

УДК 613

<http://orcid.org/0000-0003-4178-0931><http://orcid.org/0000-0003-0481-8515>

## ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Коц В.П., к.б.н., доц. , Коц С.М., к.б.н., доц.

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, м. Харків, Україна

28.05.1972@mail.ru

21.01.76@mail.ru

Проведено дослідження функціональних показників серцево-судинної системи організму у дітей різного шкільного віку – 9,13, 15 років. Безпосередньо вимірювали: антропометричні показники, індекси Кетле, Робінсона, Шаповалової. У якості інтегральної фізіологічної характеристики використували розрахункову величину адаптаційного потенціалу. У роботі визначили реакцію серцево-судинної системи дітей на фізичні навантаження, що дало змогу розробити відповідну програму відпочинку тривалістю двадцять один день. Відмічено значний відсоток дітей із напругою механізмів адаптації у всіх вікових групах. Проба Мартіне вказала на недостатній функціональний розвиток системи кровообігу у молодших школярів. Дана група характеризується недостатніми функціональними можливостями кардіо-респіраторної системи за показниками індексу Шаповалової.

**Ключові слова:** функціональний стан системи, антропометричні вимірювання, адаптаційний потенціал.

**Characteristics of the functional parameters of the cardiovascular system of school-age children. Kotz V.P., Kotz S.N.** A study of the functional parameters of the cardiovascular system in children of different school ages 9,13, 15 years. Directly measured: anthropometric measures, Quetelet index, Robinson, Shapovalova. As an integrated physiological characteristic using the calculated value of adaptive capacity. In the work identified the reaction of the cardiovascular system of children to exercise that allowed the development of an appropriate program of rest of twenty-one days. Marked a significant percentage of children with stress adaptation mechanisms in all age groups. Trial of Martin pointed to the lack of functional development of the circulatory system in primary school children. This group is characterized by insufficient functionality cardio-respiratory system in terms of index Shapovalova

**Keywords:** functional state of the system, anthropometric measurements, adaptive capacity.

### ВСТУП

Несприятливі фактори середовища та біологічні фактори у комплексі з сумарним значним навчально-виховним навантаженням у сполученні з недостатньою руховою активністю, що часто обумовлена сидінням за комп'ютером чи перед телевізором, скороченням тривалості перебування на свіжому повітрі, обумовлює формування клінічно виражених розладів у дітей.

У результаті виникають різні зміни, що характеризуються зниженням функціональних можливостей організму.

З розвитком людства відбулася зміна способу його життя. Перевага цивілізації, забезпечуючи комфортність штучного середовища перебування людини, водночас обмежили її контакт з навколишнім середовищем, нав'язавши їй не природний, а соціально зумовлений ритм та стиль життя, наслідком якого, безумовно, є зниження рівня здоров'я.

Вирішення проблеми зниження здоров'я необхідно починати якомога раніше – з дошкільного [2] та шкільного віку [10, 11].

Згідно дослідженням спеціалістів, 60 % хвороб дорослих закладаються у дитинстві [6, 7].

Вказують, що за час навчання зростає патологічна враженість органів дихання (від 387 до 540 %), ендокринної системи (від 285 % до 511 %), органу зору (від 255 до 460 %), кістково-м'язової системи (від 270 до 304%), органів травлення (від 307 до 314 %). Зростання загальної патологічної враженості школярів із першого до четвертого класу з 2358 до 2905 %, та її збільшення від 5,7 до 27,1 %, кожного навчального року вказує на негативний вплив навчальної діяльності на дітей. Зниження загальної патологічної враженості школярів із першого до четвертого класу від 12,2 % до 5,2% під час літніх канікул, також вказує на негативний вплив навчальної діяльності на дітей [12].

Встановлено зниження частки учнів із гармонійним фізичним розвитком протягом навчання з 72,3 до 59,6 %. Збільшення частки дівчат із дисгармонійним розвитком відбулося переважно за рахунок дефіциту маси тіла, а хлопців – надлишку маси тіла, що ілюструє негативний вплив середовища і невідповідність оздоровчих заходів потребам організму [1, 8, 9].

На даний час продовжують проводитися дослідження змін сукупності функціональних показників систем організму, особливо серцево-судинної та респіраторної при дії різних факторів.

Актуальність зазначеного питання і була передумовою для проведення нашого дослідження.

Вважається, що розпорядок дня має бути фізіологічно обґрунтований. Якщо ж режим дня нестабільний, змінюється протягом тижня, то в організмі буде постійно здійснюватись десинхронізація, що може призвести до поступового виснаження адаптаційних механізмів.

В умовах оздоровчого позаміського закладу працівниками створюються всі умови для відпочинку дітей. Весь світловий день планують погодинно-похвилинно. Діяльність планується так, що поєднуюється рухова активність із використанням музики, танців, повітря, води, і т.д. та оптимальний руховий режим, оздоровчі процедури, сеанси геліо- і акватерапії, ароматерапії, фітотерапії, виховних та розважальних заходів.

**Мета** нашої роботи – вивчити функціональні показники серцево-судинної системи організму у дітей різного шкільного віку

**Предмет дослідження:** фізіологічні показники серцево-судинної системи у дітей різного шкільного віку на початку літніх канікул.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У дослідженні брали участь діти 9, 13, 15 років, які відпочивали у оздоровчому позаміському таборі. Дослідження проводилось у 2014 році, у статистичну вибірку було взято результати аналізів 70 дітей. Для оцінки функціонального стану використовувалися антропометричні вимірювання (зріст, вага тіла), вимірювання показників гемодинаміки (пульсу та артеріального тиску) за стандартними методиками. Для визначення функціонального стану основних систем організму серцево-судинної та дихальної використовувалися розрахункові параметри, а саме індекс Кетле, Робінсона, Скибинського та індекс потужності В.А. Шаповалової [3, 4, 13]. У якості інтегральної фізіологічної характеристики використовували розрахункову величину адаптаційного потенціалу [13].

Всі отримані експериментальні дані було оброблено з використанням статистичного пакету Microsoft OfficeXP програми Microsoft Excell.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Характеристика фізіологічних функцій організму в шкільному віці проводилася на основі результатів досліджень показників у вікових групах 9, 13 та 16 років, які відносяться за віковою періодизацією відповідно, до молодшого, середнього та старшого шкільного віку.

Проводились дослідження антропометричних показників осіб у даних вікових групах (табл.1).

Таблиця 1

#### **Абсолютні значення антропометричних показників осіб різного віку ( $M \pm m$ )**

| Антропометричний показник | Молодший шкільний вік | Середній шкільний вік | Старший шкільний вік |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|                           | n = 25                | n=21                  | n=24                 |
| Зріст (см)                | 147,08±<br>2,28       | 160,28 ± 1,59         | 161,91± 3,21         |
| Вага (кг)                 | 38,24± 2,32           | 48,67 ± 1,32          | 53,69± 6,73          |
| Індекс Кетле              | 260,92±<br>11,35      | 305,96 ± 8,93         | 333,91± 38,52        |

Як показали результати досліджень, діти молодшого шкільного віку в цілому мають високий показник довжини тіла (147,08 ± 2,28см). Відмічається середній

показник ваги тіла ( $38,24 \pm 2,32$  кг). Причина – слабкий розвиток м'язів. На це показав і низький показник індексу Кетле ( $260,92 \pm 11,35$  ум. од.).

Показники фізичного розвитку дітей середнього шкільного віку характеризувалися високим показником довжини тіла та середнім показником ваги тіла. Показники довжини тіла достовірно ( $p \leq 0,05$ ) на 8,47 % ( $160,28 \pm 1,59$  см) більші, ніж у дітей 9 років, а вага тіла – на 21,43% ( $48,67 \pm 1,32$ кг) у порівнянні з дітьми молодшого шкільного віку.

Індекс Кетле в середньому шкільному віці був низький ( $305,96 \pm 8,93$  ум. од.).

У дітей старшого шкільного віку довжина тіла характеризувалася середньою величиною показника для даного віку ( $161,91 \pm 3,21$  см), як і вага тіла –  $53,69 \pm 6,73$  кг. Це в свою чергу підтверджувалося середнім значенням показника індексу Кетле ( $333,91 \pm 38,52$  ум. од.).

При дослідженні виявилось, що абсолютні значення показників гемодинаміки у дітей молодшого шкільного віку (показники частоти серцевих скорочень – ЧСС) високі ( $74,82 \pm 2,23$  ск/хв). У середньому шкільному віці показники гемодинаміки характеризувалися нормальними (в межах вікової норми) показниками ЧСС ( $66,34 \pm 2,32$  ск/хв).

Як показали результати досліджень, показники артеріального тиску в молодшому шкільному віці високі (АТс =  $109,08 \pm 3,12$  мм. рт. ст. та АТд =  $79,18 \pm 2,98$  мм. рт. ст.). У середньому шкільному віці показники гемодинаміки характеризувалися нормальними (в межах вікової норми) даними артеріального тиску (АТс =  $107,7 \pm 5,01$  мм. рт. ст., та АТд =  $73,76 \pm 2,21$  мм. рт. ст.).

Отже, наші результати щодо завищених показників ЧСС та АТс, АТд у дітей молодшого шкільного віку співпадають із даними літератури, і свідчать про виражену активацію у дітей цього віку симпатичного відділу вегетативної нервової системи (ВНС), що на нашу думку пов'язано з їх емоційним станом, із тим навчальним навантаженням, яке є у дітей у школі.

У старшому шкільному віці показники гемодинаміки характеризувалися дещо збільшеними величинами, що, на нашу думку, спричинено фізіолого-анатомічними віковими перебудовами з боку системи кровообігу (ЧСС =  $78,05 \pm 2,05$  ск/хв).

Показники артеріального тиску (АТс =  $105,55 \pm 1,58$  мм. рт. ст. та АТд =  $71,13 \pm 1,31$  мм. рт. ст.) лежали в межах вікової норми.

Кардіо-респіраторна система відіграє головну роль при пристосуванні до фізичних навантажень, вона забезпечує найбільш важливу функцію легеневого і тканинного дихання та біоенергетику організму при м'язовій роботі. Відповідно стану регуляторних функцій вищих відділів ЦНС формується і реакція серця на фізичне навантаження.

Проводилося вивчення реакції показників серцево-судинної системи на виконання проб Мартіне (виконання дозованого фізичного навантаження у вигляді 20 присідань за 30 сек.) та Руф'є (виконання дозованого фізичного навантаження у вигляді 30 глибоких присідань за 45 сек.) у дітей в групах молодшого, середнього та старшого шкільного віку (табл. 2).

Таблиця 2

**Абсолютні значення показників серцево-судинної системи на виконання проби Мартіне у дітей різного віку (М+m)**

| Показники серцево-судинної системи | Молодший шкільний вік | Середній шкільний вік | Старший шкільний вік |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|                                    | п = 25                | п=21                  | п=24                 |
| <b>Проба Мартіне</b>               |                       |                       |                      |
| АТс <sub>2</sub> (мм.рт.ст)        | 115,95 ± 2,63         | 131,95 ± 5,58         | 110,80 ± 6,42        |
| АТд <sub>2</sub> (мм.рт.ст)        | 77,43 ± 3,76          | 83,11 ± 3,32          | 72,73 ± 6,59         |
| ЧСС <sub>2</sub> (ск./хв.)         | 108,04 ± 3,67         | 104,86 ± 5,82         | 109,76 ± 2,69        |

Абсолютні значення показників, які характеризують діяльність серцево-судинної системи, у дітей в *молодшому шкільному віці* характеризувалися збільшенням показника АТс<sub>2</sub> (115,95 ± 2,63 мм.рт.ст.) та зменшенням показнику АТд<sub>2</sub> (77,43 ± 3,76 мм.рт.ст.) на виконання проби Мартіне. Також, після виконання проби Мартіне показник частоти серцевих скорочень (ЧСС<sub>2</sub>) був досить високим (див. табл. 2).

Треба зазначити, що менші зсуви у частоті скорочень серця (більш сприятливі хронотропні реакції) на навантаження зазвичай реєструються у молодих спортсменів, в порівнянні з нетренованими однолітками [4].

Результати наших досліджень показали низькі індекси Робінсона у молодших школярів (83,5 ± 2,41 ум. од.). Це також свідчить про порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи, недостатній функціональний розвиток у них системи кровообігу, на що вказала і проба Мартіне.

Причини таких результатів, на нашу думку різні. По-перше - вікові особливості фізичного розвитку організму. Відомо про гетерохронний принцип розвитку серцево-судинної системи. Він узгоджується з теорією системогенезу Анохіна П.К. Паралельно також при оцінці реактивності організму на навантаження за гемодинамічними показниками, треба опиратися і на відомості про асинхронний розвиток нервово-м'язового апарату серця, стрибкоподібний процес розвитку дитячого серця. Нерівномірний розвиток обумовлює появу "критичних" періодів онтогенезу, під час яких підвищення функціонального стану організму змінюється його зниженням, що й може проявлятися в реакціях на навантаження.

Низькі показники розвитку рухових якостей у молодших школярів обумовлені недостатніми функціональними можливостями кардіо-респіраторної системи за показниками індексу Шаповалової (208,85 ± 9,63 ум. од.).

Реакція серцево-судинної системи в *середньому шкільному віці* на виконання проби Мартіне проявилася у збільшенні показників пульсу (ЧСС<sub>2</sub> = 104,86 ± 5,82 ск./хв.) та артеріального тиску (АТс<sub>2</sub> = 131,95 ± 5,58 мм.рт.ст., а АТд<sub>2</sub> = 83,11 ± 3,32 мм.рт.ст.), що свідчило про стійкість функціонального

розвитку системи кровообігу. Виявилось, що у середньому шкільному віці показник  $ATc_2$  вірогідно більший на 12,13% у порівнянні з молодшим шкільним віком.

Високий показник індексу Робінсона ( $94,28 \pm 3,59$  ум. од.) в групі дітей *середнього шкільного віку* свідчив про середню регуляцію діяльності серцево-судинної системи.

Функціональні можливості кардіо-респіраторної системи у дітей середнього шкільного віку характеризувалися середнім показником індексу Шаповалової ( $232,94 \pm 8,73$  ум. од.).

Реакція системи кровообігу у *старшому шкільному віці* на виконання проби Мартіне проявлялася рівномірним збільшенням показників частоти серцевих скорочень ( $ЧСС_2 = 109,76 \pm 2,69$  ск./хв.) та артеріального тиску ( $ATc_2 = 110,80 \pm 6,42$  мм.рт.ст. та  $ATd_2 = 72,73 \pm 6,59$  мм.рт.ст.). Слід зазначити, що устаршому шкільному віці показник  $ATc_2$  вірогідно більший на 16,03% у порівнянні з середнім шкільним віком. Середнє значення показника індексу Робінсона ( $80,3 \pm 7,03$  ум.од.) свідчило про достатньо високу регуляційну здатність діяльності серцево-судинної системи у дітей *старшого шкільного віку*.

Функціональні можливості кардіо-респіраторної системи у дітей старшого шкільного віку характеризувалися середнім показником індексу Шаповалової ( $267,15 \pm 30,12$  ум.од.), вказуючи, в свою чергу, на середній рівень розвитку рухових якостей.

У процесі навчання в школі виникає стомлення учнів, яке поволі знижує ступінь адаптації організму до умов його існування. Далі можуть виникати різноманітні зміни, які характеризуються зниженням функціональних можливостей організму, що по-перше відбивається на стані серцево-судинної системи, так як саме вона відображає кількісну сторону адаптаційно-приспосувальної діяльності та можливостей всього організму. Навіть якщо ці можливості не знижені, то підтримка їх на належному рівні здійснюється за рахунок певної напруженості регуляторних систем, і передусім – центральної нервової системи, що відбивається на продуктивності розумової працездатності.

Найбільш повну картину адаптаційних перебудов може дати розгляд співвідношення між рівнями адаптаційних потенціалів. У молодшому шкільному віці відсоток осіб з задовільним адаптаційним потенціалом був 64%, а з напругою механізмів адаптації – 36%. А ось уже в середньому шкільному віці кількість осіб з напругою механізмів адаптації зросла – 56%, а з задовільною адаптацією – зменшилась до 44%. У старшому шкільному віці – відсоток дітей із напругою механізмів адаптації склав 34%, а задовільна адаптація – 66%.

Отже, відмічено зростання кількості дітей із напругою механізмів адаптації у середньому шкільному віці. На сьогодні одним із найактуальніших питань загальної і вікової фізіології є проблема своєчасної та об'єктивної оцінки поточних адаптивних можливостей організму дітей різного віку, виділення умовно критичних періодів суттєвого зниження таких можливостей, застосування в ці періоди комплексу оздоровчих і профілактичних заходів,

спрямованих на підвищення адаптації дитячого організму, збереження і розвиток рівня здоров'я [9, 10].

Як вказують дослідники, які займалися вивченням функціональних показників організму у молодших школярів діастолічний артеріальний тиск має велике значення при оцінці адаптації організму до навчального процесу. Стійке підвищення діастолічного артеріального тиску свідчить про гіподинамію і формує схильність до системного підвищення тону судин дрібних судин.

У дітей 8-9-ти років в літературі констатують високі значення ЧСС, низькі АТ та серцевого викиду, що можна пояснити активною адаптацією до навчального навантаження. У дітей 10 років відбувається зниження ЧСС, АТ, подвійного добутку, що пов'язано з економізацією функцій серця [9].

**Вказують, що суттєве підвищення ЧСС** перед початком, наприклад, навчання у молодших школярів свідчить про виражену активацію у них симпатичного відділу вегетативної нервової системи (ВНС) у зв'язку із емоційним станом. Згідно з деякими дослідженнями, у дітей 9-ти років тунус судин вищий, ніж у дітей старшого віку. Очевидно, це стосується і більш молодшого віку. Цим пояснюється тенденція до збільшення ДАТ у дітей 9-ти років. У дітей 7, 8 та 9-ти років виявили напругу вегетативної нервової системи, що регулює судинний тунус [12].

## ВИСНОВКИ

1. Під час досліджень відмічено значний відсоток дітей із напругою механізмів адаптації у всіх вікових групах і зростання кількості дітей із напругою механізмів адаптації у середньому шкільному віці (56%), що може проявитися у порушенні нейроендокринних механізмів регуляції фізіологічних функцій організму.

2. Показано порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи у молодших школярів за показником індексу Робінсона ( $83,5 \pm 2,41$  ум. од.). Це також свідчить про, недостатній функціональний розвиток у них системи кровообігу, на що вказала і проба Мартіне. Дана група характеризується недостатніми функціональними можливостями кардіо-респіраторної системи за показниками індексу Шаповалової ( $208,85 \pm 9,63$  ум. од.).

Отримані результати досліджень стали основою для розробки програми оздоровлення дітей у дитячому позаміському таборі. Колектив позаміського закладу «Зеленої гірки», який не один рік працює над вдосконаленням організаційної структури, змісту, форм та методів оздоровлення дітей [5], розробив таку програму, яка поєднує оптимальний руховий режим, оздоровчі процедури, розважально-виховні заходи, спортивну роботу, комплекси оздоровчих і профілактичних заходів, спрямованих на підвищення адаптації дитячого організму, збереження і розвиток рівня здоров'я дітей.

### *Література*

1. Динаміка фізичного розвитку дівчаток в початковій школі / О.Ю. Куракса, О.А. Беседіна, Г.М. Даниленко, Л.В. Подрігало, С.А. Пашкевич / Актуальні питання охорони здоров'я дівчат-підлітків: Матеріали III наук.-практ. конференції. Харків, 19-20 жовтня 2005 р. – Х., 2005. – С. 74-76.
2. Заєць Л.В. Комплексна оцінка стану соматичного здоров'я дітей старшого дошкільного віку / Л.В. Заєць// Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. – Л: НВФ «Українські технології», 2002 – Вип.6. – т.1. – С. 252-255.
3. Коц В.П. Коц С.М., Фізіологія людини; навч. Посіб. [для студ. вищ. навчизакл.]/ В.П. Коц, С.М.Коц,. Харків: ХНПУ, 2014. - Ч.2. – 182
4. Коц С.М., Коц В.П. Фізіологія людини.; навч. Посіб. [для студ. вищ. навчизакл.]/ С.М. Коц, В.П. Коц.Харків: ХНПУ, 2015. – 377 с.
5. Коц С.М., Коц В.П. Реалізація вирішення проблеми високої тривожності у дітей та підлітків педагогічним колективом у дитячому оздоровчому позаміському таборі / С.М. Коц, В.П. Коц. // Психологія та педагогіка сучасності: проблеми та стан розвитку науки і практики в Україні -. Львів, 2015. – С. 57-61.
6. Моїсеєнко Р.О. Частота та структура захворюваності дітей в Україні та шляхи її зниження / Р.О. Моїсеєнко // Современная педиатрия. – 2009.
7. Орда О.М. Охорона здоров'я дітей в Україні на етапі реформування галузі /О.М. Орда, Р.О. Моїсеєнко // Актуальні проблеми педіатрії на сучасному етапі.—К, 2004.
8. Особливості імунореактивності молодших школярів на протязі навчального року / Т. Грушка, О. Датченко, К. Саніна, С. Пашкевич, Ю. Філіпська, А. Шабанов, А. Яблучанський // 9-й міжнародний медичний конгрес студентів і молодих учених. Тернопіль, 21-22 квітня 2005 р. – Тернопіль: ТДМУ Укрмедкнига, 2005. – С. 227.
9. Особливості стану здоров'я та функціонування регуляторних систем організму молодших школярів в залежності від соціально-психологічної адаптації до навчання / Г.М. Даниленко, С.А. Пашкевич, М.М. Попов, А.М. Яблучанський // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – 2004. – Вип. 7, № 614. – С. 86-89.
10. Пашкевич С.А. Взаимосвязь иммунной системы и умственной работоспособности в процес се обучения младших школьников / С.А. Пашкевич, Р.С. Котенко // Вестник РГМУ. – 2003. – № 2 (28). – С. 125.
11. Пашкевич С.А. Визначення рівня здоров'я першокласників на підставі комплексної оцінки адаптаційних можливостей організму / С.А. Пашкевич, Г.М. Даниленко, О.А. Беседіна // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – 2005. – Вип. 10, № 658. – С. 89-94.
12. Пашкевич С.А. Гігієнічні особливості впливу внутрішньошкільних факторів на якість життя та здоров'я молодших школярів : автореф. дис. на ступ.канд. пед. наук : спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія» / С.А. Пашкевич – Донецьк, 2008.– 21 с.
13. Субота Н. П. Валеологія ; навч. посіб.[для студ. вищ. навчизакл.] / Н.П. Субота, С. М. Коц – Х.: ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2005. – 156с.



**Характеристика функциональных показателей сердечно-сосудистой системы организма детей школьного возраста. Коц В.П., Коц С.М.** - Проведено исследование функциональных показателей сердечно-сосудистой системы организма у детей разного возраста 9, 13, 15 лет. Непосредственно измеряли: антропометрические показатели, индекс Кетле, Робинсона, Шаповаловой. В качестве интегральной физиологической характеристики использовали расчетную величину адаптационного потенциала. В работе определили реакцию сердечно-сосудистой системы детей на физические нагрузки, что позволило разработать соответствующую программу отдыха продолжительностью двадцать один день. Отмечено значительный процент детей с напряжением механизмов адаптации во всех возрастных группах. Проба Мартине указала на недостаточное функциональное развитие системы кровообращения у младших школьников. Данная группа характеризуется недостаточными функциональными возможностями кардио-респираторной системы по показателям индекса Шаповаловой.

**Ключевые слова:** функциональное состояние системы, антропометрические измерения, адаптационный потенциал.