# ОСОБЛИВОСТІ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПІДЛІТКІВ З ДЕФІЦИТОМ МАСИ ТІЛА

# FEATURES OF MORPHOFUNCTIONAL STATUS IN ADOLESCENTS WITH BODY MASS DEFICIT

Ярмак О. М.[1], Трофіменко В. О.[2], Марченко О. Ю.[3], Мартин П. М.[3]
*[1]Національний університет оборони України,*
*м. Київ, Україна*
*[2]Білоцерківський національний аграрний університет,*
*м. Біла Церква, Україна*
*[3]Національний університет фізичного виховання і спорту України,*
*м. Київ, Україна*

DOI https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.15.25

**Анотації**

**Мета.** Дослідження спрямоване на вивчення фізичного розвитку, функціонального стану кардіо-респіраторної системи дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла.

**Матеріал та методи.** У дослідженні взяли участь 28 дівчат з власними результатами індексу маси тіла меншими за 18, 5 кг·м$^{-2}$. Проводилась комплексна оцінка морфологічних параметрів та функціональних показників дівчат з дефіцитом маси тіла. Були використані методи антропометрії для визначення фізичного розвитку, фізіологічні методи для оцінки серцево-судинної і дихальної системи, та ускладнена проба Ромберга для оцінки координаційних здібностей. Нами були використані непараметричні методи математичної статистики для обробки та аналізу отриманих даних.

**Результати.** Отримані результати вказують на невідповідність віковим нормам ряду показників. Результат показнику маси тіла та індексу маси тіла знаходяться значно нижче фізіологічних норм. Обхват грудної клітки за медіаною становить 75 см, за 25% процентилем 70, 0 см що нижче вікової норми. Аналіз розподілу жирової тканини показав, що найбільший вміст жиру спостерігається в шкірно-жировій складці тріцепсу, що може свідчити про низький рівень фізичної активності або незбалансоване харчування. Також помітний вміст жиру виявлений в шкірно-жирових складках біцепсу та на животі, що може бути пов'язано з фізіологічними особливостями у цьому віковому періоді. Результати частоти серцевих скорочень у спокої та артеріального тиску систолічного також демонструють певні невідповідності віковим нормам у сторону збільшення. Життєва ємність легень, а також результати проб Штанге і Генча, свідчать про знижену функціональну стійкість організму до умов гіпоксії та фізичного навантаження. Результати ускладненої проби Ромберга нижчі вікових норм і вказують на порушення координаційних здібностей.

**Висновки**. На основі отриманих результатів слід вказати на доцільність комплексного підходу що до корекції морфофункціонального стану дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла.

***Ключові слова:*** фізичний розвиток, серцево-судинна система, дихальна система, дефіцит маси тіла, дівчата.

**The aim.** This study aimed to investigate the physical development and functional state of the cardiorespiratory system in 13-year-old girls with body mass deficit.

**Materials and Methods.** The study involved 28 girls with body mass index (BMI) values below 18.5 kg·m-2. A comprehensive assessment of morphological parameters and functional indicators was conducted for girls with body mass deficit. Anthropometric methods were used to determine physical development, physiological methods were employed to evaluate the cardiovascular and respiratory systems, and the Romberg test was utilized to assess coordination abilities. Non-parametric methods of mathematical statistics were applied for data processing and analysis.

© Ярмак О. М., Трофіменко В. О., Марченко О. Ю., Мартин П. М., 2023

**Results.** The obtained results indicated deviations from age-related norms in several indicators. The BMI values and body mass index scores were significantly lower than physiological norms. The median chest circumference was 75 cm, and the 25th percentile was 70.0 cm, which were below the age-related norm. The analysis of adipose tissue distribution revealed that the highest fat content was observed in the triceps skinfold, which may indicate low levels of physical activity or imbalanced nutrition. Noticeable fat content was also found in the biceps and abdominal skinfold measurements, which could be associated with physiological characteristics during this age period. The resting heart rate and systolic blood pressure also demonstrated deviations from age-related norms towards an increase. Lung capacity and the results of the Stange and Hencha tests revealed reduced functional stability of the organism under hypoxic conditions and physical exertion. The results of the Romberg test were below the age-related norms, indicating impaired coordination abilities.

**Conclusions.** Based on the findings, a comprehensive approach is recommended for the correction of the morphofunctional state of 13-year-old girls with body mass deficit.

***Key words:*** physical development, cardiovascular system, respiratory system, body mass deficit, girls.

**Вступ.** Проблематика надмірної маси тіла та недостатньої маси тіла представляє собою актуальне явище, що відноситься до різних соціальних та вікових груп населення, незалежно від їх соціального та професійного статусу [1, 3, 6–8, 10–12]. Згідно з Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), проблема ожиріння на сучасному етапі вважається епідемічною. Кількість осіб з ожирінням постійно зростає, підтверджуючи цей негативний тренд. Згідно з даними ВООЗ за 2016 рік, 18% дітей у віці від 5 до 18 років мали надмірну масу тіла, а 6, 8% з них мали ожиріння. Крім того у світі, майже 41 мільйон дітей у віці до 5 років також страждали від надмірної маси тіла. Згідно зі статистичними даними станом на 1999 рік в Україні спостерігалося поширення надмірної маси тіла серед 25% дітей шкільного віку, тоді як 15% мали дефіцит маси тіла. Станом на 2017 рік з ожирінням було виявлено 60485 дітей віком 7–14 років, що складає 17, 92% [2]. Дефіцит маси тіла представляє собою проблему, яка має таку ж вагомість для організму, як і надлишкова маса тіла, він характеризується зниженням маси тіла людини нижче критичної межі індексу маси тіла (ІМТ). Дефіцит маси тіла може бути обумовлений рядом факторів, зокрема захворюваннями шлунково-кишкового тракту, дисфункцією ендокринної системи, що супроводжується гормональними порушеннями, неправильним способом життя, який включає недостатнє та незбалансоване харчування з обмеженим споживанням жирів і вуглеводів, стресовими впливами, недосипанням та негативними звичками.

Актуальність обраної теми підтверджується науковими дослідженнями та даними, які свідчать про поширеність проблеми дефіциту маси тіла серед підлітків і її наслідки [4–8]. Дефіцит маси тіла у дівчат 13 років може мати серйозні наслідки для їх фізичного та психологічного розвитку. Недостатнє споживання необхідних нутрієнтів може призвести до затримки росту та статевого розвитку, порушень менструального циклу та психологічних проблем. Дефіцит маси тіла є фактором ризику для розвитку ряду медичних ускладнень, включаючи слабкість імунної системи, остеопороз, порушення репродуктивної функції та зниження когнітивних функцій. Дефіцит маси тіла може впливати на соціальну адаптацію та навчання підлітків.

Важливо відзначити, що в Україні відсутня система реєстрації дефіциту маси тіла серед підліткового контингенту, а також відсутні нормативні документи, які б регламентували оцінку та облік поширеності дефіциту маси тіла у зазначених осіб. Відсутність таких даних у системі обліку ускладнює здійснення моніторингу дефіциту маси тіла серед підлітків та розробку ефективних стратегій профілактики та управління цими проблемними питаннями.

**Матеріали і методи дослідження.**

В науковому дослідженні прийняли участь 28 дівчат 13 років, які мали дефіцит маси тіла. Індекс маси тіла використовувався як критерій для формування груп дітей з метою подальшого спостереження, власні результати індексу маси тіла (ІМТ) повинні бути менші 18, 5 кг·м$^{-2}$. Додатковими критеріями включення

до педагогічного експерименту було особисте бажання прийняти участь, відсутність гострих неінфекційних захворювань, стабільний фізичний та психологічний стан, відповідність віковим межам (13 років) та письмова згода батьків або законних представників.

Згідно з пропозиціями фахівців в галузі медицини [1, 13], ІМТ дозволяє класифікувати осіб на основі ступеня відповідності їх маси тіла нормі. У разі дівчат вікової категорії 13 років, значення ІМТ менше 18, 5 кг/м² вважається ознакою дефіциту маси тіла. Діапазон ІМТ, що вважається дефіцитом маси тіла, базується на наукових дослідженнях та шкалі градації, що розроблена Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), яка пропонує визначати дефіцит маси тіла для дорослих осіб старше 18 років на основі ІМТ. У випадку з підлітками віком 13 років, можна використовувати ці ж самі параметри для оцінки дефіциту маси тіла, оскільки вони базуються на медичних стандартах та епідеміологічних дослідженнях, що підтверджують зв'язок між недостатньою масою тіла та потенційними проблемами здоров'я.

Також у рамках дослідження проводилась комплексна оцінка морфологічних параметрів та функціональних показників дівчат. Зокрема, здійснювалась антропометрія для визначення параметрів фізичного розвитку, включаючи довжину тіла, масу тіла, вимірювання обхватних розмірів тіла, а також вимірювання товщини п'яти шкірних складок для оцінки локального розподілу жирової тканини, та силу кисті правої та лівої руки. Для здійснення антропометричних вимірювань використовувались медичні вимірювальні прилади з високою точністю. Медичні ваги забезпечували вимірювання маси тіла з точністю до 100 грамів, ростомір забезпечував вимірювання довжини тіла з точністю до 1 сантиметра, прогумована сантиметрова стрічка з точністю до 1 міліметра використовувалась для вимірювання обхватних розмірів, а механічний каліпер з точністю до 1 міліметра використовувався для вимірювання товщини шкірно-жирових складок, механічний динамометр забезпечив вимірювання сили кисті з точністю до 1 кг. Антропометричні дослідження проводились на правій частині тулуба, з дотриманням усіх методологічних норм і протоколів. Важливою умовою було забезпечення стандартизації вимірювань, щоб забезпечити однакові умови для всіх учасників дослідження. Такий підхід дозволив отримати достовірні результати.

Для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи використовували електронний пульсометр з визначенням частоти серцевих скорочень за одну хвилину у стані відносного спокою та тонометр Omron японської фірми для визначення артеріального тиску. Даний діагностичний прилад базується на принципі неінвазивного вимірювання артеріального тиску за допомогою манжету, розташованому на плечі досліджуваної особи, і спеціального електронного пристрою, який дозволяє точно визначити значення систолічного та діастолічного тиску.

З метою оцінки функціонального стану дихальної системи у дівчат віком 13 років з дефіцитом маси тіла, проводилось вимірювання життєвої ємності легень (ЖЄЛ) за допомогою механічного спірометра, з урахуванням повного виконання санітарно-гігієнічних вимог, за вікову норму брали величину 2, 5-2, 7 л. Додатково, з метою визначення стійкості організму дівчат до умов гіпоксії, було проведено функціональні дихальні проби, зокрема пробу Штанге, що передбачала затримку дихання на вдиху, за норму брали результат 40-45 с, та пробу Генча, що передбачала затримку дихання на видиху за норму брали 20-25 с. Також нашим дослідженням передбачалося визначення координаційних здібностей дівчат, для цього ми використовували ускладнену пробу Ромберга. Проведено дві спроби на правій та лівій нозі.

Використання високоточних медичних вимірювальних приладів у поєднанні з правильною технікою вимірювань забезпечувало високу точність і надійність отриманих антропометричних та функціональних даних. Це дозволило провести об'єктивну оцінку фізичних параметрів тіла у досліджуваних осіб і забезпечило надійну основу для

подальшого аналізу і висновків щодо композиції тіла та його фізіологічного стану.

Для збору, обробки та аналізу отриманих даних використовувалися статистичні методи, зокрема описова та аналітична статистика, з використанням непараметричних методів.

**Результати дослідження.** Фізичний розвиток підлітків представляє собою складний і багатогранний процес, який визначається впливом різноманітних факторів і відображає стан функціональної зрілості організму. Відомо, що у дітей середнього шкільного віку спостерігається незавершеність процесів росту і розвитку, що робить їх особливо вразливими до змін в навколишньому середовищі. Під час педагогічного експерименту ми провели детальний аналіз результатів фізичного розвитку дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла, результати представлені в таблиці 1. Наша мета полягала в об'єктивній оцінці параметрів фізичного стану цієї групи школярів. У процесі аналізу було виявлено певні вікові закономірності, які притаманні даному сенситивному періоду. Показник довжини тіла за медіаною склав 160, 0 см, що свідчить про відповідність фізіологічним нормам даної вікової групи. Але разом з тим було встановлено, що показник маси тіла за медіаною становив 42, 2 кг, що вказує на дефіцит маси тіла у досліджуваних осіб.

Результати обхвату шиї у групі дівчат варіювалися від 28, 0 см до 30, 0 см, з медіаною 29, 0 см, що свідчить про відповідність віковим нормам у більшості досліджуваних осіб. Щодо обхвату плеча, то нами встановлено, що розподіл даних коливався від 18, 5 см до 25, 0 см. Досліджуваний параметр може бути важливим показником фізичного розвитку, оскільки залежить від м'язової маси. Результати обхватних розмірів зап'ястя знаходилися в межах від 13, 0 см до 15, 0 см, даний показник може бути пов'язаний з розвитком кісток та суглобів у зап'ястній ділянці, а також з м'язовою силою рук. За віковими нормами, середнє значення обхвату грудної клітки у дівчат віком 13 років становить 78, 26 ± 0, 46 см. Отримані нами результати перебували в діапазонах від 65, 0 см до 82, 0 см , а результати медіани і 25% процентиля знаходяться менше вікової норми, що вказує на наявність осіб з порушеннями фізичного розвитку.

Наступним етапом нашого дослідження був аналіз розподілу жирової тканини, який проводився шляхом вимірювання п'яти шкірно-жирових складок на різних ділянках тіла. Отримані результати наведені на рисунку 1. За отриманими результатами, можна зробити висновок про розподіл жирової маси у дівчат 13 років. Найбільший вміст жиру за результатами медіани спостерігається в шкірно-жировій складці тріцепсу (12, 0 мм), це може бути ознакою низького рівня фізичної активності або незбалансованого харчування, що сприяє накопиченню жиру. Також помітний

Таблиця 1

**Результати фізичного розвитку дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла, (n=28)**

| Досліджувані показники | Статистичні характеристики | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Me | 25 % | 75 % | Min. | Max. | V, % |
| ДТ, см | 160, 0 | 156, 0 | 160, 0 | 143, 0 | 163, 0 | 4, 3 |
| МТ, кг | 42, 2 | 41, 0 | 46, 4 | 31, 3 | 47, 9 | 13, 5 |
| Обхват шиї, см | 29, 0 | 28, 0 | 29, 0 | 28, 0 | 30, 0 | 2, 7 |
| Обхват плеча, см | 20, 0 | 20, 0 | 22, 0 | 18, 5 | 25, 0 | 11, 0 |
| Обхват зап'ястя, см | 14, 0 | 13, 5 | 15, 0 | 13, 0 | 15, 0 | 6, 0 |
| Обхват грудної клітки, см | 75, 0 | 70, 0 | 77, 0 | 65, 0 | 82, 0 | 7, 9 |
| Обхват грудної клітки на вдиху, см | 81, 0 | 77, 0 | 82, 0 | 70, 5 | 86, 0 | 6, 6 |
| Екскурсія грудної клітки, см | 5, 5 | 5, 0 | 6, 0 | 4, 0 | 7, 0 | 19, 0 |
| Обхват талії, см | 58, 0 | 58, 0 | 62, 0 | 55, 0 | 64, 0 | 5, 5 |
| Обхват тазу, см | 82, 0 | 80, 0 | 86, 0 | 72, 0 | 87, 0 | 6, 5 |
| Обхват стегна, см | 46, 0 | 43, 0 | 46, 0 | 42, 0 | 50, 0 | 4, 3 |
| Динамометрія правої кисті, кг | 22, 0 | 22, 0 | 22, 0 | 16, 0 | 25, 0 | 13, 5 |
| Динамометрія лівої кисті, кг | 20, 0 | 20, 0 | 22, 0 | 14, 0 | 25, 0 | 17, 6 |

вміст жиру за результатами медіани спостерігається в шкірно-жирових складках біцепсу (9, 0 мм) та на животі (9, 0 мм), що може бути пов'язано з фізіологічними особливостями дівчат у цьому віковому періоді. Значно менший вміст жиру за результатом медіани виявлений у внутрішньо-ікроножній шкірно-жировій складці (5, 0 мм). Такий розподіл жирової маси у дівчат 13 років може бути пов'язаний з біологічними та фізіологічними факторами, а також зі станом харчування та рівнем фізичної активності дівчат.

Аналіз функціонального стану кардіо-респіраторної системи дівчат 13 років, результати якого представлені в таблиці 2 дав можливість виявити серед числа досліджуваних осіб, які мали відхилення власних результатів від вікових норм. Частота серцевих скорочень у стані відносного спокою (ЧСС) у досліджуваних дівчат коливалася від 94 до 130 ударів на хвилину, за медіаною 119 ударів на хвилину. Порівняно з віковими нормами, спостерігається підвищена ЧСС у деяких дівчат, що може вказувати на певні функціональні або адаптаційні зміни у кардіоваскулярній системі. Артеріальний тиск у стані спокою показав значення систолічного тиску від 102 до 127 мм ртутного стовпчика, з медіаною 116, і діастолічного тиску від 58 до 88 мм ртутного стовпчика, з медіаною 66. Значення систолічного тиску перевищують вікову норму, тоді як діастолічний тиск знаходиться в межах нормального діапазону. Високий систолічний тиск може бути ознакою збільшеного периферичного опору судин та може вказувати на певні порушення в роботі серцево-судинної системи.

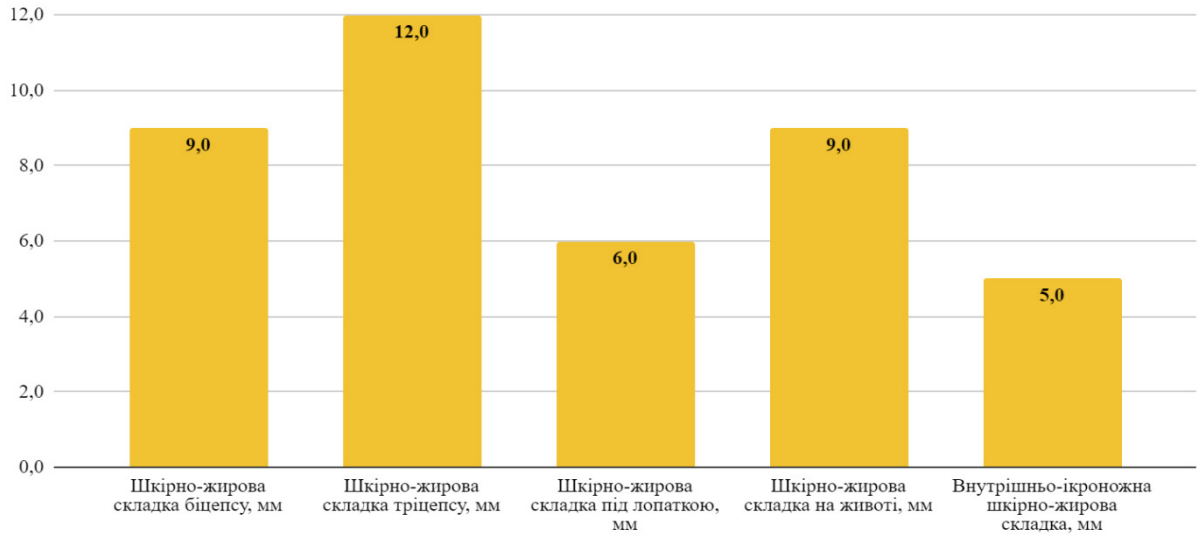


**Рис. 1. Розподіл жирової маси у дівчат 13 років за показниками 5 шкірно-жирових складок**

Таблиця 2

**Результати кардіо-респіраторної системи дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла, (n=28)**

| Досліджувані показники | Статистичні характеристики | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Me | 25 % | 75 % | Min. | Max. | V, % |
| ЧСС у стані відносного спокою, уд·хв$^{-1}$ | 119, 0 | 99, 0 | 121, 0 | 94, 0 | 130, 0 | 12, 1 |
| АТсист у стані спокою, мм.рт.ст. | 116, 0 | 103, 0 | 118, 0 | 102, 0 | 127, 0 | 8, 4 |
| АТдіаст у стані спокою, мм.рт.ст. | 66, 0 | 64, 0 | 87, 0 | 58, 0 | 88, 0 | 17, 2 |
| ЖЄЛ, л | 1, 9 | 1, 4 | 1, 7 | 1, 2 | 2, 1 | 16, 4 |
| Проба Штанге, с | 29, 7 | 25, 0 | 33, 4 | 20, 0 | 48, 0 | 31, 0 |
| Проба Генче, с | 16, 4 | 14, 0 | 20, 0 | 12, 3 | 29, 0 | 33, 5 |

Результати життєвої ємності легень (ЖЄЛ) у дівчат 13 років коливалася в діапазонах від 1,2 до 2,1 літра, за медіаною 1,9, що вказує на знижену ЖЄЛ порівняно з віковою нормою (2,5–2,7 л). Знижена величина ЖЄЛ може бути наслідком недостатньої розвиненості легень та слабкої м'язової сили дихальних м'язів.

Результати функціональних дихальних проб Штанге і Генча за медіаною мають відхилення від вікових норм. У досліджуваної групи дівчат значення проби Штанге знаходяться в діапазонах від 20 до 48 секунд за медіаною 29,7 с, що значно нижче за вікову норму (40–45 секунд). Результати проби Генча знаходяться в діапазонах від 12,3 до 29,0 секунд з медіаною 16, 4 с, що також нижче вікової норми (20–25 секунд). Ці результати можуть вказувати на обмежену стійкість організму дівчат до гіпоксії та можливі проблеми з регуляцією дихальної функції та адаптацією до навантажень.

Отримані результати аналізу кардіо-респіраторної системи дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла свідчать про наявність певних функціональних змін у серцево-судинній та дихальній системі. Виявлені відхилення від вікових норм можуть свідчити про певні ризики та потребу у подальшому спостереженні та коригуванні, з метою забезпечення належного функціонального стану організму.

Наступним етапом нашого дослідження було визначення координаційних здібностей дівчат 13 років. Властивість утримувати положення тіла є важливим аспектом рухової функції. Згідно теорії біомеханіки, тіло людини розглядається як складна рухова система, яка забезпечує рівновагу шляхом отримання сигналів про розподіл частин тіла, напрям гравітації та інших факторів. Координаційні здібності людини визначаються її здатністю організувати рухи, враховуючи їх кінематичні та динамічні параметри та мінімізуючи енергетичні витрати. Механізми регуляції координаційних здібностей складні і залежать від діяльності різних аналізаторів, стану вегетативних органів, нервової та м'язової системи.

Результати ускладненої проби Ромберга, які представлені на рисунку 2, вказують на статистично значиму різницю ($p<0,05$) за непараметричним критерієм Вілкоксона для залежних вибірок у часі, під час виконання проби на лівій та правій нозі. Нами було виявлено, що за медіаною здатність утримання рівноваги на лівій нозі склала 9, 3 секунд, тоді як на правій нозі вона тривала всього 4, 2 секунди.

Відповідно до вікової норми для ускладненої проби Ромберга, яка становить 15 секунд, отримані результати свідчать про відхилення від очікуваних значень. Низькі результати

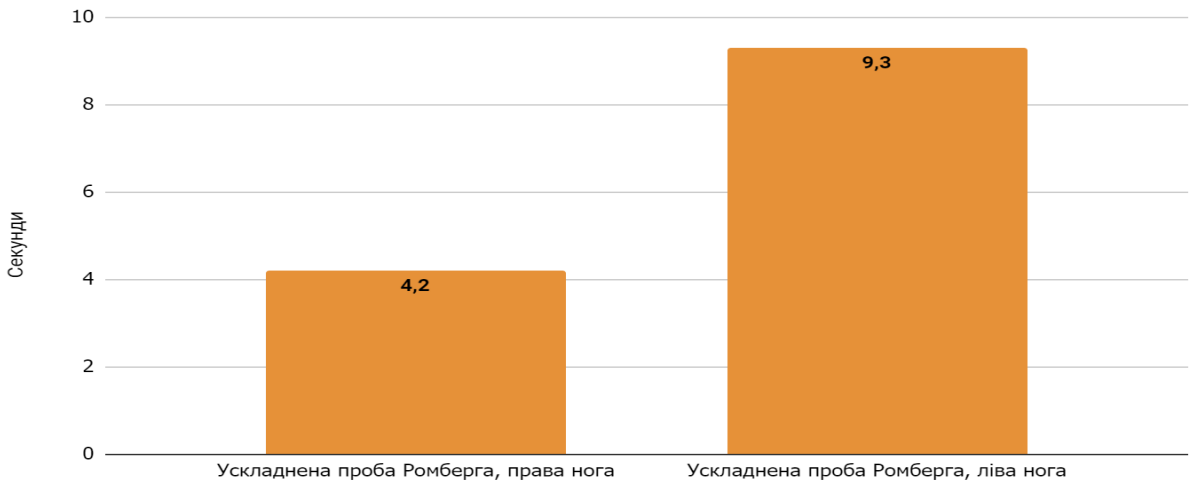


**Рис. 2. Результати ускладненої проби Ромберга у дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла**

дівчат 13 років можуть вказувати на недостатню розвиненість координаційних здібностей, підвищений тонус м'язів, особливості нервової системи та інше. Саме нервова система відіграє важливу роль у регуляції координації рухів та здатності утримувати рівновагу. Координація моторних рухів вимагає взаємодії між центральною нервовою системою (ЦНС), периферичною нервовою системою (ПНС) та м'язовою системою. Вона отримує інформацію від різних сенсорних систем, таких як зорова, вестибулярна та соматосенсорна, які сприяють сприйняттю руху та орієнтації в просторі. Деякі фактори, такі як розвиток нервової системи, швидкість передачі сигналів та рівень нервової активності, можуть впливати на координаційні здібності особи. Також слід підкреслити важливість зорового аналізатора у регулюванні положення тіла в просторі та сприйнятті зовнішнього середовища. Отримані нами в ході дослідження результати підкреслюють важливість інтеграції зорової інформації з іншими сенсорними системами, такими як вестибулярний аналізатор та соматосенсорний аналізатор, для забезпечення ефективної регуляції рівноваги.

**Дискусія.** Загальна поширеність проблеми недостатньої та надмірної маси тіла серед різних соціальних та вікових груп населення України підкреслює її актуальність [1, 2, 9]. Дані ВООЗ та статистичні дані по населенню України підтверджують поширеність надмірної та недостатньої маси тіла серед дітей і підлітків [2]. Дефіцит маси тіла серед дівчат 13 років може мати довготривалі наслідки для їх фізичного та психологічного розвитку. Недостатнє харчування та нутрієнтний дефіцит можуть спричинити ряд проблем, включаючи затримку росту, порушення статевого розвитку та психологічні труднощі. Дефіцит маси тіла є фактором ризику для розвитку різноманітних медичних ускладнень, включаючи слабкість імунної системи, остеопороз та порушення репродуктивної функції. Важливо відзначити, що в Україні відсутня система реєстрації дефіциту маси тіла серед підлітків, а також відсутні нормативні документи, які б регулювали оцінку та облік поширеності цього проблемного стану. Відсутність таких даних у системі обліку ускладнює моніторинг дефіциту маси тіла серед підлітків та розробку ефективних стратегій профілактики та управління цими проблемами. Для вирішення проблеми недостатньої маси тіла серед підлітків, необхідно впроваджувати комплексні підходи, які включають здорове харчування, фізичну активність, психологічну підтримку та освіту щодо правильного способу життя. Розробка національних стратегій та програм з профілактики та управління недостатньою масою тіла серед підлітків є важливим кроком у забезпеченні здоров'я молодого покоління та підвищенні якості їхнього життя.

Додаткові наукові дослідження необхідні для глибшого розуміння причин та наслідків дефіциту маси тіла серед підлітків, а також для розробки ефективних стратегій профілактики та управління цією проблемою.

**Висновок.** Результати дослідження виявили наявність порушень фізичного розвитку та потенційні відхилення у функціональному стані кардіо-респіраторної системи у дівчат 13 років з дефіцитом маси тіла. Об'єктивні дані, такі як значення маси тіла, обхвату грудної клітки та життєва ємність легень були виявлені нижче від вікових норм. Крім того, спостерігалася збільшена частота серцевих скорочень у деяких дівчат, що може свідчити про функціональні або адаптаційні зміни у кардіоваскулярній системі. Систолічний тиск виявився підвищеним, в той час як діастолічний тиск знаходився в межах норми, що може мати негативний вплив на серцево-судинну систему. Отримані результати дихальних проб показали обмежену стійкість організму до гіпоксії та можливі проблеми з регуляцією дихальної функції та адаптацією до фізичних навантажень, що свідчить про дисфункцію дихальної системи.

**Література**

1. Заболотна І.Е., Ященко Л.В. Ожиріння та надмірна маса тіла в дітей, критерії діагностики та статистика поширеності. *Клінічна та профілактична медицина*. 2019. 2(8). С. 36-45.

2. Статистично-аналітичний довідник дитячого ендокринолога за 2017 рік. Київ : МОЗ України, 2017. 98 с.

3. Andrieieva, O., Yarmak, O., Palchuk, M., Hauriak, O., Dotsyuk, L., Gorashchenco, A., & Galan, Y. (2020). Monitoring the morphological and functional state of students during the transition from middle to high school during the physical education process. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 2110–2117. https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s3284

4. Galan, Y., Andrieieva, O., Olenayarmak. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19 (2), 1158 - 1163, https://doi:10.7752/jpes.2019.02168

5. Galan, Y., Andrieieva, O., & Yarmak, O. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1158–1163. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2019.02168

6. Galan, Y., Andrieieva, O., & Yarmak, O. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1158–1163. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2019.02168

7. Galan, Y., Nakonechnyi, I., Moseichuk, Y., Vaskan, I., i Paliichuk, Y., Yarmak, O. (2017). The analysis of physical fitness of students of 13-14 years in the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 17 (5), 2244 - 2249, https://doi:10.7752/Jpes.2017.S5237

8. Galan, Y., Yarmak, O., Kyselytsia, O., Paliichuk, Y., Moroz, O., Tsybanyuk, O. (2018). Monitoring the physical condition of 13yearold schoolchildren during the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 663-669. https://doi:10.7752/jpes.2018.02097

9. Kashuba, V., Andrieieva, O., Yarmak, O., Grygus, I., Napierała, M., Smoleńska, O.,

**References**

1. Zabolotna I.E., Yashchenko L.V. Ozhyrinnia ta nadmirna masa tila v ditei, kryterii diahnostyky ta statystyka poshyrenosti.[Obesity and overweight in children: diagnostic criteria and prevalence statistics] *Klinichna ta profilaktychna medytsyna*. 2019. 2(8). S. 36-45. [In Ukrainian]

2. Statystychno-analitychnyi dovidnyk dytiachoho endokrynoloha za 2017 rik. [Statistical-Analytical Handbook of Pediatric Endocrinologist for the year 2017] Kyiv : MOZ Ukrainy, 2017. 98 s. [In Ukrainian]

3. Andrieieva, O., Yarmak, O., Palchuk, M., Hauriak, O., Dotsyuk, L., Gorashchenco, A., & Galan, Y. (2020). Monitoring the morphological and functional state of students during the transition from middle to high school during the physical education process. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 2110–2117. https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s3284

4. Galan, Y., Andrieieva, O., Olenayarmak. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19 (2), 1158 - 1163, https://doi:10.7752/jpes.2019.02168

5. Galan, Y., Andrieieva, O., & Yarmak, O. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1158–1163. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2019.02168

6. Galan, Y., Andrieieva, O., & Yarmak, O. (2019). The relationship between the indicators of morpho-functional state, physical development, physical fitness and health level of girls aged 12-13 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1158–1163. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2019.02168

7. Galan, Y., Nakonechnyi, I., Moseichuk, Y., Vaskan, I., i Paliichuk, Y., Yarmak, O. (2017). The analysis of physical fitness of students of 13-14 years in the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 17 (5), 2244 - 2249, https://doi:10.7752/Jpes.2017.S5237

8. Galan, Y., Yarmak, O., Kyselytsia, O., Paliichuk, Y., Moroz, O., Tsybanyuk, O. (2018). Monitoring the physical condition of 13yearold schoolchildren during the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 663-669. https://doi:10.7752/jpes.2018.02097

Ostrowska, M., HagnerDerengowska, M., Muszkieta, R., Zukow, W. (2021). Morpho-functional screening of primary school students during the course of physical education. *Journal of Human Sport and Exercise*. 21 (2), 748- 756 https://doi:10.7752/jpes.2021.02093

10. Kozhokar, N., Kurnyshev, Y., Paliichuk, Y., Balatska, L., Yarmak, O., Galan, Y. (2018). Monitoring of the physical fitness of 17-19 year old young men during physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18 (4), 1939 - 1944. https://doi:10.7752/jpes.2018.s4286

11. Vaskan, I., Moseychuk, Y., Koshura, A., Kozhokar,M.,Tsybanyuk,O.,Yarmak,O.,Galan,Y. (2018) Comparative analysis of indicators of the morpho-functional condition of the young men aged 15-16 years during the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(4), 2504 – 2508. https://doi:10.7752/Jpes.2018.04375

12. Yarmak, O., Blagii, O., Palichuk, Y., Hakman, A., Balatska, L., Moroz, O., & Galan, Y. (2018). Analysis of the factor structure of the physical condition of girls 17-19 year old. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2proc), 259-268. https://doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.1

13. Zabolotna, I., E. (2017) Morbidity rate of obesity in children in Ukraine. Overweight as noncontagious disease risk factor. *Wiadomości Lekarskie*. 70 (2), 174-177. PMID: 28511153.

9. Kashuba, V., Andrieieva, O., Yarmak, O., Grygus, I., Napierała, M., Smoleńska, O., Ostrowska, M., HagnerDerengowska, M., Muszkieta, R., Zukow, W. (2021). Morpho-functional screening of primary school students during the course of physical education. *Journal of Human Sport and Exercise*. 21 (2), 748- 756 https://doi:10.7752/jpes.2021.02093

10. Kozhokar, N., Kurnyshev, Y., Paliichuk, Y., Balatska, L., Yarmak, O., Galan, Y. (2018). Monitoring of the physical fitness of 17-19 year old young men during physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18 (4), 1939 - 1944. https://doi:10.7752/jpes.2018.s4286

11. Vaskan, I., Moseychuk, Y., Koshura, A., Kozhokar, M., Tsybanyuk, O., Yarmak, O., Galan, Y. (2018) Comparative analysis of indicators of the morpho-functional condition of the young men aged 15-16 years during the process of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(4), 2504 – 2508. https://doi:10.7752/Jpes.2018.04375

12. Yarmak, O., Blagii, O., Palichuk, Y., Hakman, A., Balatska, L., Moroz, O., & Galan, Y. (2018). Analysis of the factor structure of the physical condition of girls 17-19 year old. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2proc), 259-268. https://doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.1

13. Zabolotna, I., E. (2017). Morbidity rate of obesity in children in Ukraine. Overweight as noncontagious disease risk factor. *Wiadomości Lekarskie*. 70 (2), 174-177. PMID: 28511153.