

## ПЕДІАТРІЯ

УДК 616-053.6:613.25:613.65

*Г.С. Сенаторова, Т.В. Чайченко, Н.К. Мацієвська, Н.Р. Бужинська*  
*Харківський національний медичний університет*

### **ТОЛЕРАНТНІСТЬ ДО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДІТЕЙ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ НАДЛИШКУ МАСИ ТІЛА**

Визначали реакцію серцево-судинної системи 44 дітей з різним ступенем надлишку маси тіла шляхом велоергометричного обстеження за схемою переривчастого ступінчато-зростаючого навантаження. Встановлено, що у більшості обстежених дітей реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою у порівнянні з показником дітей з нормальною масою тіла, переважно через гіпертонічний варіант реакції гемодинаміки зі зниженням хронотропного та підвищенням інотропного резервів серця при прогресивному (при збільшенні індексу маси тіла) зниженні споживання кисню із порушенням реполяризації на ЕКГ і подовженням відновлювального періоду. Визначено, що у пацієнтів з надлишком маси інсулінорезистентність і діастолічна дисфункція міокарда лівого шлуночка із відносним скороченням тривалості діастолі у спокої є несприятливими у відношенні формування неадекватних реакцій на фізичне навантаження.

**Ключові слова:** *фізичне навантаження, ожиріння, підлітки.*

Серцево-судинні захворювання є провідним чинником захворюваності і летальності дорослих, а епідемічна швидкість розповсюдження ожиріння у дітей формує реальний тягар для майбутнього суспільства [1]. Відомо, що особи, які мали ожиріння в дитинстві, страждають на коронарну хворобу серця з більш раннього віку у порівнянні із загальною популяцією [2]. В результаті найбільш авторитетного дослідження в цій галузі ожиріння є незалежним предиктором кардіоваскулярного ризику вже в дитячому віці популяції [3].

Лікування дітей з ожирінням є достатньо складним у зв'язку з тим, що 90 % інтервенцій, які дозволені для використання в педіатрії, є нефармакологічними, а саме: дієтотерапія і підвищення рівня фізичних навантажень [4]. В той же час зміна ресурсу енергозабезпечення при надлишку маси, супутні артеріальна гіпертензія та метаболічна кардіоміопатія, про які йдеться у численних дослідженнях, присвячених ожирінню, апріорі асоціюються з особливостями реакції на фізичне навантаження, що потребує додаткового порівняння результатів у дітей з нормальною та надлишковою масою тіла для визначення способів базисного фітнесу.

Мета дослідження — поліпшення якості лікування дітей з ожирінням шляхом встановлення варіантів толерантності до фізичних навантажень.

**Об'єкт і методи.** Обстежено 44 дитини з надлишковою масою (ризиком ожиріння) та ожирінням у віці від 10 до 17 років із розподілом на групи згідно із перцентильним значенням індексу маси тіла (ІМТ) з урахуванням стандартних відхилень (СВ) для віку

© Г.С. Сенаторова, Т.В. Чайченко, Н.К. Мацієвська, Н.Р. Бужинська, 2012

і статі за критеріями ВООЗ: 1-ша група — 11 осіб з ІМТ 85–95 перцентилей (+ 1–2 СВ), 2-га — 18 дітей з ІМТ більш ніж 95 перцентилей (+ 2–3 СВ), 3-тя — 15 дітей з ІМТ більш ніж 95 перцентилей (+ >3 СВ). Групу контролю становили 45 практично здорових дітей, обстежених за тією самою методикою. Функціональні можливості серцево-судинної системи за умов фізичного навантаження вивчали на електрокардіографічному діагностичному комплексі з велоергометричною системою «CardioLab2000» (ХАИ-МЕДИКА, м. Харків). Навантаження проводили за схемою переривчастого ступінчасто-зростаючого навантаження (навантаження на 1-му етапі — 0,5 Вт/кг, на 2-му — 1 Вт/кг, на 3-му — 1,5 Вт/кг) з тривалістю кожного етапу 3 хвилини в позиції сидіння при швидкості педалювання 60 об/хв. Періоди навантаження чергувалися з періодами 3-хвилинного відпочинку. Під час велоергометрії безперервно контролювали зміни ЕКГ, рівень систолічного і діастолічного тиску (САТ і ДАТ), частоту серцевих скорочень (ЧСС) з урахуванням

конаної роботи (ОВР). Максимальне споживання кисню (МСК) обчислювали автоматично програмою «КАРДИОКОМ» діагностичного комплексу з велоергометричною системою «CardioLab2000». При цьому враховувались вік, зріст, маса пацієнта, максимальна ЧСС і ступінь фізичного навантаження, а також показники номограми Astrand. Розраховували такі показники: хронотропний резерв серця (ХРС), індекс хронотропного резерву серця (ІХРС), інотропний резерв серця (ІРС), індекс інотропного резерву серця (ІІРС), подвійний добуток (ПД) за стандартними формулами [5]. Протипоказань до проведення проби не було діагностовано в жодній дитині. Аналіз результатів обстеження проводили за допомогою стандартних методів статистичного аналізу з використанням пакетів прикладних програм Microsoft Office Excel і STATISTICA 7.0 FOR WINDOWS (StatSoft Inc.).

**Результати та їх обговорення.** Загальний результат проби з дозованим фізичним навантаженням подано в табл. 1.

*Таблиця 1. Загальний результат проби з фізичним навантаженням у дітей з надлишком маси, %*

Характеристики проби	Середнє значення	95 % довірчий інтервал
Проба цілком		
задовільна	9,09	0,42–17,77
знижена (порогова)	84,09	73,06–95,12
незадовільна	6,81	0,00–14,41
Варіант реакції гемодинаміки		
нормотонічний	31,82	17,76–45,84
гіпертонічний	68,18	54,16–82,24
гіпотонічний	0	
Відновлювальний період		
без особливостей	27,27	13,87–40,73
більше 3 хвилин	72,72	59,29–86,15
Припинення проби		
достроково	72,72	59,29–86,15
перевищення		
максимального АТ	52,27	37,21–67,33
стомлюваність на 1-му етапі	13,63	3,28–23,98
стомлюваність на 2-му етапі	40,90	26,08–55,72
наявність скарг і		
перевищення максимального АТ	34,09	19,81–48,39
ЕКГ-зміни		
не виявлено	54,54	39,49–69,51
порушення процесів реполяризації	40,90	26,08–55,72
поодинокі шлуночкові екстрасистоли	6,81	0,00–14,41

клінічного стану пацієнта. Під час проведення дозованого фізичного навантаження оцінювали порогову потужність (Wp), об'єм ви-

Отже, у переважної більшості обстежених реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою, здебільшого через гіпер-

тонічний варіант гемодинаміки, порушення реполяризації на ЕКГ і подовження відновлювального періоду. Припинення проби було достроковим у більш ніж 72 % пацієнтів через скарги та підвищення максимально рекомендованого рівня АТ. У 6,81 % було зареєстровано екстрасистоли на ЕКГ півці під час проведення тесту, що в сукупності з реполяризаційними порушеннями становить 47,71 %.

Для детального оцінювання толерантності на фізичне навантаження зазвичай використовують розрахунок окремих коефіцієнтів, що характеризують резерв серця. Отримані дані порівнювали з результатами обстеження здорового контингенту в нашій клініці [6] (табл. 2).

Як видно з поданих даних, показники хронотропного та інотропного резервів вірогідно не розрізняються в групах, в той час як споживання кисню достовірно прогресивно зменшується. Отже, виникає припущення, що даний факт є наслідком метаболічних порушень, які збільшуються від групи до групи. З цієї позиції нами було проведено кореляційний аналіз, в результаті якого встановлений достовірний зв'язок МСК з маркером інсулінорезистентності НОМА-IR ( $r=-0,42$ ) і показниками діастолічної функції лівого шлуночка серця: E/A ( $r=0,37$ ), тривалості діастолі ( $r=0,36$ ). Шляхом побудови кластерної моделі вдалося встановити, що відповідно до означених показників рівень МСК співвідноситься з най-

Таблиця 2. Кардіоваскулярний резерв при фізичному навантаженні у дітей з надлишком маси порівняно із здоровими особами з нормальною масою

Показник	Контроль	Основна група	p
МСК, л/хв	6,12±0,74	3,24±1,38	<0,0001
ХРС, уд/хв	62,84±15,17	45,16±22,49	<0,0001
ІХРС, у. о.	1,83±0,31	1,48±0,32	<0,0001
ІРС, мм рт. ст.	25,69±11,36	32,80±18,12	0,028
ІІРС, у. о.	1,22±0,10	1,28±0,16	0,036
ПД, у. о.	191,84±29,35	113,92±15,58	0,0001

Примітка. p — достовірність різниці при порівнянні з контролем.

Отримані показники резерву за всіма регламентованими параметрами вірогідно відрізняються від контролю. Так, достовірно зменшеним є хронотропний резерв серця і збільшеним — інотропний резерв серця. Зменшення подвійного добутку свідчить про те, що сумарно підвищена інотропна реакція не компенсує знижену хронотропну.

Найбільш значною знахідкою слід вважати зменшення максимального споживання кисню у осіб з надлишком маси відносно показника здорових осіб. Ця ознака, за літературними даними, асоціюється з гіпоксією міокарда, порушеннями на ЕКГ та може бути маркером кардіоміопатії [7]. Отже, доцільним вважаємо порівняння основних параметрів тесту у підгрупах, що розрізняються ступенем надлишку маси (табл. 3).

менованими параметрами з урахуванням 95 % довірчого інтервалу із значущістю для обох показників  $p<0,001$ , так, як подано в табл. 4.

Таким чином, у більшості обстежених дітей з надлишком маси реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою, переважно через гіпертонічний варіант реакції гемодинаміки зі зниженням хронотропного та підвищенням інотропного резервів серця при прогресивному зниженні споживання кисню із порушенням реполяризації на ЕКГ і подовженням відновлювального періоду. Встановлено, що у пацієнтів з надлишком маси інсулінорезистентність та діастолічна дисфункція міокарда лівого шлуночка із відносним скороченням тривалості діастолі у спокої є несприятливими у відношенні формування неадекватних реакцій на фізичне навантаження.

Таблиця 3. Кардіоваскулярний резерв при фізичному навантаженні залежно від ступеня надлишку маси

Показник	Група	Mean	CI -95	CI +95	SD	SE	Min	Max	LQ	UQ
ХРС, уд/хв	1-ша	46,67	31,04	62,30	14,90	6,08	29,00	68,00	38,00	61,00
	2-га	39,13	30,76	47,50	19,35	4,03	11,00	98,00	25,00	52,00
	3-тя	53,80	38,68	68,92	27,31	7,05	5,00	98,00	35,00	68,00
	Всього	45,16	38,32	52,00	22,49	3,39	5,00	98,00	31,50	56,50
	$p_{1-2}=0,25; p_{2-3}=0,45; p_{1-3}=0,75^*$									
ХРС, у. о.	1-ша	1,47	1,31	1,64	0,15	0,06	1,28	1,67	1,35	1,58
	2-га	1,40	1,28	1,52	0,27	0,06	1,10	2,38	1,20	1,52
	3-тя	1,60	1,37	1,83	0,42	0,11	1,04	2,38	1,35	1,67
	Всього	1,48	1,38	1,58	0,32	0,05	1,04	2,38	1,29	1,57
	$p_{1-2}=0,20; p_{2-3}=0,11; p_{1-3}=0,81^*$									
ІРС, мм рт. ст.	1-ша	33,33	7,95	58,72	24,19	9,87	10,00	60,00	24,00	46,00
	2-га	34,52	28,09	40,96	14,88	3,10	10,00	60,00	20,00	48,00
	3-тя	29,93	18,35	41,51	20,91	5,40	10,00	60,00	10,00	50,00
	Всього	32,80	27,29	38,30	18,12	2,73	10,00	60,00	15,00	49,00
	$p_{1-2}=0,72; p_{2-3}=0,57; p_{1-3}=0,78^*$									
ІІРС, у. о.	1-ша	1,28	1,08	1,49	0,20	0,08	0,92	1,50	1,23	1,38
	2-га	1,29	1,23	1,35	0,14	0,03	1,08	1,56	1,17	1,38
	3-тя	1,25	1,16	1,35	0,17	0,05	1,08	1,50	1,09	1,38
	Всього	1,28	1,23	1,33	0,16	0,02	0,92	1,56	1,13	1,38
	$p_{1-2}=0,76; p_{2-3}=0,51; p_{1-3}=0,75^*$									
ПД, у. о.	1-ша	115,93	103,60	128,27	11,75	4,80	105,00	135,20	106,40	122,00
	2-га	112,02	104,93	119,11	16,39	3,42	88,80	146,70	92,80	122,00
	3-тя	116,05	107,09	125,00	16,17	4,17	83,30	142,20	112,70	122,00
	Всього	113,92	109,18	118,66	15,58	2,34	83,30	146,70	105,70	122,00
	$p_{1-2}=0,72; p_{2-3}=0,26; p_{1-3}=0,81^*$									
МСК, л/хв	1-ша	3,60	1,94	5,26	1,58	0,64	2,00	6,60	2,80	3,70
	2-га	3,44	2,78	4,10	1,01	0,32	1,80	6,60	1,90	4,25
	3-тя	2,70	2,26	3,14	0,73	0,20	1,80	4,00	2,10	3,20
	Всього	3,24	2,81	3,66	1,38	0,21	1,80	6,60	2,00	3,90
	$p_{1-2}=0,60; p_{2-3}=0,023; p_{1-3}=0,015^*$									

Примітки: 1. Mean — середнє значення; CI -95/ CI +95 — довірчий інтервал  $\pm 95\%$ ; SD — стандартне відхилення; SE — стандартна похибка вимірювання; min — мінімальне значення; max — максимальне значення; LQ — нижній квантиль; UQ — верхній квантиль.

2. \* За непараметричним критерієм Манна-Уїтні.

Таблиця 4. Результати розподілу середніх значень компонентів моделі, що асоціюється зі споживанням кисню при фізичному навантаженні

Компоненти моделі	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	p
МСК, л/хв	2,860	3,179	5,825	<0,001
НОМА-ІR, у. о.	8,365	5,255	3,338	<0,001
Тривалість діастолі, мс	0,325	0,465	0,525	0,008
Е/А, у. о.	3,707	2,328	1,583	0,049

Примітка. p — значущість компонентів моделі згідно із аналізом варіант.

Отже, режими фізичних навантажень у дітей з надлишковою масою й ожирінням можуть бути рекомендовані лише після вивчення індивідуального варіанту реакції на наван-

таження. При цьому безконтрольні заняття спортом у осіб з надлишком маси, що рекомендуються у засобах масової інформації, є вкрай небезпечними для здоров'я.

**Список літератури**

1. *Dietz W. H.* Overweight in childhood and adolescence / W. H. Dietz // *New Engl. J. of Medicine.* — 2004. — V. 350. — P. 855–857.
2. *Baker J. L.* Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood / J. L. Baker, L. W. Olsen, T. I. Sorensen // *New Engl. J. of Medicine.* — 2007. — V. 23. — P. 2329–2337.
3. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study / D. S. Freedman, W. H. Dietz, S. R. Srinivasan [et al.] // *Pediatrics.* — 1999. — V. 103. — P. 1175–1182.
4. Presentation of joint protocol on management and follow up on juvenile morbid obesity // *Horm. Res.* — 2007. — V. 68 (suppl. 1). — P. 17.
5. *Ершов С. В.* Велоэргометрия. Методика проведения, показания, противопоказания, критерии оценки : информ. метод. письмо / С. В. Ершов, И. Д. Романова. — Воронеж, 2007. — 56 с.
6. *Сенаторова Г. С.* Функціональні можливості серцево-судинної системи в умовах фізичного навантаження у юнаків призовного віку / Г. С. Сенаторова, Н. К. Мацієвська // *Современная педиатрия.* — 2011. — № 1 (35). — С. 179–181.
7. *Тавровская Т. В.* Велоэргометрия / Т. В. Тавровская. — СПб. : Нео, 2007. — 134 с.

***A.S. Senatorova, T.V. Chaychenko, N.K. Matsievskaya, N.R. Buzhinskaya***

**ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ИЗБЫТКА МАССЫ ТЕЛА**

Изучали реакцию сердечно-сосудистой системы 44 детей с различной степенью избытка массы тела путем проведения велоэргометрического исследования по схеме прерывистой ступенчато-возрастающей нагрузки. Установлено, что у большинства обследованных реакция на дозированную физическую нагрузку была сниженной в сравнении с показателем детей с нормальной массой тела, преимущественно за счет гипертонического варианта реакции гемодинамики со снижением хронотропного и повышением инотропного резервов сердца при прогрессивном (по мере возрастания индекса массы тела) снижении потребления кислорода с нарушениями реполяризации на ЭКГ и удлинением восстановительного периода. Выявлено, что у пациентов с избытком массы инсулинорезистентность и диастолическая дисфункция миокарда левого желудочка с относительным укорочением длительности диастолы в покое являются неблагоприятными в отношении формирования неадекватных реакций на физическую нагрузку.

**Ключевые слова:** физическая нагрузка, ожирение, подростки.

***A.S. Senatorova, T.V. Chaychenko, N.K. Matsievskaya, N.R. Buzhinskaya***

**EXERCISE TOLERANCE OF CHILDREN WITH VARYING DEGREES OF EXCESS BODY WEIGHT**

The cardiovascular system reaction of 44 children with varying degree of excess body weight is analyzed through the study of bicycle intermittent stepwise exercise. It is established, that reaction to stepwise load mainly reduced in comparison with healthy lean due to a hypertensive hemodynamic response with reduced chronotropic and inotropic reserves, progressive (with increasing body mass index) oxygen consumption decreasing, impaired repolarization on the ECG and the lengthening of the recovery period. Insulin resistance, diastolic left ventricular dysfunction with relative shortening of the diastole are unfavorable for inadequate responses to exercise in overweight and obese adolescents.

**Key words:** physical activity, obesity, adolescents.

*Поступила 20.04.11*