

© 2024 by the author(s).

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



How to cite / Як цитувати статтю: Feketa V, Palamarchuk O, Rishko O, Nemesh M, Krichfalushii O, Patskun S. Universal classification of somatotypes based on bioimpedance analysis of body composition. *East Ukr Med J.* 2024;12(2):314-322

DOI: [https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12\(2\):314-322](https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12(2):314-322)

PE3IOME

Volodymyr Feketa

<https://orcid.org/0000-0002-4951-4040>

Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Olha Palamarchuk

<https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Oleksandr Rishko

<https://orcid.org/0000-0002-0039-6821>

Department of Faculty Therapy, Faculty of Medicine, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Marianna Nemesh

<https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Oksana Krichfalushii

<https://orcid.org/0000-0001-6326-5178>

Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

UNIVERSAL CLASSIFICATION OF SOMATOTYPES BASED ON BIOIMPEDANCE ANALYSIS OF BODY COMPOSITION

Introduction. In connection with the progressive spread of obesity in most countries of the world, early identification of overweight individuals and prevention of related metabolic disorders remains an urgent problem. Traditional body mass index (BMI) has limited specificity, making it difficult to identify risks.

The goal of our work is to create a universal classification of somatotypes based on bioimpedance survey data, which will take into account the component composition of the body and its role in the pathogenesis of obesity.

Methods: The study included 192 children aged 9 to 14 years. The "TANITA MC-780 MA" bioelectric impedance analyzer was used to measure indicators of body composition, with the help of which body weight, body mass index, total fat content, and absolute limb muscle mass were estimated. In addition, in order to determine the type of fat distribution in the body, the ratio of waist circumference to hip circumference was determined.

Results: Analysis of body composition indicators and waist-to-hip ratio (WHR) in three groups of girls and boys, formed according to body mass classification by BMI, showed that most indicators of body composition and WHR did not differ statistically significantly between groups. The exception was the indicator of total fat content (TF), which distinguished the group of children with obesity from others. Despite this, other parameters, in particular MML%, did not show statistically significant differences between groups. In connection with the heterogeneity of the studied samples and the limitations of BMI as an indicator of obesity, we have proposed a new approach to the classification of somatotype, which is based on the ratio of the content of skeletal muscles, total fat and its distribution in different regions of the

Sylvia Patskun

<https://orcid.org/0000-0002-9706-8567>

Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

body. This classification, which is denoted by the abbreviation MFD (Muscles, Fat, Distribution), uses three key parameters and divides patients into 27 combinations according to the gradations of BMI%, TF% and WHR. This approach makes it possible to increase the accuracy of the classification of risk groups in relation to overweight and obesity.

Keywords: obesity; excessive body weight; component composition of the body; body mass index; bioimpedancemetry; skeletal muscles; sarcopenic obesity; distribution of fat in the body; children.

Corresponding author: Olha Palamarchuk, PhD, Associate Professor of the Department of Physiology and Pathophysiology, Faculty of Medicine No. 2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Email: olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua

РЕЗЮМЕ

Володимир Фекета

<https://orcid.org/0000-0002-4951-4040>

кафедра фізіології та патофізіології медичного факультету №2 Ужгородського національного університету, м. Ужгород, Україна

Ольга Паламарчук

<https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

кафедра фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

Олександр Рішко

<https://orcid.org/0000-0002-0039-6821>

кафедра факультетської терапії, медичний факультет, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

Маріанна Немеш

<https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

кафедра фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

Оксана Крічфалушій

<https://orcid.org/0000-0001-6326-5178>

кафедра фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

Сільвія Пацкун

<https://orcid.org/0000-0002-9706-8567>

кафедра фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

УНІВЕРСАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ СОМАТОТИПУ НА ОСНОВІ БІОІМПЕДАНСНОГО АНАЛІЗУ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ТІЛА

Вступ. У зв'язку з прогресуючим поширенням ожиріння в більшості країн світу, актуальною проблемою залишається раннє виявлення осіб з надмірною масою тіла та профілактика пов'язаних з нею метаболічних розладів. Традиційний індекс маси тіла (ІМТ) має обмежену специфічність, що ускладнює виявлення ризиків.

Мета нашої роботи – створення універсальної класифікації соматотипів на основі даних біоімпедансного обстеження, яка враховуватиме компонентний склад тіла та його роль у патогенезі ожиріння. Методика: Дослідження включало 192 дітей у віці від 9 до 14 років. Для вимірювання показників компонентного складу тіла використовувався біоелектричний імпедансний аналізатор “TANITA MC-780 MA”, з допомогою якого оцінювали масу тіла, індекс маси тіла, вміст загального жиру та абсолютну масу м'язів кінцівок. Додатково з метою визначення типу розподілу жиру в тілі визначалося відношення окружності талії до окружності стегон.

Результати: Аналіз показників компонентного складу тіла та відношення окружності талії до стегон (WHR) у трьох групах дівчат та хлопчиків, сформованих у відповідності до класифікації маси тіла за ІМТ, показав, що більшість показників компонентного складу тіла та WHR не відрізнялися статистично значуще між групами. Виняток становив показник вмісту загального жиру (ВЗЖ%), який відрізняв групу дітей з ожирінням від інших. Незважаючи на це, інші параметри, зокрема ММК%, не продемонстрував статистично значущих відмінностей між групами. У зв'язку з гетерогенністю досліджуваних вибірок та обмеженнями ІМТ як індикатора ожиріння нами запропоновано новий підхід до класифікації соматотипу, який ґрунтується на співвідношенні вмісту скелетних м'язів, загального жиру та його розподілу в різних регіонах тіла. Ця класифікація, яка позначається аббревіатурою MFD (Muscles, Fat, Distribution), використовує три ключові параметри і розділяє пацієнтів на 27 комбінацій за градаціями ММК%, ВЗЖ% та WHR. Такий підхід дозволяє збільшити точність класифікації груп ризику стосовно надмірної ваги та ожиріння.

Ключові слова: ожиріння; надмірна вага тіла; компонентний склад тіла; індекс маси тіла; біоімпедансометрія; скелетні м'язи; саркопенічне ожиріння; розподіл жиру в організмі; діти.

Автор, відповідальний за листування: Паламарчук Ольга Сергіївна, доктор філософії, доцент кафедри фізіології та патофізіології медичного факультету №2 Ужгородського національного університету, пл. Народна, 3, м. Ужгород, Україна, 88000;
e-mail: olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua; контактний тел.: +38 (050) 94 94 333

INTRODUCTION / ВСТУП

В зв'язку із стрімким поширенням ожиріння в більшості країн світу протягом останнього десятиріччя актуальною науковою проблемою залишається раннє виявлення осіб з надмірною вагою тіла та профілактика можливого розвитку у них метаболічних розладів, що в кінцевому підсумку призводять до ожиріння та супутніх коморбідних станів. Причому в останні роки ця проблема стосується не тільки дорослого населення, а й дітей [1]. Традиційним діагностичним критерієм для виявлення надмірної ваги тіла та ожиріння є індекс маси тіла (ІМТ), який згідно рекомендацій ВООЗ у дорослих знаходиться в межах 25,0–29,99 кг/м² у осіб з надмірною вагою тіла, та > 30 кг/м² у осіб з ожирінням [2]. Цей показник непогано корелює із такими відносно точними методами оцінки загального вмісту жирової тканини, як магнітно-резонансна томографія (МРТ), комп'ютерна томографія (КТ), подвійна енергетична рентгенівська абсорбціометрія (DXA) [3], але має відносно низьку специфічність стосовно оцінки окремих компонентів тіла, зокрема – скелетних м'язів та вісцерального жиру. Отримано переконливі дані стосовно некоректності використання ІМТ в якості критерію ожиріння у дорослих, згідно яких підвищений кардіометаболічний ризик існує навіть у осіб нормальним ІМТ, які мають підвищений вміст загального жиру [4].

З іншого боку в літературі описано добре відомий «парадокс ожиріння», який полягає в тому, що незначне підвищення ІМТ, яке потрапляє в категорію надмірної ваги тіла, пов'язане з меншим ризиком смертності у людей похилого віку або у пацієнтів з кількома хронічними захворюваннями [5]. На підтримку гіпотези про існування парадоксу ожиріння було висунуто низку аргументів, однак у різних дослідженнях було виявлено його значну неоднорідність, що поставило під сумнів реальне існування цього явища. Основна причина розбіжностей між дослідженнями може бути пов'язана з використанням ІМТ у якості критерію ожиріння, в той час, як надлишок жиру в організмі слід розглядати як основну характеристику цього захворювання і як унікальну детермінанту його ускладнень [6].

Ще одним аргументом щодо необхідності використання показників компонентного складу тіла

замість ІМТ є описаний в літературі феномен «саркопенічного ожиріння», яке, як правило, розвивається на фоні нормального або незначно підвищеного значення ІМТ за рахунок різкого зменшення вмісту скелетних м'язів [7]. Саркопенічне ожиріння людей похилого віку, яке пов'язується з наслідками процесу старіння, гострих та хронічних захворювань, а також недостатньою фізичною активністю, асоціюється зі збільшенням смертності цього контингенту. Якщо раніше саркопенія вважалася таким терміном, який відображає вікову редукцію поперечно-смугастої м'язової тканини у людей похилого віку, то згідно останніх досліджень, вона має відношення і до дитячої популяції [8]. Як у дорослих, так і у дітей з саркопенічним ожирінням, ІМТ маскує кардіометаболічні ризики, пов'язані із цим станом, і утруднює їх своєчасну діагностику.

Все це свідчить про те, що ІМТ не може вважатися надійним маркером надмірної ваги та ожиріння. Згадані вище альтернативні інструментальні методи оцінки вмісту та розподілу жирової тканини в організмі людини (МРТ, КТ, DXA) хоч і вважаються золотим стандартом для аналізу складу тіла, не дістали широкого застосування у клінічній практиці із-за високої вартості та низької доступності для лікарів первинної ланки. Вихід із цієї ситуації вбачається у широкому застосуванні та впровадженні в клінічну практику відносно доступного біоімпедансного методу оцінки компонентного складу тіла, який дозволяє визначити не тільки вміст жиру та безжирових мас, але й вміст скелетних м'язів, внутрішньо- та позаклітинної води, кісткової тканини та рівень вісцерального жиру. Останні покоління біоімпедансних аналізаторів здатні навіть оцінювати компонентний склад окремих регіонів тіла, зокрема: тулуба, верхніх та нижніх кінцівок. Але залишається недостатньо з'ясованою інформативність окремих показників компонентного складу тіла та їх комбінацій у діагностиці різноманітних типів ожиріння та визначення асоційованого з ожирінням кардіометаболічного ризику. На наш погляд, є доцільним створення універсальної класифікації соматотипів на основі показників компонентного складу тіла, яка б враховувала сучасні погляди на патогенез ожиріння, зокрема, роль скелетної мускулатури, надлишок загального та вісцерального

жиру і тип його розподілу в тілі. В даній статті представлений можливий варіант такої класифікації, що ґрунтується на даних компонентного складу тіла та його сегментів, отриманих з допомогою біоімпедансного обстеження дітей молодшого і середнього шкільного віку.

Матеріали і методи

До дослідження було залучено 192 дітей віком від 9 до 14 років (108 дівчат та 84 хлопчиків), які проходили 14-денну реабілітацію на базі Закарпатського обласного дитячого санаторію «Малютко». Всі діти на момент обстеження були здорові за даними клінічного огляду і фізикального обстеження. Критеріями виключення із дослідження була наявність генетичних синдромів, пов'язаних із ожирінням, ендокринних розладів, що призводять до ожиріння, медикаментозного ожиріння та нервово-м'язової патології, що впливає на якість та вміст м'язів. Дослідження було проведено з дотриманням основних біоетичних норм Гельсінської декларації, прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації про права людини, Міжнародного кодексу медичної етики та законів України.

Біоімпедансне дослідження проводилося з допомогою біоелектричного імпедансного аналізатору «TANITA MC-780 MA» (Японія). Вимірювання проводили за стандартною схемою у положенні пацієнта стоячи. Діти були одягнуті в спортивні костюми, вага яких була виміряна попередньо і вводилась в прилад з метою корекції вимірюваної маси тіла. Використовували 8 електродів (4 кругові та 4 ручні електроди). Для отримання точних результатів обстежувані ставали босими ногами на чотири кругові електроди приладу, а ручні електроди діти тримали в долонях з опущеними вниз руками.

Визначали наступні показники: масу тіла (M, кг), індекс маси тіла (ІМТ, кг/м²), вміст загального жиру (ВЗЖ, %), абсолютну масу м'язів кінцівок (ММК, кг), яку отримували шляхом сумування показника вмісту м'язів усіх 4 кінцівок. З метою корекції ММК відповідно до антропометричних даних розраховували процентне відношення суми абсолютної маси м'язів усіх кінцівок до маси тіла за формулою $\text{ММК}\% = \text{ММК}/\text{M} \times 100$. Зріст (L, м) вимірювали за допомогою ростоміра GIMA (Італія).

З метою визначення типу розподілу жиру в тілі обстежених визначали відношення окружності талії (W) до окружності стегон (H), відомого як WHR (waist to hip ratio). Окружність талії та стегон дітей вимірювали в сантиметрах за допомогою нерозтягнутої антропометричної стрічки у положенні

стоячи з розведеними по боках руками і близько поставленими один до одного ногами. Окружність талії вимірювали посередині між нижньою межею грудної клітки та верхньою межею гребеня клубової кістки в кінці нормального видиху. Окружність стегон вимірювали в найширшій частині стегон, на рівні великого вертлюга.

Для статистичного опрацювання даних використовувався програмний засіб Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

В табл. 1 представлені показники індексу маси тіла, компонентного складу тіла та відношення окружності талії до окружності стегон (WHR) у трьох групах обстежених дівчат та хлопчиків. Ці групи були сформовані відповідно до класифікації ВООЗ із осіб з нормальною масою тіла (1 група), надмірною масою тіла (2 група) та ожирінням (3 група). Критерієм віднесення обстежених до цих груп було значення ІМТ, яке відповідало референсному діапазону цього показника для відповідної статевої та вікової групи [9]. Статистична вірогідність відмінностей між групами оцінювалась за допомогою критерію Стьюдента для незалежних вибірок при рівні значимості $p < 0,05$.

Аналіз отриманих даних, як у дівчат, так і у хлопчиків, показав, що середнє значення ІМТ у всіх трьох обстежених групах статистично вірогідно відрізнялося, що й не дивно, оскільки саме ІМТ лежить в основі класифікації маси тіла. В той же час, більшість показників компонентного складу тіла та WHR статистично вірогідно не відрізнялася між групами ні у дівчат, ні у хлопчиків. Виняток становив показник ВЗЖ%, який продемонстрував вірогідну відмінність групи, в яку увійшли діти з ожирінням, від двох інших груп. Проте варто відмітити, що за цим же показником не вдалося виявити вірогідну відмінність між групами осіб з надмірною масою тіла та ожирінням. Окрім цього, як у дівчат, так і у хлопчиків, виявлена статистично вірогідна відмінність між групами 1 і 3 за показником ММК%. Такі результати, на нашу думку, свідчать про значну гетерогенність досліджуваних вибірок і узгоджуються з висновками багатьох дослідників про те, що ІМТ не може вважатися надійним індикатором надмірної маси тіла та ожиріння.

Тому ми пропонуємо інший підхід до класифікації соматотипу, який враховує 3 ключові параметри тіла, що визначають ризик кардіометаболічних ускладнень та коморбідних станів, пов'язаних з ожирінням. Ці параметри включають: 1) показник вмісту скелетних м'язів у вигляді процентного відношення суми абсолютної маси м'язів усіх кінцівок до маси тіла (ММК%); 2)

Таблиця 1 – Дані біоімпедансного та антропометричного обстеження в 3 групах, сформованих відповідно до діючої класифікації маси тіла у дітей різного віку та статі. Показники представлені у вигляді $M \pm SD$, де M – середнє значення, а SD – середньоквадратичне відхилення

Показники	Дівчата (n=108)					
	Група 1 Нормальна маса тіла (n=54)	Група 2 Надмірна маса тіла (n=28)	Група 3 Ожиріння (n=26)	Вірогідність відмінності між групами		
				1 і 2	1 і 3	2 і 3
ІМТ, кг/м ²	17,91±2,33	26,74±2,25	31,86±2,55	p<0,05	p<0,001	p<0,002
ВЗЖ%	21,33±3,24	39,11±4,75	41,22±4,81	p<0,02	p<0,001	нд
ММК, кг	19,52±2,63	17,65±2,49	16,58±2,28	нд	нд	нд
ММК%	25,69±1,44	24,76±1,29	21,73±1,27	нд	p<0,05	нд
WHR	0,76±0,04	0,82±0,06	0,88±0,07	нд	нд	нд
Показники	Хлопчики (n=84)					
	Група 1 Нормальна маса тіла (n=37)	Група 2 Надмірна маса тіла (n=25)	Група 3 Ожиріння (n=22)	Вірогідність відмінності між групами		
				1 і 2	1 і 3	2 і 3
ІМТ, кг/м ²	18,17±2,73	24,36±2,81	30,09±2,77	p<0,05	p<0,001	p<0,005
ВЗЖ%	15,33±3,25	29,66±3,89	32,37±5,84	p<0,01	p<0,001	нд
ММК, кг	18,62±2,84	16,44±2,78	15,73±2,39	нд	нд	нд
ММК%	28,79±1,89	26,25±2,16	22,68±1,76	нд	p<0,05	нд
WHR	0,85±0,05	0,92±0,06	0,93±0,06	нд	нд	нд

відсотковий показник вмісту загального жиру в організмі (ВЗЖ, %); 3) показник розподілу жиру між тулубом та кінцівками у вигляді відношення окружності талії до окружності стегон (WHR). Вибір саме цих показників обумовлений їх значенням для оцінки клінічних наслідків ожиріння, аргументованим багаточисельними дослідженнями, та наявністю обширної бази референтних значень, отриманих в масштабних епідеміологічних обстеженнях різних вікових, статевих та етнічних категорій населення в багатьох країнах світу. В той же час, на нашу думку, їх комплексне застосування в рамках універсальної класифікації, дозволить підвищити ступінь виявлення груп ризику щодо надмірної ваги тіла та ожиріння.

Ми пропонуємо назвати цю класифікацію аббревіатурою **MFD** (скорочення від англійських слів Muscles, Fat, Distribution). Кожний із критеріїв цієї класифікації отримує три градації, які умовно можна позначити індексами 0, 1, -1.

M_0 – відповідає знаходженню ММК% в діапазоні $M \pm 2SD$ (де M – середнє значення показника, а SD –

його стандартне відхилення);

M_1 – відповідає значенню ММК%, яке перевищує $M + 2SD$;

M_{-1} – відповідає значенню ММК%, яке нижче за $M - 2SD$;

Аналогічно:

F_0 – відповідає знаходженню ВЗЖ% в діапазоні $M \pm 2SD$ (де M – середнє значення показника, а SD – його стандартне відхилення);

F_1 – відповідає значенню ВЗЖ%, яке перевищує $M + 2SD$;

F_{-1} – відповідає значенню ВЗЖ%, яке нижче за $M - 2SD$;

Нарешті:

D_0 – відповідає знаходженню WHR в діапазоні $M \pm 2SD$ (де M – середнє значення показника, а SD – його стандартне відхилення);

D_1 – відповідає значенню WHR, яке перевищує $M + 2SD$;

D_{-1} – відповідає значенню WHR, яке нижче за $M - 2SD$.

В цій класифікації є 27 можливих комбінацій різних градацій M, F і D, які проілюстровано рис.1. Кожний пацієнт за результатами обстеження

потрапляє в одну із цих комбінацій, яка і є його типологічною характеристикою.

Distri- bution	Muscles Fat	M ₁ < M-2SD	M ₀ M±2SD	M ₁ > M+2SD
	D ₋₁ < M-2SD	F ₋₁ < M-2SD	M ₁ F ₋₁ D ₋₁	M ₀ F ₋₁ D ₋₁
F ₀ M±2SD		M ₁ F ₀ D ₋₁	M ₀ F ₀ D ₋₁	M ₁ F ₀ D ₋₁
F ₁ > M+2SD		M ₁ F ₁ D ₋₁	M ₀ F ₁ D ₀	M ₁ F ₁ D ₋₁
D ₀ M±2SD	F ₋₁ < M-2SD	M ₁ F ₋₁ D ₀	M ₀ F ₋₁ D ₀	M ₁ F ₋₁ D ₀
	F ₀ M±2SD	M ₁ F ₀ D ₀	M ₀ F ₀ D ₀	M ₁ F ₀ D ₀
	F ₁ > M+2SD	M ₁ F ₁ D ₀	M ₀ F ₁ D ₀	M ₁ F ₁ D ₀
D ₁ > M+2SD	F ₋₁ < M-2SD	M ₁ F ₋₁ D ₁	M ₀ F ₋₁ D ₁	M ₁ F ₋₁ D ₁
	F ₀ M±2SD	M ₁ F ₀ D ₁	M ₀ F ₀ D ₁	M ₁ F ₀ D ₁
	F ₁ > M+2SD	M ₁ F ₁ D ₁	M ₀ F ₁ D ₁	M ₁ F ₁ D ₁

Рисунок 1 – Схема, яка ілюструє визначення соматотипу за системою MFD

Червоним кольором на схемі позначено соматотипи з гіпотетично найвищим ризиком коморбідної патології, жовтим – з помірним ризиком; зеленим – з мінімальним ризиком. Відтінок кожного кольору позначає інтенсивність ризику. Клітинки білого кольору позначають соматотипи, щодо яких нема однозначних прогностичних висновків

В табл. 2 наведено розподіл всіх обстежених дітей кожної із груп за соматотипами відповідно до цієї класифікації. Як свідчать результати цього розподілу, сформовані за критерієм ІМТ групи виявилися неоднорідними за соматотипом. Так, в групі 1, яка включала 54 дівчат з нормальним ІМТ, можна виділити 6 соматотипів, причому 2 із них (M₁F₁D₋₁ та M₁F₁D₀) мають підвищений вміст загального жиру, який відповідає критерію «ожиріння» за класифікацією McCarthy et al. [10]. Але нормальна маса в тіла в цій групі маскує зменшений вміст скелетних м'язів. Схожа ситуація у групі 1 серед хлопчиків, до якої увійшли 4 соматотипи, один з яких (M₁F₁D₋₁), є замаскованим ожирінням за рахунок зменшеного вмісту скелетних м'язів. У групі 2, як серед дівчат, так і серед хлопчиків, виявлено по 4 соматотипи, один з яких потрапляє в категорію осіб з надмірною

масою тіла за рахунок не жиру, а м'язів. Це соматотип M₁F₀D₀ у дівчат та соматотип M₁F₀D₁ у хлопчиків.

Серед обстежених дівчат та хлопчиків 3-ї групи теж виявлено по 4 соматотипи. Звертають на себе увагу соматотипи M₁F₁D₀, та M₁F₁D₁, які можна розглядати, як саркопенічне ожиріння. Саме такий вид ожиріння має найбільш несприятливий прогноз у відношенні кардіометаболічних ризиків [11].

Представлена вище класифікація соматотипів носить універсальний характер, оскільки її можна застосувати до будь-якого контингенту, для якого існують надійні референсні дані щодо тих параметрів, які покладені в її основу. Йдеться, перш за все, про показник загального жиру в тілі обстежених у відсотках, який можна отримати з допомогою відносно простого і дешевого у використанні методу біоімпедансометрії.

Таблиця 2 – Розподіл обстеженого контингенту на соматотипи відповідно до запропонованої класифікації

Дівчата (n=108)					
Група 1 (n=54) Нормальна маса тіла		Група 2 (n=28) Надмірна маса тіла		Група 3 (n=26) Ожиріння	
Соматотип	Кількість	Соматотип	Кількість	Соматотип	Кількість
M₀F₀D₀	21	M₀F₁D₀	17	M₋₁F₁D₀	8
M₀F₋₁D₀	13	M₁F₀D₀	4	M₁F₁D₀	7
M₁F₋₁D₀	7	M₀F₁D₁	4	M₁F₁D₁	6
M₋₁F₁D₋₁	6	M₋₁F₁D₋₁	3	M₋₁F₁D₁	5
M₀F₋₁D₁	4				
M₋₁F₁D₀	3				

Хлопчики (n=84)					
Група 1 (n=37) Нормальна маса тіла		Група 2 (n=25) Надмірна маса тіла		Група 3 (n=22) Ожиріння	
Соматотип	Кількість	Соматотип	Кількість	Соматотип	Кількість
M₀F₀D₀	22	M₀F₀D₀	15	M₋₁F₁D₀	10
M₀F₋₁D₀	9	M₀F₁D₋₁	5	M₁F₁D₀	5
M₁F₋₁D₀	4	M₁F₀D₁	3	M₁F₀D₁	4
M₋₁F₁D₋₁	2	M₋₁F₁D₁	2	M₋₁F₁D₁	3

Результати вимірювання загального жиру та його розподілу в регіонах тіла добре узгоджуються із «золотим стандартом» серед методів оцінки компонентного складу тіла – подвійною енергетичною рентгенівською абсорбціометрією (DXA), однак це не стосується вісцерального жиру [3]. Визначення вмісту жиру в організмі важливе з огляду на те, що з ожирінням пов'язані різні супутні захворювання, такі як гіперінсулінемія, інсулінорезистентність, цукровий діабет 2 типу, синдром полікістозу яєчників, обструктивне апное уві сні, неалкогольна жирова хвороба печінки, підвищений артеріальний тиск, проблеми з опорно-руховим апаратом, а також психосоціальні наслідки, такі як низька самооцінка, тривога та депресія [12]. В літературі є достатня кількість референсних даних цього показника для різних вікових та статевих груп, отримана на великій кількості обстежених [13].

Наступним параметром, який ми поклали в основу класифікації соматотипів, є вміст скелетних м'язів. Цей показник також може бути отриманий з допомогою біоімпедансного обстеження. На даний час, найбільш адекватним та інформативним біоімпедансним показником м'язового компоненту тіла вважається апендикулярна м'язова маса,

скоректована на зріст або загальну масу тіла обстеженого [14]. Саме такий показник у вигляді відсоткового відношення загальної маси м'язів 4 кінцівок, віднесеної до маси тіла (ММК%), був використаний у нашому дослідженні. Врахування м'язового компоненту тіла має винятково важливе значення для діагностики одного із найнебезпечніших видів ожиріння – саркопенічного ожиріння. В той же час, діагностика ожиріння за індексом маси тіла, навіть у випадку потрапляння пацієнта в категорію нормальної чи надмірної маси тіла, не гарантує відсутність у них саркопенічного ожиріння. Так, за результатами нашого дослідження, серед 54 дівчат з нормальним ІМТ було виявлено 9 осіб з соматотипами, які дають підставу діагностувати в них саркопенічне ожиріння. У групі дівчат з надмірною масою тіла саркопенічне ожиріння діагностовано у 3 із 28 осіб, а в групі дівчат з ожирінням за показником ІМТ виявлено 13 із 26 осіб з таким діагнозом. Аналогічні результати отримані і у хлопчиків. Саркопенічне ожиріння виявлено у 2 із 37 осіб з нормальною масою тіла, 2 із 25 осіб з надмірною масою тіла та 13 із 22 осіб з ожирінням. Для більш надійного виявлення саркопенії деякі автори рекомендують додатково

вимірювати максимальну силу кистьового хвату (hand-grip test) та функціональні проби (максимальна дистанція, пройдена за 6 хвилин) [15].

Нарешті, третім ключовим параметром, який ми враховуємо у представленій класифікації соматотипів, є розподіл жиру в організмі. Загальновідомо, що зосередження жиру у верхній половині тіла (так зване центральне ожиріння) є більш небезпечним для здоров'я, ніж його акумуляція у підшкірній клітковині нижньої половини. Особливо небезпечним компонентом центрального жиру є вісцеральний жир, який зумовлює значно більший патогенетичний ефект на метаболічні процеси, ніж

підшкірний жир [16]. Найбільш простими, але в той же час достатньо інформативними показниками центрального типу розподілу жиру є окружність талії та її відношення до окружності стегон (waist to hip ratio або WHR). Показано, що вони добре корелюють із захворюваністю та смертністю хвороб, пов'язаних із ожирінням [17]. Саме показник WHR пропонується нами для характеристики розподілу жиру в тілі, який визначає соматотип. В літературі є багато джерел з референсними даними стосовно цього показника для всіх вікових категорій, які можуть бути використані для визначення соматотипу за нашою методикою [18].

CONCLUSIONS / ВИСНОВКИ

На нашу думку, комплексний підхід до визначення соматотипу людей з одночасним врахуванням всіх трьох найважливіших чинників його формування: вмісту жиру, скелетних м'язів та розподілу жиру в організмі, – дозволяє виявити ожиріння на ранніх стадіях, дати науково обґрунтований прогноз щодо ризиків пов'язаної з ним коморбідної патології та розробити

індивідуальні програми корекції соматотипу пацієнта. Представлена схема потребує валідації шляхом встановлення зв'язку між кожним виділеним нами соматотипом та кардіометаболічним ризиком. Це можливо тільки при масштабних епідеміологічних дослідженнях в кооперації із фахівцями різних медичних спеціальностей. Сподіваємося, що наш підхід буде сприйнятий ними позитивно.

AUTHOR CONTRIBUTIONS / ВКЛАД АВТОРІВ

В.П. Фекета — концепція і дизайн дослідження, аналіз отриманих даних, написання тексту статті;
 О.С. Паламарчук — дизайн дослідження, аналіз отриманих даних, написання тексту статті;
 О.А. Рішко — формальний аналіз, курація даних;
 М.І. Немеш — збір матеріалу, аналіз отриманих даних;
 О. П. Крічфалушій — збір матеріалу, аналіз отриманих даних;
 С.В. Пацкун — збір матеріалу, аналіз отриманих даних

FUNDING / ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Відсутні.

CONFLICT OF INTEREST / КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Blüher M. Obesity: Global Epidemiology and Pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*. 2019 Feb 27;15(5):288–98. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- Body mass index (BMI) [Internet]. www.who.int. Available from: https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/body-mass-index?introPage=intro_3.html.
- Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders M, et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of Applied Physiology*. 1997 Aug 1;83(2):623–30. <https://doi.org/10.1152/jap.1997.83.2.623>
- Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, Escalada J, Santos S, Millán D, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *International Journal of Obesity*. 2011 May 17;36(2):286–94. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.100>
- Veronese N, Cereda E, Solmi M, Fowler SA, Manzato E, Maggi S, et al. Inverse relationship between body mass index and mortality in older nursing home residents: a meta-analysis of 19,538 elderly subjects. *Obesity Reviews*. 2015 Aug 7;16(11):1001–15. <https://doi.org/10.1111/obr.12309>
- Donini LM, Pinto A, Giusti AM, Lenzi A, Poggiogalle E. Obesity or BMI Paradox? Beneath the Tip of the Iceberg.

- Frontiers in Nutrition. 2020 May 7;7.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00053>
7. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Clinical Nutrition*. 2022 Apr;41(4):990–1000.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.11.014>
 8. Zembura M, Matusik P. Sarcopenic Obesity in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Frontiers in Endocrinology*. 2022 Jun 1;13.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2022.914740>
 9. World Health Organization. Growth Reference 5-19 Years - BMI-for-age (5-19 years) [Internet]. www.who.int. 2007.
 10. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*. 2006 Feb 14;30(4):598–602.
<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803232>
 11. Ooi PH, Thompson-Hodgetts S, Pritchard-Wiart L, Gilmour SM, Mager DR. Pediatric Sarcopenia: A Paradigm in the Overall Definition of Malnutrition in Children? *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2019 Jul 22;44(3):407–18.
<https://doi.org/10.1002/jpen.1681>
 12. Kumar S, Kelly AS. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. *Mayo Clinic Proceedings* [Internet]. 2017 Feb;92(2):251–65.
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>
 13. Franssen FME, Rutten EPA, Groenen MTJ, Vanfleteren LE, Wouters EFM, Spruijt MA. New Reference Values for Body Composition by Bioelectrical Impedance Analysis in the General Population: Results From the UK Biobank. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2014 Jun;15(6):448.e1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.03.012>
 14. Furushima T, Miyachi M, Iemitsu M, Murakami H, Kawano H, Gando Y, et al. Comparison between clinical significance of height-adjusted and weight-adjusted appendicular skeletal muscle mass. *Journal of Physiological Anthropology*. 2017 Feb 13;36(1).
<https://doi.org/10.1186/s40101-017-0130-1>
 15. Zembura M, Czepczor-Bernat K, Dolibog P, Dolibog PT, Matusik P. Skeletal muscle mass, muscle strength, and physical performance in children and adolescents with obesity. *Frontiers in Endocrinology* [Internet]. 2023;14:1252853.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1252853>
 16. Neeland IJ, Poirier P, Després JP. Cardiovascular and Metabolic Heterogeneity of Obesity. *Circulation*. 2018 Mar 27;137(13):1391–406.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029617>
 17. Nazare JA, Smith J, Borel AL, Aschner P, Barter P, Van Gaal L, et al. Usefulness of Measuring Both Body Mass Index and Waist Circumference for the Estimation of Visceral Adiposity and Related Cardiometabolic Risk Profile (from the INSPIRE ME IAA Study). *The American Journal of Cardiology*. 2015 Feb;115(3):307–15.
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.10.039>
 18. Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ (Clinical research ed)* [Internet]. 1995 Nov 25;311(7017):1401–5.
<https://doi.org/10.1136/bmj.311.7017.1401>

Received 08.04.2024

Accepted 10.05.2024

Одержано 08.04.2024

Затверджено до друку 10.05.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Володимир Петрович Фекета – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології та патофізіології медичного факультету №2 Ужгородського національного університету, Ужгород, Україна, 0679106289, v.feketa@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4951-4040>

Паламарчук Ольга Сергіївна – доцент, доктор філософії, доцент кафедри фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна, 0509494333, olga.palamarchuk@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-9742-1906>

Рішко Олександр Адальбертович – доцент, кандидат медичних наук, доцент кафедри факультетської терапії, медичний факультет, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна, 0509590699, oleksandr.rishko@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0039-6821>

Немеш Маріанна Іванівна – доцент, доктор філософії, доцент кафедри фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна, 0505598168, <https://orcid.org/0000-0001-8044-7053>

Крічфалушій Оксана Павлівна – доцент, доктор філософії, доцент кафедри фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна, 0993275646, oksana.kentesh@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-6326-5178>

Пацкун Сільвія Вікторівна – доктор філософії, доцент кафедри фізіології та патофізіології, медичний факультет №2, Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна, 0990857328, silviya.patskun@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-9706-8567>