Abete I, Goyenechea E, Zulet MA, Martínez JA. Obesity and metabolic syndrome: potential benefit from specific nutritional components. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2011 Sep;21 Suppl 2: B1-15. doi: 10.1016/j.numecd.2011.05.001.
  12. Giglio RV, Patti AM, Nikolic D, Li Volti G, Al-Rasadi K, Katsiki N, et al. The effect of bergamot on dyslipidemia. *Phytomedicine*. 2016 Oct 15;23(11):1175-81. doi: 10.1016/j.phymed.2015.12.005.
  13. Martínez-González MÁ, Martín-Calvo N. The major European dietary patterns and metabolic syndrome. *Rev Endocr Metab Disord*. 2013 Sep;14(3):265-71. doi: 10.1007/s11154-013-9264-6.
  14. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(3):502-9. doi:10.3945/ajcn.2008.26285.
  15. Schwingshackl L, Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lipids Health Dis*. 2014 Oct 1;13:154. doi: 10.1186/1476-511X-13-154.
  16. Xavier Medina F. Mediterranean diet, culture and heritage: challenges for a new conception. *Public Health Nutr*. 2009 Sep;12(9A):1618-20. doi: 10.1017/S136898009990450.
  17. Eat like the mediterraneans and lower risk of metabolic syndrome and cognitive impairment. Available from: [https://drmarkcrapo.typepad.com/dr\\_marks\\_web\\_blog/2009/03/eat-like-the-mediterraneans-and-lower-risk-of-metabolic-syndrome-and-cognitive-impairment-.html](https://drmarkcrapo.typepad.com/dr_marks_web_blog/2009/03/eat-like-the-mediterraneans-and-lower-risk-of-metabolic-syndrome-and-cognitive-impairment-.html) [Accessed 09th March 2009].
  18. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med*. 2003 Jun 26;348(26):2599-608. doi: 10.1056/NEJMoa025039.
  19. Esposito K, Chiodini P, Colao A, Lenzi A, Giugliano D. Metabolic syndrome and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*. 2012 Nov;35(11):2402-11. doi: 10.2337/dc12-0336.
  20. Askarpour M, Hadi A, Miraghajani M, Symonds ME, Sheikhi A, Ghaedi E. Beneficial effects of l-carnitine supplementation for weight management in overweight and obese adults: An updated systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacol Res*. 2020 Jan;151:104554. doi: 10.1016/j.phrs.2019.104554.
  21. Chacko SM, Thambi PT, Kuttan R, Nishigaki I. Beneficial effects of green tea: a literature review. *Chin Med*. 2010;5:13. Published 2010 Apr 6. doi:10.1186/1749-8546-5-13.
  22. Basu A, Sanchez K, Leyva MJ, Wu M, Betts NM, Aston CE, et al. Green tea supplementation affects body weight, lipids, and lipid peroxidation in obese subjects with metabolic syndrome. *J Am Coll Nutr*. 2010 Feb;29(1):31-40. doi: 10.1080/07315724.2010.10719814.
  23. Mousavi A, Vafa M, Neyestani T, Khamseh M, Hoseini F. The effects of green tea consumption on metabolic and anthropometric indices in patients with Type 2 diabetes. *J Res Med Sci*. 2013;18(12):1080-6.
  24. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*. 2002 Oct;56(8):365-79. doi: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
  25. Poudyal H, Panchal SK, Diwan V, Brown L. Omega-3 fatty acids and metabolic syndrome: effects and emerging mechanisms of action. *Prog Lipid Res*. 2011 Oct;50(4):372-87. doi: 10.1016/j.plipres.2011.06.003.
  26. Du S, Jin J, Fang W, Su Q. Does fish oil have an anti-obesity effect in overweight/obese adults? A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2015 Nov 16;10(11): e0142652. doi: 10.1371/journal.pone.0142652.
  27. Jurgoński A, Juśkiewicz J, Zduńczyk Z. Ingestion of black chokeberry fruit extract leads to intestinal and systemic changes in a rat model of prediabetes and hyperlipidemia. *Plant Foods Hum Nutr*. 2008 Dec;63(4):176-82. doi: 10.1007/s11130-008-0087-7.
  28. Christenson J, Whitby SJ, Mellor D, Thomas J, McKune A, Roach PD, Naumovski N. The effects of resveratrol supplementation in overweight and obese humans: a systematic review of randomized trials. *Metab Syndr Relat Disord*. 2016 Sep;14(7):323-33. doi: 10.1089/met.2016.0035.
  29. Dinca M, Serban MC, Sahebkar A, Mikhailidis DP, Toth PP, Martin SS, et al. Does vitamin D supplementation alter plasma adipokines concentrations? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacol Res*. 2016 May;107:360-71. doi: 10.1016/j.phrs.2016.03.035.
  30. Nimitphong H, Samittarucksak R, Saetung S, Bhirommuang N, Chailurkit LO, Ongphiphadhanakul B. The effect of vitamin D supplementation on metabolic phenotypes in Thais with prediabetes. *J Med Assoc Thai*. 2015 Dec;98(12):1169-78.
  31. Di Pierro F, Bressan A, Ranaldi D, Rapacioli G, Giacomelli L, Bertuccioli A. Potential role of bioavailable curcumin in weight loss and omental adipose tissue decrease: preliminary data of a randomized, controlled trial in overweight people with metabolic syndrome. Preliminary study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015 Nov;19(21):4195-202.
  32. Langley P. Why a pomegranate? *BMJ*. 2000;321(7269):1153-4. doi:10.1136/bmj.321.7269.11.
  33. Ben Nasr C, Ayed N, Metche M. Quantitative determination of the polyphenolic content of pomegranate peel. *Z Lebensm Unters Forsch*. 1996 Oct;203(4):374-8. doi: 10.1007/BF01231077.
  34. Stowe CB. The effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and cardiovascular health. *Complement Ther Clin Pract*. 2011 May;17(2):113-5. doi: 10.1016/j.ctcp.2010.09.004.
  35. Aviram M, Dornfeld L. Pomegranate juice consumption inhibits serum angiotensin converting enzyme activity and reduces systolic blood pressure. *Atherosclerosis*. 2001 Sep;158(1):195-8. doi: 10.1016/s0021-9150(01)00412-9.
  36. Galley HF, Thornton J, Howdle PD, Walker BE, Webster NR. Combination oral antioxidant supplementation reduces blood pressure. *Clin Sci (Lond)*. 1997 Apr;92(4):361-5. doi: 10.1042/cs0920361.
  37. Bogdanski P, Suliburska J, Szulinska M, Stepien M, Pupek-Musialik D, Jablecka A. Green tea extract reduces blood pressure, inflammatory biomarkers, and oxidative stress and improves parameters associated with insulin resistance in obese, hypertensive patients. *Nutr Res*. 2012 Jun;32(6):421-7. doi: 10.1016/j.nutres.2012.05.007.
  38. Mikaili P, Maadirad S, Moloudizargari M, Aghajanshakeri S, Sarahroodi S. Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds. *Iran J Basic Med Sci*. 2013;16(10):1031-48.
  39. Ried K, Fakler P. Potential of garlic (*Allium sativum*) in lowering high blood pressure: mechanisms of action and clinical relevance. *Integr Blood Press Control*. 2014;7:71-82. Published 2014 Dec 9. doi:10.2147/IBPC.S51434.
  40. Gómez-Arbeláez D, Lahera V, Oubiña P, Valero-Muñoz M, de Las Heras N, Rodríguez Y, et al. Aged garlic extract improves adiponectin levels in subjects with metabolic syndrome: a double-blind, placebo-controlled, randomized, crossover study. *Mediators Inflamm*. 2013;2013:285795. doi: 10.1155/2013/285795.
  41. Houston M. The role of nutrition and nutraceutical supplements in the treatment of hypertension. *World J Cardiol*. 2014;6(2):38-66. doi:10.4330/wjc.v6.i2.38.
  42. Kleemann R, Verschuren L, Morrison M, Zedelaar S, van Erk MJ, Wielinga PY, et al. Anti-inflammatory, anti-proliferative and anti-atherosclerotic effects of quercetin in human in vitro and in vivo models. *Atherosclerosis*. 2011 Sep;218(1):44-52. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.04.023.
  43. Serban MC, Sahebkar A, Zanchetti A, Mikhailidis DP, Howard G, Antal D, et al. Lipid and Blood Pressure Meta analysis Collaboration (LBPMC) Group. Effects of quercetin on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc*. 2016 Jul 12;5(7): e002713. doi: 10.1161/JAHA.115.002713.
  44. Elliott P, Kesteloot H, Appel LJ, Dyer AR, Ueshima H, Chan Q, et al. Dietary phosphorus and blood pressure: international study of macro- and micro-nutrients and blood pressure. *Hypertension*. 2008 Mar;51(3):669-75. doi: 10.1161/HYPERTENSIONA.107.103747.
  45. Askarpour M, Hadi A, Symonds ME, Miraghajani M, Omid Sadeghi, Sheikhi A, et al. Efficacy of l-carnitine supplementation for

## Огляди

- management of blood lipids: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2019 Nov;29(11):1151-67. doi: 10.1016/j.numecd.2019.07.012.
46. Rebello CJ, Burton J, Heiman M, Greenway FL. Gastrointestinal microbiome modulator improves glucose tolerance in overweight and obese subjects: A randomized controlled pilot trial. *J Diabetes Complications.* 2015 Nov-Dec;29(8):1272-6. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2015.08.023.
  47. Broncel M, Koziróg-Kołacińska M, Andrykowski G, Duchnowicz P, Koter-Michalak M, Owczarczyk A, et al. Wpływ antocyjanin z aronii czarnoowocowej na ciśnienie tętnicze oraz stężenie endoteliny-1 i lipidów u pacjentów z zespołem metabolicznym [Effect of anthocyanins from *Aronia melanocarpa* on blood pressure, concentration of endothelin-1 and lipids in patients with metabolic syndrome]. *Pol Merkur Lekarski.* 2007 Aug;23(134):116-9. Polish.
  48. Sicińska P, Pytel E, Maćczak A, Koter-Michalak M. Zastosowanie różnych suplementów diety w zespole metabolicznym [The use of various diet supplements in metabolic syndrome]. *Postepy Hig Med Dosw (Online).* 2015 Jan 9;69:25-33. Polish. doi: 10.5604/17322693.1135416.
  49. Kojima Y, Kimura T, Nakagawa K, et al. Effects of mulberry leaf extract rich in 1-deoxyojirimycin on blood lipid profiles in humans. *J Clin Biochem Nutr.* 2010;47(2):155-61. doi:10.3164/jcbs.10-53.
  50. Berneis K, Rizzo M, Berthold HK, Spinass GA, Krone W, Gouni-Berthold I. Ezetimibe alone or in combination with simvastatin increases small dense low-density lipoproteins in healthy men: a randomized trial. *Eur Heart J.* 2010 Jul;31(13):1633-9. doi: 10.1093/eurheartj/ehq181.
  51. Mikhailidis DP, Elisaf M, Rizzo M, Berneis K, Griffin B, Zambon A, et al. «European panel on low density lipoprotein (LDL) subclasses»: a statement on the pathophysiology, atherogenicity and clinical significance of LDL subclasses: executive summary. *Curr Vasc Pharmacol.* 2011 Sep;9(5):531-2. doi: 10.2174/157016111796642698.
  52. Vincent JB. Chromium: celebrating 50 years as an essential element? *Dalton Trans.* 2010 Apr 28;39(16):3787-94. doi: 10.1039/b920480f.
  53. Guallar E, Jiménez FJ, van 't Veer P, Bode P, Riemersma RA, Gómez-Aracena J, et al. Low toenail chromium concentration and increased risk of nonfatal myocardial infarction. *Am J Epidemiol.* 2005 Jul 15;162(2):157-64. doi: 10.1093/aje/kwi180.
  54. Anderson RA, Polansky MM, Bryden NA, Roginski EE, Mertz W, Glinesmann W. Chromium supplementation of human subjects: effects on glucose, insulin, and lipid variables. *Metabolism.* 1983 Sep;32(9):894-9. doi: 10.1016/0026-0495(83)90203-2.
  55. Anderson RA, Polansky MM, Bryden NA, Canary JJ. Supplemental-chromium effects on glucose, insulin, glucagon, and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. *Am J Clin Nutr.* 1991 Nov;54(5):909-16. doi: 10.1093/ajcn/54.5.909.
  56. Offenbacher EG, Pi-Sunyer FX. Beneficial effect of chromium-rich yeast on glucose tolerance and blood lipids in elderly subjects. *Diabetes.* 1980 Nov;29(11):919-25. doi: 10.2337/diab.29.11.919.
  57. Abraham AS, Brooks BA, Eylath U. The effects of chromium supplementation on serum glucose and lipids in patients with and without non-insulin-dependent diabetes. *Metabolism.* 1992 Jul;41(7):768-71. doi: 10.1016/0026-0495(92)90318-5.
  58. Zeisel SH, Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Annu Rev Nutr.* 1994;14:269-96. doi: 10.1146/annurev.nu.14.070194.001413.
  59. Buchman AL, Dubin MD, Moukartzel AA, Jenden DJ, Roch M, Rice KM, et al. Choline deficiency: a cause of hepatic steatosis during parenteral nutrition that can be reversed with intravenous choline supplementation. *Hepatology.* 1995 Nov;22(5):1399-403.
  60. Croze ML, Soulage CO. Potential role and therapeutic interests of myo-inositol in metabolic diseases. *Biochimie.* 2013 Oct;95(10):1811-27. doi: 10.1016/j.biochi.2013.05.011.
  61. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: modulation by replacement nutrients. *Curr Atheroscler Rep.* 2010 Nov;12(6):384-90. doi: 10.1007/s11883-010-0131-6.
  62. Ballantyne CM, Bays HE, Kastelein JJ, Stein E, Isaacsohn JL, Braeckman RA, et al. Efficacy and safety of eicosapentaenoic acid ethyl ester (AMR101) therapy in statin-treated patients with persistent high triglycerides (from the ANCHOR study). *Am J Cardiol.* 2012 Oct 1;110(7):984-92. doi: 10.1016/j.amjcard.2012.05.031.
  63. Pryor WA. Vitamin E and heart disease: basic science to clinical intervention trials. *Free Radic Biol Med.* 2000 Jan 1;28(1):141-64. doi: 10.1016/s0891-5849(99)00224-5.
  64. Goel H, Dunbar RL. Niacin Alternatives for Dyslipidemia: Fool's Gold or Gold Mine? Part II: Novel Niacin Mimetics. *Curr Atheroscler Rep.* 2016;18(4):17. doi: 10.1007/s11883-016-0570-9.
  65. Morgan JM, Capuzzi DM, Guyton JR. A new extended-release niacin (Niaspan): efficacy, tolerability, and safety in hypercholesterolemic patients. *Am J Cardiol.* 1998 Dec 17;82(12A):29U-34U; discussion 39U-41U. doi: 10.1016/s0002-9149(98)00732-2.
  66. Liu ZM, Ho SC, Chen YM, Ho S, To K, Tomlinson B, et al. Whole soy, but not purified daidzein, had a favorable effect on improvement of cardiovascular risks: a 6-month randomized, double-blind, and placebo-controlled trial in equal-producing postmenopausal women. *Mol Nutr Food Res.* 2014 Apr;58(4):709-17. doi: 10.1002/mnfr.201300499.
  67. Partida-Hernández G, Arreola F, Fenton B, Cabeza M, Román-Ramos R, Revilla-Monsalve MC. Effect of zinc replacement on lipids and lipoproteins in type 2-diabetic patients. *Biomed Pharmacother.* 2006 May;60(4):161-8. doi: 10.1016/j.biopha.2006.02.004.
  68. Guerrero-Romero F, Rodríguez-Morán M. Hypomagnesemia, oxidative stress, inflammation, and metabolic syndrome. *Diabetes Metab Res Rev.* 2006 Nov-Dec;22(6):471-6. doi: 10.1002/dmrr.644.
  69. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev.* 2010;4(8):118-26. doi:10.4103/0973-7847.70902
  70. Romieu I, Garcia-Esteban R, Sunyer J, Rios C, Alcaraz-Zubeldia M, Velasco SR, et al. The effect of supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids on markers of oxidative stress in elderly exposed to PM(2.5). *Environ Health Perspect.* 2008 Sep;116(9):1237-42. doi: 10.1289/ehp.10578.
  71. Rahman K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clin Interv Aging.* 2007;2(2):219-36.
  72. Naziroğlu M, Butterworth PJ. Protective effects of moderate exercise with dietary vitamin C and E on blood antioxidative defense mechanism in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Can J Appl Physiol.* 2005 Apr;30(2):172-85. doi: 10.1139/h05-113.
  73. Frishman WH. Nutraceuticals as treatments for cardiovascular disease. *Heart Dis.* 1999 May-Jun;1(2):51.
  74. Mikirova NA, Ichim TE, Riordan NH. Anti-angiogenic effect of high doses of ascorbic acid. *J Transl Med.* 2008 Sep 12;6:50. doi: 10.1186/1479-5876-6-50.
  75. Vasan RS. Biomarkers of cardiovascular disease: molecular basis and practical considerations. *Circulation.* 2006 May 16;113(19):2335-62. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.482570.
  76. Khaw KT, Bingham S, Welch A, Luben R, Wareham N, Oakes S, et al. Relation between plasma ascorbic acid and mortality in men and women in EPIC-Norfolk prospective study: a prospective population study. *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. Lancet.* 2001 Mar 3;357(9257):657-63. doi: 10.1016/s0140-6736(00)04128-3.
  77. Serban MC, Sahebkar A, Mikhailidis DP, Toth PP, Jones SR, Muntner P, et al. Impact of L-carnitine on plasma lipoprotein(a) concentrations: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep.* 2016 Jan 12;6:19188. doi: 10.1038/srep19188.
  78. Serban C, Sahebkar A, Ursoniu S, Andrica F, Banach M. Effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) on arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens.* 2015 Jun;33(6):1119-27. doi: 10.1097/HJH.0000000000000585.
  79. Ursoniu S, Sahebkar A, Andrica F, Serban C, Banach M; Lipid and Blood Pressure Meta-analysis Collaboration (LBPMC) Group. Effects of flaxseed supplements on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trial. *Clin Nutr.* 2016 Jun;35(3):615-25. doi: 10.1016/j.clnu.2015.05.012.
  80. Ursoniu S, Sahebkar A, Serban MC, Banach M. Lipid profile and glucose changes after supplementation with astaxanthin: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Med Sci.* 2015 Apr 25;11(2):253-66. doi: 10.5114/aoms.2015.50960.

## Metabolic syndrome — dietary recommendations and nutraceutical correction

O.S. Nyankovska, S.L. Nyankovsky, M.S. Yatsula,  
M.I. Horodylovska

Danylo Halytsky Lviv National Medical University

**Abstract.** Metabolic syndrome (MS) is defined as the coexistence of risk factors of metabolic origin (insulin resistance, hyperinsulinemia, impaired glucose tolerance, type 2 diabetes mellitus, visceral obesity, atherogenic dyslipidaemia and/or, high blood pressure) that elevate risk for cardiovascular disease. According to the 2019 Health Index survey, every second Ukrainian adult (53.7%) is overweight. In addition to genetic predisposition, there are important environmental factors that can influence the pathogenesis of MS. Certain lifestyle changes can have a positive effect on the course of MS. **The aim** of the article is to consider the current data on the influence of nutrition and different nutraceuticals on the metabolic syndrome. Epidemiological evidence suggests that a diet high in fruits, vegetables, fish, and whole grains may improve all of the risk factors associated with MS. The Mediterranean diet is characterized by an adequately balanced combination of fruits, vegetables, fish, cereals and polyunsaturated fats, with reduced consumption of meat and dairy products and moderate consumption of alcohol, especially red wine. Consumption of products containing antioxidant compounds with anti-inflammatory action has been shown to reduce the incidence of MS and improve the dynamics of the components which determine this pathological condition. Whole grains, fruits, vegetables and legumes provide the optimal combination of bioactive components, vitamins, minerals, phytochemicals and antioxidants. The cardioprotective effects of the Mediterranean diet are well known and widely documented in epidemiological studies and clinical trials. The use of nutraceuticals for the treatment of disease, for example MS, is the alternative form of modern medicine. Solgar Company has variety of biologically active supplements, including many nutraceuticals for MS, in particular curcumin, resveratrol, omega-3 fatty acids, lipotropic factors, chromium picolinate and others.

**Keywords:** metabolic syndrome, diet, nutraceuticals, Solgar Company

## Метаболический синдром — диетологические рекомендации и нутрицевтическая коррекция

Е.С. Няньковская, С.Л. Няньковский, М.С. Яцула,  
М.И. Городиловская

Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого

**Резюме.** Метаболический синдром (МС) определяется как сочетание факторов риска метаболического происхождения (инсулинорезистентность, гиперинсулинемия, нарушение толерантности к глюкозе, сахарный диабет 2-го типа, висцеральное ожирения,

атерогенная дислипидемия и/или высокое артериальное давление (АД)), что повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Согласно исследования «Индекс здоровья» 2019 года, каждый второй взрослый украинец (53,7%) имеет лишний вес. Кроме генетической предрасположенности, существуют важные факторы окружающей среды, которые могут влиять на патогенез МС. Определенные изменения образа жизни могут положительно повлиять на течение МС. **Цель** работы — рассмотреть современные данные влияния питания и различных нутрицевтов на МС. Доказано, что потребление продуктов, содержащих антиоксидантные соединения с противовоспалительным действием, снижает частоту возникновения МС и улучшает динамику компонентов, определяющих это патологическое состояние. Эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что диета с высоким содержанием фруктов, овощей, рыбы и цельного зерна может улучшить все факторы риска, связанные с МС. Средиземноморская диета характеризуется адекватно сбалансированным сочетанием фруктов, овощей, рыбы, круп и полиненасыщенных жиров с уменьшенным потреблением мяса и молочных продуктов и умеренным потреблением алкоголя, прежде всего красного вина. Доказано, что потребление продуктов, содержащих антиоксидантные соединения с противовоспалительным действием, снижает частоту возникновения МС и улучшает динамику компонентов, определяющих это патологическое состояние. Цельные зерна, фрукты, овощи и бобовые обеспечивают оптимальное сочетание биоактивных компонентов, витаминов, минералов, фитохимических веществ и антиоксидантов. Кардиопротекторные эффекты этой диеты хорошо известны и широко документированы как эпидемиологическими исследованиями, так и клиническими испытаниями. Применение нутрицевтов для лечения заболеваний, в частности МС, является альтернативным направлением современной медицины. Компания «Solgar» имеет биологически активные добавки, среди которых много нутрицевтов для МС, в частности экстракт куркумин, ресвератрол, омега-3 жирные кислоты, липотропные факторы, пиколинат хрома и другие.

**Ключевые слова:** метаболический синдром, диета, нутрицевты, компания «Solgar».

**Для цитування:** Няньковська ОС, Няньковський СЛ, Яцула МС, Городиловська МІ. Метаболічний синдром — дієтологічні рекомендації та нутрицевтична корекція. Ендокринологія. 2021;26(4):396-408. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-4.396.

**Адреса для листування:** Няньковська Олена Сергіївна, e-mail: lena.nyank@gmail.com; Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, вул. Пекарська 69, Львів 79010, Україна.

**Відомості про авторів:** Няньковська Олена Сергіївна, д-р мед. наук, проф. кафедри педіатрії та неонатології факультету післядипломної освіти, ORCID: 0000-0002-7683-9588; Няньковський Сергій Леонідович, д-р мед. наук, проф., завідувач кафедри педіатрії № 1, ORCID: 0000-0002-0658-9253; Яцула Марта Степанівна, канд. мед. наук, доцент кафедри педіатрії № 1, ORCID: 0000-0002-3733-4907; Городиловська Марта Ігорівна, канд. мед. наук, асистент кафедри педіатрії № 1, ORCID: 0000-0003-4962-3455.

## Огляди

**Особистий внесок:** Няньковська О.С. і Няньковський С.Л. — ідея роботи й консультація під час редагування статті; Яцула М.С. і Городиловська М.І. — аналіз літературних джерел і написання тексту.

**Фінансування:** стаття підготовлена за підтримки компанії «Solgar».

**Декларація з етики:** стаття підготовлена за підтримки компанії «Solgar».

**Стаття:** надійшла до редакції 25.08.2021 р.; перероблена 30.11.2021 р.; прийнята до друку 15.12.2021 р.; надрукована 28.12.2021 р.

**For citation:** Nyankovska OS, Nyankovskyy SL, Yatsula MS, Horodylovska MI. Metabolic syndrome — dietary recommendations and nutraceutical correction. *Endokrynologia*. 2021;26(4):396-408. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-4.396.

**Correspondence address:** Nyankovska Olena Serhiivna, e-mail: lena.nyank@gmail.com, Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, 69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine.

**Information about the authors:** Nyankovska Olena Serhiivna, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Pediatrics and Neonatology of Faculty of Postgraduate Education, ORCID: 0000-0002-7683-9588; Nyankovskyy Serhiy Leonidovych, Doctor of Medical Sciences, Prof., Head of the Department of Pediatrics N1, ORCID: 0000-0002-0658-9253; Yatsula Marta Stepanivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pediatrics N1, ORCID: 0000-0002-3733-4907; Horodylovska Marta Ihorivna, Candidate of Medical Sciences, Assistant at the Department of Pediatrics N1, ORCID: 0000-0003-4962-3455.

**Personal contribution:** Nyankovska O.S. and Nyankovskyy S.L. — idea of work and consultations when editing an article; Yatsula M.S. and Horodylovska M.I. — analysis of literary sources and text writing.

**Funding:** The article was prepared with the support of company «Solgar».

**Declaration of ethics:** The article was prepared with the support of company «Solgar».

**Article:** received 25 August 2021; revised 30 November 2021; accepted 15 December 2021; published 28 December 2021.

**Для цитування:** Няньковская ОС, Няньковский СЛ, Яцула МС, Городиловская МИ. Метаболический синдром — диетологические рекомендации и нутрицевтическая коррекция. *Эндокринология*. 2021;26(4):396-408. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-4.396.

**Адрес для переписки:** Няньковская Елена Сергеевна, e-mail: lena.nyank@gmail.com, Львовский национальный медицинский университет им. Даниила Галицкого, ул. Пекарская, 69, Львов 79010, Украина.

**Сведения об авторах:** Няньковская Елена Сергеевна, д-р мед. наук, проф. кафедры педиатрии и неонатологии факультета последипломного образования, ORCID: 0000-0002-7683-9588; Няньковский Сергей Леонидович, д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой педиатрии № 1, ORCID: 0000-0002-0658-9253; Яцула Марта Степановна, канд. мед. наук, доцент кафедры педиатрии № 1, ORCID: 0000-0002-3733-4907; Городиловская Марта Игоревна, канд. мед. наук, ассистент кафедры педиатрии № 1, ORCID: 0000-0003-4962-3455

**Личный вклад:** Няньковская О.С. и Няньковский С.Л. — идея работы и консультация при редактировании статьи; Яцула М.С. и Городиловская М.И. — анализ литературных источников и написание текста.

**Финансирование:** статья подготовлена при поддержке компании «Solgar».

**Декларация по этике:** статья подготовлена при поддержке компании «Solgar».

**Статья:** поступила в редакцию 25.08.2021 г.; переработана 30.11.2021 г.; принята в печать 15.12.2021 г.; напечатана 28.12.2021 г.