УДК 616-008.9:616.441-008.64]-055.2
DOI: http://doi.org/10.30978/CEES-2021-4-28

Чинники ризику та прогнозування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз

Н. В. Пасєчко, О. О. Чукур

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, Тернопіль

Метаболічний синдром (МС) є однією з основних проблем у галузі охорони здоров'я XXI ст. У зв'язку з прогресивною тенденцією до «омолодження» населення з цією патологією та високими показниками смертності від серцево-судинних ускладнень в осіб з МС необхідне подальше вивчення цієї проблеми, а також пошук вирішення питань щодо раннього виявлення МС та його профілактики [1].

Виникнення МС часто збігається з ожирінням та захворюваністю на цукровий діабет (ЦД) 2 типу. Варта уваги гендерна відмінність у патогенезі розвитку МС [2]. Провідним предиктором МС у чоловіків є абдомінальне ожиріння незалежно від віку, а у жінок до основних пускових механізмів формування МС належать ЦД і менопауза [3, 4].

Метаболічні порушення, що розвиваються в період менопаузального переходу, істотно зростають після настання менопаузи і стають основою для формування менопаузального МС, концепція якого вперше була сформульована в 1997 р. C. Spencer та співавт. [5], у подальшому уточнена та доповнена [6]. За даними Національного консенсусу щодо ведення жінок у клімактеричний період (Health of Woman, 2016), менопаузальний МС формується за традиційним механізмом, але його розвиток ініціює дефіцит естрогенів [7].

Однією з головних проблем є те, що МС клінічно не виявляється доти, доки істотно не порушується вуглеводний і ліпідний метаболізм. Виникає хибне коло симптомів, що призводить до появи кардіоваскулярних захворювань, ЦД, неалкогольного стеатогепатозу, порушення репродуктивної функції та низки інших захворювань [8].

Супутні ендокринні розлади створюють тло, на яке накладаються дисгормональні та метаболічні чинники [9]. Тому актуальним і важливим завданням є правильна, а головне — своєчасна інтерпретація наявних чинників ризику розвитку метаболічних порушень у жінок перименопаузального віку із супутнім гіпотиреозом (ГТ) з метою їхньої корекції для запобігання або уповільнення розвитку ускладнень.

Мета роботи — розробити математичну модель оцінки прогностичної значущості чинників ризику для вивчення ймовірності розвитку і прогресування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз.

©Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія
©Пасєчко Надія Василівна, д. мед. н., професор, зав. кафедри внутрішньої медицини № 1. 46001, м. Тернопіль, Майдан Волі, 1. Тел. + (3803) 525-24-49. E-mail: pasyechko@tdmu.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2081-4269; ©Чукур Оксана Олександрівна, асистент кафедри внутрішньої медицини № 1. 46001, м. Тернопіль, Майдан Волі, 1. Тел. +(3803) 525-24-49. E-mail: chukur@tdmu.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9371-2220.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Розробку математичної моделі розвитку і прогресування метаболічних порушень проведено на підставі оцінки даних антропометричних параметрів, вуглеводного та ліпідного обміну, гормонального стану щитоподібної залози (ЩЗ) та рівня вітаміну D у сироватці крові 146 жінок з ГТ перименопаузального віку. Середній вік жінок становив (46,80 ± 0,73) року, середня тривалість ГТ — (6,4 ± 1,7) року.

Усі пацієнтки підписали інформовану згоду на участь у дослідженні. Після отримання висновку етичної комісії при Тернопільському національному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського (протокол № 63 від 16.03.2020) проведено дослідження з дотриманням усіх морально-етичних принципів з урахуванням Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації з біомедичних досліджень (World Medical Association Declaration of Helsinki).

Проводили антропометричні вимірювання (зріст, маса тіла, обвід талії (ОТ)) з розрахунком індексу маси тіла (ІМТ) і комплексне клініко-лабораторне обстеження. Для оцінки функціонального стану ЩЗ визначали рівень тиреотропного гормона (ТТГ), вільного тироксину ($вТ_4$) та вільного трийодтироніну ($вТ_3$) у сироватці крові за допомогою електрохемілюмінесцентного методу на автоматичному аналізаторі Roche «Cobas-411» з використанням реактивів компанії Roshe Diagnostics (Німеччина), для оцінки стану ліпідного обміну — вміст загального холестеролу (ЗХС), тригліцеридів (ТГ), холестеролу ліпопротеїнів високої густини (ХС ЛПВГ) у сироватці крові на автоматичному біохімічному аналізаторі Roche «Cobas-501» з використанням реактивів компанії Roshe Diagnostics. За показниками ліпідограми визначали: холестерол ліпопротеїнів низької густини ((ХС ЛПНГ) = ЗХС – (ТГ : 2,2 + ХС ЛПВГ)) та коефіцієнт атерогенності (КА = (ЗХС – ХС ЛПВГ) : ХС ЛПВГ).

Для дослідження вуглеводного обміну визначали рівень базальної глюкози в сироватці крові глюкозооксидазним методом на автоматичному біохімічному аналізаторі Roche «Cobas-501», базального інсуліну в крові – електрохемілюмінесцентним методом з використанням аналізатора Roche «Cobas-411» і тест-систем Roche Diagnostics. Розраховували індекс інсулінорезистентності HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance) за формулою: HOMA-IR = (Глюкоза натще · Базальний інсулін) : 22,5.

Визначення рівня 25(OH)D у сироватці крові проводили електрохемілюмінесцентним методом за допомогою апарата Elecsys 2010 (Roche Diagnostics, Німеччина) з використанням набору 25-OH Vitamin D ELISA (EUROIMMUN, Німеччина).

Для побудови прогностичної моделі застосовували метод множинного регресійного аналізу. Аналіз дає змогу виявити залежність досліджуваної ознаки одночасно від кількох інших ознак і зробити прогноз щодо зміни ознаки, яка вивчається, від зміни залучених у регресійну модель показників. Основний результат дослідження полягав у розробці математичної формули для обчислення коефіцієнта ризику (КР) розвитку МС у жінок з ГТ.

Статистичну обробку отриманих результатів дослідження проводили з використанням статистичного пакета Statistica 10.0 і табличного редактора Microsoft Excel 2007. Оцінку нормальності розподілу ознак виконували за коефіцієнтами асиметрії та ексцесу, а також за критеріями Колмогорова—Смирнова та Шапіро—Уїлка. Для перевірки якості моделі використовували критерій Нейджелкерка (R2), для оцінки ефективності моделі — ROC-аналіз (площу під кривою (AUC)). Різницю між порівнюваними показниками вважали статистично значущою, якщо значення вірогідності дорівнювало або перевищувало 95 % ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Обстежених жінок (n = 146) розподілили на дві групи: першу (n = 61) використали для побудови багатофакторної регресійної моделі прогнозування ризику метаболічних порушень, другу (n = 85) — для верифікації прогностичної цінності моделі.

Для побудови багатофакторної регресійної моделі залучили показники концентрації ТТГ, $вТ_4$, $вТ_3$, ТГ, ЗХС, ХС ЛПНГ, ХС ЛПВГ, КА, глюкози, інсуліну, HOMA-IR, 25(OH)D у сироватці крові, антропометричні параметри (обвід стегон, талії, зріст, маса тіла, ІМТ).

Наступним етапом побудови логістичної регресії був відбір потенційних предикторів з імовірних чинників, параметри яких, за результатами статистичного кореляційного аналізу, могли б впливати на формування МС у досліджуваної категорії жінок. Побудовано кореляційну матрицю з розрахунком коефіцієнтів кореляції та визначенням коефіцієнтів регресії (β), які відображують для кожного фактора, залученого в аналіз, відношення шансів їхнього впливу на розвиток метаболічних порушень у жінок, хворих на ГТ (табл. 1).

За результатами аналізу коефіцієнтів регресії логістичної математичної моделі виділено 4 най-

Таблиця 1

Коефіцієнти моделі множинної логістичної регресії для визначення ризику прогресування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку з гіпотиреозом

Предиктор	Коефіцієнт регресії (β)	SE	p
Тріацилгліцерол	0,111	0,0175	0,001
ТТГ	0,019	0,0025	0,000
25(OH)D	–0,005	0,0004	0,000
ОТ	0,007	0,0006	0,001
Константа	–0,168	0,0079	0,000

більш значущих фактори: ОТ (B = 0,007), рівень ТГ (B = 0,111), ТТГ (B = 0,019), 25(OH)D (B = –0,004) у сироватці крові (p < 0,001). Ці предиктори використано для прогнозування. Чинники ризику, в яких рівень значущості становив > 0,05, вилучили з аналізу.

Існує низка способів моделювання та прогнозування ризику розвитку МС, зокрема виявлення компонентів МС відповідно до критеріїв ВООЗ, International Diabetes Federation (IDF). Згідно з останньою концепцією МС, запропонованою IDF, абдомінальне ожиріння є основним критерієм МС, яке діагностують при ОТ > 80 см у жінок, які мешкають в Європі [2, 10]. Абдомінальне ожиріння частіше за інші типи поєднується з такими станами, як дисліпідемія, артеріальна гіпертензія, ЦД 2 типу, навіть за нормальних показників ІМТ [11]. Тому нині дедалі частіше наголошують на тому, що для запобігання хронічним захворюванням слід проводити профілактику ожиріння абдомінального типу, зокрема у жінок з нормальною та надлишковою масою тіла. Підставою для цього стали результати корейських досліджень про значну ефективність впровадження раціонального харчування, наявності сніданку в раціоні, відмови від їди після 21.00 та оптимального режиму сну щодо зменшення ОТ і, відповідно, ризиків ожиріння та МС [12].

Результати наших досліджень узгоджуються з даними інших авторів [13] щодо важливої ролі вмісту ТГ у прогнозі щодо прогресування МС. За нормативами IDF, дисліпідемія є основною патогенетичною ланкою розвитку МС [10]. У жінок з порушеною функцією ЩЗ у перименопаузі мають місце зміни ліпідного спектра крові. Внаслідок ГТ відбувається уповільнення метаболічних процесів. У пацієнток з клінічно виразним ГТ відзначено високий рівень ТГ, низький вміст ЗХС і ЛПВГ у крові [14]. Останні дослідження виявили тісний взаємозв'язок між порушеннями ЩЗ і МС [15].

Зв'язок дефіциту вітаміну D з частотою МС продемонстровано в багатьох епідеміологічних дослідженнях, але питання щодо причинно-наслідкових зв'язків цих патологій залишається дискутабельним, так само, як і питання оптимальної корекції дефіциту вітаміну D для профілактики та лікування МС [16]. Незважаючи на високу поширеність і прогностичну значущість МС у жінок у клімактеричний період, недостатньо даних про особливості формування МС залежно від рівня 25(OH)D у жінок перименопаузального віку [17]. За результатами проведених нами комплексних досліджень установлено, що метаболічні ризики у жінок з ГТ у період менопаузального переходу пов'язані з рівнем забезпеченості вітаміном D, а чинники, взаємозв'язані з недостатністю та дефіцитом вітаміну D, належать до критеріїв МС [18].

На підставі результатів множинного регресійного аналізу прогнозування розвитку метаболічних порушень (див. табл. 1) побудовано математичну модель множинної регресії для визначення КР МС:

КР МС = (0,007 · ОТ) + (0,019 · ТТГ) — (0,005 · вітамін D) + (0,111 · ТГ) — 0,168,

де 0,168 — константа.

Аналіз якості регресійної моделі ґрунтувався на аналізі залишків. Останні перевіряли на нормальність розподілу та дисперсію на всьому діапазоні значень змінних. Частотна гістограма залишкових відхилень є відносно симетричною і наближається до кривої нормального розподілу залишків (рис. 1).

Дисперсія розсіювання залишків не має визначеної системи точності положень точок на всьому діапазоні значень змінних (рис. 2). Аналіз отриманої регресійної моделі свідчить про відсутність залежності залишків від прогнозованих значень.

Отже, ця модель вказує на адекватність запропонованої моделі для прогнозування розвитку метаболічних порушень та ймовірності прогресування МС у жінок перименопаузального віку, хворих на ГТ.

Шляхом підрахунку значення прогностичного ризику МС у хворих на ГТ виділено 4 ступені ризику метаболічних порушень: I ступінь — низький ризик (значення прогностичного коефіцієнта < 0,45), II ступінь — середній ризик (від 0,46 до 0,65), III ступінь — високий ризик (від 0,66 до 0,8), IV ступінь — критичний ризик (> 0,81). Значення ризику було в межах від 0 до 1 та відображувало ймовірність розвитку

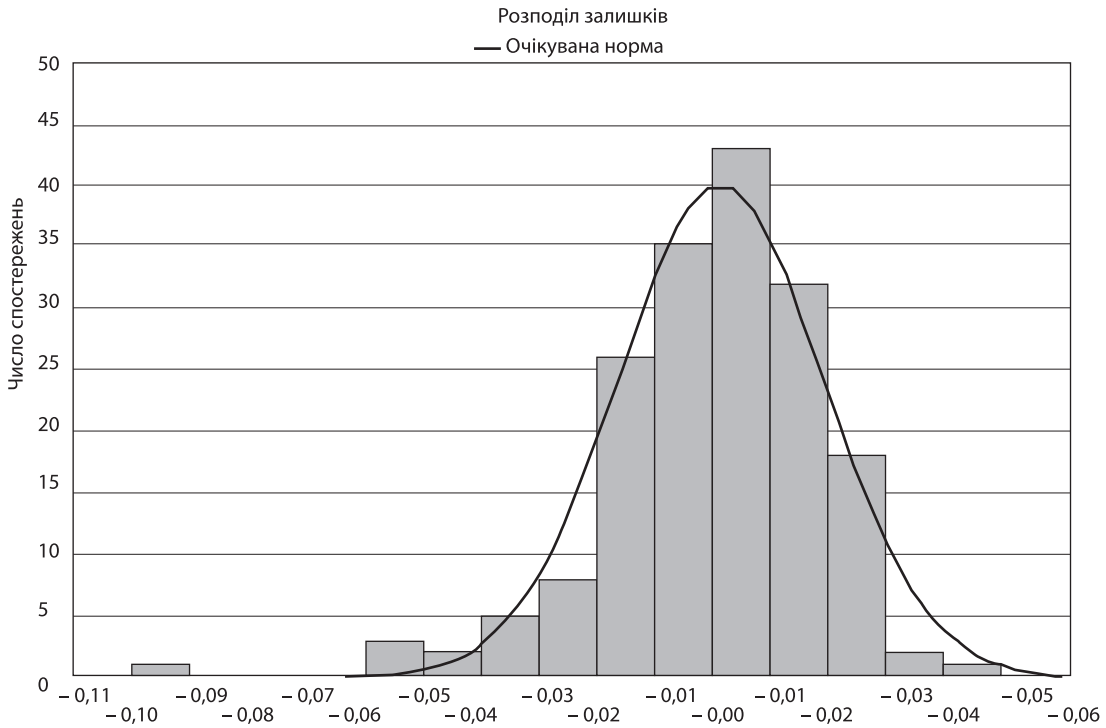

Рис. 1. *Частотна гістограма залишкових відхилень чинників ризику розвитку метаболічного синдрому*

МС (що ближче значення прогнозованої статистично значущості до одиниці, то вище ризик прогресування МС у жінок, хворих на ГТ).

Згідно з отриманими результатами, прогноз залежної змінної коефіцієнта ризику виникнення МС очікувався: з низьким ступенем ризику — в 25 (29,4 %) жінок, із середнім ступенем ризику — в 17 (20 %), з високим ступенем ризику — в 22 (25,9 %), з критичним ступенем ризику — в 21 (24,7 %).

За розробленою математичною моделлю прогнозування МС у жінок з ГТ прогнозоване значення коефіцієнта низького ризику виникнення МС визначено у 24 (28,2 %) випадках, що підтверджує високу чутливість прогностичної моделі. Доведено також високу точність математичної моделі у 16 (18,8 %) жінок, в яких прогнозовано виникнення МС із середнім ступенем імовірності. У 20 (23,5 %) осіб прогнозовано виникнення МС із високим ступенем ймовірності, у 19 (22,4 %) — з критичним ступенем ризику виникнення метаболічних порушень.

Високу прогностичну точність математичної моделі підтверджує відповідність прогнозованих результатів теоретично очікуваними. В групі низького ризику відповідність зафіксовано в 97,6 % випадків, у групі середнього ризику — в 96,5 %, у групі високого ризику — в 94,1 %, у групі з критичним ступенем ризику — в 92,9 %. Визначено, що розподіл пацієнтів за ступенями ризику метаболічних порушень відповідно до запропонованої моделі коректніший, ніж розподіл пацієнтів випадковим чином, що свідчить про доцільність використання методу багатофакторного регресійного аналізу для

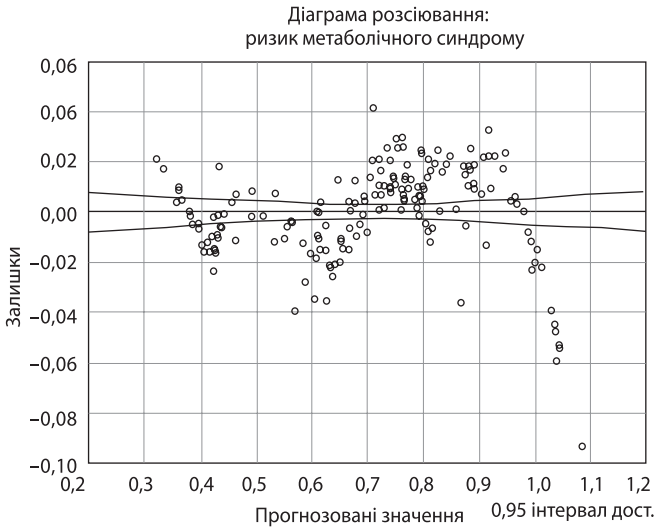

Рис. 2. *Діаграма розсіювання залишків чинників ризику розвитку метаболічного синдрому*

прогнозування ризику розвитку метаболічних порушень при обстеженні жінок, хворих на ГТ.

Розроблена математична модель прогнозування розвитку МС має достатню діагностичну цінність: імовірність того, що в пацієнтки розвинеться МС при попередньо спрогнозованому ризику виникнення метаболічних порушень становить 96,1 % ($p < 0,05$).

Оскільки більшість науковців [3, 19] дійшли висновку про те, що МС у жінок є переважно неповним, нами проаналізовано основні компоненти МС, які скринуються за критеріями IDF і додатковими. Встановлено, що використання додаткових критеріїв дає змогу зареєструвати більшу кількість компонентів синдрому. Залучення в математичну модель додаткових клінічних і лабораторних показників значно підвищує її інформативність та значущість і, на нашу думку, поліпшує якість діагностики МС на ранніх етапах розвитку.

ВИСНОВКИ

Запропонована модель дає змогу за мінімальним набором лабораторних показників (рівнем ТГ, ТТГ, 25(OH)D у сироватці крові) та вимірюванням ОТ установити можливість прогресування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз.

Розроблена математична модель оцінки ризику прогресування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз, дає змогу обґрунтувати своєчасне призначення гормонозамісної та метаболічної терапії, додаткове призначення вітаміну D і провести корекцію маси тіла.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: *концепція і дизайн дослідження, редагування тексту — Н. В. Пасєчко; збір та обробка матеріалу, статистичне опрацювання даних — О. О. Чукур; написання тексту — Н. В. Пасєчко, О. О. Чукур.*

ЛІТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Rochlani Y, Pothineni NV, Kovelamudi S, Mehta JL. Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. Ther Adv Cardiovasc Dis. 2017 Aug;11(8):215-25. doi: 10.1177/1753944717711379. Epub 2017 Jun 22. PMID: 28639538; PMCID: PMC5933580.
2. Saklayen MG. The global epidemic of the metabolic syndrome. Curr Hypertens Rep. 2018;20(2):12. doi:10.1007/s11906-018-0812-z.
3. Radetti G, Fanolla A, Grugni G, et al. The role of different indexes of adiposity and body composition for the identification of metabolic syndrome in women with obesity. J Clin Med. 2021;4;10(9):1975. doi: 10.3390/jcm10091975. PMID: 34064481; PMCID: PMC8125097.
4. Gleicher S, Daugherty M, Ferry E, et al. Looking beyond hypogonadism: association between low testosterone and metabolic syndrome in men 20-59 years. Int Urol Nephrol. 2020;52(12):2237-44. doi: 10.1007/s11255-020-02557-0. PMID: 32617747.
5. Spencer CP, Godsland IF, Stevenson JC. Is there a menopausal metabolic syndrome? Gynecol Endocrinol. 1997;11(5):341-55. doi: 10.3109/09513599709152559. PMID: 9385535.
6. Mumusoglu S, Yildiz BO. Metabolic syndrome during menopause. Curr Vasc Pharmacol. 2019;17(6):595-603. doi: 10.2174/1570161116666180904094149. PMID: 30179134.
7. Татарчук ТФ, де Вільєрс Т. Національний консенсус щодо ведення пацієнток у клімактерії. Репродуктивна ендокринологія. 2016;1(27):8-25.
8. Mendrick DL, Diehl AM, Topor LS, et al. Metabolic syndrome and associated diseases: from the bench to the clinic. Toxicol Sci. 2018;162(1):36-42. doi: 10.1093/toxsci/kfx233. PMID: 29106690; PMCID: PMC6256950.
9. Chukur OO, Pasyechko NV, Bob AO. Clinical and hormonal characteristics of the health state of premenopausal women with hypothyroidism. Norwegian Journal of development of the International Science. 2021;55:35-9.
10. McCracken E, Monaghan M, Sreenivasan S. Pathophysiology of the metabolic syndrome. Clin Dermatol. 2018;36(1):14-20. doi: 10.1016/j.clindermatol.2017.09.004. PMID: 29241747.
11. Said S, Mukherjee D, Whayne TF. Interrelationships with metabolic syndrome, obesity and cardiovascular risk. Curr Vasc Pharmacol. 2016;14(5):415-25. doi: 10.2174/1570161114666160722121615. PMID: 27456105.
12. Ha K, Song Y. Associations of meal timing and frequency with obesity and metabolic syndrome among Korean Adults. Nutrients. 2019;11(10):2437. doi: 10.3390/nu11102437. PMID: 31614924; PMCID: PMC6836094.
13. Iqbal J, Al Qarni A, Hawwari A, et al. Metabolic syndrome, dyslipidemia and regulation of lipoprotein metabolism. Curr Diabetes Rev. 2018;14(5):427-33. doi: 10.2174/1573399813666170705161039. PMID: 28677496.
14. Nair AR, Pillai AJ, Nair N. Cardiovascular changes in menopause. Curr Cardiol Rev. 2021;17(4):e230421187681. doi: 10.2174/1573403X16666201106141811. PMID: 33155924.
15. Teixeira PFDS, Dos Santos PB, Pazos-Moura CC. The role of thyroid hormone in metabolism and metabolic syndrome. Ther Adv Endocrinol Metab. 2020;11:2042018820917869.

doi: 10.1177/2042018820917869. PMID: 32489580; PMCID: PMC7238803.
16. Wieder-Huszla S, Jurczak A, Szkup M, et al. Relationships between Vitamin D_3 and metabolic syndrome. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(2):175. doi: 10.3390/ijerph16020175. PMID: 30634516; PMCID: PMC6352038.
17. Pinkas J, Bojar I, Gujski M, et al. Serum lipid, vitamin D levels, and obesity in perimenopausal and postmenopausal women in non-manual employment. Med Sci Monit. 2017;23:5018-26. doi: 10.12659/msm.906895. PMID: 29055024; PMCID: PMC5665606.
18. Pankiv IV. The impact of vitamin D status and supplementation on thyroid autoimmunity. International Journal of Endocrinology (Ukraine). 2020;16(8):105-9. doi: 10.22141/2224-0721.16.8.2020.222889.
19. Tadic M, Cuspidi C, Vasic D, et al. Cardiovascular Implications of diabetes, metabolic syndrome, thyroid disease, and cardio-oncology in women. Adv Exp Med Biol. 2018;1065:471-88. doi: 10.1007/978-3-319-77932-4_29. PMID: 30051402.

РЕЗЮМЕ

Чинники ризику та прогнозування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз

Н. В. Пасєчко, О. О. Чукур

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

Однією з головних проблем є те, що метаболічний синдром (МС) клінічно не виявляється доти, доки істотно не порушується вуглеводний та ліпідний метаболізм, що ініціює хибне коло симптомів, які призводять до появи кардіоваскулярних захворювань, цукрового діабету, неалкогольного стеатогепатозу, порушення репродуктивної функції та низки інших захворювань. Супутні ендокринні розлади створюють тло, на яке накладаються дисгормональні та метаболічні чинники. Тому актуальним і важливим завданням є правильна, а головне — вчасна, інтерпретація наявних чинників ризику метаболічних порушень у жінок перименопаузального віку із супутнім гіпотиреозом (ГТ) з метою їхньої корекції для запобігання або сповільнення розвитку ускладнень.

Мета роботи — розробити математичну модель оцінки прогностичної значущості чинників ризику для вивчення ймовірності розвитку і прогресування метаболічного синдрому в жінок перименопаузального віку, хворих на гіпотиреоз.

Матеріали та методи. Для прогнозування розвитку МС обстежено 146 жінок перименопаузального віку з ГТ. За допомогою множинного регресійного аналізу побудовано прогностичну модель ризику розвитку МС.

Результати. За допомогою логістичного регресійного аналізу визначено значущі мультиколінеарні чинники ризику МС: тригліцериди, тиреотропний гормон, вітамін D та обвід талії. Побудовано кореляційну матрицю з розрахунком коефіцієнтів регресії та детермінації, створено математичну модель для визначення коефіцієнта прогресування МС. Розроблена математична модель прогнозування розвитку МС має високу прогностичну точність, що підтвердила відповідність прогнозованих результатів теоретично очікуваним. Імовірність того, що в пацієнтів розвинеться МС, при попередньо спрогнозованому ризику виникнення МС становить 96,1 % ($p < 0,05$).

Висновки. Розроблена математична модель прогнозування МС на тлі ГТ є високоінформативною і дає змогу заздалегідь визначити контингент жінок з високою ймовірністю розвитку МС для своєчасного проведення відповідних профілактичних заходів.

Ключові слова: метаболічний синдром, жінки, гіпотиреоз, прогнозування, математична модель.

ABSTRACT

Risk factors and prognosis of metabolic syndrome in perimenopausal women with hypothyroidism

N. V. Pasyechko, O. O. Chukur

I. Ya. Gorbachevsky Ternopil National Medical University

One of the main problems is that the metabolic syndrome (MS) is not clinically manifested until thesignificant carbohydrate and lipid metabolism violations, that initiate a pathological range of symptoms, leading to cardiovascular disease, diabetes mellitus, non-alcoholic steatohepatosis, impairment of reproductive function and other diseases. Concomitant endocrine disorders create a background on which dyshormonal and metabolic factors are superimposed. Therefore, an urgent and important task is the correct, and most importantly timely, interpretation of existing risk factors for metabolic disorders in women of perimenopausal age with concomitant hypothyroidism (HT), purposed on their correction to prevent or slowdown the development of complications.

Aim — to develop a mathematical model for assessing the prognostic value of risk factors for investigation ofMSdevelopment and progression in perimenopausal women with HT.

Materials and methods. 146 perimenopausal women with HT were examined to predict the MS development. Multiple regression analysis was used to construct prognostic model of MS risk.

Results. With the help of logistic regression analysis, the following significant multicollinear risk factors for MS have been identified: triglycerides, thyroid-stimulating hormone, vitamin D, and waist circumference. A correlation matrix with the calculation of regression coefficients and coefficient of determination was constructed, and mathematical model was created to determine the coefficient of the MSprogression. The developed mathematical model for predicting of MSdevelopment had a high predictive accuracy, which confirms the compliance of the predicted results with the theoretically expected. The probability that patients will develop MS with a previously predicted risk of MS was 96.1 % ($p < 0.05$).

Conclusions. The developed mathematical model of the predictionof metabolic syndromedevelopment against the background of hypothyroidism is highly informative and allows to determine in advance the contingent of women with high probability of MS development for the timely implementation of appropriate preventive measures.

Keywords: metabolic syndrome, women, hypothyroidism, prognosis, mathematical model.

Дата надходження до редакції 22.09.2021 р.
Дата рецензування 18.10.2021 р.
Дата підпису статті до друку 02.11.2021 р.