

DOI: 10.31793/1680-1466.2024.29-1.17

Особливості вуглеводного і ліпідного обмінів залежно від фенотипу ожиріння

Т.В. Секрет,
М.В. Власенко

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

Резюме. Метаболічний синдром (МС) та ожиріння проявляються різними фенотипами, які часто виникають під впливом нездорового способу життя, недостатньої фізичної активності та нераціонального харчування. Однак на цей час недостатньо вивчене питання щодо фенотипування ожиріння за метаболічними проявами та співвідношенням жирової тканини. **Мета.** Встановити закономірності антропометричних змін, показників вуглеводного і ліпідного обмінів (ВО, ЛО) залежно від фенотипу ожиріння. **Матеріал і методи.** На базі Вінницького обласного клінічного високоспеціалізованого ендокринологічного центру було обстежено 88 осіб (чоловіків – 25 осіб, жінок – 63 особи). Середній вік обстеженої групи становив $37,42 \pm 11,77$ року. В усіх пацієнтів збирали анамнез за шкалою оцінки ризику розвитку діабету, розробленою Фінською асоціацією діабету (The Finnish Diabetes Risk Score, FINDRISK), проводили об'єктивне обстеження, лабораторно визначали показники ВО і ЛО. На основі отриманих результатів була створена база даних в Excel (Microsoft Office 2007, США) та в програмному пакеті Statistica 7. **Результати.** Усі пацієнти були розподілені на 4 клінічні групи відповідно до 4-х фенотипів ожиріння (групи FI, FII, FIII і FIV). Було доведено, що навіть при нормальній масі тіла в пацієнтів починають відмічати метаболічні порушення, що можна пов'язати зі збільшенням об'єму талії (ОТ) і відсотка вісцерального жиру (ВЖ), тоді як у пацієнтів з ожирінням (група FIII) змін ВО і ЛО не було зафіксовано. Рівні систолічного і діастолічного артеріального тиску (САТ, ДАТ) не виходили за межі референтних значень, що підтверджує наявність метаболічно здорового ожиріння. Не виявлено вірогідної різниці при проведенні порівняльної характеристики між групами пацієнтів з ожирінням та без ожиріння ($p > 0,05$). Сила кореляційного зв'язку між відсотком ВЖ та показниками ВО і ЛО була значно вищою порівняно з індексом маси тіла (ІМТ). **Висновок.** Ступінь ожиріння не має принципового впливу на вираженість порушень ВО і ЛО, а в основі прогресування змін лежить саме зміна відсотка ВЖ.

Ключові слова: метаболічний синдром, фенотипи ожиріння, вісцеральний жир, цукровий діабет.

У дослідженнях останніх років розглядають багато нових патогенетичних та клінічних граней МС та розширюють спектр його етіологічних факторів, що визначає доцільність пошуку якісно нових підходів до профілактики та лікування цього захворювання. Згідно з даними різних авторів поширеність МС становить 10-84% і

залежить від статі, віку, етнічної приналежності та критеріїв діагностики. Однак найбільша його частота фіксується в економічно розвинених країнах. МС та ожиріння проявляються різними фенотипами, які часто виникають під впливом нездорового способу життя (недостатня фізична активність, нераціональне харчування, стресові ситуації тощо) [1].

Оригінальні дослідження

У 2009 р. Міжнародною асоціацією з вивчення ожиріння (The International Association for the Study of Obesity), Міжнародною діабетичною федерацією (International Diabetes Federation) та Національним інститутом серця, легень і крові США (National Institute of Heart, Lung, and Blood) опубліковано спільну заяву, згідно з якою МС діагностують при наявності трьох із п'яти факторів ризику: збільшений ОТ, підвищений рівень тригліцеридів (ТГ), знижений рівень холестерину (ХС) ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ), підвищений артеріальний тиск, підвищений рівень глюкози натще (з урахуванням пацієнтів, які застосовують препарати для корекції зазначених дисметаболических станів). Варто зазначити, що з метою діагностики ожиріння брали до уваги не ІМТ, а ОТ.

Клінічні спостереження свідчать, що абдоминальне ожиріння (надлишок в організмі вісцеральної жирової тканини) більшою мірою асоціюється з прогнозом розвитку МС, цукрового діабету (ЦД) 2-го типу, серцево-судинних захворювань і смертності, ніж надлишок підшкірного жиру. Надлишок ВЖ може розвиватися як на основі певного гормонально-метаболического профілю, пов'язаного зі змінами рівнів статевих стероїдів на тлі загального ожиріння, так і у худорлявих людей при дисбалансі стресових/антистресових і/або анаболічних/катаболічних гормонів [2].

У зв'язку з цим розробляються нові методи й критерії індивідуальної оцінки ризиків для здоров'я, в яких можуть враховуватися антропометричні, функціональні, метаболическі показники, вираженість супутніх захворювань, психопатологічні прояви тощо. Клінічні дослідження продемонстрували, що відсоток ВЖ добре корелює зі ступенем інсулінорезистентності, кардіометаболическим ризиком і ЦД 2-го типу, тому відсоток ВЖ може бути використаний як засіб прогнозування і клінічний маркер наявності стану ІР/гіперінсулінемії, порушення топографії та функції жирової тканини й метаболических порушень, характерних для МС. Ці результати, отримані при обстеженні різних популяцій пацієнтів, зокрема хворих на ЦД 2-го типу, і стали обґрунтуванням гіпотези про те, що ВЖ може вважатися маркером дисфункції жирової тканини та непрямим відображенням ступеня кардіометаболического ризику [3].

Останні клінічні дослідження свідчать, що детальне метаболическе фенотипування людей з

ожирінням може стати корисним засобом для розкриття патофізіології порушень обміну речовин, виявлення осіб або підгруп високого ризику для визначення шляхів оптимізації стратегій профілактики та лікування кардіометаболических захворювань [4].

Доведено, що наявність загального ожиріння в більшості випадків є незалежним чинником ризику дисметаболических станів, однак клінічні спостереження виявили низку додаткових фенотипів ожиріння, які відрізняються за ступенем обмінних порушень і співвідношенням підшкірної та вісцеральної жирової тканини.

На сьогодні все ширше використовують патофізіологічну класифікацію фенотипів ожиріння, яка об'єднує внутрішні та зовнішні ознаки: з одного боку, враховується комплекс біохімічних показників (чутливість до інсуліну, характеристики ВО і ЛО), з іншого – артеріальний тиск, співвідношення підшкірного і черевного жиру.

Основні фенотипи, які відображають можливі поєднання метаболического профілю та ступеня ожиріння: метаболически здоровий із нормальною масою тіла; метаболически нездоровий із нормальною масою тіла, метаболически здорове ожиріння і метаболически нездорове ожиріння [5].

Однак на сьогодні питання саме прогнозування розвитку ЦД в пацієнтів України з різними фенотипами ожиріння за метаболическими проявами та співвідношенням жирової тканини є недостатньо вивченим. За даними останніх досліджень можна стверджувати, що до ЦД і надалі до розвитку серцево-судинних ускладнень схильні не тільки люди з явними метаболическими проявами, а й, на перший погляд, повністю здорові люди. Саме це розширює спектр пошуку можливих груп ризику цієї патології та забезпечує своєчасну профілактику порушень обміну речовин.

Мета роботи – встановити закономірності антропометричних змін, показників ВО і ЛО залежно від фенотипу ожиріння.

Матеріал і методи

Дослідження виконано відповідно до Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження». Усі пацієнти до початку дослідження були ознайомлені з детальною інформацією про дослідження. Кожен пацієнт, який був включений у дослі-

Таблиця 1. Характеристика хворих**Table 1.** Characteristics of patients

Показники Parameters	ФІ PhI	ФІІ PhII	ФІІІ PhIII	ФІV PhIV	Усього Total
Кількість хворих, n Number of patients, n	23	21	22	22	88
Стать, чоловіки/жінки Gender, male/female	5/18	6/15	8/14	6/16	25/63
Вік, роки Age, years	30,78±10,19	35,19±15,74	34,59±10,11	49,13±11,07	37,42±11,77

дження, добровільно підписав інформовану згоду щодо участі.

Протягом 2019-2021 рр. на базі Вінницького обласного клінічного високоспеціалізованого ендокринологічного центру було обстежено 88 осіб (25 чоловіків і 63 жінки), середній вік яких становив 37,42±11,77 року (табл. 1).

В усіх пацієнтів збирали анамнез за шкалою FINDRISK із метою визначення факторів ризику до ЦД. Вимірювання маси тіла і зросту проводили за допомогою підлогових ваг КРОКЕК та ростоміру з подальшим розрахунком ІМТ по Кетле: $ІМТ = \text{маса тіла (кг)} / \text{зріст (м)}^2$, розподіл жирової клітковини – за допомогою ваг-аналізатора InBody, ОТ – за допомогою сантиметрової стрічки по середній точці між нижнім краєм останнього ребра і верхньою частиною гребня клубової кістки (у см).

Також проводили тест толерантності до глюкози, визначали рівні глікованого гемоглобіну (HbA1c), ХС, ТГ, ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) і ЛПВЩ на біохімічному аналізаторі AU-480 («BeckmanCoulter, Inc.», США) і розраховували індекс атерогенності (ІА).

На основі отриманих результатів була створена база даних у програмі Excel (Microsoft Office 2007, США). Статистичну обробку результатів проведено за пакетом Statistica 7 (Stat Soft, USA). Для представлення результатів вимірювання кількісних показників розраховували їхнє середнє арифметичне значення та стандартні відхилення ($M \pm SD$). В усіх випадках вірогідними вважали відмінності при рівні $p < 0,05$.

Також проводили кореляційний аналіз з обчисленням коефіцієнта рангової кореляції за Spearman. Сила кореляційного зв'язку (r) вважалася позитивно високою – при $0,5 \leq r \leq 1,0$; середньою – при $0,3 \leq r \leq 0,5$; низькою – при $0,1 \leq r \leq 0,3$; відсутньою – при $0,0 \leq r \leq 0,09$.

Залежно від антропометричних та метаболічних показників усі пацієнти були розподілені на 4 фенотипи ожиріння: фенотип I (ФІ) – метаболічно здорове ожиріння при нормальній вазі), фенотип II (ФІІ) – метаболічно нездорове ожиріння при нормальній вазі, фенотип III (ФІІІ) – метаболічно здорове ожиріння і фенотип IV (ФІV) – метаболічно нездорове ожиріння (табл. 1). В обстежених не були діагностовані ЦД і гіперкортицизм, а також були відсутні анамнестичні дані щодо приймання глюкокортикостероїдів.

При проведенні статичної обробки результатів між статтю не було зафіксовано вірогідної різниці показників, тому в розрахунках використовували середній показник даних.

Пацієнти групи ФІ мали ІМТ до 30 кг/м² та відсутні зміни ВО і ЛО. В осіб групи ФІІ при ІМТ до 30 кг/м² відмічалися початкові зміни ВО і ЛО. У пацієнтів групи ФІІІ навіть при наявному ожирінні (ІМТ >30 кг/м²) не було метаболічних порушень, тоді як усі обстежені в групі ФІV мали ожиріння і порушення ВО і ЛО.

Надалі було проведено аналіз показників ВО і ЛО залежно від ІМТ, за результатами якого пацієнтів груп ФІ і ФІІ було об'єднано в клінічну групу I (в усіх обстежених ІМТ <30 кг/м²), а пацієнтів груп ФІІІ і ФІV – у клінічну групу II (ІМТ >30 кг/м²).

Результати та обговорення

Пацієнти групи ФІ мали ІМТ 24,37±2,42 кг/м², однак ОТ (96,4±2,03 см у чоловіків і 88,64±4,27 см у жінок) був вищим за нормативних значень, що прослідковується в усіх фенотипах ожиріння і може свідчити про початкові прояви інсулінорезистентності (табл. 2). Показники САТ і ДАТ були в межах референтних норм. На-

Оригінальні дослідження

віть при нормальній масі тіла в пацієнтів групи ФІІ вже починають відмічатися метаболічні порушення, що можна пов'язати зі зростанням ОТ та рівня ВЖ (табл. 2). У 16 пацієнтів цієї групи спостерігали підвищення артеріального тиску (САТ – $145,51 \pm 15,05$ мм рт. ст, ДАТ – $85,07 \pm 8,42$ мм рт. ст.). Ці показники були вірогідно вищими порівняно з групою ФІ ($p < 0,05$).

Однак у пацієнтів групи ФІІІ навіть при наявному ожирінні показники САТ і ДАТ не виходили за межі референтних значень, що свідчить про наявність метаболічно здорового ожиріння в цій групі на відміну від пацієнтів групи ФІV ($p < 0,05$), де спостерігаються основні компоненти МС, а рівень САТ і ДАТ підтверджують суттєву гіпертонічну хворобу (табл. 2).

Отримані результати підтверджують дані літератури про відмінність фенотипів ожиріння та важливість вчасного визначення до якої клінічної групи згідно з фенотипом належить пацієнт із метою попередження подальших ризиків розвитку метаболічних порушень [6].

Результати вивчення ВО і ЛО показали, що в пацієнтів групи ФІ не виявлено відповідних порушень (табл. 3, табл. 4).

У пацієнтів групи ФІІ згідно з даними вивчення ВО навіть при нормальній масі тіла діагностовано стан предіабету та виявлена дисліпідемія (табл. 3, табл. 4). Ці показники є вірогідно вищими порівняно з результатами в групі ФІ ($p < 0,05$).

Таблиця 2. Антропометричні показники залежно від фенотипу ожиріння

Table 2. Anthropometric indicators depending on the phenotype of obesity

Показники Indicators	ФІ PhI (n=23)	ФІІ PhII (n=21)	ФІІІ PhIII (n=22)	ФІV PhIV (n=22)	Референтні норми Reference norms
ІМТ, кг/м ² BMI, kg/m ²	24,37±2,42	24,45±0,67 ⁺	38,81±8,07 ^{+#}	33,09±2,07 ^{+#*}	18,5-24,9
ВЖ, % Visceral fat, %	10,91±2,93	12,85±2,45	19,40±5,87 ^{+#}	17,40±3,44 ^{+#*}	<9
ОТ, см WC, cm	89,57±6,62	95,34±6,78 ⁺	115,92±16,65 ⁺	107,92±12,41 ^{+#}	Жінки: <80 Чоловіки: <94
САТ, мм рт. ст. SBP, mm Hg	110,91±9,37	128,3±8,56 ⁺	115,90±4,53	136,09±10,69 ^{+#*}	<120
ДАТ, мм рт. ст. DBP, mm Hg	68,50±5,90	80,14±5,43 ⁺	73,40±5,43	82,52±6,31 ^{+#*}	<80

Примітка: вірогідна різниця ($p < 0,05$) порівняно з відповідними групами ФІ (⁺), ФІІ ([#]) і ФІІІ (^{*}).

Note: significant difference ($p < 0.05$) compared with the appropriate groups PhI (⁺), PhII ([#]) and PhIII (^{*}).

Таблиця 3. Показники вуглеводного обміну залежно від фенотипу ожиріння

Table 3. Indicators of carbohydrate metabolism depending on the phenotype of obesity

Показники Indicators	ФІ PhI (n=23)	ФІІ PhII (n=21)	ФІІІ PhIII (n=22)	ФІV PhIV (n=22)	Референтні норми Reference norms
Глюкоза натще, ммоль/л Fasting glucose, mmol/L	4,86±0,45	5,71±0,14 ⁺	4,85±0,43 [#]	5,79±0,14 ^{+#*}	3,3-5,5
ППГ, ммоль/л PPG, mmol/L	6,46±0,55	7,70±0,47 ⁺	6,70±0,65 [#]	8,56±1,11 ^{+#*}	≤7,8
HbA1c, %	5,11±0,25	5,72±0,10 ⁺	5,32±0,16 [#]	5,80±0,20 ^{+#*}	≤5,5

Примітка: вірогідна різниця ($p < 0,05$) порівняно з відповідними групами ФІ (⁺), ФІІ ([#]) і ФІІІ (^{*}).

Note: significant difference ($p < 0.05$) compared with the appropriate groups PhI (⁺), PhII ([#]) and PhIII (^{*}).

Таблиця 4. Показники ліпідного обміну залежно від фенотипу ожиріння
Table 4. Indicators of lipid metabolism depending on the phenotype of obesity

Показники Indicators	ФІ PhI (n=23)	ФІІ PhII (n=21)	ФІІІ PhIII (n=22)	ФІV PhIV (n=22)	Референтні норми Reference norms
ХС, ммоль/л Cholesterol, mmol/L	4,55±0,70	5,99±0,61 ⁺	5,18±0,14 [#]	6,48±1,09 ^{++*}	<5,2
ТГ, ммоль/л Triglycerides, mmol/L	0,89±0,35	1,93±0,21 ⁺	1,17±0,38 [#]	1,93±0,52 ^{++*}	<1,7
ЛПНЩ, ммоль/л LDL, mmol/L	2,61±0,37	3,88±0,51 ⁺	2,68±0,61 [#]	4,25±0,89 ^{++*}	2,6-3,3
ЛПВЩ, ммоль/л HDL, mmol/L	1,26±0,17	1,11±0,08	1,66±0,46 [#]	1,12±0,08 ^{++*}	1,03-1,55
ІА AI	2,04±0,54	3,96±0,68 ⁺	2,51±0,31 [#]	3,90±0,55 ^{++*}	<3

Примітка: вірогідна різниця ($p < 0,05$) порівняно з відповідними групами ФІ (+), ФІІ (#) і ФІІІ (*).

Note: significant difference ($p < 0,05$) compared with the appropriate groups PhI (+), PhII (#) and PhIII (*).

Варто зазначити, що в пацієнтів групи ФІІІ навіть при ожирінні не будуть спостерігатися зміни вуглеводного і ліпідного профілів (табл. 3, табл. 4). Ці результати входять у референтні норми попри наявне ожиріння та є вірогідно нижчими порівняно з пацієнтами групи ФІІ ($p < 0,05$).

У пацієнтів групи ФІV було виявлено метаболічні порушення за наявного ожиріння (табл. 3, табл. 4). Результати обстеження пацієнтів групи ФІV є вірогідно вищими порівняно з пацієнтами групи ФІІІ ($p < 0,05$). За умови тривалого перебігу без належного лікування це може спровокувати ЦД.

За результатами порівняльної характеристики пацієнтів клінічної групи І (пацієнти з надлишковою вагою, ІМТ < 30 кг/м²) та клінічної групи ІІ (пацієнти з ожирінням, ІМТ > 30 кг/м²) відповідно до даних ВО не було зафіксовано вірогідної різниці між показниками глюкози на-

тще, ППГ і НbA1c (табл. 5). Але, у клінічній групі І у 23% пацієнтів було вперше діагностовано гіперглікемію натще й у 27% пацієнтів – порушення толерантності до глюкози, тоді як у клінічній групі ІІ у 19% пацієнтів – гіперглікемія натще й у 43% пацієнтів – порушення толерантності до глюкози.

За показниками ліпідного спектра (ХС, ЛПНЩ, ЛПВЩ і ТГ) не було виявлено вірогідної різниці між двома групами вищезгаданих пацієнтів (табл. 6). Однак гіперхолестеринемія виявлена в 57% пацієнтів клінічної групи І та в 70% пацієнтів клінічної групи ІІ. Гіпертригліцеридемія було зафіксовано в 32% пацієнтів клінічної групи І та в 40% пацієнтів клінічної групи ІІ. Концентрація ЛПНЩ була значно підвищена в обох групах, що можна пояснити проявом дисліпідемії. Концентрація ЛПВЩ була нижчою референтних значень у 39% пацієнтів клінічної групи І і в 43% пацієнтів клінічної гру-

Таблиця 5. Показники вуглеводного обміну залежно від антропометричних показників
Table 5. Indicators of carbohydrate metabolism depending on anthropometric indicators

Показники Indicators	Надлишкова вага Overweight (n=44)	Ожиріння Obesity (n=44)	Референтні норми Reference norms
Глюкоза натще, ммоль/л Fasting glucose, mmol/L	5,27±0,55	5,32±0,57 [*]	3,3-5,5
ППГ, ммоль/л PPG, mmol/L	7,05±0,79	7,63±1,30 [*]	≤7,8
НbA1c, %	5,40±0,36	5,56±0,30 [*]	≤5,5

Оригінальні дослідження

Таблиця 6. Показники ліпідного обміну залежно від антропометричних показників**Table 6.** Indicators of lipid metabolism depending on anthropometric indicators

Показники Indicators	Надлишкова вага Overweight (n=44)	Ожиріння Obesity (n=44)	Референтні норми Reference norms
ХС, ммоль/л Cholesterol, mmol/L	5,24±0,97	5,83±1,08*	<5,2
ТГ, ммоль/л Triglycerides, mmol/L	1,20±0,70	1,55±0,59*	<1,7
ЛПНЩ, ммоль/л LDL, mmol/L	3,22±0,77	3,46±1,09*	2,6-3,3
ЛПВЩ, ммоль/л HDL, mmol/L	1,09±0,16	1,08±0,36*	1,03-1,55
ІА AI	3,96±0,71	4,10±0,77*	<3

пи ІІ, але вірогідної різниці не було відзначено ($p>0,05$).

З метою визначення вирішального етіологічного чинника змін ВО та ЛО було проведено кореляційний аналіз, який показав слабкий зв'язок між ІМТ та показниками ВО (глюкозою натще, $r=0,11$; ППГ, $r=0,11$; HbA1c, $r=0,13$) і відсутність кореляції між ІМТ та показниками ЛО (ХС, $r=0,01$; ЛПНЩ, $r=0,05$; ТГ, $r=0,04$; ІА, $r=0,02$).

Дані літератури підтверджують отримані результати: ІМТ не є визначальним тригером у розвитку порушень ВО і ЛО [7].

Варто зазначити, що кореляційний зв'язок був сильнішим між відсотком ВЖ та такими показниками ВО і ЛО: глюкоза натще ($r=0,49$), ППГ ($r=0,31$), HbA1c ($r=0,39$), ХС ($r=0,67$), ЛПНЩ ($r=0,27$), ТГ ($r=0,23$) та ІА ($r=0,37$).

Це підтверджує дані літератури про важливість визначення саме відсотка ВЖ як основного предиктора розвитку метаболічних порушень у майбутньому [8], оскільки функція сірої жирової тканини тісно пов'язана з кардіо-метаболічним ризиком, незалежним від ступеня ожиріння [9].

Таким чином, при проведенні цього дослідження в осіб із різними фенотипами ожиріння було визначено, що ІМТ як показник надлишкової маси тіла та ступеня ожиріння не віддзеркалює тих важливих метаболічних порушень, які надалі сприяють формуванню МС і як наслідок розвитку порушення ВО та змін зі сторони серцево-судинної системи. Тому, при встановленні діагнозу «Ожиріння» необхідно обов'язково

враховувати його фенотип, визначаючи тактику лікування та профілактичні заходи відповідно до фенотипу ожиріння.

Отримані результати свідчать, що не завжди при ожирінні будуть зміни ВО і ЛО, що демонструють результати обстежень пацієнтів ФІІ, в яких показники ВО і ЛО були в межах норми. Разом із тим, в осіб групи ФІІ з нормальним ІМТ відзначаються початкові зміни метаболічних показників, що можна пов'язати зі зростанням ОТ та рівня ВЖ. Ці показники збільшуються в пацієнтів групи ФІІІ з розвитком у них метаболічних порушень. Як свідчать літературні дані та проведені дослідження, вісцеральне ожиріння більше асоціюється з прогнозом розвитку МС, ЦД 2-го типу, серцево-судинних захворювань і смертності, ніж надлишок підшкірного жиру [10].

Висновки

1. При оцінці клінічного значення ожиріння необхідно оцінювати ОТ, відсоток ВЖ як важливих показників абдомінального ожиріння, що впливають на його фенотип.
2. Ступінь вісцерального ожиріння є основним предиктором подальшого розвитку інсулінорезистентності, порушення ВО і ЛО, а також кардіометаболічних порушень, що характерно для груп ФІІ і ФІІІ.
3. Скринінг осіб на встановлення фенотипу ожиріння дасть можливість запобігти розвитку ЦД 2-го типу та серцево-судинної патології.

Список використаної літератури

- Alharbi TA, Ryan J, Freak-Poli R, Gasevic D, Scali J, Ritchie K, et al. The association of weight loss, weight status, and abdominal obesity with all-cause mortality in older adults. *Gerontology*. 2022;68(12):1366-74. doi: 10.1159/000522040.
- Zheng R, Zhou D, Zhu Y. The long-term prognosis of cardiovascular disease and all-cause mortality for metabolically healthy obesity: a systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol Community Health*. 2016 Oct;70(10):1024-31. doi: 10.1136/jech-2015-206948.
- Liu L, Simon B, Shi J, Mallhi AK, Eisen HJ. Impact of diabetes mellitus on risk of cardiovascular disease and all-cause mortality: Evidence on health outcomes and antidiabetic treatment in United States adults. *World J Diabetes*. 2016 Oct 15;7(18):449-61. doi: 10.4239/wjd.v7.i18.449.
- World Health Organization. Obesity and Overweight. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [Accessed 7th November 2020].
- Bays HE, McCarthy W, Burrige K, Tondt J, Karjoo S, Christensen S, et al. Obesity Algorithm 2021. Available from: <https://obesitymedicine.org/wp-content/uploads/2021/01/2021-Obesity-Algorithm.pdf> [Accessed 7th August 2021].
- Зінич ОВ, Шупрович АА, Кушнар'єва НМ, Прибила ОВ, Ковальчук АВ, Гуріна НМ, та ін. Показники композиції тіла та обміну сечової кислоти як маркери метаболічного фенотипу у чоловіків з нормоурікемією, хворих на цукровий діабет 2 типу. *Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*. 2020;4:50-60 (Zynych OV, Shuprovich AA, Kushnaryova NM, Prybyla OV, Kovalchuk AV, Gurina NM, et al. Indices of body composition and uric acid metabolism as markers of metabolic phenotype in normouricemic type 2 diabetic man. *Clinical Endocrinology Endocrine Surgery*. 2020;4:50-60. Ukrainian). doi: 10.30978/CEES-2020-4-50.
- Ighbariya A, Weiss R. Insulin resistance, prediabetes, metabolic syndrome: what should every pediatrician know? *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2017 Dec 30;9(Suppl 2):49-57. doi: 10.4274/jcrpe.2017.S005.
- Dorcely B, Katz K, Jagannathan R, Chiang SS, Oluwadare B, Goldberg IJ, et al. Novel biomarkers for prediabetes, diabetes, and associated complications. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2017 Aug 14;10:345-61. doi: 10.2147/DMSO.S100074.
- Мусієнко ВА, Марущак МІ. Генетичні маркери цукрового діабету 2 типу. *Медична та клінічна хімія*. 2019;21(4):184-91 (Musiienko VA, Marushchak MI. Genetic markers of type 2 diabetes. *Medical and Clinical Chemistry*. 2019;21(4):184-91). doi: 10.11603/mcch.2410-681X.2019.vi4.10688.
- Guasch-Ferré M, Hruby A, Toledo E, Clish CB, Martínez-González MA, Salas-Salvadó J, et al. Metabolomics in prediabetes and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*. 2016 May;39(5):833-46. doi: 10.2337/dc15-2251.

Список скорочень

ВЖ – вісцеральний жир
ВО – вуглеводний обмін
ДАТ – діастолічний артеріальний тиск
ІА – індекс атерогенності
ІМТ – індекс маси тіла
МС – метаболічний синдром
ЛО – ліпідний обмін
ЛПВЩ – ліпопротеїди високої щільності
ЛПНЩ – ліпопротеїди низької щільності
ОТ – об'єм талії
ППГ – постпрандіальна глюкоза
САТ – систолічний артеріальний тиск
ТГ – тригліцериди
ФІ-ФІV – фенотипи I-IV

ХС – холестерин
ЦД – цукровий діабет
НbA1c – глікований гемоглобін

Characteristics of carbohydrate and lipid metabolism depending on the phenotype of obesity

T.V. Sekret, M.V. Vlasenko

Vinnitsya National Pyrohov Memorial Medical University

Abstract. Metabolic syndrome and obesity are manifested by different phenotypes, which often occur under the influence of an unhealthy lifestyle, insufficient physical activity and irrational nutrition. However, at present, the issue of phenotyping obesity based on metabolic manifestations and adipose tissue ratio has not been sufficiently studied. **The aim.** To establish patterns of anthropometric changes, characteristics of carbohydrate and lipid metabolism depending on the obesity phenotype. **Material and methods.** On the basis of the Vinnitsya Regional Clinical Highly Specialized Endocrinological Center, 88 people were examined, (25 men and 63 women). The average age of the examined group was 37.42±11.77 years. All patients collected anamnesis using the diabetes risk assessment scale developed by the Finnish Diabetes Association (The Finnish Diabetes Risk Score, FINDRISK), underwent an objective examination, and laboratory determinations of lipid and carbohydrate metabolism. Based on the received data, a database was created in Excel (Microsoft Office 2007, USA) and in the Statistica 7 software package. **Results.** All patients were divided into 4 clinical groups, according to 4 obesity phenotypes. It has been proven that even with normal body weight, patients begin to notice metabolic disorders, which may be associated with an increase in waist circumferences and the percentage of visceral fat, while while in obese patients with phenotype III, no changes in carbohydrate and lipid metabolism were recorded. Systolic and diastolic blood pressure levels did not exceed the reference values, which confirms the presence of metabolically healthy obesity. No significant difference was found when comparing characteristics between the groups of obese and non-obese patients ($p>0.05$). The strength of the correlation between the percentage of visceral fat and indicators of lipid and carbohydrate metabolism was significantly higher compared to body mass index. **Conclusion.** The degree of obesity does not have a fundamental effect on the severity of carbohydrate and lipid metabolism disorders, and the progression of changes is based on changes in the percentage of visceral fat.

Keywords: metabolic syndrome, obesity phenotypes, visceral fat, diabetes.

Для цитування: Секрет ТВ, Власенко МВ. Особливості вуглеводного і ліпідного обміну залежно від фенотипу ожиріння. *Ендокринологія*. 2024;29(1):17-24. DOI: 10.31793/1680-1466.2024.29-1.17.

Адреса для листування: Секрет Тетяна Вікторівна, sekrettv1994@gmail.com; Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, вул. Пирогова, 56, Вінниця 21018, Україна.

Відомості про авторів: Секрет Тетяна Вікторівна, асистентка кафедри ендокринології з курсом післядипломної освіти, ORCID: 0009-

Оригінальні дослідження

0006-1964-7068; Власенко Марина Володимирівна, д-рка мед. наук, проф., завідувачка кафедри ендокринології з курсом післядипломної освіти, ORCID: 0000-0003-3285-5727.

Особистий внесок: Секрет Т.В. – підготовка рукопису; Власенко М.В. – редагування рукопису.

Фінансування: стаття підготовлена в рамках бюджетного фінансування кафедри ендокринології з курсом післядипломної освіти Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова за планом науково-дослідної роботи «Взаємозв'язок між вуглеводним обміном, вітаміном D₃, інсулінорезистентністю та станом серцево-судинної системи в осіб із різними фенотипами ожиріння: генез, діагностика, профілактика» (№ державної реєстрації: 012U01209).

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 25.10.2023 р.; перероблена 24.01.2024 р.; прийнята до друку 08.03.2024 р.; надрукована 30.03.2024 р.

For citation: Sekret TV, Vlasenko MV. Characteristics of carbohydrate and lipid metabolism depending on the phenotype of obesity. *Endokrynologia*. 2024;29(1):17-24. DOI: 10.31793/1680-1466.2024.29-1.17.

Address for correspondence: Sekret Tetiana Viktorivna, sekrettv1994@gmail.com; Vinnytsia National Pyrohov Memorial Medical University, 56 Pyrohova Str., Vinnytsia 21018, Ukraine.

Information about the authors: Sekret Tetiana Viktorivna, Assistant of the Department of Endocrinology with a Post-Graduate Course, ORCID: 0009-0006-1964-7068; Vlasenko Maryna Volodymyrivna, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of the Department of Endocrinology with a Post-Graduate Course, ORCID: 0000-0003-3285-5727.

Personal contribution: Sekret T.V. – manuscript preparation; Vlasenko M.V. – manuscript editing.

Funding: the article was prepared within the budget funding of the Department of Endocrinology with a Post-Graduate Course of the Vinnytsia National Pyrohov Memorial Medical University according to the plan of research work «The relationship between carbohydrate metabolism, vitamin D₃, insulin resistance and the state of the cardiovascular system in persons with different obesity phenotypes: genesis, diagnosis, prevention» (state registration number: 012U01209).

Declaration of ethics: the authors have declared no conflict of interest or financial obligations.

Article: received October 25, 2023; revised January 24, 2024; accepted March 08, 2024; published March 30, 2024.