

ЗНАЧЕННЯ ЕНДОКРИННИХ РУЙНІВНИКІВ ДЛЯ ВИНИКНЕННЯ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ

Шкробанець І.Д., Турос О.І., Михайленко О.Ю.

Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

Ключові слова: метаболічний синдром, ендокринні дизраптори, детоксикація, харчування.

Буковинський медичний вісник. 2026. Т. 30, № 2 (118). С. 172-179.

DOI: 10.24061/2413-0737.30.2.118.2026.27

E-mail:
shkrobanetsmail@gmail.com

Резюме. Мета дослідження – систематизувати сучасні дані щодо взаємозв'язку між впливом ендокринних дизрапторів та розвитком метаболічного синдрому і обґрунтувати комплекс превентивних заходів, спрямованих на зниження експозиції до цих хімічних факторів ризику.

Матеріал і методи. З метою досягнення поставленого завдання проведено поглиблений аналіз наукових статей за тематикою розвитку метаболічного синдрому (МС) під впливом ендокринних дизрапторів у журналах, що індексуються в базах даних SCOPUS, Web of Science, MEDLINE, Google Scholar, UpToDate, ResearchGate.

Пошук у науково-метричних базах підтвердив зв'язок розвитку МС з впливом EDCs і був проведений за ключовими словами: "metabolic syndrome", "endocrine disruptors", "detoxification", "nutrition".

Результати. Ендокринні дизраптори (EDCs - endocrine disrupting chemicals) - хімічні речовини, які порушують роботу гормональної системи і відіграють роль псевдогормонів, оскільки викликані ними гормональні ефекти фізіологічно не зумовлені. EDCs імітують гормони, блокують гормональні рецептори, змінюють синтез, транспорт, метаболізм гормонів. До EDCs відноситься багато хімічних сполук, але найвідоміші з них – бісфенол А (BPA), фталати, пестициди, PFAS, деякі важкі метали. Чисельні наукові дослідження ілюструють науковий інтерес і складність зв'язку МС і EDCs. Пацієнти з наявністю МС мають чисельні етіологічні чинники, що впливають на розвиток і перебіг цього стану, але вплив EDCs ще більше підсилює складові метаболічних розладів, спонукаючи до порушення обміну речовин та функції щитоподібної залози; розвитку автоімунних станів, безпліддя, ожиріння, наявності вад розвитку в новонароджених, аутизму, різноманітних видів раку та інші.

Висновки. Основним методом превентивної стратегії є дотримання щоденного уникнення контакту з хімічними речовинами, постійна детоксикація організму, принципи раціонального харчування.

THE IMPORTANCE OF ENDOCRINE DISRUPTORS IN THE DEVELOPMENT OF METABOLIC SYNDROME

Shkrobanets I.D., Turos O.I., Mykhailenko O.Yu.

Key words: metabolic syndrome, endocrine disruptors, detoxification, nutrition.

Bukovinian Medical Herald. 2026. V. 30, № 2 (118). P. 172-179.

Resume. Objective – to systematize current data on the relationship between the impact of endocrine disruptors and the development of metabolic syndrome and to substantiate a set of preventive measures aimed at reducing exposure to these chemical risk factors.

Materials and methods. In order to achieve the set task, an in-depth analysis of scientific articles on the development of metabolic syndrome (MS) under the influence of endocrine disruptors in journals indexed in databases was conducted, including SCOPUS, Web of Science, MEDLINE, Google Scholar, UpToDate, ResearchGate. A search in scientific and metric databases confirmed the connection between the development of MS and the impact of EDCs and was conducted using the following keywords: "metabolic syndrome", "endocrine disruptors", "detoxification", "nutrition".

Results. Endocrine disruptors (EDCs - endocrine disrupting chemicals)-Chemicals that disrupt the hormonal system and act as pseudohormones, since the hormonal effects they cause are not physiologically determined. EDCs mimic

Наукові огляди

hormones, block hormone receptors, and alter the synthesis, transport, and metabolism of hormones. EDCs include many chemical compounds, but the most well-known are bisphenol A (BPA), phthalates, pesticides, PFAS, and some heavy metals. Numerous scientific studies illustrate the scientific interest and complexity of the relationship between MCs and EDCs. Patients with MS have numerous etiological factors that influence the development and course of this condition, but the impact of EDCs further enhances the components of metabolic disorders, leading to metabolic disorders and thyroid function; the development of autoimmune conditions, infertility, obesity, the presence of developmental defects in newborns, autism, various types of cancer, and more.

Conclusions. *The main method of treatment is to avoid daily contact with chemicals, constantly detoxify the body, and follow the principles of a balanced diet.*

Вступ. Зростання поширеності ендокринних розладів у популяції людини асоціюється зі збільшенням частоти несприятливих репродуктивних наслідків, зокрема безпліддя, онкологічних захворювань та вроджених аномалій, а також із порушенням функції щитоподібної залози, центральної нервової системи та метаболічних процесів, включаючи ожиріння і дизрегуляцію інсулін-глюкозного гомеостазу [1]. Відповідно до даних World Health Organization, зазначені ефекти значною мірою пов'язані з впливом ендокринних руйнівників (endocrine-disrupting chemicals, EDCs), що здатні модулювати гормональну сигналізацію навіть за низьких рівнів експозиції [1].

У відповідних звітах World Health Organization представлено узагальнення результатів епідеміологічних досліджень, що оцінюють вплив EDCs на здоров'я населення, зокрема з урахуванням досвіду окремих країн (Данія, Франція, Японія, Республіка Корея, Сполучені Штати Америки) [1]. Крім того, окреслено пріоритетні напрями державної політики, спрямовані на мінімізацію негативного впливу цих речовин, відповідно до положень Parma Declaration on Environment and Health та Strategic Approach to International Chemicals Management [1].

У 2018 році командою експертів України був виконаний Національний огляд у рамках проекту SAICM QSP «Розвиток субрегіонального інституційного співробітництва охорони здоров'я» за підтримки Програми з навколишнього середовища Організації Об'єднаних Націй (ЮНЕП) і фахівців ВООЗ [2]. В огляді визначено, що до основних EDCs відносяться не тільки лікарські засоби, предмети побуту та косметики, а й бісфенол А (BPA), пер- та поліфторалкільні речовини (PFAS), фталати, поліциклічні ароматичні вуглеводні (PAH), пестициди та важкі метали: кадмій, арсен та ртуть [3]. Аналіз міжнародних результатів досліджень показав, що перфторалкільні речовини (PFAS) зв'язані зі специфічними компонентами MC: обкружністю талії (ОТ) та артеріальною гіпертензією (АГ). Вплив фталатів (ПАЕ), поліхлорованих біфенілів (ПХБ), хлорорганічних пестицидів (ХОП) збільшує ризик усіх компонентів MC [4]. Визначено, що фталати (ПАЕ), дифенілові ефіри (БЕЕ): ПБДЕ, ПЕА та важкі метали позитивно впливають на розвиток раку щитоподібної

залози [5]. Вплив EDCs на організм дорослої людини сприяє розвитку MC, цукрового діабету (ЦД), ССЗ [4,6]. Невпинне зростання поширеності метаболічного синдрому (МС) спричиняє значний тягар для медичної галузі в різних державах світу. Під впливом EDCs невинно зростає розповсюдженість гестаційного цукрового діабету (ГЦД). Основними патогенетичними ланками розвитку МС у жінок з ГЦД є: посилення інсулінорезистентності, порушення функції β-клітин, оксидативний стрес, хронічне запалення, епігенетичні зміни, порушення плацентарної регуляції метаболізму та адипогенез, який призводить до збільшення маси тіла під час вагітності. Вагітні матері передають ці порушення плоду через плаценту, що призводить до затримки внутрішньоутробного зростання чи, навпаки, до збільшення гестаційного віку новонароджених, а в матері - передчасних пологів [7].

Ранній вплив ендокринних детермінант на розвиток плода підвищує схильність немовляти до МС у ранньому віці, сприяє вищому тону судин, порушенню когнітивних функцій, підвищенню схильності до розладів способу життя, включаючи аномалії репродуктивного здоров'я, аутизм, кардіометаболічні стани [8,9].

Найбільш дієвими зв'язками впливу EDCs на розвиток МС вважаються:

1. Порушення виділення інсуліну та зміни працездатності його рецепторів;
2. Збільшення об'єму жирової тканини;
3. Розвиток хронічного запалення в організмі;
4. Порушення функціонування осі гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози;
5. Зміни епігенетичних ефектів.

1.Вплив ендокринних дизрапторів на інсулін. *Механізм впливу:* зниження чутливості рецепторів до інсуліну; порушення роботи β-клітин підшлункової залози; інсулінорезистентність; підвищення глюкози натще [10,11].

2.Вплив ендокринних дизрапторів на жирову тканину. *Механізм впливу:* EDCs впливають на жирову тканину, стимулюючи утворення та збільшення адипоцитів, сприяючи накопиченню вісцерального жиру [12,13].

3.Ендокринні дизраптори і хронічне запалення. У жінок репродуктивного віку трапляється в 6-20% синдром полікістозних яєчників (СПКЯ). Більшість

симптомів СПКЯ виникають на ранніх стадіях статевого дозрівання та пов'язані з абдомінальним ожирінням, інсулінорезистентністю, ССЗ, психологічними розладами, гіперандрогенією, безпліддям, раком. Вплив EDCs на організм, підсилює симптоми СПКЯ [14,15]. *Механізм впливу:* наявність EDCs в організмі викликає оксидативний стрес, продукцію прозапальних цитокінів (TNF- α , IL-6), що погіршує метаболічний контроль і підсилює інсулінорезистентність.

4. Ендокринні дизраптори і порушення осі гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози. Доведено, що EDCs впливає на концентрацію кортикостероїдів у плазмі крові, під цим впливом наднирники схильні до

гіперплазії [16,17]. *Механізм впливу:* зміни секреції кортизолу, порушення апетиту й енергетичного балансу; збільшення ризику абдомінального ожиріння.

5. Ендокринні дизраптори і епігенетичні ефекти. Вплив EDCs на епігенетичні зміни призводить до порушення метилювання ДНК, модифікацію гістонів, регуляцію мікро-РНК [18]. *Механізм впливу:* EDCs можуть епігенетично запрограмувати схильність організму до МС на все життя.

Результати дослідження та їх обговорення

МС – є одним із найбільш поширених станів серед неінфекційних захворювань (НІЗ). Сучасні наукові дослідження виділяють вплив EDCs на розвиток МС (табл.1).

Таблиця 1

Вплив ендокринних дизрапторів на організм (доробок авторів)

Назва EDCs	Місце знаходження	Механізм впливу	Метаболічний ефект	Місце виявлення
Пестициди	неорганічні овочі та фрукти; оброблені зернові; грунт і вода	мітохондріальна дисфункція; оксидативний стрес; вплив на кортизол	метаболічне запалення; інсулінорезистентність; підвищений ризик ожиріння	1
Фталати	м'які пластики (пакування, плівки) косметика; парфуми; мийні засоби; медичні трубки	впливають на PPAR-рецептори знижують рівень тестостерону змінюють метаболізм ліпідів	збільшення вісцерального жиру; дисліпідемія; гормональний дисбаланс	1
Бісфенол А (BPA)	пластикові пляшки та контейнери, внутрішнє покриття консервних банок	імітує естрогени порушує інсулінову відповідь, стимулює адипогенез	Інсулінорезистентність; ожиріння; ЦД	кров та сеча >90% населення
PFAS «вічні хімікати»	антипригарний посуд; водовідштовхувальні тканини; фастфуд-упаковка; забруднена питна вода		порушення функції щитоподібної залози; підвищення холестерину; порушення глюкозного обміну	1
Важкі метали (кадмій, ртуть)	риба (ртуть) сигаретний дим промислове забруднення		пошкодження β -клітин підшлункової залози; порушення антиоксидантних систем; розвиток ЦД; погіршення ліпідного профілю	1
Косметичні інгредієнти потенційно небезпечні: парабени, триклозан, синтетичні ароматизатори			гормональна мімікрія; вплив на ЩЗ; порушення базального метаболізму; збільшення ІМТ	1
Чинники довкілля повітря ґрунти вода				

Скорочення в таблиці: ЦД 2-го типу - цукровий діабет 2-й тип; ЩЗ - щитоподібна залоза; ІМТ - індекс маси тіла; 1. накопичуються в організмі роками

Основним джерелом впливу EDCs на організм є продукти харчування. У харчовій промисловості

Наукові огляди

використовуються добрива, пестициди та відбувається міграція хімічних речовин з упаковки до їжі, особливо з бляшанок консервів і пластикових упаковок, при цьому EDCs не вказані на етикетках і можуть ненавмисно призвести до забруднення їжі, впливаючи на людей шляхом вдихання, ковтання та прямого контакту [19,20]. Щоб зменшити дію на організм EDCs - необхідно зменшити тривалість контакту чи виключити його зовсім, дотримуючись превентивних стратегій (табл.2).

Серед загальних принципів щоденного уникнення впливу EDCs на організм необхідно вживати білок кожний прийом їжі (тваринного і рослинного походження); кількість клітковини в день має становити ≥ 30 г; вживання рідини повинно відповідати 30 мл на 1 кг маси тіла людини.

Генетичні властивості організму такі, що він має

потужну систему детоксикації, яка складається з печінки, нирок, кишківника. Ключову роль у детоксикаційних та метаболічних процесах відіграє печінка, у паренхімі якої накопичуються різні ліпофільні молекули, що руйнівню впливають на ендокринну функцію, посилюючи запалення, при цьому з'являються нові антропогенні речовини, що підтримують хронічне запалення, особливо інсулінорезистентність, яка має основне значення в патогенезі [21].

Людина має дотримуватися, упродовж життя, превентивних стратегій за рахунок детоксикації організму (табл.3).

У сучасному світі EDCs, знаходячись у повітрі, воді та ґрунті, має вплив на людину через контакт зі шкірою, дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт. Потрапляючи в середину EDCs, призводять до

Таблиця 2

Превентивні стратегії щодо усунення впливу ендокринних дизрапторів на організм (доробок авторів)

N	Основні напрямки	Превентивні стратегії
1	Харчування та кухня	- замінити пластик на скло, посуд із нержавійної сталі, кераміку; - не розігрівати їжу в пластику (навіть «BPA-free»); - мінімізувати консерви; - антипригарний посуд — лише без пошкоджень або заміна на чавун; - фільтр для питної води (з вугільним або RO-модулем); - вживати рослинну олію, що зберігається в скляному посуді
2	Косметика та догляд	- обирати засоби без ароматизаторів (fragrance-free); - уникати: парабени, фталати, триклозан; - мінімалізм: менше засобів - менше експозиції; - обережно з «дитячою» косметикою - вона не завжди безпечніша
3	Побутова хімія	- замінити агресивні засоби на еко-альтернативи; - провітрювати приміщення щодня; - мити руки після контакту з чеками; - не зберігати хімію поруч із їжею
4	Одяг і текстиль	- прати новий одяг перед носінням; - віддавати перевагу бавовні, льону, вовні; - мінімізувати тканини з водо-/брудно відштовхувальним покриттям (PFAS);
5	Повітря і пил	- вологе прибирання 1–2 р/тиждень; - HEPA-фільтр (особливо при дітях); - знімати взуття вдома

Таблиця 3

Превентивні стратегії за рахунок детоксикації організму (доробок авторів)

N	Фази детоксикації	Механізм дії	Ключові нутрієнти	Джерела
1	Детоксикації печінки	• СУР- 450	вітаміни B2, B3, B6, магній антиоксиданти	яйця, зелень, горіхи, цільні крупи
2	Кон'югація в печінці	гормони та EDCs стають водорозчинними	сірковмісні амінокислоти: глутатіон, гліцин, таурин, метіонін	броколі, часник, цибуля, яйця, бобові
3	Детоксикація кишківника	зв'язуються токсини	клітковина	насіння льону, чіа, ягоди, овес
4	Мікробіота кишківника	зменшує реабсорбцію естрогенів; метаболізує частину токсинів		ферментовані продукти; пребіотики
		гепатопротекція	силімарин	розторопша
5	Нутрицевтики	антиоксидантні ферменти	мікроелементи	селен, цинк

дисбалансу мікробіоти кишківника, що сприяє розвитку різноманітних розладів, включаючи складові

МС: ожиріння, дисліпідемію, ЦД, ССЗ, цереброваскулярні захворювання та репродуктивні вади: безпліддя, пухлини яєчників, яєчок та інше [22]. Для нормалізації мікробіоти кишківника бажано щоденне вживання ферментованих продуктів, які багаті на біфідобактерії та лактобактерії, що покращують травлення та засвоєння поживних речовин, підвищують імунітет, сприяють виробленню вітамінів К, групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, В₁₂), біотину(Н), засвоєнню вітаміну С та йоду [23,24]. Превентивні стратегії ферментованих продуктів визначені в таблиці 4.

Ферментація – найдавніший метод консервації, що проковує розкладення органічної речовини за

допомогою ферментів під впливом різноманітних мікроорганізмів. Кишкова мікробіота складається з 10.000 мільярдів бактерій. Одні приносять користь людському організму, інші - шкоду. Корисні бактерії відіграють важливу роль для здоров'я, тим самим сприяючи травленню, зміцнюючи імунну систему, подовжуючи якість та тривалість життя людини без захворювань.

Обов'язковий щоденний раціон не повинен обходитися без вживання клітковини, а саме представників родини хрестоцвітів, які слугують превентивною стратегією, щодо розвитку метаболічного синдрому (табл. 5).

Таблиця 4

Превентивні стратегії ферментованих продуктів щодо розвитку метаболічного синдрому
(доробок авторів)

N	Ферментовані продукти	Перелік продуктів
1	Квашені овочі	Капуста білокачанна, огірки, помідори, буряк, морква, оливки
2	Молочні продукти	Натуральний йогурт, кефір, ряжанка, айран, сметана, сири
3	Соеві продукти	Місо-паста, темпе, соєвий соус, натто
4	Напої	Комбуча (чайний гриб), квас
5	Хліб та випічка	Хліб на заквасці

Таблиця 5

Превентивні стратегії хрестоцвітів щодо розвитку метаболічного синдрому (доробок авторів)

N	Різновид хрестоцвітів	Перелік овочів та зелені
1	Види капусти	Білокачанна та червонокачанна капуста, броколі, цвітна капуста, брюсельська капуста, кольрабі, пекінська капуста, савойська капуста, листовка капуста (кейл)
2	Коренеплоди	Ріпа, редис, редька (чорна,біла, дайкон), бруква, хрін
3	Зелень	Крес- салат, рукола, гірчиця (листова)

Дуже важливо щоденно дбати про свій стан здоров'я і постійно дотримуватися превентивних стратегій: постійно вживати лужну харчову воду (Поляна Квасова, Моршинська, Боржомі та інші), зелений чай, воду з лимоном; компот із сухофруктів; морс; кисіль. Необхідно виключити: фаст-фуд, ковбаси, сосиски, солодощі з упаковок, алкоголь, соєві ізоляти, мікрохвильовий поп-корн, який дуже любляють відвідувачі кінотеатрів.

Висновки. Розвиток метаболічного синдрому потрібно розглядати як екологічно - ендокринну проблему впливу ендокринних руйнівників. Різні

класи ендокринних руйнівників можуть діяти одночасно, постійно накопичуватися упродовж життя та викликати хронічне запалення, зміну гормональної регуляції жиру, глюкози, загального холестерину та апетиту. Вони активні учасники розвитку метаболічного синдрому, що діють через гормональні, метаболічні, запальні та епігенетичні механізми. Вживання більшої кількості ферментованих продуктів, постійна підтримка печінки, мікробіоти кишківника, детоксикація усього організму визнані превентивною стратегією розвитку метаболічного синдрому.

Список літератури

1. Kumar E, Holt WV. Impacts of endocrine disrupting chemicals on reproduction in wildlife. *Adv Exp Med Biol.* 2014;753:55-70. DOI: 10.1007/978-1-4939-0820-2_4. PMID: 25091906.
2. Сердюк АМ, Базика ДА, Тронько МД. Ендокринні руйнівники в Україні: стан проблеми та шляхи її вирішення: Національний огляд. Київ: ПП МВЦ «Медінформ»; 2018. 156 с.
3. Haverinen E, Fernandez MF, Mustieles V, Tolonen H. Metabolic Syndrome and Endocrine Disrupting Chemicals: An Overview of Exposure and Health Effects. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Dec 10;18(24):13047. DOI: 10.3390/ijerph182413047. PMID: 34948652; PMCID: PMC8701112.
4. Pan K, Xu J, Li F, Aris AZ, Yu H, Xu Y, et al. The relationship between metabolic syndrome and environmental endocrine disruptors: A systematic review and meta-analysis. *iScience.* 2025 Jun 14;28(7):112907. DOI: 10.1016/j.isci.2025.112907. PMID: 40687822; PMCID: PMC12270799.
5. Yang Y, Bai X, Lu J, Zou R, Ding R, Hua X. Assessment of five typical environmental endocrine disruptors and thyroid cancer risk: a meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023 Oct 30;14:1283087. DOI: 10.3389/fendo.2023.1283087. PMID: 38027118; PMCID: PMC10643203.
6. Ma CX, Ma XN, Li HL, Mauricio D, Fu SB. Endocrine-disrupting chemicals exposure: cardiometabolic health risk in humans.

Наукові огляди

Cardiovasc Diabetol. 2025 Oct 1;24(1):381. DOI: 10.1186/s12933-025-02938-8. PMID: 41035032; PMCID: PMC12487381.

7. Kek T, Geršak K, Virant-Klun I. Exposure to endocrine disrupting chemicals (bisphenols, parabens, and triclosan) and their associations with preterm birth in humans. *Reprod Toxicol*. 2024 Apr;125:108580. DOI: 10.1016/j.reprotox.2024.108580. Epub 2024 Mar 24. PMID: 38522559.

8. Mitra T, Gulati R, Ramachandran K, Rajiv R, Enninga EAL, Pierret CK, et al. Endocrine disrupting chemicals: gestational diabetes and beyond. *Diabetol Metab Syndr*. 2024 Apr 26;16(1):95. DOI: 10.1186/s13098-024-01317-9. PMID: 38664841; PMCID: PMC11046910.

9. Lu X, Xie T, van Faassen M, Kema IP, van Beek AP, Xu X, et al. Effects of endocrine disrupting chemicals and their interactions with genetic risk scores on cardiometabolic traits. *Sci Total Environ*. 2024 Mar 1;914:169972. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.169972. Epub 2024 Jan 9. PMID: 38211872.

10. Van der Meer TP, Chung MK, van Faassen M, Makris KC, van Beek AP, Kema IP, et al. Temporal exposure and consistency of endocrine disrupting chemicals in a longitudinal study of individuals with impaired fasting glucose. *Environ Res*. 2021 Jun;197:110901. DOI: 10.1016/j.envres.2021.110901. Epub 2021 Feb 20. PMID: 33617867; PMCID: PMC9162187.

11. Dagar M, Kumari P, Mirza AMW, Singh S, Ain NU, Munir Z, et al. The Hidden Threat: Endocrine Disruptors and Their Impact on Insulin Resistance. *Cureus*. 2023 Oct 18;15(10):e47282. DOI: 10.7759/cureus.47282. PMID: 38021644; PMCID: PMC10656111.

12. Shin MW, Kim SH. Hidden link between endocrine-disrupting chemicals and pediatric obesity. *Clin Exp Pediatr*. 2025 Mar;68(3):199-222. DOI: 10.3345/cep.2024.00556. Epub 2024 Nov 28. PMID: 39608365; PMCID: PMC11884955.

13. Haverinen E, Fernandez MF, Mustieles V, Tolonen H. Metabolic Syndrome and Endocrine Disrupting Chemicals: An Overview of Exposure and Health Effects. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 10;18(24):13047. DOI: 11.3390/ijerph182413047. PMID: 34948652; PMCID: PMC8701112.

14. Siddiqui S, Mateen S, Ahmad R, Moin S. A brief insight into the etiology, genetics, and immunology of polycystic ovarian syndrome (PCOS). *J Assist Reprod Genet*. 2022 Nov;39(11):2439-73. DOI: 10.1007/s10815-022-02625-7. Epub 2022 Oct 3. PMID: 36190593; PMCID: PMC9723082.

15. Srnovršnik T, Virant-Klun I, Pinter B. Polycystic Ovary Syndrome and Endocrine Disruptors (Bisphenols, Parabens, and Triclosan)-A Systematic Review. *Life (Basel)*. 2023 Jan 4;13(1):138. DOI: 10.3390/life13010138. PMID: 36676087; PMCID: PMC9864804.

16. Stüfchen I, Schweizer JROL, Völter F, Nowak E, Braun L, Kocabiyik J, et al. The impact of endocrine disrupting chemicals on adrenal corticosteroids - A systematic review of epidemiological studies. *Environ Res*. 2025 Jul 1;276:121438. DOI: 10.1016/j.envres.2025.121438. Epub 2025 Mar 19. PMID: 40118322.

17. Pötzl B, Kürzinger L, Stopper H, Fassnacht M, Kurlbaum M, Dischinger U. Endocrine Disruptors: Focus on the Adrenal Cortex. *Horm Metab Res*. 2024 Jan;56(1):78-90. DOI: 10.1055/a-2198-9307. Epub 2023 Oct 26. PMID: 37884032; PMCID: PMC10764154.

18. Kirtana A, Seetharaman B. Comprehending the Role of Endocrine Disruptors in Inducing Epigenetic Toxicity. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2022;22(11):1059-72. DOI: 10.2174/1871530322666220411082656. PMID: 35410624.

19. Calcaterra V, Cena H, Loperfido F, Rossi V, Grazi R, Quatrala A, et al. Evaluating Phthalates and Bisphenol in Foods: Risks for Precocious Puberty and Early-Onset Obesity. *Nutrients*. 2024 Aug 16;16(16):2732. DOI: 10.3390/nu16162732. PMID: 39203868; PMCID: PMC11357315.

20. Rolfo A, Nuzzo AM, De Amicis R, Moretti L, Bertoli S, Leone A. Fetal-Maternal Exposure to Endocrine Disruptors: Correlation with Diet Intake and Pregnancy Outcomes. *Nutrients*. 2020 Jun 11;12(6):1744. DOI: 10.3390/nu12061744. PMID: 32545151; PMCID: PMC7353272.

21. Mosca A, Manco M, Braghini MR, Cianfarani S, Maggiore G, Alisi A, et al. Environment, Endocrine Disruptors, and Fatty Liver Disease Associated with Metabolic Dysfunction (MASLD). *Metabolites*. 2024 Jan 22;14(1):71. DOI: 10.3390/metabo14010071. PMID: 38276306; PMCID: PMC10819942.

22. Uğur K. The influence of endocrine disruptors on the gut microbiota. *Turk J Med Sci*. 2025 Oct 13;55(7):1635-40. DOI: 10.55730/1300-0144.6124. PMID: 41488241; PMCID: PMC12758922.

23. Corbett GA, Lee S, Woodruff TJ, Hanson M, Hod M, Charlesworth AM, et al. Nutritional interventions to ameliorate the effect of endocrine disruptors on human reproductive health: A semi-structured review from FIGO. *Int J Gynaecol Obstet*. 2022 Jun;157(3):489-501. DOI: 10.1002/ijgo.14126. Epub 2022 Feb 23. PMID: 35122246; PMCID: PMC9305939.

24. Calero-Medina L, Jimenez-Casquet MJ, Heras-Gonzalez L, Conde-Pipo J, Lopez-Moro A, Olea-Serrano F, et al. Dietary exposure to endocrine disruptors in gut microbiota: A systematic review. *Sci Total Environ*. 2023 Aug 15;886:163991. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163991. Epub 2023 May 9. PMID: 37169193.

References

1. Kumar E, Holt WV. Impacts of endocrine disrupting chemicals on reproduction in wildlife. *Adv Exp Med Biol*. 2014;753:55-70. DOI: 10.1007/978-1-4939-0820-2_4. PMID: 25091906.

2. Serdyuk AM, Bazika DA, Tronko MD. Endocrine disruptors in Ukraine: the state of the problem and ways to solve it: National review. Kyiv: PE IEC "Medinform"; 2018. 156 p.

3. Haverinen E, Fernandez MF, Mustieles V, Tolonen H. Metabolic Syndrome and Endocrine Disrupting Chemicals: An Overview of Exposure and Health Effects. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 10;18(24):13047. DOI: 10.3390/ijerph182413047. PMID: 34948652; PMCID: PMC8701112.

4. Pan K, Xu J, Li F, Aris AZ, Yu H, Xu Y, et al. The relationship between metabolic syndrome and environmental endocrine disruptors: A systematic review and meta-analysis. *iScience*. 2025 Jun 14;28(7):112907. DOI: 10.1016/j.isci.2025.112907. PMID: 40687822; PMCID: PMC12270799.

5. Yang Y, Bai X, Lu J, Zou R, Ding R, Hua X. Assessment of five typical environmental endocrine disruptors and thyroid cancer risk: a meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023 Oct 30;14:1283087. DOI: 10.3389/fendo.2023.1283087. PMID: 38027118; PMCID: PMC10643203.

6. Ma CX, Ma XN, Li HL, Mauricio D, Fu SB. Endocrine-disrupting chemicals exposure: cardiometabolic health risk in humans. *Cardiovasc Diabetol*. 2025 Oct 1;24(1):381. DOI: 10.1186/s12933-025-02938-8. PMID: 41035032; PMCID: PMC12487381.

7. Kek T, Geršak K, Virant-Klun I. Exposure to endocrine disrupting chemicals (bisphenols, parabens, and triclosan) and their associations with preterm birth in humans. *Reprod Toxicol*. 2024 Apr;125:108580. DOI: 10.1016/j.reprotox.2024.108580. Epub 2024 Mar 24. PMID: 38522559.
8. Mitra T, Gulati R, Ramachandran K, Rajiv R, Enninga EAL, Pierret CK, et al. Endocrine disrupting chemicals: gestational diabetes and beyond. *Diabetol Metab Syndr*. 2024 Apr 26;16(1):95. DOI: 10.1186/s13098-024-01317-9. PMID: 38664841; PMCID: PMC11046910.
9. Lu X, Xie T, van Faassen M, Kema IP, van Beek AP, Xu X, et al. Effects of endocrine disrupting chemicals and their interactions with genetic risk scores on cardiometabolic traits. *Sci Total Environ*. 2024 Mar 1;914:169972. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.169972. Epub 2024 Jan 9. PMID: 38211872.
10. Van der Meer TP, Chung MK, van Faassen M, Makris KC, van Beek AP, Kema IP, et al. Temporal exposure and consistency of endocrine disrupting chemicals in a longitudinal study of individuals with impaired fasting glucose. *Environ Res*. 2021 Jun;197:110901. DOI: 10.1016/j.envres.2021.110901. Epub 2021 Feb 20. PMID: 33617867; PMCID: PMC9162187.
11. Dagar M, Kumari P, Mirza AMW, Singh S, Ain NU, Munir Z, et al. The Hidden Threat: Endocrine Disruptors and Their Impact on Insulin Resistance. *Cureus*. 2023 Oct 18;15(10):e47282. DOI: 10.7759/cureus.47282. PMID: 38021644; PMCID: PMC10656111.
12. Shin MW, Kim SH. Hidden link between endocrine-disrupting chemicals and pediatric obesity. *Clin Exp Pediatr*. 2025 Mar;68(3):199-222. DOI: 10.3345/cep.2024.00556. Epub 2024 Nov 28. PMID: 39608365; PMCID: PMC11884955.
13. Haverinen E, Fernandez MF, Mustieles V, Tolonen H. Metabolic Syndrome and Endocrine Disrupting Chemicals: An Overview of Exposure and Health Effects. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 10;18(24):13047. DOI: 11.3390/ijerph182413047. PMID: 34948652; PMCID: PMC8701112.
14. Siddiqui S, Mateen S, Ahmad R, Moin S. A brief insight into the etiology, genetics, and immunology of polycystic ovarian syndrome (PCOS). *J Assist Reprod Genet*. 2022 Nov;39(11):2439-73. DOI: 10.1007/s10815-022-02625-7. Epub 2022 Oct 3. PMID: 36190593; PMCID: PMC9723082.
15. Smovršnik T, Virant-Klun I, Pinter B. Polycystic Ovary Syndrome and Endocrine Disruptors (Bisphenols, Parabens, and Triclosan)-A Systematic Review. *Life (Basel)*. 2023 Jan 4;13(1):138. DOI: 10.3390/life13010138. PMID: 36676087; PMCID: PMC9864804.
16. Stüfchen I, Schweizer JROL, Völter F, Nowak E, Braun L, Kocabiyik J, et al. The impact of endocrine disrupting chemicals on adrenal corticosteroids - A systematic review of epidemiological studies. *Environ Res*. 2025 Jul 1;276:121438. DOI: 10.1016/j.envres.2025.121438. Epub 2025 Mar 19. PMID: 40118322.
17. Pötzl B, Kürzinger L, Stopper H, Fassnacht M, Kurlbaum M, Dischinger U. Endocrine Disruptors: Focus on the Adrenal Cortex. *Horm Metab Res*. 2024 Jan;56(1):78-90. DOI: 10.1055/a-2198-9307. Epub 2023 Oct 26. PMID: 37884032; PMCID: PMC10764154.
18. Kirtana A, Seetharaman B. Comprehending the Role of Endocrine Disruptors in Inducing Epigenetic Toxicity. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2022;22(11):1059-72. DOI: 10.2174/1871530322666220411082656. PMID: 35410624.
19. Calcaterra V, Cena H, Loperfido F, Rossi V, Grazi R, Quatrone A, et al. Evaluating Phthalates and Bisphenol in Foods: Risks for Precocious Puberty and Early-Onset Obesity. *Nutrients*. 2024 Aug 16;16(16):2732. DOI: 10.3390/nu16162732. PMID: 39203868; PMCID: PMC11357315.
20. Rolfo A, Nuzzo AM, De Amicis R, Moretti L, Bertoli S, Leone A. Fetal-Maternal Exposure to Endocrine Disruptors: Correlation with Diet Intake and Pregnancy Outcomes. *Nutrients*. 2020 Jun 11;12(6):1744. DOI: 10.3390/nu12061744. PMID: 32545151; PMCID: PMC7353272.
21. Mosca A, Manco M, Braghini MR, Cianfarani S, Maggiore G, Alisi A, et al. Environment, Endocrine Disruptors, and Fatty Liver Disease Associated with Metabolic Dysfunction (MASLD). *Metabolites*. 2024 Jan 22;14(1):71. DOI: 10.3390/metabo14010071. PMID: 38276306; PMCID: PMC10819942.
22. Uğur K. The influence of endocrine disruptors on the gut microbiota. *Turk J Med Sci*. 2025 Oct 13;55(7):1635-40. DOI: 10.55730/1300-0144.6124. PMID: 41488241; PMCID: PMC12758922.
23. Corbett GA, Lee S, Woodruff TJ, Hanson M, Hod M, Charlesworth AM, et al. Nutritional interventions to ameliorate the effect of endocrine disruptors on human reproductive health: A semi-structured review from FIGO. *Int J Gynaecol Obstet*. 2022 Jun;157(3):489-501. DOI: 10.1002/ijgo.14126. Epub 2022 Feb 23. PMID: 35122246; PMCID: PMC9305939.
24. Calero-Medina L, Jimenez-Casquet MJ, Heras-Gonzalez L, Conde-Pipo J, Lopez-Moro A, Olea-Serrano F, et al. Dietary exposure to endocrine disruptors in gut microbiota: A systematic review. *Sci Total Environ*. 2023 Aug 15;886:163991. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163991. Epub 2023 May 9. PMID: 37169193.

Відомості про авторів

Шкробанець І.Д. – ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України», м. Київ, Україна. тел.: (044) 292-06-29.

ORCID: 0000-0003-2778-2463

Турос О.І. – ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України», м. Київ, Україна. тел.: (044) 292-06-29. E-mail: eturos @ gmail.com

ORCID: 00000-0002-0128-1647

Михайленко О.Ю. - ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України», м. Київ, Україна. тел.: (044) 292-06-29. E-mail: soc-prof.med@ukr.net

ORCID: 0009-0009-0351-1475

Information about the authors

Shkrobanets Igor – State Institution “Institute of Public Health named after O. M. Marzheiev of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Kyiv; tel.: (044) 292-06-29. ORCID: 0000-0003-2778-2463

Наукові огляди

Turoso Olena – State Institution “Institute of Public Health named after O. M. Marzieiev of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Kyiv; tel.: (044) 292-06-29. E-mail: eturoso@gmail.com ORCID: 00000-0002-0128-1647
Mykhailenko Olena - State Institution "Institute of Public Health named after O. M. Marzieiev of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv; tel.: (044) 292-06-29. E-mail: soc-prof.med@ukr.net ORCID: 0009-0009-0351-1475



Дата першого надходження рукопису до видання: 06.03.2026 р.
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 20.04.2026 р.
Дата публікації: 26.05.2026 р.