

УДК 616.12-008.318-053.2-071:616.74-007.23+613.25
DOI 10.24144 / 1998-6475.2024.66.95-101

ДІАГНОСТИКА АВТОНОМНОЇ ДИСФУНКЦІЇ У ДІТЕЙ ІЗ САРКОПЕНІЧНИМ ОЖИРІННЯМ ЗА ДАНИМИ АНАЛІЗУ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ

Паламарчук О. С., Петрик К. Ю., Калій В. В., Горленко О. М., Фекета В. П.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», медичний факультет №2, кафедра фізіології та патофізіології, м. Ужгород

Резюме. *Вступ.* Саркопенічне ожиріння (СО) – це стан, що характеризується одночасною втратою маси скелетних м'язів і надлишком жиру в організмі. Хоча воно зазвичай вражає людей похилого віку зі зниженою фізичною активністю або основними проблемами зі здоров'ям, нещодавні дослідження показали, що діти також можуть страждати від саркопенічного ожиріння, особливо ті, хто має ризик розвитку резистентності до інсуліну. Це дослідження вивчає вегетативну дисфункцію у дітей із СО за допомогою аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР).

Мета дослідження. Дослідити особливості автономної дисфункції у дітей із саркопенічним ожирінням та визначити критерії її діагностики.

Матеріали та методи. У дослідженні взяли участь 118 дітей віком 11–13 років, розділених на дві групи: одна з ознаками саркопенічного ожиріння, що визначається за низьким співвідношенням м'язової тканини до жирової (MFR), і контрольна група з нормальним складом тіла. Щоб оцінити склад тіла, кожен учасник пройшов аналіз біоімпедансу, а силу м'язів вимірювали за допомогою динамометрії рук. Оцінка ВСР передбачала запис даних ЕКГ, аналіз активності вегетативної нервової системи (ВНС) за допомогою програмних алгоритмів.

Результати досліджень. Результати показали, що діти з СО демонстрували значні відмінності у вегетативній регуляції порівняно з контрольною групою, показуючи знижений вегетативний тонус, динаміку та гнучкість.

Висновки. Встановлено, що у 94,8 % обстежених дівчат та у 88,5% обстежених хлопчиків із саркопенічним ожирінням мала місце автономна дисфункція, з них у 21,1% та 19,2% відповідно була діагностована виражена автономна дисфункція, яка проявлялася суттєвим зниженням тонусу, динаміки та гнучкості автономної регуляції. Для діагностики саркопенічного ожиріння у дітей можна використовувати показники MFR (Muscles to Fat Ratio), який отримують шляхом біоімпедансного обстеження. Додатково рекомендується оцінювати силу стискання кистьового динамометра. Критеріями наявності саркопенічного ожиріння є знаходження відповідних параметрів нижче 25 перцентилів відповідних референсних даних.

Ключові слова: саркопенічне ожиріння, кардіоваскулярні захворювання, метаболічний синдром, склад тіла, м'язова маса.

Diagnosis of autonomic dysfunction in children with sarcopenic obesity based on heart rate variability analysis

Palamarchuk O.S., Petryk K.Yu., Kaliy V.V., Horlenko O.M., Feketa V.P.

Abstract. *Introduction.* Sarcopenic obesity (SO) is a condition characterized by the concurrent loss of skeletal muscle mass and an excess of body fat. While it typically affects older adults with reduced physical activity or underlying health issues, recent studies have shown that children can also experience sarcopenic obesity, especially those at risk of developing insulin resistance. This study examines autonomic dysfunction in children with SO through heart rate variability (HRV) analysis.

Aim. To investigate the features of autonomic dysfunction in children with sarcopenic obesity and determine the criteria for its diagnosis.

Materials and methods. The study involved 118 children aged 11-13, divided into two groups: one with signs of sarcopenic obesity, identified by a low muscle-to-fat ratio (MFR), and a control group with a normal body composition. To assess body composition, each participant underwent bioimpedance analysis, and muscle strength was measured using hand dynamometry. The HRV assessment involved recording ECG data, analyzing autonomic nervous system (ANS) activity via software algorithms.

Results. Results indicated that children with SO exhibited significant differences in autonomic regulation compared to the control group, showing reduced autonomic tone, dynamics, and flexibility.



Conclusions. It was established that 94.8% of the examined girls and 88.5% of the examined boys with sarcopenic obesity had autonomic dysfunction, of which 21.1% and 19.2%, respectively, were diagnosed with pronounced autonomic dysfunction, which was manifested by a significant decrease in tone, dynamics and flexibility of autonomous regulation. To diagnose sarcopenic obesity in children, the MFR (Muscle to Fat Ratio) indicator obtained through bioimpedance analysis can be used. Additionally, it is recommended to assess grip strength using a hand dynamometer. The criteria for sarcopenic obesity are met when the relevant parameters fall below the 25th percentile of the respective reference data.

Key words: Sarcopenic obesity, cardiovascular diseases, metabolic syndrome, body composition, muscle mass.

Acknowledgement. We would like to express our sincere gratitude to Reinhard Beise and BioSign GmbH for their generous donation of the HRV-Scanner Study, which made it possible to conduct our research aimed at supporting the well-being of children affected by the ongoing war in Ukraine. Your contribution has played a crucial role in providing these children with the opportunity to benefit from biofeedback methods, enabling them to better cope with stress and improve their health. We deeply appreciate your support in making a positive difference in their lives.

Вступ

Саркопенічне ожиріння – це термін, яким позначають функціональний та клінічний стан, що супроводжується одночасною втра-тою частини скелетних м'язів і надлишком жирової тканини. Цей стан характерний на-самперед для людей похилого віку, які не до-тримуються принципів здорового харчуван-ня та мають знижений об'єм рухової актив-ності, або ж змушені обмежувати її у зв'язку з різноманітними супутніми захворюваннями. Однак в останні роки з'ясувалося, що сарко-пенічне ожиріння стосується також дитячого населення [1,2]. Зокрема, було встановлено, що саркопенія, ускладнена ожирінням, є фак-тором ризику у формуванні резистентності до інсуліну у дітей та підлітків [3]. Хоча сарко-пенія та ожиріння – це різні явища, але вони мають спільні патофізіологічні особливості та фактори ризику, такі як спосіб життя, ві-кові зміни, вироблення прозапальних цито-кінів та активних форм кисню, а також ендो-кринні відхилення від норми. Більше того, ці два фактори діють синергічно, підсилюючи негативні ефекти один одного, що призводить до формування вадового замкненого кола. Відсутність загальноновизнаних критеріїв виз-начення саркопенічного ожиріння ускладнює точну епідеміологічну оцінку та діагностику цього стану і, зрештою, науково обґрунтоване лікування з метою профілактики пов'язаних із ним ускладнень.

Патогенез саркопенічного ожиріння на сьогодні залишається лише частково з'ясованим, оскільки він є надзвичайно скла-дним і багатофакторним. Встановлено, що збільшення вмісту білого жиру в організмі людини при прогресуванні ожиріння супро-воджується зростанням секреції прозапаль-них цитокінів не тільки у жировій, але й у

м'язовій тканині. Цитокіни, в свою чергу, мо-жуть викликати м'язову атрофію шляхом деградації скоротливих білків та ініціюван-ню апоптозу міоцитів [4]. Крім цього, сар-копенічне ожиріння часто супроводжується внутрішньом'язовою жировою дистрофією та внутрішньоклітинним накопиченням ліпідів, що складаються з триацилгліцерину, керамі-ду та діацилгліцерину, які характерні для ме-ханізмів ліпотоксичності. Саркопенічне ожи-ріння пов'язане з дисбалансом між антиокси-дантною системою та вільними радикалами, що призводить до окислювального стресу. Вільні радикали погіршують мітохондріаль-ну функцію, збільшують пошкодження міто-хондріальної ДНК, зменшують синтез АТФ та посилюють активність апоптозу міоцитів, що призводить до зменшення м'язової маси [5,6].

Можна припустити, що в результаті опи-саних процесів уражаються не тільки клітини м'язової тканини, але й периферичні структу-ри автономної нервової системи, наслідком чого може бути автономна дисфункція, яка викликає розлади регуляції більшості вегета-тивних систем організму. Однак у літературі практично відсутні публікації стосовно авто-номної дисфункції у дітей із саркопенічним ожирінням, що й стало мотивом до проведен-ня даного дослідження.

Мета дослідження

Дослідити особливості автономної дис-функції у дітей із саркопенічним ожирінням та визначити критерії її діагностики.

Матеріали та методи

У дослідженні взяли участь 118 дітей ві-ком від 11 до 13 років, які проходили двотиж-неву реабілітацію в Закарпатському обласно-му дитячому санаторії «Малютко» з дотриман-

ням усіх принципів біомедичної етики та після отримання інформованої згоди батьків. До дослідження не включали дітей із хронічними чи гострими захворюваннями, розладами харчової поведінки, діареєю або ознаками зневоднення. Учасники були поділені на дві групи: основну – 38 дівчат і 26 хлопчиків із ознаками саркопенічного ожиріння та контрольну – 25 дівчат і 29 хлопчиків із нормальною масою та складом тіла. Критерій віднесення до основної групи базувався на показнику MFR (Muscles to Fat Ratio), який для дівчат складав $MFR < 0,8$, а для хлопчиків – $MFR < 1,25$ згідно з методикою McCarthy та співавторів [7]. Для визначення показника MFR та параметрів компонентного складу тіла кожен учасник проходив біоімпедансне обстеження на аналізаторі складу тіла «TANITA MC-780 MA» (Японія). Зріст (L, м) вимірювався ростоміром GIMA (Італія). Вимірювання проводилися у стоячому положенні на платформі з чотирма електродами (по два на кожен ногу) та двома ручними електродами, що контактували з долонями. Процес вимірювання тривав 20–25 секунд.

Додатково для підтвердження саркопенії визначали саркопенічний індекс (SI, $\text{кг}/\text{м}^2$) та силу стискання рукоятки (GS, кг) цифрового кистьового динамометра Handexer Grip Strength Tester (США). Критерієм саркопенії вважали значення SI та GM, які одночасно знаходилися в діапазоні нижче 25 перцентилу референсних значень цих показників для відповідного віку та статі [7,8].

Функціональний стан автономної регуляції оцінювали за допомогою апаратно-програмного комплексу HRV-scanner (Biosign, ФРН). Цей

комплекс дозволяє реєструвати й аналізувати ЕКГ пацієнта в 1-му стандартному відведенні протягом різних часових проміжків та під час функціональних тестів і отримувати низку параметрів варіабельності серцевого ритму, які характеризують активність різних ланок автономної нервової системи (АНС). У нашому дослідженні для оцінки функціонального стану АНС була застосована 5-хвилинна реєстрація 1-го стандартного відведення ЕКГ у режимі неконтрольованого спонтанного дихання. Запис ЕКГ проводився в положенні обстеженого лежачи на спині після 10-хвилинної адаптації до умов обстеження та інформування його щодо особливостей діагностичної процедури.

Тонус (T, %), динаміка різних ланок АНС (D1, % і D2, %) та її гнучкість (F, %) оцінювалися на підставі первинних параметрів ВСР за спеціальним програмним алгоритмом, який враховує референсні криві цих параметрів для осіб даного віку та статі (рис. 1). Окрім цього за співвідношенням D2/D1 судили про стан вегетативного балансу [9].

Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювалося після перевірки гіпотези про нормальність розподілу показників у підгрупах із використанням критерію Стюдента для незалежних вибірок. Різниця між підгрупами вважалася вірогідною при рівні значимості $p < 0,05$. Співставлення отриманих даних проводилося окремо для дівчат і хлопчиків.

Результати досліджень

Результати обстеження дітей із саркопенічним ожирінням та контрольної групи представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники нейровегетативної регуляції та компонентного складу тіла у дітей із саркопенічним ожирінням порівняно з контрольною групою ($M \pm SD$)

Показники ($M \pm SD$)	Дівчата (n=63)		Хлопчики (n=55)	
	З саркопенічним ожирінням ДСО (n=38)	Контрольна група ДКГ (n=25)	З саркопенічним ожирінням ХСО (n=26)	Контрольна група ХКГ (n=29)
MFR	$0,63 \pm 0,13^{**}$	$1,37 \pm 0,29$	$0,97 \pm 0,26^{**}$	$2,11 \pm 0,47$
IMT, $\text{кг}/\text{м}^2$	$22,09 \pm 3,48$	$19,78 \pm 3,66$	$19,57 \pm 3,88$	$18,68 \pm 3,79$
SI, $\text{кг}/\text{м}^2$	$4,23 \pm 9,52^*$	$5,87 \pm 0,73$	$4,38 \pm 0,85^{**}$	$6,33 \pm 0,76$
GS, кг	$16,2 \pm 2,8^*$	$22,2 \pm 3,6$	$19,4 \pm 3,7^{**}$	$25,1 \pm 3,6$
T, %	$63,3 \pm 10,6^{**}$	$86,9 \pm 13,7$	$62,1 \pm 10,7^{**}$	$85,5 \pm 11,9$
D1, %	$66,4 \pm 15,6^{**}$	$91,7 \pm 10,9$	$60,7 \pm 13,6^{**}$	$92,4 \pm 12,7$
D2, %	$75,6 \pm 11,6^*$	$85,4 \pm 13,9$	$74,2 \pm 14,3^*$	$87,2 \pm 15,9$



Продовження табл. 1

D2/D1, од.	6,18±1,35***	2,77±0,89	6,14±1,93**	2,72±0,92
F, %	62,4±15,2**	97,5±10,7	63,8±13,2*	88,1±13,5

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

За показником MFR встановлено вірогідні відмінності між основною та контрольною групою як у дівчат, так і у хлопчиків, що підтверджує коректність розподілу дітей на групи за цим критерієм. У той же час індекс маси тіла (IMT) не показав статистично значимих відмінностей між групами для обох гендерних категорій обстежених. Очевидною причиною цього є те, що даний параметр не враховує показників компонентного складу тіла, зокрема співвідношення скелетних м'язів та жиру, яке суттєво відрізняється між групами. Підтвердженням цього є саркопенічний індекс (SI), який був вірогідно нижчий у дівчат і хлопчиків основної групи порівняно з контрольною. Аналогічні відмінності спостерігалися із за показником сили стискання рукоятки динамометра (GS) як у дівчат, так і у хлопчиків.

Функціональний стан нейровегетативної регуляції обстеженого контингенту оцінювався за методикою R.D.Beise та M.Hofer, у якій величезна кількість параметрів варіабельності серцевого ритму зводиться до трьох груп показників, які характеризують тонус, динаміку та гнучкість АНС [10]. Тонус АНС оцінюють на підставі середніх значень інтервалу R-R протягом досліджуваного проміжку часу. Про дина-

міку АНС судять за показниками SD1 і SD2, які отримуються шляхом аналізу Poincaré plot (діаграми Пуанкаре). Вони вимірюються в мс та описують розсіювання серцевих скорочень на діаграмі Пуанкаре. SD1 виражає ширину хмари точок і більш чутливий до швидких високочастотних змін частоти серцевих скорочень, тоді як SD2 описує довжину хмари точок і кількісно визначає довгострокову ВСР. При цьому SD1 асоціюється зі швидкими змінами ритму серця, які переважно залежать від парасимпатичної активності. SD2 відображає довготривалі зміни серцевого ритму, що залежать від симпатичної та парасимпатичної активності. Співвідношення SD2/SD1 вважається індикатором балансу між короткостроковою та довготривалою варіабельністю серцевого ритму. Про гнучкість регуляції АНС судять за діапазоном коливань частоти серцевих скорочень (ЧСС), який оцінюється за величиною загальної потужності спектру серцевого ритму. Показники тону, динаміки та гнучкості нейровегетативної регуляції конвертуються програмним забезпеченням HRV-scanner у рангові значення від 0 до 100% на основі референсних значень параметрів, отриманих при обстеженні здорових людей відповідного віку (рис. 1).

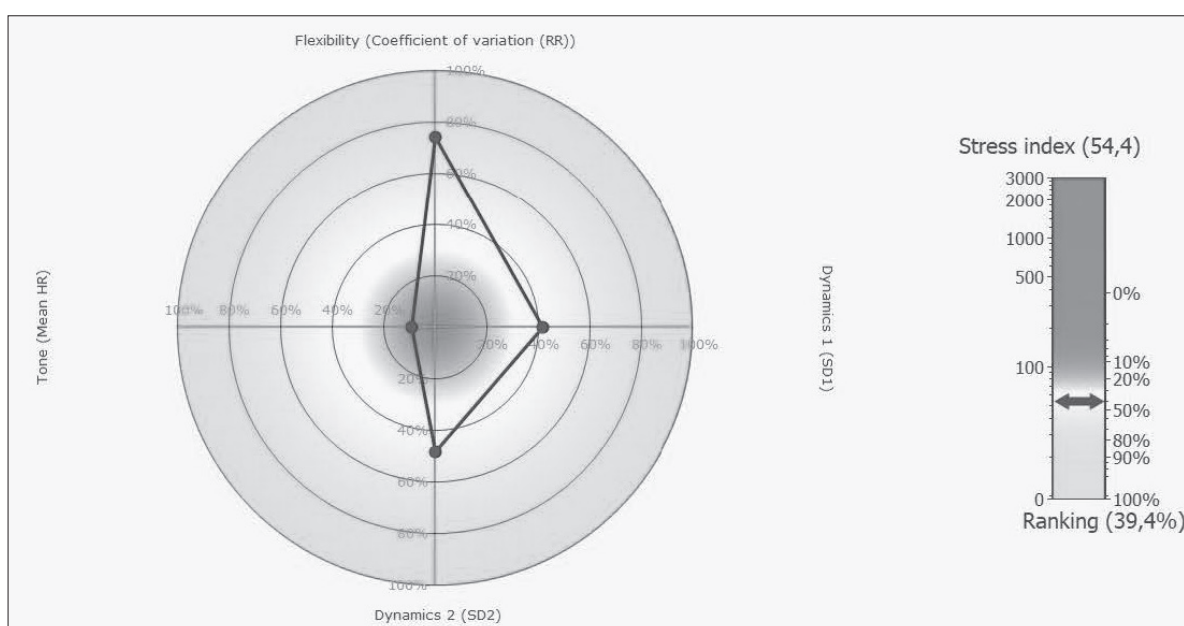


Рис. 1. Приклад візуального представлення результатів стандартної 5 хв. реєстрації ВСР обстеженого Ш. (10 років).

Як свідчать отримані дані, у групі дівчат із саркопенічним ожирінням (ДСО) показники тонусу (Т, %), динаміки парасимпатичної ланки АНС (D1, %) та гнучкості автономної регуляції (F, %) були вірогідно нижчими, ніж у дівчат контрольної групи (ДКГ). Те ж саме стосується групи хлопчиків із саркопенічним ожирінням (ХСО) порівняно з контрольною групою (ХКГ). Аналіз автономного балансу за даними співвідношення SD2/SD1 показав пре-

валювання тонусу симпатичної ланки АНС порівняно з контрольною групою, в обох гендерних групах дітей із саркопенічним ожирінням.

Автономну дисфункцію у групах дітей із саркопенічним ожирінням оцінювали за кількістю рангових показників нейровегетативної регуляції, які знаходилися нижче 25 перцентиля для даної вікової категорії. Рисунок 2 ілюструє розподіл обстежених основної та контрольної групи за цим критерієм.

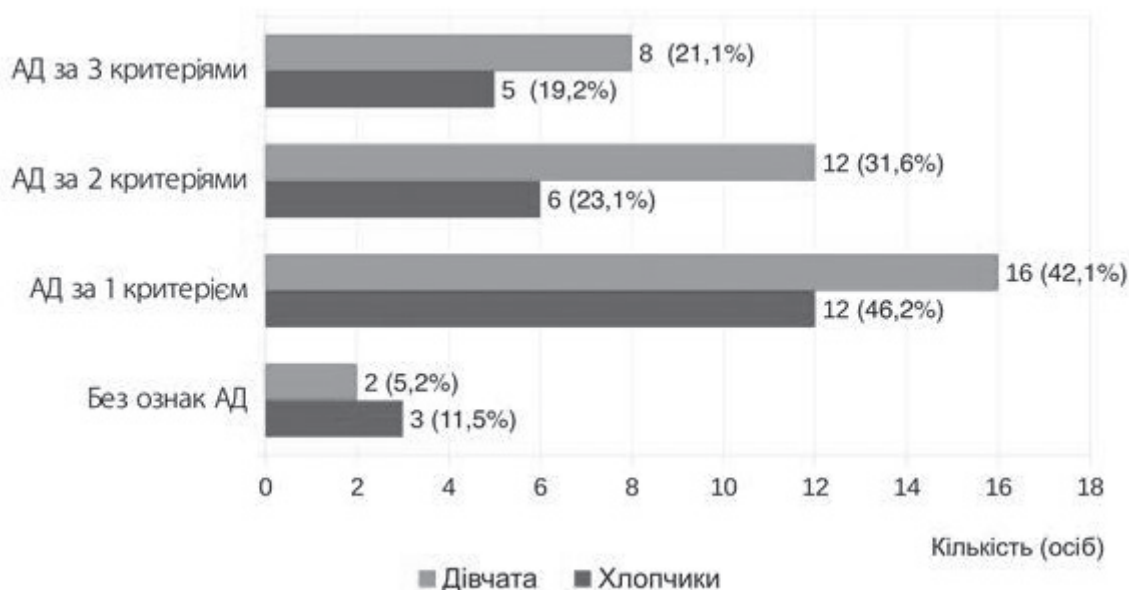


Рис. 2. Розподіл дітей із саркопенічним ожирінням відповідно до наявності автономної дисфункції (АД) за 1, 2 та 3 критеріями одночасно.

Згідно з отриманими результатами, відсоток дівчат із 1, 2 та 3 показниками функціонального стану АНС нижче 25 перцентиля референсних значень складав відповідно 42,1%; 31,6% та 21,1%, а хлопчиків – 46,2%; 23,1% та 19,2%. У той же час серед дівчат відсоток обстежених без ознак дисфункції складав 5,2%, а серед хлопчиків – 11,5%. У жодного із обстежених учасників дослідження із контрольної групи не виявлено показників функціонального стану АНС, які б свідчили про автономну дисфункцію.

Обговорення. На даний час не існує загальноприйнятої класифікації і навіть визначення саркопенічного ожиріння. Причиною цього є відсутність консенсусу щодо критеріїв, які б дозволили віднести пацієнта до категорії осіб з саркопенічним ожирінням. Тому епідеміологічна оцінка цього стану залишається неточною, і його поширеність варіюється відповідно до використовуваних методів діагностики. Так, у дослідженні під назвою South Korea's Sarcopenic Obesity Study, яке

включало здорових добровольців у віці 20–80 років, виявлено поширеність саркопенічного ожиріння в діапазоні від 0,8% до 22,3% у жінок і від 1,3% до 15,4% у чоловіків [11]. Дані щодо осіб у віці 18–90 років із когортного дослідження Dutch Lifelines показали глобальну поширеність саркопенічного ожиріння до 1,4% та 0,9% у жінок та чоловіків відповідно, а у віковій групі 80–89 років воно досягає 16,7% [12]. Щодо поширеності СО у дитячій популяції аналогічних масових досліджень не проводилося, але немає сумнівів, що ця проблема актуальна і для дитячого населення. Саркопенічне ожиріння, на наш погляд, є більш важким станом, ніж ожиріння саме по собі, оскільки воно пов'язане з більш високим ризиком таких патологічних станів, як серцево-судинні захворювання, цукровий діабет, затримка фізичного та ментального розвитку дітей [13,14].

Отримані нами дані свідчать про те, що ще одним негативним аспектом саркопенічного ожиріння у дітей є наявність у них авто-



номної дисфункції (АД). Так, нами встановлено, що АД різного ступеня вираженості мала місце у 94,8 % обстежених дівчат та у 88,5% обстежених хлопчиків, із них у 21,1% та 19,2% відповідно була діагностовано виражена АД, яка проявлялася суттєвим зниженням усіх трьох досліджуваних критеріїв функціонального стану АНС, а саме: тонусу, динаміки та гнучкості автономної регуляції. Варто відзначити, що у контрольній групі не виявлено жодного учасника дослідження, у якого був наявний хоча б один критерій АД, яким вважався вихід відповідного параметра варіабельності серцевого ритму за межі нижче 25 перцентилів відповідного референсного показника для даної статі та віку. Наявність автономної дисфункції у дітей із саркопенічним ожирінням, на наш погляд, слід обов'язково враховувати при лікуванні та реабілітації цього контингенту. Адже АД є сприятливим фоном для формування метаболічних розладів, які можуть трансформуватися у важку супутню патологію.

Залишається дискусійним питанням методика діагностики та критеріїв визначення дітей із СО. На нашу думку, для цього недостатньо визначити індекс маси тіла та показники компонентного складу тіла, оскільки для підтвердження саркопенії необхідно оцінити функціональні показники скелетних м'язів. Ми погоджуємося із думкою авторів, які пропонують із цією метою використовувати оцінку сили стискання кистьового динамометра, більше відомого як grip test [15]. Отримані нами результати вимірювання цього параметра у дітей контрольної групи можна використовувати як референсні дані для цієї вікової і статеві категорії дітей. Відсутність загальноприйнятого

методу діагностики та критеріїв визначення перешкоджає чіткій оцінці поширеності СО серед дітей. Ми вважаємо, що наразі вона залишається недооціненою. Раннє виявлення цього стану залишається важливим, оскільки воно дає можливість його ранньої корекції і запобігає ускладненням.

Висновки

Встановлено, що у 94,8 % обстежених дівчат та у 88,5% обстежених хлопчиків із саркопенічним ожирінням мала місце автономна дисфункція, з них у 21,1% та 19,2% відповідно була діагностовано виражена автономна дисфункція, яка проявлялася суттєвим зниженням тонусу, динаміки та гнучкості автономної регуляції.

Для діагностики саркопенічного ожиріння у дітей можна використовувати показники MFR (Muscles to Fat Ratio), який отримують шляхом біоімпедансного обстеження. Додатково рекомендується оцінювати силу стискання кистьового динамометра. Критеріями наявності саркопенічного ожиріння є знаходження відповідних параметрів нижче 25 перцентилів відповідних референсних даних.

Подяка. Ми хотіли б висловити нашу щирю вдячність Reinhard Beise та BioSign GmbH за їхню щедрю пожертву HRV-Scanner Study, що дозволило провести наше дослідження, спрямоване на підтримку благополуччя дітей, які постраждали від війни, що триває в Україні. Ваш внесок відіграв вирішальну роль у наданні цим дітям можливості скористатися методами біологічного зворотного зв'язку, дозволивши їм краще упоратися зі стресом і покращити своє здоров'я. Ми глибоко вдячні за вашу підтримку в покращенні їхнього життя.

REFERENCES

1. Zembura M, Matusik P. Sarcopenic obesity in children and adolescents: A systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:914740. doi: 10.3389/fendo.2022.914740.
2. Wei S, Nguyen TT, Zhang Y, Ryu D, Gariani K. Sarcopenic obesity: Epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1185221. doi: 10.3389/fendo.2023.1185221.
3. Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Kolle E, Andersen LB. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(6):1361–7. doi: 10.1249/MSS.0b013e31819aaa5.
4. Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, et al. Sarcopenic obesity: Time to meet the challenge. *Obes Facts*. 2018;11(4):294–305. doi: 10.1159/000490361.
5. Hotamisligil GS. Endoplasmic reticulum stress and the inflammatory basis of metabolic disease. *Cell*. 2010;140(6):900–17. doi: 10.1016/j.cell.2010.02.034.
6. Gonzalez A, Simon F, Achiardi O, Vilos C, Cabrera D, Cabello-Verrugio C. The critical role of oxidative stress in sarcopenic obesity. *Oxid Med Cell Longev*. 2021;2021:4493817. doi: 10.1155/2021/4493817.



7. McCarthy HD, Samani-Radia D, Jebb SA, Prentice AM. Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatr Obes*. 2014;9(4):249–59. doi: 10.1111/j.2047-6310.2013.00168.x.
8. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: Normative data from twelve British studies. *PLoS One*. 2014;9(12):e113637. doi: 10.1371/journal.pone.0113637.
9. Biosign. Official website. [Internet]. Available from: <https://site.biosign.de/en-gb/unternehmen>.
10. Weinschenk SW, Beise RD, Lorenz J. Heart rate variability (HRV) in deep breathing tests and 5-min short-term recordings: Agreement of ear photoplethysmography with ECG measurements, in 343 subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(8):1527–35. doi: 10.1007/s00421-016-3401-3.
11. Kim TN, Yang SJ, Yoo HJ, Lim KI, Kang HJ, Song W, et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: The Korean Sarcopenic Obesity Study. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(8):885–92. doi: 10.1038/ijo.2009.130.
12. Wagenaar CA, Dekker LH, Navis GJ. Prevalence of sarcopenic obesity and sarcopenic overweight in the general population: The Lifelines cohort study. *Clin Nutr*. 2021;40(7):4422–9. doi: 10.1016/j.clnu.2021.01.005.
13. Ma J, Hwang SJ, McMahon GM, Curhan GC, McLean RR, Murabito JM, et al. Mid-adulthood cardiometabolic risk factor profiles of sarcopenic obesity. *Obesity (Silver Spring)*. 2016;24(3):526–34. doi: 10.1002/oby.21356.
14. Scott D, Chandrasekara SD, Laslett LL, Cicuttini F, Ebeling PR, Jones G. Associations of sarcopenic obesity and dynapenic obesity with bone mineral density and incident fractures over 5–10 years in community-dwelling older adults. *Calcif Tissue Int*. 2016;99(1):30–42. doi: 10.1007/s00223-016-0123-9.
15. Steffl M, Chrudimsky J, Tufano JJ. Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PLoS One*. 2017;12(5):e0177006. doi: 10.1371/journal.pone.0177006.

Отримано 27.11.2024 р.