

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**

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 дослідження. Обстежено 44 дитини з надлишковою вагою (ризиком ожиріння) та ожирінням у віці від 10 до 17 років із розподілом на групи згідно із перцентільним значенням індексу маси тіла (ІМТ) з урахуванням стандартних відхилень (СВ) для віку і статі за

критеріями ВООЗ: 1-ша група - ІМТ 85-95 перцентиль (+ 1 - 2 СВ), 2-га група - ІМТ більш ніж 95 перцентиль (+ 2 - 3 СВ), 3-тя група - ІМТ більш ніж 95 перцентиль (+ > 3 СВ). Групу контролю склали 45 практично здорових дітей, обстежених за тією самою методикою. Функціональні можливості серцево-судинної системи в умовах фізичного навантаження вивчали функціональні 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 сидячи при швидкості педалювання 60 об./хв. Періоди навантаження чергувалися з періодами 3-х хвилинного відпочинку. Під час велоергометрії (ВЕМ) безперервно контролювали зміни ЕКГ, рівень САТ і ДАТ, ЧСС з урахуванням клінічного стану пацієнта. Під час проведення дозованого фізичного навантаження оцінювали порогову потужність (Wп), об'єм виконаної роботи (ОВР). Максимальне споживання кисню (МСК) обчислювалося 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 жодної дитини.

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.

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	0–14,41
Варіанти 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 етапі	13,63	3,28–23,98
стомлюваність на 2 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	0–14,41

Отже, у переважної більшості обстежених реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою, здебільшого через гіпертонічний 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 плівці під час проведення тесту, що в сукупності з реполяризаційними порушеннями складає 47,71 %.

Для детальної оцінки толерантності на фізичне навантаження зазвичай використовують розрахунок окремих коефіцієнтів, що характеризують резерв

серця. Отримані дані порівняли з результатами обстеження здорового контингенту в нашій клініці [6] (табл. 2).

Таблиця 2.

Кардіоваскулярний резерв при фізичному навантаженні у дітей з надлишком маси у порівнянні із здоровими особами з нормальною масою

	Контроль	Основна група	Значущість різниці з контролем, 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
ПРС, 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

З отриманих результатів виходить, що показники резерву за усіма регламентованими параметрами вірогідно відрізняються у порівнянні з контролем. 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 у порівнянні із здоровими особами. 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).

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 – 2 СВ	46,67	31,04	62,30	14,90	6,08	29,00	68,00	38,00	61,00
	+ 2 - 3 СВ	39,13	30,76	47,50	19,35	4,03	11,00	98,00	25,00	52,00
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,25; p23 = 0,45; p13 = 0,75*									
ІХРС, у. о.	+ 1 – 2 СВ	1,47	1,31	1,64	0,15	0,06	1,28	1,67	1,35	1,58
	+ 2 - 3 СВ	1,40	1,28	1,52	0,27	0,06	1,10	2,38	1,20	1,52
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,20; p23 = 0,11; p13 = 0,81*									
ПРС, мм. рт. ст.	+ 1 – 2 СВ	33,33	7,95	58,72	24,19	9,87	10,00	60,00	24,00	46,00
	+ 2 - 3 СВ	34,52	28,09	40,96	14,88	3,10	10,00	60,00	20,00	48,00
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,72; p23 = 0,57; p13 = 0,78*									
ПРС, у. о.	+ 1 – 2 СВ	1,28	1,08	1,49	0,20	0,08	0,92	1,50	1,23	1,38
	+ 2 - 3 СВ	1,29	1,23	1,35	0,14	0,03	1,08	1,56	1,17	1,38
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,76; p23 = 0,51; p13 = 0,75*									
ПД, у. о.	+ 1 – 2 СВ	115,93	103,60	128,27	11,75	4,80	105,00	135,20	106,40	122,00
	+ 2 - 3 СВ	112,02	104,93	119,11	16,39	3,42	88,80	146,70	92,80	122,00
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,72; p23 = 0,26; p13 = 0,81*									
МСК, л/хв	+ 1 – 2 СВ	3,60	1,94	5,26	1,58	0,64	2,00	6,60	2,80	3,70
	+ 2 - 3 СВ	3,44	2,78	4,10	1,01	0,32	1,80	6,60	1,90	4,25
	+ > 3 СВ	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
	p12 = 0,60; p23 = 0,023; p13 = 0,015*									

Примітка:

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 кuartиль, UQ – верхній кuartиль.

2.* за непараметричним критерієм Манна-Уїтні

Як видно з представлених 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 погіршуються 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: Е/А ($r = 0,37$), тривалості діастолі ($r = 0,36$). Шляхом побудови кластерної моделі вдалося встановити, що відповідно до означених показників рівень МСК співвідноситься із найменованими параметрами з урахуванням 95 % ДІ із значущістю для обох показників $p < 0,001$, так, як подано в табл. 4.

Таблиця 4.

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

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

Таким чином, у більшості обстежених дітей з надлишком маси реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою, переважно завдяки гіпертонічному варіанту 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 діастоли у спокої є несприятливими у відношенні формування неадекватних реакцій на фізичне навантаження.

Отже, режими фізичних навантажень у дітей з ожирінням можуть бути рекомендовані лише після вивчення індивідуального варіанту реакції на навантаження. Причому неконтрольні 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. 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

Визначали реакцію серцевосудинної системи 44 дітей з різним ступенем надлишку маси тіла шляхом велоергометричного обстеження за схемою переривчастого ступінчасто-зростаючого навантаження. Встановлено, що у більшості обстежених дітей реакція на дозоване фізичне навантаження була зниженою у порівнянні з дітьми з нормальною масою тіла, переважно завдяки гіпертонічному варіанту реакції гемодинаміки зі зниженням хронотропного та підвищенням інотропного резервів серця при прогресивному (при зростанні індексу маси тіла) зниженні споживання кисню із порушенням реполяризації на ЕКГ і подовженням відновлювального періоду. Визначено, що у пацієнтів з надлишком маси інсулінорезистентність та діастолічна дисфункція міокарду 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

А.С. Сенаторова, Т.В. Чайченко, Н.К. Мациевская, Н.Р. Бужинская

Харьковский национальный медицинский университет

Толерантность к физической нагрузке подростков с различной степенью избытка массы тела

Изучали реакцию сердечно-сосудистой системы 44 подростков 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 со здоровыми 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
Kharkiv National Medical University

Exercise tolerance of adolescents with varying degrees of excess body weight

The cardiovascular system reaction of 44 adolescents with varying degree of excess body weight was analyzed through the study of bicycle intermittent stepwise exercise. It was established, that reaction to step-wise load mainly reduced in comparison with healthy lean due to a hypertensive haemodynamic 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