

УДК 616.36-004-008.847.9-07-053.6:613.25

О.В. Бузницька

Характеристика ліпідного обміну в підлітків з ожирінням та ознаками метаболічного синдрому

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Modern Pediatrics. Ukraine. (2022). 1(121): 49-54. doi 10.15574/SP.2022.121.49

For citation: Buznytska OV. (2022). Characteristics of lipid metabolism in adolescents with obesity and signs of metabolic syndrome. Modern Pediatrics. Ukraine. 1(121): 49-54. doi 10.15574/SP.2022.121.49.

Одним із найважливіших питань сучасної медичної науки є метаболічний синдром, витоки якого сягають дитячого та підліткового віку. Діагностичні критерії метаболічного синдрому для дитячого контингенту розроблені Міжнародною діабетичною федерацією (IDF, 2007). Відомо, що атерогенна дисліпідемія є одним з основних і ранніх критеріїв метаболічного синдрому, що відіграє важливу роль у патогенезі атеросклеротичного процесу та пов'язаних із ним серцево-судинних захворювань. У зв'язку з недостатньою кількістю інформації щодо характеру дисліпідемії в підлітків та можливостей її корекції й профілактики є актуальним вивчення цієї проблеми.

Мета — вивчити особливості ліпідограми в підлітків з ожирінням та ознаками метаболічного синдрому.

Матеріали та методи. Обстежено 200 підлітків (віком 14–18 років), хворих на ожиріння, яких розподілено на дві групи: з метаболічним синдромом та без нього згідно з чинними рекомендаціями. Контрольна група складалася з 30 підлітків із нормальною масою тіла аналогічного віку. Для досягнення мети усім підліткам проведено комплексне обстеження з акцентом на ліпідний профіль крові уніфікованими методами відповідно до рекомендацій IFCC на напівавтоматичному фотометрі «Cormay Multi». Рівень β-ліпопротеїнів у сироватці крові визначено турбідиметричним методом М. Бурштейна і Ф. Самайла.

Результати. У підлітків із метаболічним синдромом виявлено ознаки атерогенної дисліпідемії, що проявлялися у вигляді підвищених рівнів тригліцеридів, холестерину ліпопротеїнів низької та дуже низької щільності, β-ліпопротеїдів, тенденції до зниження холестерину ліпопротеїнів високої щільності. Встановлено достовірні кореляційні зв'язки між показниками атерогенної дисліпідемії та антропометричними вимірами, що вказує на підвищений ризик формування порушень ліпідного обміну в осіб саме з абдомінальним ожирінням.

Висновки. Отримані результати допоможуть загострити увагу практикуючих лікарів щодо атерогенної дисліпідемії в підлітків з ожирінням та ознаками метаболічного синдрому, а також сприятимуть ранньому терапевтичному втручанню та профілактиці наслідків.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: підлітки, метаболічний синдром, дисліпідемія.

Characteristics of lipid metabolism in adolescents with obesity and signs of metabolic syndrome

O.V. Buznytska

V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

One of the most important issues of modern medical science is the metabolic syndrome, the origins of which begin in childhood and adolescence. Diagnostic criteria for metabolic syndrome for children are developed by the International Diabetes Federation (IDF, 2007). It is known that atherogenic dyslipidemia is one of the main and early criteria of the metabolic syndrome and plays an important role in the pathogenesis of the atherosclerotic process and associated cardiovascular diseases. Due to the insufficient amount of information about the nature of dyslipidemia in adolescents and the possibilities for its correction and prevention, the study of this problem is relevant.

Purpose — to study the characteristics of lipid profile in adolescents with obesity and signs of metabolic syndrome.

Materials and methods. We examined 200 obese patients aged 14–18 years, who were divided into two groups: with and without metabolic syndrome according to current recommendations. The control group consisted of 30 adolescents with normal body weight of a similar age. To achieve the goal, all adolescents underwent a comprehensive examination with a focus on the lipid profile of blood using standardized methods in accordance with the IFCC recommendations on a Cormay Multi semi-automatic photometer. The level of β-lipoproteins in blood serum was determined by the turbidimetric method of Burstein M. and Samaille F.

Results. In adolescents with metabolic syndrome, signs of atherogenic dyslipidemia were found, manifested in the form of elevated levels of triglycerides, low and very low density lipoprotein cholesterol, β-lipoproteins, a tendency to decrease high density lipoprotein cholesterol. Reliable correlations were established in the lipid profile of the blood of the examined, and reliable relationships were determined between the indicators of atherogenic dyslipidemia and anthropometric measurements, which indicates an increased risk of lipid metabolic disturbances in individuals with abdominal obesity.

Conclusions. The results will help to focus the attention of practitioners regarding atherogenic dyslipidemia in adolescents with obesity and signs of metabolic syndrome, as well as contribute to early therapeutic intervention and prevention of consequences.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki declaration. The study protocol was approved by the Local ethics committee of the participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the author.

Key words: adolescents, metabolic syndrome, dyslipidemia.

Вступ

Одним із найважливіших питань сучасної медичної науки є метаболічний синдром (МС), який поєднує такі важливі складові, як феномен інсулінорезистентності (ІР), абдомінальне ожиріння, зниження толерантності до вуглеводів або цукровий діабет 2-го типу, дисліпідемія, артеріальну гіпертензію та інші критерії згідно з рекомендаціями Міжнародної діабетичної федерації (IDF, 2007) та ВООЗ [24]. На цей час не викликає сумніву те, що витоки метаболічних порушень сягають дитячого віку, характеризуються високою поширеністю та прогресуючим перебігом [10,16,20]. І це зумовлює актуальність вивчення цієї проблеми та розробки підходів до лікування й профілактики МС, починаючи з дитячого віку, що дасть змогу попередити розвиток ускладнень у майбутньому, соціальної дезадаптації, інвалідності та смертності. Поширеність МС у дитячому віці коливається від 4% до близько 30% випадків серед загальної популяції, є значно вищою серед дітей і підлітків з ожирінням [2,4,21]. Однак у педіатричній науці поняття МС не має наукового обґрунтування, оскільки є тільки поодинокі наукові розробки в цьому напрямі. Відомо, що атерогенна дисліпідемія є одним з основних і ранніх критеріїв МС [15], що відіграє важливу роль у патогенезі атеросклеротичного процесу та пов'язаних із ним серцево-судинних захворювань [6,12]. У зв'язку з недостатньою кількістю інформації, відсутністю настороженості щодо дисліпідемії як компонента МС у дітей та підлітків з ожирінням є актуальним вивчення характеру ліпідного спектра в цієї категорії хворих.

Мета дослідження — вивчити особливості ліпідограми в підлітків з ожирінням та ознаками МС.

Матеріали та методи дослідження

Вибірку проведено серед підлітків віком 14–18 років, які звернулися по медичну допомогу з приводу ожиріння та надлишкової маси тіла до ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків НАМН України», в якому перебували на стаціонарному обстеженні. Обстежено 200 хворих (114 юнаків і 86 дівчат), з яких сформовано дві групи: 1-ша — 100 підлітків з МС на тлі ожиріння, 2-га — 100 підлітків з ожирінням без ознак МС. Контрольна група складалася з 30 підлітків із нормальною масою тіла аналогічного віку без наявної гострої та

хронічної патології. Діагностику МС проведено згідно з рекомендаціями IDF (2007): за наявністю абдомінального ожиріння, артеріальної гіпертензії, ІР, гіперглікемії, підвищених значень рівня тригліцеридів (ТГ) і знижених значень вмісту холестерину (ХС) ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ). Пороговою точкою діагностики абдомінального ожиріння в дітей віком до 16 років були значення окружності талії >90-го перцентиля розподілу згідно з віком та статтю, для дітей віком понад 16 років — для дівчат >80 см, для хлопців — >94 см. Граничними точками артеріальної гіпертензії були значення артеріального тиску 130/85 мм рт. ст., гіпертригліцеридемії — 1,7 ммоль/л, гіперглікемії натще — 5,6 ммоль/л, низьких значень ХС ЛПВЩ — 1,03 ммоль/л для юнаків та 1,29 ммоль/л для дівчат віком понад 16 років [24]. Спектр обстеження хворих включав клінічний огляд, антропометричні виміри: маса тіла, зріст, окружність талії та стегон, індекс маси тіла (ІМТ), співвідношення обхвату талії до зросту (ОТ/зріст) (у разі перевищення значення 0,5 діагностується абдомінальний його тип), обхвату талії до обхвату стегон (ОТ/ОС), за яким абдомінальний тип ожиріння в підлітків діагностується при його значенні $\geq 0,9$ для юнаків, $\geq 0,8$ для дівчат), які проведено загальноприйнятими методами. Визначення офісних показників артеріального тиску проведено традиційним методом Короткова за допомогою сфігмоманометра тричі з інтервалом 5 хвилин. За показник артеріального тиску взято середні значення трьох вимірів. Визначення ліпідів у сироватці крові (рівень загального холестерину (5-холестен-3 β -ол) (ЗХС, ммоль/л), ТГ (триацил гліцерол) (ммоль/л), ХС ЛПВЩ, ммоль/л)) проведено уніфікованими методами відповідно до рекомендацій ІФСС на напівавтоматичному фотометрі «Сормау Multi» за допомогою стандартних наборів «Сормау» (Польща). Рівень β -ліпопротеїнів у сироватці крові (β -ЛП, норма для дорослих осіб та підлітків — 3,5–6,6 г/л), що являє собою сумарну кількість ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ) та ліпопротеїнів дуже низької щільності (ЛПДНЩ) та вимірюється у г/л, визначено турбідиметричним методом М. Бурштейна і Ф. Самаїла. Цей метод базується на здатності β -ЛП утворювати з гепарином комплекс у присутності кальцію хлориду з наступним формуванням осаду. Розрахунок ліпідних фракцій проведено згідно з формулами W.T. Friedewald et al.

Рівень ХС ЛПНЩ (ммоль/л) розраховано за такою формулою: ЛПНЩ=ЗХС-(ЛПВЩ-(0,45xТГ)); а рівень ХС ЛПДНЩ (ммоль/л) — за такою: ЛПДНЩ=ТГ/2,2. Коефіцієнт атерогенності (КА, Од.) розраховано за формулою: КА=(ЗХС-ЛПВЩ)/ЛПВЩ. Фенотипування дисліпопротеїнемії виконано за класифікацією Фредериксона [9]. Критерієм ІР слугувала гомеостатична модель НОМА-ІР. Розрахунок виконано за формулою: НОМА=(G0xIns0)/22,5; де G0 — рівень глюкози сироватки крові натще, ммоль/л; Ins0 — вміст імунореактивного інсуліну в сироватці крові натще, мкОД/мл. Результат >3,5 од. свідчив про її наявність (D.R. Matthews, 1985).

Референтні значення ліпідного профілю крові в дітей регламентовано NCEP та American Association of Clinical Endocrinologist' Guidelines (2012) [12]. У нормі в дітей і підлітків віком від 1 до 19 років рівні ЗХС та ХС ЛПНЩ не перевищують 75-й перцентиль розподілу, що для ЗХС становить 4,25 ммоль/л, для ХС ЛПНЩ — 2,75 ммоль/л. Граничними вважаються рівні в межах 75–95-го перцентилля: 4,25–4,99 ммоль/л для ЗХС та 2,75–3,24 ммоль/л для ХС ЛПНЩ. Підвищеним рівнем є значення, вищі за 5,0 ммоль/л для ЗХС та 3,25 ммоль/л для ХС ЛПНЩ.

Створення бази даних та статистичну обробку результатів проведено на ІВМ-Pentium III з використанням пакетів прикладних програм «Stadia-6» (серійний номер ліцензійного паспорта 1218 від 24.05.2000, версія «Prof»), Microsoft «Access», «Excel». Дані подано у вигляді питомої ваги окремих показників, середніх арифметичних значень (М) із помилкою середнього (m). Для оцінки вірогідності відмінностей використано параметричні (t-критерій Стьюдента (p) та непараметричні методи (Вілкоксона—Манна—Уїтні). З метою з'ясування кореляційних зв'язків визначено критерій r (непараметричний тест Спірмена). Вірогідними прийнято показники при p<0,05. Етичні норми на всіх етапах обстеження дотримані.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження схвалено Локальним етичним комітетом для всіх учасників. Пацієнти та їхні батьки поінформовані щодо методів та обсягу досліджень, підписано інформовану згоду на участь у дослідженні.

Результати дослідження та їх обговорення

За рівнем індексу НОМА-ІР у 100 (50,0%) хворих виявлялася ІР, які становили 1 групу вибірки (МС+). У цих хворих під час визначення ІМТ його значення були статистично значуще вищими, ніж в осіб без ІР (2-га група МС-) — 36,25±4,45 кг/м² та 28,0±3,73 кг/м², відповідно, p<0,01. Перша група підлітків характеризувалася статистично значуще вищими показниками співвідношення ОТ/зріст порівняно з пацієнтами 2-ї групи (0,69±0,07 Од. та 0,59±0,04 Од., відповідно, p<0,05). Параметри співвідношення ОТ/ОС у підлітків з ожирінням також свідчили на користь абдомінального типу ожиріння, але статистично значуще не різнилися по групах. Отже, показник ОТ/зріст виявився більш чутливим щодо встановлення типу розподілу жирової тканини, що співпадає з даними світової літератури [1]. Також підлітки з МС показували пограничні та підвищені показники артеріального тиску (≥130/85 мм рт. ст.), а в групі підлітків без МС цей показник був у межах вікової норми. Тобто в половини обстежених хворих виявлялися МС за основними критеріями.

Характеристика показників ліпідограми хворих на ожиріння показала (табл.), що в обстежених відзначались ознаки атерогенної дисліпідемії, що проявлялися у вигляді підвищення рівнів ХС ЛПНЩ, ХС ЛПДНЩ, КА, підвищення вмісту ТГ і тенденцій до зниження рівня ХС ЛПВЩ, більш виражені серед обстежених з МС (p<0,05). Що саме і стало одним із критеріїв розподілу хворих на групи. Статистично значущої різниці залежно від статі в показниках ліпідограми не спостерігалось (p≥0,05). За результатами Helsinki Heart Study [10], зазначені зміни незалежно асоціюються

Таблиця

Ліпідний спектр крові підлітків з ожирінням (М±σ)

Група хворих	ЗХС, ммоль/л	ТГ, ммоль/л	ХС ЛПВЩ, ммоль/л	ХС ЛПНЩ, ммоль/л	ХС ЛПДНЩ, ммоль/л	КА, Од.
МС+	4,12±0,08*	1,84±0,07**,**	1,02±0,03*	3,67±0,12*	0,58±0,03**,**	3,18±0,18*
МС-	4,17±0,08*	1,66±0,07*	1,11±0,03*	3,50±0,12*	0,41±0,03*	3,01±0,16*
Контрольна	3,7±0,03	0,84±0,04	1,4±0,03	2,2±0,01	0,17±0,01	1,4±0,03

Примітки: * — статистична значущість між основною (МС+ та МС-) і контрольною групами (p<0,05); ** — статистична значущість між групами МС+ та МС- (p<0,05).

з високим проатерогенним потенціалом, тому відсутність високих значень ЗХС в обстеженого контингенту не може бути маркером «атерогенної безпеки».

Слід зазначити, що середні значення рівня β -ЛП, як показника сумарної кількості ЛПНЩ та ЛПДНЩ у г/л за методом М. Бурштейна і Ф. Самайла, у підлітків з ожирінням були вищими за норму (3,5–6,6 г/л), причому статистично значуще були вищими в 1-й групі підлітків ($7,57 \pm 0,05$ г/л), ніж в осіб 2-ї групи ($6,97 \pm 0,08$ г/л), ($p < 0,05$). Отже, цей показник виявився дуже інформативним і достовірним щодо визначення небезпечних фракцій ліпідів та може бути рекомендованим як ранній діагностичний критерій атерогенної дисліпідемії у складі МС у підлітків.

Водночас виразність відхилень у ліпидограмі, установлених у підлітків, була значно нижчою за типові порушення ліпідного обміну в дорослих з ожирінням [11], а також не мала достовірних відмінностей за статтю. Отже, усі підлітки з ожирінням мали ознаки помірної дисліпідемії, більш вираженої в обстежених з МС. Це підтверджує те, що для хворих з МС найбільш характерним є гіпертригліцеридемія, підвищення ХС ЛПНЩ, зниження ХС ЛПВЩ, тоді як гіперхолестеринемія є непостійною ознакою порушень ліпідного обміну і тому не включена до критеріїв МС, згідно з консенсусом IDF (2007) [24]. Дослідження Bogalusa Heart Study, проведене серед дітей і підлітків, також показало, що атеросклеротичний процес, підтверджений підвищеними рівнями ХС ЛПНЩ та ХС ЛПДНЩ, на тлі нормальних значень ЗХС, починається в дитинстві, розвивається протягом підліткового періоду та молодості і призводить до кардіоваскулярної патології в зрілому та похилому віці [3,5,7,13].

Для вирішення додаткових питань щодо зв'язку між показниками ліпідного профілю та специфічними антропометричними характеристиками в підлітків з ожирінням проведено кореляційний аналіз, який виявив, що в дітей з МС та без МС існують різні взаємозв'язки між означеними параметрами. Звертав на себе увагу прямий слабкий кореляційний зв'язок, але статистично значущий, співвідношення ОТ/ОС із рівнем β -ЛП ($r=0,270$; $p < 0,001$) у підлітків з МС та без МС ($r=0,211$; $p < 0,05$). Також в обстежених з МС простежено прямі слабкі кореляційні зв'язки ОТ/ОС із вмістом ЗХС ($r=0,189$; $p < 0,05$); ОТ/зросту з рівнем β -ЛП ($r=0,238$; $p < 0,05$), з ХС ЛПНЩ ($r=0,279$;

$p < 0,05$), з ХС ЛПДНЩ ($r=0,253$; $p < 0,05$) та з ТГ ($r=0,250$; $p < 0,05$), але статистично значущі.

В обстежених пацієнтів відмічалися прямі слабкої сили кореляційні зв'язки ІМТ з ХС ЛПДНЩ (група з МС, $r=0,246$; $p < 0,05$; група без МС, $r=0,249$; $p < 0,05$) та з рівнем ТГ (група з МС, $r=0,255$; $p < 0,05$; група без МС, $r=0,252$; $p < 0,05$). Також у групі підлітків без МС спостерігалася зворотна слабка, але статистично значуща кореляція між ІМТ і вмістом ХС ЛПВЩ ($r=-0,266$; $p < 0,05$).

Кореляційний аналіз також виявив прямий слабкий, але статистично значущий зв'язок ожиріння з показником імунореактивного інсуліну (група з МС, $r=0,241$; $p < 0,001$; група без МС, $r=0,239$; $p < 0,05$), і прямий слабкий статистично значущий зв'язок ожиріння з індексом НОМА (група з МС, $r=0,297$; $p < 0,05$; група без МС, $r=0,267$; $p < 0,05$).

За даними кореляційного аналізу, зв'язків між показниками глікемії та антропометричними параметрами (ІМТ, співвідношень ОТ/ОС і ОТ/зріст) не знайдено.

Тобто проведений кореляційний аналіз показав, що ожиріння, зокрема абдомінальне, більшою мірою асоціюється з ранніми атерогенними змінами ліпидограми крові, що дуже важливо для прогнозування перебігу захворювання, можливих наслідків у майбутньому та розробки стратегій їх профілактики.

Отже, отримані результати цілком відповідають літературним даним щодо ліпідного профілю у хворих на ожиріння і свідчать на користь проатерогенного потенціалу, більш вираженого на тлі МС [8,18,19,22]. Зокрема, для МС характерна ліпідна тріада, представлена високими значеннями ТГ і дрібних часток ХС ЛПНЩ та низькими значеннями ХС ЛПВЩ, що збільшують ризик серцево-судинних захворювань навіть у разі відсутності порушень вуглеводного обміну та артеріальної гіпертензії [14,23]. Експерти National Cholesterol Education Program (NCEP) рекомендують цілеспрямований скринінг дисліпідемій у дітей і підлітків за наявності в їхніх сім'ях ранніх серцево-судинних захворювань або підвищеного рівня ЗХС. Керуючись запропонованими критеріями, можна думати, що скринінговим обстеженням на дисліпідемію має бути охоплено до 40% дітей [7]. Дані досліджень Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth and Bogalusa Heart Study показали, що ступінь тяжкості атеросклерозу коронарних артерій

міцно корелює з віком, артеріальною гіпертензією, ІМТ, ожирінням, гіперглікемією, дисліпідемією: рівнем ХС ЛПНЩ, ХС ЛПВЩ та ТГ і з часом набирає прогностичної загрози [3,7,17].

Як показало проведене дослідження, у підлітковому віці на тлі ожиріння виявляється атерогенна дисліпідемія, що з плином часу прогресує та призводить у майбутньому, разом з іншими факторами ризику, до соціально значущих серцево-судинних захворювань. Це має обґрунтовувати настороженість щодо раннього виявлення порушень ліпідного обміну як складової МС у підлітків, корекції цих порушень і динамічного спостереження.

Висновки

За даними комплексного клініко-лабораторного дослідження, у 50% хворих відмічалися ознаки МС (ІР, абдомінальне ожиріння, атерогенна дисліпідемія, граничні рівні глікемії, підвищений артеріальний тиск).

Установлено, що пацієнти з МС показали статистично значуще вищі значення ІМТ, ступінь абдомінального ожиріння, ніж підлітки без ознак МС.

У підлітків із МС виявлялися ознаки атерогенної дисліпідемії, що проявлялися у вигляді підвищених рівнів ТГ, ХС ЛПНЩ та ЛПДНЩ, β -ЛП, тенденції до зниження ХС ЛПВЩ, ступінь яскравості яких менша, ніж у дорослих хворих, що прогностично сприятливіше, оскільки дає змогу проводити раннє терапевтичне втручання та профілактику наслідків.

Високу інформативність щодо атерогенних змін ліпідного профілю показав рівень β -ЛП, що дає змогу рекомендувати його застосування в загальній практиці, а показник β -ЛП доцільно розглядати як ранній діагностичний критерій атерогенної дисліпідемії у структурі МС.

Установлено достовірні кореляційні зв'язки між показниками атерогенної дисліпідемії та антропометричними вимірами, що вказує на підвищений ризик формування порушень ліпідного обміну в осіб саме з абдомінальним ожирінням, при чому в підлітків без МС ці патологічні зв'язки малочислені, що прогностично сприятливіше та залишає більший резерв для терапевтичної корекції та профілактики.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

- Barclay L, Desiree L. (2010). Waist-to-height ratio may predict cardiometabolic risk in normal-weight children *CME BMC Pediatr.* 10: 73–78.
- Buznytska OV, Strashok LA. (2021). Characteristics of nutrition and content of certain microelements in blood in adolescents with signs of metabolic syndrome. *Modern pediatrics. Ukraine.* 6 (118): 38–43. [Бузницька О.В., Страшок Л.А. (2021). Характер харчування та вміст окремих мікроелементів у крові підлітків з ознаками метаболічного синдрому. *Сучасна педіатрія. Україна.* 6 (118): 38–43]. doi 10.15574/SP.2021.118.38.
- Chalasan N, Younossi Z, Lavine JE et al. (2012). The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease. Practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. *Am J Gastroenterol.* 107 (6): 811–826. doi: 10.1038/ajg.2012.128.
- Dania Al-Hamad, Raman V. (2017). Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational Pediatrics.* 6 (4): 397–407.
- Della Corte C, Alisi A, Saccari A et al. (2015). Nonalcoholic fatty liver in children and adolescents: an overview. *J Adolesc Health.* 51 (4): 305–312. doi: 10.1016/j.jadohealth.2012.01.010.
- Eckel RH, Kahn R, Robertson RA, Rizza RA. (2006). ADA/AHA Scientific Statement. Preventing cardiovascular disease and diabetes: a call for action from the American Diabetes Association and the American Heart Association. *Circulation.* 113: 2943–2946.
- Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. (2001). Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 285: 2486–2497.
- Fang Y, Ma Y, Mo D et al. (2019). Methodology of an exercise intervention program using social incentives and gamification for obese children. *BMC Public Health.* 19 (1): 686. doi: 10.1186/s12889-019-6992-x.
- Fredrickson DS. (1971). An international classification of hyperlipidemias and hyperlipoproteinemias. *Ann Intern Med.* 75 (3): 471–472. doi: 10.7326/0003-4819-75-3-471.
- Gromnatska N, Cherkas A, Lemishko B, Kulya O. (2019). The pattern of metabolic syndrome in children with abdominal obesity. *Georgian Med News.* 289: 68–72.
- Heinonen OP, Huttunen JK, Manninen V. (1994). The Helsinki Heart Study: coronary heart disease incidence during an extended follow-up. *J of Internal Medicine.* 235 (1): 41–49.
- Jellinger PS, Smith DA, Mehta AE et al. (2012). American Association of Clinical Endocrinologist' Guidelines for management of dyslipidemia and prevention of atherosclerosis. *Endocrine Practice.* 18 (1): 78–100.
- Kawada T. (2019). Socioeconomic status and childhood metabolic syndrome. *Int J Cardiol.* 283: 189. doi: 10.1016/j.ijcard.2019.01.106.
- Mantovana A, Zazab G, Byrne CD. (2018). Nonalcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism.* 79: 64–76. doi: 10.1016/j.metabol.2017.11.003.
- McKrdindle BW. (2007). Summary of the American Heart Association's scientific statement on drug Therapy of High — Risk Lipid abnormalities in children and adolescents. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 27: 982–985.

16. O'Neill S, O'Driscoll L. (2015). Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. *Obesity Reviews*. 16 (1): 1–12. doi: 10.1111/obr.12229.
 17. Seo SH, Shim YS. (2019). Association of Sleep Duration with Obesity and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents: A Population-Based Study *Sci Rep*. 9 (1): 9463. doi: 10.1038/s41598-019-45951-0.
 18. Spreghini N, Cianfarani S, Spreghini MR et al. (2019). Oral glucose effectiveness and metabolic risk in obese children and adolescents. *Acta Diabetol*. 56 (8): 955–962. doi: 10.1007/s00592-019-01303-y.
 19. Strashok LA, Buznytska OV, Meshkova OM. (2021). Nutrition peculiarities of Ukrainian adolescents with metabolic syndrome. *Wiadomosci Lekarskie*. 3 (1): 492–498. doi: 10.36740/WLek202103120.
 20. Strashok LA, Buznytska OV. (2021). Anthropometric characteristics of adolescents with signs of metabolic syndrome *Modern pediatrics*. Ukraine. 5 (117): 35–40. [Страшок Л.А., Бузницька О.В. (2021). Антропометрична характеристика підлітків з ознаками метаболічного синдрому. *Сучасна педіатрія*. Україна. 5 (117): 35–40]. doi: 10.15574/SP.2021.117.35.
 21. Tagi VM, Giannini C, Chiarelli F. (2019). Insulin Resistance in Children. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 10: 342. doi: 10.3389/fendo.2019.00342.
 22. Troisi J, Belmonte F, Bisogno A et al. (2019). Salivary markers of hepato-metabolic comorbidities in pediatric obesity. *Dig Liver Dis*. 51 (4): 516–523. doi: 10.1016/j.dld.2018.11.009.
 23. Younossi ZM, Loomba R, Anstee QM, Rinella ME, Bugianesi E, Marchesini G. (2018). Diagnostic modalities for nonalcoholic fatty liver disease, nonalcoholic steatohepatitis, and associated fibrosis. *Hepatology*. 68 (1): 349–360. doi: 10.1002/hep.29721.
 24. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman FT et al. (2007). IDF Consensus. The metabolic syndrome in children and adolescents — an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 5: 299–306.
-

Відомості про авторів:

Бузницька Олена Вікторівна — к.мед.н., доц., доц. каф. педіатрії №2 Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Адреса: м. Харків, майдан Свободи, 4. <https://orcid.org/0000-0001-6293-1933>.

Стаття надійшла до редакції 08.11.2021 р., прийнята до друку 06.02.2022 р.