

## Толерантність до фізичного навантаження при артеріальній гіпертензії в дітей шкільного віку залежно від маси тіла

Ю. В. Марушко<sup>id</sup> A,E,F, Н. Г. Костинська<sup>id</sup> \*B,C,D, Т. В. Гищак<sup>id</sup> B,E

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Артеріальна гіпертензія (АГ) та ожиріння – важливі проблеми в дітей шкільного віку. У клінічній практиці ці захворювання часто поєднуються та погіршують якість життя, тому вивчення показників толерантності до фізичного навантаження має важливе науково-практичне значення.

**Мета роботи** – визначити стан толерантності до фізичного навантаження в дітей шкільного віку, які хворі на стабільну АГ, залежно від маси тіла.

**Матеріали та методи.** У дослідженні взяли участь 95 дітей віком від 9 до 18 років, яких поділили на чотири групи: перша – 18 пацієнтів із нормальними артеріальним тиском (АТ) і масою тіла; друга – 39 хворих на стабільну АГ із нормальною масою тіла; третя – 20 дітей із нормальним АТ та ожирінням; четверта – 18 осіб зі стабільною АГ та ожирінням. Толерантність до фізичного навантаження вивчали під час велоергометрії за протоколом PWC 170, оцінювали показник максимального поглинання кисню міокардом –  $V_{O_{2peak}}$  («золотий стандарт» визначення толерантності).

**Результати.** У результаті дослідження встановили, що в дітей із поєднанням первинної АГ та ожиріння клінічна картина стану характеризується вірогідно частішою наявністю скарг на запаморочення, біль у ділянці серця, головний біль і втрату свідомості. Сумарний показник бальної оцінки скарг у групі поєднаної патології первинної АГ та ожиріння становив  $5,8 \pm 1,9$  бала; це вірогідно більше ( $p < 0,01$ ), ніж у дітей із первинною АГ або ожирінням. При первинній АГ та ожирінні визначили зниження показника  $V_{O_{2peak}}$ , найбільш виражене в разі поєднання цих станів (до  $26,4 \pm 6,7$  мл/хв/кг у хлопців і до  $22,7 \pm 3,6$  мл/хв/кг у дівчат), що вказує на істотне зниження толерантності до фізичного навантаження.

**Висновки.** Поєднання первинної артеріальної гіпертензії (ПАГ) та ожиріння в підлітків суттєво погіршує їхній клінічний стан і вірогідно знижує толерантність до фізичного навантаження порівняно з ПАГ або ожирінням.

### Ключові слова:

артеріальна гіпертензія, ожиріння, велоергометрія, толерантність до фізичного навантаження,  $V_{O_{2peak}}$ , діти шкільного віку.

Запорізький медичний журнал. 2021. Т. 23, № 4(127). С. 509-515

\*E-mail: [nkostinskaya8@gmail.com](mailto:nkostinskaya8@gmail.com)

## Exercise tolerance in school-age children with hypertension based on body weight

Yu. V. Marushko, N. H. Kostynska, T. V. Hyschak

Hypertension and obesity are important problems among adolescents. In clinical practice, these diseases are often combined and worsen the quality of life, so the study on indicators of tolerance to exercise is of great scientific and practical importance.

**The aim.** To determine the state of tolerance to physical activity among school-age children with stable hypertension depending on body weight.

**Materials and methods.** The study involved 95 children aged from 9 to 18 years who were divided into four groups: the first – 18 patients with normal blood pressure and body weight; the second – 39 with stable hypertension and normal body weight; the third – 20 with normal blood pressure and obesity; the fourth – 18 children with stable hypertension and obesity. Exercise tolerance was examined during cycling ergometry according to the PWC 170 protocol; the maximum myocardial oxygen uptake index –  $V_{O_{2peak}}$  (the “gold standard” for determining tolerance) was evaluated.

**Results.** According to the study results, among children with a combination of primary hypertension and obesity, the clinical picture of the condition is characterized by significantly more frequent complaints of dizziness, heart pain, headache and loss of consciousness. The total score of complaints was  $5.8 \pm 1.9$  points in the combined pathology of primary hypertension and obesity group, which is significantly higher ( $P < 0.01$ ) than that among children with primary hypertension or obesity. In primary hypertension and obesity, there is a decrease in  $V_{O_{2peak}}$ , which is most pronounced in the combination of these conditions (up to  $26.4 \pm 6.7$  ml/min/kg among boys and up to  $22.7 \pm 3.6$  ml/min/kg among girls) indicating a significant decrease in exercise tolerance.

**Conclusions.** It has been proven that the combined pathology of primary arterial hypertension and obesity among adolescents greatly worsens the clinical condition of children and significantly reduces exercise tolerance more pronounced than in primary arterial hypertension or obesity.

### Key words:

arterial hypertension, obesity, bicycle ergometry, tolerance to physical activity,  $V_{O_{2peak}}$ , school-age children.

Zaporozhye medical journal 2021; 23 (4), 509-515

## Толерантность к физической нагрузке при артериальной гипертензии у детей школьного возраста в зависимости от массы тела

Ю. В. Марушко, Н. Г. Костинская, Т. В. Гищак

Артериальная гипертензия и ожирение являются важными проблемами у детей школьного возраста. В клинической практике эти заболевания часто сочетаются и ухудшают качество жизни, поэтому изучение показателей толерантности к физической нагрузке имеет важное научно-практическое значение.

### Ключевые слова:

артериальная гипертензия, ожирение, велоэргометрия, толерантность к физической нагрузке,  $V_{O_{2peak}}$  дети школьного возраста.

Запорожский медицинский журнал. 2021. Т. 23, № 4(127). С. 509-515

**Цель работы** – определить состояние толерантности к физической нагрузке у детей школьного возраста, больных стабильной АГ, в зависимости от массы тела.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 95 детей в возрасте от 9 до 18 лет, которых поделили на 4 группы: первая – 18 пациентов с нормальными артериальным давлением и массой тела; вторая – 39 больных стабильной АГ с нормальной массой тела; третья – 20 детей с нормальным артериальным давлением (АД) и ожирением; четвертая – 18 детей со стабильной АГ и ожирением. Толерантность к физической нагрузке изучали в ходе велоэргометрии по протоколу PWC 170, оценивали показатель максимального поглощения кислорода миокардом –  $V_{O_{2peak}}$  («золотой стандарт» определения толерантности).

**Результаты.** В результате исследования установлено, что у детей с сочетанием первичной АГ и ожирения клиническая картина состояния характеризуется достоверно более частым наличием жалоб на головокружение, боль в области сердца, головную боль и потерю сознания. Суммарный показатель балльной оценки жалоб в группе сочетанной патологии первичной АГ и ожирения составил  $5,8 \pm 1,9$  балла, что достоверно больше ( $p < 0,01$ ), чем у детей с первичной АГ или ожирением. При первичной АГ и ожирении отмечено снижение показателя  $V_{O_{2peak}}$ , которое наиболее выражено при сочетании этих состояний (до  $26,4 \pm 6,7$  мл/мин/кг у мальчиков и до  $22,7 \pm 3,6$  мл/мин/кг у девочек), что указывает на значительное снижение толерантности к физической нагрузке.

**Выводы.** Сочетание первичной артериальной гипертензии (ПАГ) и ожирения у подростков значительно ухудшает клиническое состояние детей и достоверно снижает толерантность к физической нагрузке, чем при ПАГ или ожирении.

Артеріальна гіпертензія (АГ) – одне з найпоширеніших захворювань в Україні та світі, важлива медико-соціальна проблема в дітей шкільного віку. Так, у США підвищення артеріального тиску (АТ) виявляють у 14 % школярів. В Україні, за даними різних авторів, поширеність цього захворювання становить від 1 % до 14 %, серед школярів – 12–18 %, а серед хлопців-підлітків – 25,1 % [1–4].

Ожиріння та надмірна маса тіла (МТ) – також важлива медико-соціальна проблема. Невпинне зростання поширеності цих патологій ставить багато запитань перед науковцями та лікарями всього світу. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ), поширеність ожиріння збільшилася з 4 % (1975 р.) до 18 % (2016 р.) [5]. Майже 500 млн дорослих і 124 млн дітей у світі хворіють на ожиріння. У різних країнах поширеність надмірної МТ та ожиріння становить 7–45 % [6–9]. Рівень реєстрації ожиріння в Україні недостатній – 1,3 %, тому автори порушують питання щодо гіподіагностики цього захворювання лікарями-практиками [10,11].

Відомо, що поєднання АГ й ожиріння погіршує перебіг кожного із захворювань, суттєво впливає на якість життя [12,13]. Коморбідність АГ та ожиріння підвищує ймовірність низки патологічних станів та ускладнень: цукровий діабет 2 типу, апное уві сні, кардіоваскулярні ризики [14–16]. Нині статистичних даних щодо поширеності поєднання АГ й ожиріння в дітей майже немає.

АГ діагностують частіше у людей з ожирінням, ніж у людей з нормальною МТ [17,18]. Відомо, що зменшення ваги тіла знижує показники АТ у дорослих і дітей [19,20]. Доведена роль АГ у матері під час вагітності у формуванні поєданого перебігу АГ та ожиріння у дітей 10–18-річного віку [21]. У разі підвищення індексу маси тіла (ІМТ) при АГ збільшується глибина й частота порушень функції ендотелію (у пробах ендотеліюзалежної та ендотеліюнезалежної вазодилатації), які тісно корелюють із порушеннями ліпідного спектра крові, вуглеводного обміну [22].

Один із критеріїв якості життя, що істотно погіршується при поєданому перебігу АГ та ожиріння, – толерантність до фізичного навантаження. Для цього широко використовують велоергометрію (ВЕМ) за різними методиками. У фаховій літературі є відомості щодо визначення толерантності до фізичного навантаження в дітей з АГ або ожирінням, однак робіт, що присвячені

поєднаній патології (АГ та ожиріння), обмаль, а методику визначення  $V_{O_{2peak}}$  (за сучасними уявленнями, “золотого стандарту” оцінювання толерантності до фізичного навантаження) за допомогою ВЕМ не використовували. Такі дані вкрай необхідні для розроблення методів корекції зміненої толерантності та можуть бути додатковим критерієм ефективності лікувальних заходів.

Отже, враховуючи, що АГ часто перебігає в поєднанні з ожирінням, актуальним є визначення толерантності до фізичного навантаження в таких хворих із використанням сучасних методик.

### Мета роботи

Дослідити стан толерантності до фізичного навантаження в дітей шкільного віку, які хворі на стабільну АГ, залежно від МТ.

### Матеріали і методи дослідження

У дослідженні взяли участь 95 дітей віком від 9 до 18 років (44 хлопці та 51 дівчина).

Дітей поділили на 4 групи: перша включала 18 пацієнтів із нормальним артеріальним тиском (АТ) і нормальною МТ (контрольна група); друга – 39 хворих на стабільну АГ із нормальною МТ; третя – 20 осіб із нормальним АТ та ожирінням; четверта – 18 осіб зі стабільною АГ та ожирінням.

Критерії залучення у групи дослідження – вік 9–18 років, первинні ожиріння, артеріальна гіпертензія та поєднання цих захворювань, відсутність гострих респіраторних захворювань і приймання кардіотрофічних препаратів протягом останнього місяця, згода на обстеження.

Критерії виключення з дослідження – надмірна МТ, вторинні форми ожиріння, ендокринні захворювання (гіпотиреоз, гіпокортицизм, псевдогіпотиреоз, дефіцит гормону росту), генетичні синдроми (Прадера–Віллі, Когана, Карпентера тощо), вроджені вади розвитку, захворювання нирок і наднирників, органічні захворювання головного мозку, ДЦП, вторинні АГ, а також серцева недостатність, аритмії, запальні захворювання тканин серця, аневризми аорти, дихальна недостатність, психічні розлади пацієнта, які унеможливають співпрацю з ним.

Стабільну АГ діагностували за сучасними рекомендаціями – настановою Європейського товариства з гіпертонії щодо лікування високого кров'яного тиску в дітей і підлітків [23].

Діагноз стабільної АГ встановлювали при значеннях офісного АТ, що становлять більше або дорівнюють 95 перцентилю для певного зросту та статі (триразове вимірювання), та індексі часу гіпертензії понад 50 % за даними добового моніторингу АТ (ДМАТ).

Отже, в дослідження залучили дітей із первинною стабільною артеріальною гіпертензією (далі – АГ).

Для оцінювання скарг розробили анкету, яку заповнювали діти та їхні батьки перед здійсненням інших діагностичних процедур. Анкета включала пункти про наявність скарг на запаморочення, біль у ділянці серця, головний біль і втрату свідомості. Пункти про частоту виникнення давали змогу оцінити кожну скаргу від 0 (відсутність) до 4 (максимально) балів: 1 – рідше ніж кілька разів на місяць, 2 – кілька разів на місяць, 3 – кілька разів на тиждень, 4 – кожного дня. Для статистичного аналізу використовували сумарний показник ( $\Sigma$ ), який включав бальну оцінку всіх скарг.

Поділ дітей за МТ виконали за допомогою ІМТ і нормативів перцентилів ІМТ Центру контролю і профілактики захворювань (CDC) для діагностування надмірної МТ або ожиріння в дітей і підлітків. Нормальною вважали МТ, якщо ІМТ  $\geq 10$  перцентилу та  $< 85$ . Ожиріння діагностували, якщо ІМТ  $\geq 95$  перцентилу [24].

Для оцінювання толерантності до фізичного навантаження всім дітям виконали пробу з дозованим фізичним навантаженням (велоергометричний комплекс Кардіолаб Вело з застосуванням велоергометра Kettel). Напередодні здійснення проби діти перебували у звичному для них режимі фізичної активності та не отримували препарати, що можуть впливати на толерантність до фізичного навантаження.

Під час ВЕМ використовували протокол сходиноквого дозування навантаження. Безперервно виконували запис ЕКГ у стандартних відведеннях, щохвилини вимірювали АТ. Критерії дострокового припинення тесту – будь-які скарги пацієнта, досягнення ЧСС 170 ударів за хвилину, систолічний АТ понад 250 мм рт. ст. Головна змінна дослідження – відносне споживання кисню міокардом при досягненні частоти пульсу 170 ударів за хвилину ( $V_{O_{2peak}}$ ). Цей показник є «золотим стандартом» оцінювання аеробної ємності та серцевої функції [25,26]. Результат менше ніж 38,4 мл/хв/кг для хлопців і 31,0 мл/хв/кг для дівчат оцінювали як «незадовільно» і «дуже незадовільно», вище за ці показники – «задовільно», «добре», «відмінно» [27].

Опрацювання результатів виконали за допомогою програми MedStat. Перевірку розподілу показників на нормальність здійснили за допомогою критерію Шапіро–Вілка, з'ясували, що закон розподілу для всіх груп не відрізнявся від нормального. Результати дослідження наведені як середнє значення ( $\bar{x}$ ) та середньоквадратичне відхилення (SD). Для порівняння середніх значень у чотирьох незалежних групах використали однофакторний дисперсійний аналіз, постеріорні порівняння виконали за критерієм Шеффе [18]. Для якісних ознак розраховували частоту (%) та її 95 % вірогідний інтервал (95 % ВІ). Для порівняння

якісних ознак у чотирьох групах використали критерій  $\chi^2$ -квадрат, постеріорні порівняння виконали, застосувавши поправку Бонферроні [28]. Критичний рівень значущості ( $p$ ) для перевірки статистичних гіпотез під час порівняння груп –  $p < 0,05$ .

Дослідження здійснили відповідно до міжнародних принципів виконання клінічних досліджень GCP, GLP, протокол затверджено на засіданні Комісії з питань біоетичної експертизи при НМУ імені О. О. Богомольця (протокол № 127 від 2 грудня 2019 р.). На здійснення дослідження отримали інформовану згоду батьків/опікунів дітей (текст затверджено на тому самому засіданні комісії з питань біоетичної експертизи).

## Результати

Переважна більшість дітей із поєднаною патологією АГ та ожирінням мала скарги на запаморочення – 15 (83,3 %) випадків. Біль у ділянці серця визначили у 12 (66,7 %) дітей, на головний біль частіше ніж раз на тиждень скаржилися 7 (38,9 %) осіб. Втрата свідомості на тлі фізичного навантаження за останній рік зафіксована в 9 (50 %) хворих.

При нормальному АТ та ожирінні скарги на запаморочення були у 12 (60 %) дітей, на біль у ділянці серця – у 8 (40 %), на головний біль частіше ніж раз на тиждень – у 6 (30 %) пацієнтів. Втрата свідомості за останній рік зареєстрована у 3 (15 %) осіб.

Серед дітей з АГ і нормальною МТ запаморочення виникало у 20 (51,3 %), біль у ділянці серця – у 13 (33,3 %), головний біль частіше ніж раз на тиждень – 10 (25,6 %) хворих. Втрата свідомості за останній рік була у 2 (5,1 %) пацієнтів.

3-поміж дітей із нормальними АТ і МТ запаморочення виникало в 1 (5,6 %) випадку, біль у ділянці серця – у 3 (16,7 %), головний біль – у 4 (22,2 %), втрата свідомості не зафіксована.

Під час аналізу сумарної бальної оцінки скарг найвищий показник був у групі поєднаної патології АГ та ожиріння та становив  $5,8 \pm 1,9$  бала; у групі дітей з АГ та нормальною МТ –  $2,9 \pm 1,4$  бала; в пацієнтів із нормальним АТ та ожирінням –  $3,4 \pm 1,4$  бала, у групі контролю цей показник становив  $0,44 \pm 0,60$  бала.

У результаті статистичного аналізу (однофакторний дисперсійний аналіз, постеріорні порівняння виконані за критерієм Шеффе) сумарної бальної оцінки скарг (рис. 1) виявили відмінність між групою дітей з АГ і нормальною МТ (2 група) та групою з АГ та ожирінням (4 група) ( $p < 0,01$ ), а також між групою осіб із нормальним АТ та ожирінням (3 група) та групою з АГ та ожирінням (4 група) ( $p < 0,01$ ).

Сумарна бальна оцінка скарг у першій групі статистично вірогідно нижча, ніж у 2, 3 і 4 групах ( $p < 0,01$ ).

Показники ІМТ та АТ обстежених наведені в таблиці 1. Для порівняння груп дослідження використали однофакторний дисперсійний аналіз, постеріорні порівняння виконали за критерієм Шеффе.

Отже, результати відповідають критеріям залучення в наше дослідження пацієнтів з АТ та ожирінням. У разі розвитку АГ ІЧГ САТ становив у середньому 73–79 %, що підтверджувало діагноз стабільної АГ. За наявності ожиріння ІМТ у середньому становив 27,5–27,9 кг/м<sup>2</sup>.

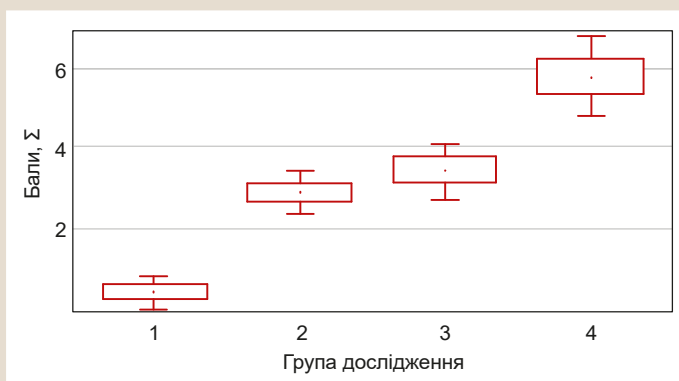


Рис. 1. Сумарна бальна оцінка скаргу у пацієнтів (запаморочення, біль у ділянці серця, головний біль і втрата свідомості), бали.

1: група дітей із нормальними АГ і МТ; 2: група з АГ і нормальною МТ; 3: група з ожирінням і нормальним АГ; 4: група з ожирінням та АГ; наведено стандартну похибку і 95 % ВІ частоти.

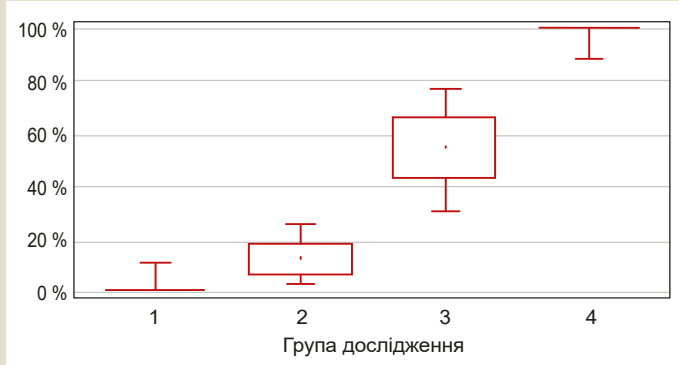


Рис. 2. Частота результату, що нижчий за «задовільний», для дітей за  $V_{O2peak}$ .

1: група з нормальною МТ і нормальним АГ; 2: група з АГ і нормальною МТ; 3: група з ожирінням і нормальним АГ; 4: група з ожирінням та АГ; наведено стандартну похибку і 95 % ВІ частоти.

Таблиця 1. Середні показники ІМТ, офісного АТ та індексу часу гіпертензії,  $\bar{X} \pm SD$

Показник, одиниці вимірювання	Нормальна МТ		Ожиріння	
	Нормальний АТ	АГ	Нормальний АТ	АГ
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	20,0 ± 2,0 <sup>3,4</sup> (n = 18)	21,8 ± 1,6 <sup>3,4</sup> (n = 39)	27,9 ± 2,2 (n = 20)	27,5 ± 2,1 (n = 18)
Систолічний АТ офісний, мм рт. ст.	113,4 ± 4,6 <sup>2,4</sup>	130,0 ± 6,3	112,0 ± 5,7 <sup>2,4</sup>	134,0 ± 5,7
ІЧГ САТ, %	12,6 ± 4,1 <sup>2,4</sup>	79,9 ± 11,0	14,5 ± 4,1 <sup>2,4</sup>	73,7 ± 14,5

ІЧГ САТ: індекс часу гіпертензії систолічного АТ; <sup>1</sup>: відмінність від групи нормальної МТ і нормального АТ статистично значуща, p < 0,01; <sup>2</sup>: відмінність від групи нормальної МТ та АГ статистично вірогідна, p < 0,05; <sup>3</sup>: відмінність від групи ожиріння та нормального АТ статистично значуща, p < 0,01; <sup>4</sup>: відмінність від групи ожиріння та АГ статистично вірогідна, p < 0,01.

Таблиця 2. Середній показник  $V_{O2peak}$  залежно від МТ та АТ,  $\pm SD$ , мл/хв/кг

Стать	Нормальна МТ		Ожиріння	
	Нормальний АТ	АГ	Нормальний АТ	АГ
Хлопці	69,5 ± 10,9 <sup>2,3,4</sup> (n = 8)	58,4 ± 10,4 <sup>1,3,4</sup> (n = 17)	43,9 ± 9,8 <sup>1,2,4</sup> (n = 10)	26,4 ± 6,7 <sup>1,2,3</sup> (n = 9)
Дівчата	52,6 ± 9,0 <sup>2,3,4</sup> (n = 10)	41,3 ± 10,6 <sup>1,4</sup> (n = 22)	33,0 ± 9,3 <sup>1</sup> (n = 10)	22,7 ± 3,6 <sup>1,2</sup> (n = 9)

Для порівняння використано однофакторний дисперсійний аналіз, постеріорні порівняння виконали за критерієм Шеффе; <sup>1</sup>: відмінність від групи нормальної МТ та нормального АТ статистично значуща, p < 0,05; <sup>2</sup>: відмінність від групи нормальної МТ та АГ статистично вірогідна, p < 0,05; <sup>3</sup>: відмінність від групи ожиріння та нормального АТ статистично значуща, p < 0,05; <sup>4</sup>: відмінність від групи ожиріння та АГ статистично вірогідна, p < 0,05; кількість дітей у групах достатня для вирішення поставлених завдань на рівні значущості p < 0,001.

У всіх обстежених за допомогою велоергометрії обчислювали середній показник пікового споживання кисню –  $V_{O2peak}$ .

За даними, що наведені в таблиці 2, АГ та ожиріння суттєво впливають на показники толерантності до фізичного навантаження. Для кожного з цих захворювань характерні вірогідно менші значення  $V_{O2peak}$  порівняно з контрольною групою. Але в дітей із поєднанням цих захворювань  $V_{O2peak}$  найнижчі – 26,4 ± 6,7 мл/хв/кг у хлопців (p < 0,05) і 22,7 ± 3,6 мл/хв/кг – у дівчат (p < 0,05).

Визначили однакові тенденції щодо зменшення показника  $V_{O2peak}$  у хлопців і дівчат. Але середнє значення  $V_{O2peak}$  у дівчат дещо нижче, ніж у хлопців. Ця різниця не є статистично значущою у групах пацієнтів.

Проаналізували частоту «незадовільного» та «дуже незадовільного» стану толерантності до фізичного навантаження у дітей залежно від МТ та АТ. Використовували сумарний показник незадовільної толерантності («незадовільний» + «дуже незадовільний»). Дані наведені на рис. 2.

Отже, визначивши стан толерантності до фізичного навантаження, встановили зростання (p < 0,05) частоти результату, що нижчий за «задовільний», у групі ожиріння та нормального АТ до 55 % порівняно з групою з нормальною МТ і нормальним АТ (0 %) та групою нормальної МТ та АГ (12,8 %). У разі коморбідності АГ та ожиріння в усіх пацієнтів зафіксували «незадовільний» і «дуже незадовільний» стан толерантності до фізичного навантаження.

## Обговорення

Результати дослідження показали, що наявність стабільної АГ, ожиріння й, особливо, їхнього поєднання негативно впливає на пікове споживання кисню міокардом. Загалом це свідчить про знижену толерантність до фізичного навантаження.

В окремих дослідженнях описано стан толерантності до фізичного навантаження в дорослих і дітей при «ізолюваних» АГ та ожирінні. Так, Р. Н. Кільдебєкова і співавт. вивчали толерантність до фізичного навантаження в 92 дорослих пацієнтів – група зі стабільною АГ із нормальною МТ і група зі стабільною АГ і надмірною МТ. Толерантність до фізичного навантаження визначали за допомогою ВЕМ. Вивчали суб'єктивні відчуття пацієнтів (самопочуття, активність, настрої), АТ і динаміку толерантності до фізичного навантаження під впливом розробленої авторами програми фізичної реабілітації. Показник  $V_{O2peak}$  не вивчали [29].

Коротких С. М. і співавт. визначали толерантність до фізичного навантаження у 120 дітей віком 14–17 років з ожирінням і нормальною МТ. Толерантність до фізичного навантаження визначали за допомогою тредміл-тесту. Головні змінні дослідження – систолічний АТ і частота серцевих скорочень на тлі навантаження. Автори встановили зниження толерантності до фізичного навантаження в дітей з ожирінням. Однак пацієнтам не виконували ВЕМ, показник  $V_{O2peak}$  не вивчали [30].

У попередньому дослідженні [31] виявили, що при первинній АГ у дітей 10–17 років відбувається зниження функціональних резервів міокарда, визначили

підвищене та неекономне витрачання цих резервів під час фізичного навантаження. Результати отримали завдяки визначенню індексу ефективності роботи серця та відносного максимального споживання кисню, але в дослідженні не залучали дітей з ожирінням, показник  $V_{O_{2peak}}$  не вивчали.

Drinkard B. et al. [32] довели: за наявності ожиріння толерантність до фізичного навантаження нижча, ніж у людей того самого віку з нормальною МТ. У дослідженні взяли участь 141 дитина віком 12–17 років з ІМТ  $\geq 95$  перцентилу та 48 дітей із нормальною МТ. Для визначення стану толерантності до фізичного навантаження всім обстеженим виконали ВЕМ. Крім інших показників, вивчали  $V_{O_{2peak}}$ . У пацієнтів з ожирінням цей показник становив  $35,3 \pm 6,4$  мл/хв/кг, у дітей із нормальною МТ –  $46,8 \pm 7,9$  мл/хв/кг ( $p < 0,001$ ). Однак діти з АГ не були стратифіковані в окремі групи, хоча автори зазначили, що такі пацієнти брали участь у дослідженні.

Результати нашого дослідження показали, що при коморбідності АГ та ожиріння стан толерантності до фізичного навантаження знижується вірогідно сильніше, ніж за наявності одного із цих захворювань. Це узгоджується з результатами дослідження Я. В. Гірша і співавт. [33]. У їхньому дослідженні взяли участь 118 пацієнтів 11–17 років із первинно виявленою АГ, яких поділили на 5 груп (1 – діти з АГ, 2 – діти з АГ та ожирінням 1 ст., 3 – діти з АГ та ожирінням 2 ст., 4 – діти з АГ та метаболічним синдромом, 5 – контрольна). Визначаючи толерантність до фізичного навантаження, порівнювали результати тредміл-тесту та велоергометрії для оптимізації діагностичних можливостей. З'ясували, що пацієнти з поєднанням АГ та ожиріння навантаження на тредміл-тесті переносять краще, а результати, на думку авторів, є більш інформативними. Однак показник  $V_{O_{2peak}}$  у дослідженні не визначали.

Отже, наші дослідження показали, що в дітей з АГ та ожирінням відбувається погіршення толерантності до фізичного навантаження. Найбільше виражені ці зміни при поєднаній патології – АГ та ожиріння. Результати свідчать про необхідність розроблення нових та удосконалення чинних програм поліпшення толерантності до фізичного навантаження в дітей зі стабільною АГ, враховуючи МТ.

## Висновки

1. У дітей із поєднанням первинної АГ та ожиріння вірогідно частіше реєстрували скарги на запаморочення, біль у ділянці серця, головний біль і втрату свідомості. Сумарний показник бальної оцінки скарг у групі поєднаної патології первинної АГ та ожиріння становив  $5,8 \pm 1,9$  бала; це вірогідно більше ( $p < 0,01$ ), ніж у дітей із первинною АГ або ожирінням.

2. При первинній АГ та ожирінні відбувається зниження показника  $V_{O_{2peak}}$ , найбільш виражене в разі поєднання цих станів (до  $26,4 \pm 6,7$  мл/хв/кг у хлопців і до  $22,7 \pm 3,6$  мл/хв/кг у дівчат), що вказує на істотне зниження толерантності до фізичного навантаження.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у вдосконаленні наявних і розробленні нових методів покращення толерантності до фізичного навантаження в дітей шкільного віку, які хворі на артеріальну гіпертензію та ожиріння.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare

Надійшла до редакції / Received: 22.03.2021

Після доопрацювання / Revised: 19.04.2021

Прийнято до друку / Accepted: 12.05.2021

## Відомості про авторів:

Марушко Ю. В., д-р мед. наук, професор, зав. каф. педіатрії післядипломної освіти, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

ORCID ID: [0000-0001-8066-9369](https://orcid.org/0000-0001-8066-9369)

Костинська Н. Г., PhD-аспірант каф. педіатрії післядипломної освіти, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

ORCID ID: [0000-0002-1922-3381](https://orcid.org/0000-0002-1922-3381)

Гишак Т. В., д-р мед. наук, професор каф. педіатрії післядипломної освіти, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

ORCID ID: [0000-0002-7920-7914](https://orcid.org/0000-0002-7920-7914)

## Information about authors:

Marushko Yu. V., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatrics of Postgraduate Education, Bohomolets Medical University, Kyiv, Ukraine.

Kostynska N. H., MD, PhD-student of the Department of Pediatrics of Postgraduate Education, Bohomolets Medical University, Kyiv, Ukraine.

Hyshchak T. V., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Pediatrics of Postgraduate Education, Bohomolets Medical University, Kyiv, Ukraine.

## Сведения об авторах:

Марушко Ю. В., д-р мед. наук, профессор, зав. каф. педиатрии последилового образования, Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г. Киев, Украина.

Костинская Н. Г., PhD-аспирант каф. педиатрии последилового образования, Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г. Киев, Украина.

Гишак Т. В., д-р мед. наук, профессор каф. педиатрии последилового образования, Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г. Киев, Украина.

## Список літератури

- [1] Поширеність надлишкової маси тіла та підвищеного артеріального тиску серед школярів різних регіонів України / В. Г. Майданик та ін. *Міжнародний журнал педіатрії, акушерства та гінекології*. 2013. Т. 3. № 1. С. 33-39. URL : <http://ijpog.org/downloads/4/5.pdf>
- [2] Недельська Є. В. Клініко-математична модель для прогнозування ефективності проведення фізичної реабілітації у підлітків з артеріальною гіпертензією. *Здоров'я ребенка*. 2016. № 3. С. 22-26. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.3.71.2016.76260>
- [3] Коренев Н. М., Бессонова И. Н. Состояние почечного кровотока и эндотелиальная функция почек у подростков с артериальной гипертензией и гиперурикемией. *Перинатология и педиатрия*. 2014. № 2. С. 80-84.
- [4] Марушко Ю. В., Гишак Т. В. Корекція астенонервотичних проявів у дітей з первинною артеріальною гіпертензією на фоні прийому препарату Ноофен. *Здоров'я ребенка*. 2016. № 3. С. 33-39.
- [5] Obesidad: ¿Factor de riesgo o enfermedad? / C. Aguilera et al. *Revista medica de Chile*. 2019. Vol. 147. Issue 4. P. 470-474. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400470>
- [6] Forno E., Celedón J. C. The effect of obesity, weight gain, and weight loss on asthma inception and control. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*. 2017. Vol. 17. Issue 2. P. 123-130. <https://doi.org/10.1097/ACI.0000000000000339>
- [7] American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines Formedical Care of Patients with Obesity / W. T. Garvey et al. *Endocrine Practice*. 2016. Vol. 22. Suppl. 3. P. 1-203. <https://doi.org/10.4158/EP161365.GL>
- [8] New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: Length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age / A. Saari et al. *Annals of Medicine*. 2011. Vol. 43. Issue 3. P. 235-248. <https://doi.org/10.3109/07853890.2010.515603>

- [9] Chooi Y. C., Din C., Magkos F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism: Clinical and Experimental*. Vol. 92. P. 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
- [10] Мисюра К. В. К вопросу о различиях в массе тела городского населения, посещающего поликлинические учреждения. *Научный результат. Серия: медицина и фармацевтика*. 2015. Т. 1. № 1. С. 75-80.
- [11] Зелінська Н. Б., Руденко Н. Г., Крушинська З. Г. Хвороби ендокринної системи в дітей України у 2017 році: показники поширеності й захворюваності та їх динаміка. *Український журнал дитячої ендокринології*. 2018. № 2. С. 5-15. <http://doi.org/10.30978/DE2018-2-5>
- [12] Клініко-інструментальні та морфологічні паралелі при поєднанні хронічного гастродуоденіту й первинної артеріальної гіпертензії в дітей / Ю. В. Марушко та ін. *Запорозький медичний журнал*. 2020. Т. 22. № 3. С. 350-355. <http://doi.org/10.14739/2310-1210.2020.3.204918>
- [13] Health-related quality of life in pediatric patients with high-normal blood pressure and primary arterial hypertension / Yu. Marushko et al. *Family Medicine & Primary Care Review*. 2020. Vol. 22. Issue 4. P. 291-296. <https://doi.org/10.5114/fmpcr.2020.100433>
- [14] Нетяженко В. З., Баженова Н. М. Вплив ожиріння на стан тромбоцитарно-плазматичного гемостазу у хворих на гіпертонічну хворобу у поєднанні з неалкогольною жировою хворобою печінки. *Сімейна медицина*. 2020. № 4. С. 56-62.
- [15] Ризик виникнення хронічної хвороби нирок та цукрового діабету у хворих на артеріальну гіпертензію / В. С. Джуряк та ін. *Сімейна медицина*. 2017. № 2. С. 51-54.
- [16] Ковальова О. Н., Сітіна І. В. Особливості параметрів добового моніторингу артеріального тиску у хворих із коморбідністю ожиріння та гіпертонічної хвороби. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2013. № 5. С. 21-25.
- [17] Гишак Т. В., Марушко Ю. В. Фази адаптації у дітей із первинною артеріальною гіпертензією. *Sovremennaya pediatriya*. 2016. Т. 7. № 79. С. 88-93. <https://doi.org/10.15574/SP.2016.79.88>
- [18] Марушко Ю. В., Гишак Т. В. Аналіз і перспективи нових клінічних рекомендацій ААР (2017) скринінгу і контролю високого артеріального тиску у дітей та підлітків. *Sovremennaya pediatriya*. 2018. Т. 4. № 92. С. 27-39. <https://doi.org/10.15574/SP.2018.92.27>
- [19] Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents / J. T. Flynn et al. *Pediatrics*. 2017. Vol. 140. Issue 3. P. e20171904. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>
- [20] Швець Н. В. Особливості перебігу артеріальної гіпертензії, поєднаної з остеоартрозом, у пацієнтів з ожирінням, оптимізація лікувальної тактики: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.02 / Запоріж. держ. мед. ун-т. Запоріжжя, 2016. 23 с.
- [21] Кожокар С. В., Мэтрэгуна Н. Г., Бикир-Тхоряк Л. И. Перинатальное программирование артериальной гипертензии и ожирения у детей. *Modern pediatrics. Ukraine*. 2019. Т. 4. № 100. С. 24-32. <https://doi.org/10.15574/SP.2019.100.24>
- [22] Коренев М. М., Богмат Л. Ф., Носова О. М. Артеріальна гіпертензія та ожиріння в підлітків. *Український журнал дитячої ендокринології*. 2014. № 2. С. 79-80.
- [23] 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents / E. Lurbe et al. *Journal of Hypertension*. 2016. Vol. 34. Issue 10. P. 1887-1920. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001039>
- [24] Pediatric Obesity-Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline / D. M. Styne et al. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2017. Vol. 102. Issue 3. P. 709-757. <https://doi.org/10.1210/clinem.2016-2573>
- [25] Massin M. M. The role of exercise testing in pediatric cardiology. *Archives of Cardiovascular Diseases*. 2014. Vol. 107. Issue 5. P. 319-327. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2014.04.004>
- [26] Maximal oxygen consumption and oxygen uptake efficiency in adolescent males / S. Sheridan et al. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2021. Vol. 19. Issue 2. P. 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.11.001>
- [27] Тавровська Т. В. Велозометрія. Санкт-Петербург, 2007. 134 с.
- [28] Посібник з біостатистики. Аналіз результатів медичних досліджень у пакеті EZR (R-statistics) / В. Г. Гур'янов та ін. Київ: Вістка, 2018. 208 с.
- [29] Кильдебекова Р. Н., Дмитриев А. В., Низамов А. К. Отдаленные эффекты влияния физических упражнений на сердечно-сосудистую систему больных артериальной гипертензией. *Медицина*. 2016. № 3. С. 90-96.
- [30] Коротких С. М., Волынкина Е. А., Шумская О. Д. Некоторые аспекты пищевого поведения и физической работоспособности у подростков с избыточной массой тела и ожирением. *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2020. Т. 9. № 2. С. 105-107. <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2020-9-2-105-107>
- [31] Марушко Ю. В., Гишак Т. В. Особливості функціональних резервів серцево-судинної системи за результатами велоергометрії у дітей з первинною артеріальною гіпертензією і дефіцитом магнію та корекція виявлених порушень. *Sovremennaya pediatriya*. 2017. Т. 1. № 81. С. 92-98. <https://doi.org/10.15574/sp.2017.81.92>
- [32] Oxygen-Uptake Efficiency Slope as a Determinant of Fitness in Overweight Adolescents / B. Drinkard et al. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007. Vol. 39. Issue 10. P. 1811-1816. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31812e52b3>
- [33] Роль и место велоэргометрии и тредмил-теста в оценке функционального состояния пациентов-подростков с артериальной гипертензией и различной массой тела / Я. В. Гириш, В. В. Мещеряков, Т. М. Сомова, О. А. Велиева. *Медицина и образование в Сибири*. 2014. № 5. С. 28.

## References

- [1] Maydannik, V. G., Haytovych, N. V., Pavlyshyn, G. A., Ivanko, A. G., Nechytaylo, Yu. N., & Ocheretko, V. V. (2013). Poshyrenist nadlyshkovoї masy tila ta pidvyshchenno артеріального тиску серед школярів різних регіонів України [Prevalence of overweight and high blood pressure among schoolchildren in different regions of Ukraine]. *Mezhdunarodnyi zhurnal pediatrii, akusherstva i ginekologii*, 3(1), 33-39. <http://ijpog.org/downloads/4/5.pdf> [in Ukrainian].
- [2] Nedelska, Ye. V. (2016). Kliniko-matematychna model dlia prohnozuvannya efektyvnosti provedennia fizychnoi reabilitatsii u pidlitkiv z артеріальною гіпертензією [Clinical and Mathematical Model for Predicting the Effectiveness of Physical Rehabilitation in Adolescents with Hypertension]. *Zdorov'e rebenka*, (3), 22-26. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.3.71.2016.76260> [in Ukrainian].
- [3] Korenev, N. M., & Bessonova, I. N. (2014). Sostoyanie pochechnogo krovotoka i endotelial'naya funktsiya pochek u podrostkov s артеріальною гіпертензією і гіперурікемією [Status of renal blood flow and renal endothelial function in adolescents with hypertension and hyperuricemia]. *Perinatologiya i pediatriya*, (2), 80-84. [in Ukrainian].
- [4] Marushko, Yu. V., & Hyschak, T. V. (2016). Korektsiia astenonevrotichnykh proiaviv u ditei z pervynnoiu артеріальною гіпертензією на фоні прийому препаратів Ноофен [Correction of asthenoneurotic manifestations in children with primary hypertension on the background of noophen administration]. *Zdorov'e rebenka*, (3), 33-39. [in Ukrainian].
- [5] Aguilera, C., Labbé, T., Busquets, J., Venegas, P., Neira, C., & Valenzuela, Á. (2019). Obesidad: ¿Factor de riesgo o enfermedad? *Revista medica de Chile*, 147(4), 470-474. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400470>
- [6] Forno, E., & Celedón, J. C. (2017). The effect of obesity, weight gain, and weight loss on asthma inception and control. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 17(2), 123-130. <https://doi.org/10.1097/ACI.0000000000000339>
- [7] Garvey, W. T., Mechanick, J. I., Brett, E. M., Garber, A. J., Hurlley, D. L., Jastreboff, A. M., Nadolski, K., Pessah-Pollack, R., Plodkowski, R., & Reviewers of the AACE/ACE Obesity Clinical Practice Guidelines. (2016). American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines Formedical Care of Patients with Obesity. *Endocrine Practice*, 22(Suppl. 3), 1-203. [https://doi.org/10.4158/EP161365\\_GL](https://doi.org/10.4158/EP161365_GL)
- [8] Saari, A., Sankilampi, U., Hannila, M. L., Kiviniemi, V., Kesseli, K., & Dunkel, L. (2011). New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: Length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age. *Annals of Medicine*, 43(3), 235-248. <https://doi.org/10.3109/07853890.2010.515603>
- [9] Chooi, Y. C., Ding, C., & Magkos, F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 92, 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
- [10] Misyura, K. V. (2015). K voprosu o razlichyakh v masse tela gorodskogo naseleniya, poseshchayushchego poliklinicheskie uchrezhdeniya [Various body mass in the urban population visiting polyclinics]. *Nauchnyi rezul'tat. Seriya: meditsina i farmatsiya*, 1(1), 75-80. [in Russian].
- [11] Zelinska, N. B., Rudenko, N. H., & Krushinska, Z. G. (2018). Khvoroby endokrynnoi systemy u ditei Ukrainy u 2017 rotsi: pokaznyky poshyrenosti y zakhvoriuvanosti ta yikh dinamika [Diseases of endocrine system in children of Ukraine in 2017: indicators of prevalence and incidence and their dynamics]. *Ukrainskyi zhurnal dityachoi endokrynologii*, (2), 5-15. <http://doi.org/10.30978/DE2018-2-5> [in Ukrainian].
- [12] Marushko, Yu. V., Zlobynets, A. S., Hychka, S. H., Hyschak, T. V., Khomych, O. V., & Hrynevych, I. V. (2020). Kliniko-instrumentalni ta morfolohichni paraleli pry poiednanni khronichnoho hastrroduodenuitu y pervynnoi артеріальною гіпертензією у дітей [Clinical, instrumental and morphological parallels in combination of chronic gastroduodenitis and primary hypertension in children]. *Zaporozhye medical journal*, 22(3), 350-355. <http://doi.org/10.14739/2310-1210.2020.3.204918> [in Ukrainian].
- [13] Marushko, Yu., Hyschak, T., Marushko, T., Onufriev, O., Zlobynets, A., & Khomych, O. (2020). Health-related quality of life in pediatric patients with high-normal blood pressure and primary arterial hypertension. *Family Medicine & Primary Care Review*, 22(4), 291-296. <https://doi.org/10.5114/fmpcr.2020.100433>

- [14] Netyazhenko, V. Z., & Bazhenova, N. M. (2020). Vplyv ozhyrinnia na stan trombocytarno-plazmovoho hemostazu u khvorykh na hipertoničnu khvorobu u poiednanni z nealkoholnoiu zhyrovouiu khvorobou pechiniy [The effect of obesity on the state of platelet-plasma hemostasis in patients with essential hypertension in combination with non-alcoholic fatty liver disease]. *Simeina medytsyna*, (4), 56-62. [in Ukrainian].
- [15] Dzhuriak, V. S., Bondarchuk, I. V., Sydorčuk, L. P., Semianiv, M. M., Repchuk, Yu. V., Kryklyvets, L. H., & Filiundra, I. H. (2017). Ryzkyk vynyknennia khronichnoi khvoroby nyrok ta tsukrovoho diabetu u khvorykh na arterialnu hipertenziiu [The risk of chronic kidney disease and diabetes mellitus in patients with arterial hypertension]. *Simeinaya meditsina*, (2), 51-54. [in Ukrainian].
- [16] Kovaliova, O. N., & Sytina, I. V. (2013). Osoblyvosti parametrv dobovoho monitoruvannia arterialnogo tysku u khvorykh iz komorbidityu ozhyrinnia ta hipertoničnoi khvoroby [Features of the parameters of daily blood pressure monitoring in patients with comorbidities of obesity and hypertension]. *Mizhnarodnyi endokrynolohichnyi zhurnal*, (5), 21-25. [in Ukrainian].
- [17] Hyschak, T. V., & Marushko, Iu. V. (2016). Fazy adaptatsii u ditei iz pervynnoiu arterialnoiu hipertenzieiu [Adaptation phase in children with primary hypertension]. *Sovremennaya pediatriya*, 7(79), 88-93. <https://doi.org/10.15574/SP.2016.79.88> [in Ukrainian].
- [18] Marushko, Yu. V., & Hyschak, T. V. (2018). Analiz i perspektivy novykh klinichnykh rekomendatsii AAR (2017) skryninhu i kontroliu vysokoho arterialnogo tysku u ditei ta pidlitkiv. [Analysis and prospects of new clinical guidelines AAP(2017) for screening and control of high blood pressure in children and adolescents]. *Sovremennaya pediatriya*, 4(92), 27-39. <https://doi.org/10.15574/SP.2018.92.27> [in Ukrainian].
- [19] Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., de Ferranti, S. D., Dionne, J. M., Falkner, B., Flinn, S. K., Gidding, S. S., Goodwin, C., Leu, M. G., Powers, M. E., Rea, C., Samuels, J., Simasek, M., Thaker, V. V., Urbina, E. M., & SUBCOMMITTEE ON SCREENING AND MANAGEMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE IN CHILDREN. (2017). Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 140(3), Article e20171904. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>
- [20] Shvets, N. V. (2016). *Osoblyvosti perebihu arterialnoi hipertenzii, poiednanoi z osteoartrozom, u patsientiv z ozhyrinniam, optymizatsiia likuvainoi taktyky.* (Avtoref. dis. ... kand. med. nauk). [Characteristics of the combined course of arterial hypertension and osteoarthritis in obese patients, optimization of treatment tactics]. (Extended abstract of candidate's thesis). Zaporizhzhia. [in Ukrainian].
- [21] Cojocar, S. V., Metregune, N. G., & Bikir-Tkhoryak, L. I. (2019). Perinatal'noe programmirovaniie arterial'noi gipertenzii i ozhyreniia u detei [Perinatal Programming of Hypertension and Obesity in Children]. *Modern pediatrics. Ukraine*, 4(100), 24-32. <https://doi.org/10.15574/SP.2019.100.24> [in Russian].
- [22] Koreniev, M. M., Bohmat, L. F., & Nosova, O. M. (2014). Arterialna hipertenzia ta ozhyrinnia v pidlitkiv [Hypertension and obesity in adolescents]. *Ukrainskyi zhurnal dytichoi endokrynolohii*, (2), 79-80. [in Ukrainian].
- [23] Lurbe, E., Agabiti-Rosei, E., Cruickshank, J. K., Dominiczak, A., Erdine, S., Hirth, A., Invitti, C., Litwin, M., Mancia, G., Pall, D., Rascher, W., Redon, J., Schaefer, F., Seeman, T., Sinha, M., Stabouli, S., Webb, N. J., Wühl, E., & Zanchetti, A. (2016). 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *Journal of Hypertension*, 34(10), 1887-1920. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001039>
- [24] Styne, D. M., Arslanian, S. A., Connor, E. L., Farooqi, I. S., Murad, M. H., Silverstein, J. H., & Yanovski, J. A. (2017). Pediatric Obesity-Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(3), 709-757. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-2573>
- [25] Massin, M. M. (2014). The role of exercise testing in pediatric cardiology. *Archives of Cardiovascular Diseases*, 107(5), 319-327. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2014.04.004>
- [26] Sheridan, S., McCarren, A., Gray, C., Murphy, R. P., Harrison, M., Wong, S., & Moyna, N. M. (2021). Maximal oxygen consumption and oxygen uptake efficiency in adolescent males. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 19(2), 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.11.001>
- [27] Tavrov's'ka, T. V. (2007). *Veloergometriya. [Cycle ergometry]*. Sankt-Peterburg. [in Russian].
- [28] Hurianov, V. H., Liakh, Yu. Ye., Parii, V. D., Korotkyi, O. V., Chalyi, O. V., Chalyi, K. O., & Tsekhmister, Ya. V. (2018). *Posibnyk z biostatystyky. Analiz rezul'tativ medychnykh doslidzhen u paketi EZR (R-statistics) [Handbook of Biostatistics. Analysis of the medical research results using EZR (R - statistics) software]*. Vistka. [in Ukrainian].
- [29] Kildebekova, R. N., Dmitriev, A. V., & Nizamov, A. K. (2016). Otdalennye efekty vliianiya fizicheskikh uprazhnenii na serdechno-sosudistuyu sistemu bol'nykh arterial'noi gipertenzieiu [The long-term results of physical training programme for patients with arterial hypertension (physiological and psychological aspects)]. *Meditsina*, (3), 90-96. [in Russian].
- [30] Korotkov, S. M., Volynkina, K. A., & Shumska, O. D. (2020). Nekotorye aspekty pishchevogo povedeniya i fizicheskoi rabotosposobnosti u podrostkov s izbytochnoi massoi tela i ozhyreniem [Some aspects of eating behavior and physical performance in overweight adolescents]. *Endokrinologiya: novosti, mneniya, obuchenie*, 9(2), 105-107. <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2020-9-2-105-107> [in Russian].
- [31] Marushko, Yu. V., & Hyschak, T. V. (2017). Osoblyvosti funktsionalnykh rezerviv sertsevo-sudynnoi systemy za rezul'tatamy veloergometrii u ditei z pervynnoiu arterialnoiu hipertenzieiu i defitsytom mahniu ta korektsiia vyjavlenykh porushen [Features of cardiovascular systems functional reserves according to a bicycle stress test in children with primary hypertension and magnesium deficiency and correction of revealed violations]. *Sovremennaya pediatriya*, 1(81), 92-98. <https://doi.org/10.15574/sp.2017.81.92> [in Ukrainian].
- [32] Drinkard, B., Roberts, M. D., Ranzenhofer, L. M., Han, J. C., Yanoff, L. B., Merke, D. P., Savastano, D. M., Brady, S., & Yanovski, J. A. (2007). Oxygen-Uptake Efficiency Slope as a Determinant of Fitness in Overweight Adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(10), 1811-1816. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31812e52b3>
- [33] Meshcheryakov, V. V., Girsh, Y. V., Somova, T. M., & Velieva, O. A. (2014). Rol' i mesto veloergometrii i tredmil-testa v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya patsientov-podrostkov s arterial'noi gipertenzieiu i razlichnoi massoi tela [Role and place of cycle ergometry and treadmill test in assessment of functional state at teenage patients with arterial hypertension and various body weight]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*, (5), Article 28. [in Russian].