

Г.С. Сенаторова, Н.К. Мацієвська, Н.І. Макєєва

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ШКОЛЯРІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ*Харківський національний медичний університет
Обласна дитяча клінічна лікарня, м. Харків*

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ШКОЛЯРІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ. Для визначення резервних можливостей серця і особливостей адаптації серцево-судинної системи до фізичного навантаження здорових дітей було обстежено 108 дітей віком від 7 до 17 років. Визначені нормативні показники оцінки функціональної можливості міокарда в умовах фізичного навантаження у хлопців та дівчат різного віку та встановлені їх вікові та статеві відмінності.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У ЗДОРОВЫХ ШКОЛЬНИКОВ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ. Для определения резервных возможностей сердца и особенностей адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам здоровых детей было обследовано 108 детей в возрасте от 7 до 17 лет. Определены нормативные показатели оценки функциональных возможностей миокарда в условиях физической нагрузки у мальчиков и девочек разного возраста, а также установлены их возрастные и половые различия.

FUNCTIONAL POSSIBILITIES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING PHYSICAL ACTIVITY IN SCHOOL CHILDREN IN KHARKIV REGION. There have been carried out study of cardiac reserve possibilities and adaptation peculiarities to physical activity in 108 healthy children aged 7–17 years old. The normative indices for assessment of myocardium functional possibilities to physical activity for boys and girls of different age were determined. The age and sexual differences of functional possibilities of cardiovascular system during physical activity were determined too.

Ключові слова: діти, фізичне навантаження, резервні можливості серця.

Ключевые слова: дети, физическая нагрузка, резервные возможности сердца.

Key words: children, physical load, cardiac reserve possibilities.

ВСТУП. На сучасному етапі наявні негативні демографічні процеси у нашому суспільстві супроводжуються різким погіршенням стану здоров'я дітей та підлітків [5, 9]. Особливу увагу привертає шкільний вік, оскільки протягом періоду навчання у школі знижується частка здорових дітей у 4-5 разів. У більш ніж половини учнів виявляються хронічні захворювання та донозологічні стани, в основі котрих є дисрегуляторні зміни. Це викликає необхідність використовувати провокаційні методи для ідентифікації функціональних змін серцево-судинної системи [3].

Незважаючи на те, що ВЕМ для оцінки функціональних можливостей ССС у дітей використовують досить часто, в наявній літературі ми не знайшли чітких нормативних даних показників для оцінки резервів і адаптації серцево-судинної системи до фізичного навантаження, що проводиться при ВЕМ за схемою переривчастого ступінчасто-зростаючого навантаження [1, 2].

У зв'язку з цим ми провели велоергометрію в дітей у віці 7-17 років для отримання параметрів, придатних для оцінки резервів та адаптації стану серцево-судинної системи до фізичного навантаження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Для реалізації зазначеної мети обстежено 108 практично здорових дітей (58 хлопчиків, 50 дівчаток) віком від 7 до 17 років, що мешкають у Харківській області. В обстежених дітей не було кардіальних скарг, органічних захво-

рювань серця, показники систолічної функції лівого шлуночка не відрізнялися від нормативних, були відсутні мітральний стеноз і мітральна регургітація, тахікардія спокою з ЧСС понад 110-120 уд./хв.

Для визначення функціональних можливостей серцево-судинної системи в умовах фізичного навантаження проводили функціональні проби за допомогою електрокардіографічного діагностичного комплексу з велоергометричною системою "CardioLab2000" (ХАІ-МЕДИКА, м. Харків). Навантаження проводили за схемою переривчастого ступінчасто-зростаючого навантаження (навантаження на першому етапі – 0,5 Вт/кг, на другому – 1 Вт/кг, на третьому – 1,5 Вт/кг) з тривалістю кожного етапу 3 хв в позиції сидячи при швидкості педалювання 60 обертів за хвилину. Періоди навантаження чергувалися з періодами 3-хвилинного відпочинку. Під час ВЕМ безперервно контролювали зміни ЕКГ, рівень артеріального тиску (АТ) як систолічного (САТ), так і діастолічного (ДАТ), частоти серцевих скорочень (ЧСС), враховували загальноклінічний стан 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", що враховує вік, зріст, масу, максимальну ЧСС та ступінь

фізичного навантаження, а також показники номограми Astrand. Розраховували наступні показники: хронотропний резерв серця (ХРС), індекс хронотропного резерву серця (ІХРС), інотропний резерв серця (ІРС), індекс інотропного резерву серця (ІІРС), подвійний добуток (ПД) за формулами:

$ХРС = ЧСС \text{ останнього етапу навантаження} - ЧСС \text{ початкова, уд./хв,}$

$ІХРС = ЧСС \text{ останнього етапу навантаження} / ЧСС \text{ початкова, ум.од.,}$

$ІРС = САТ \text{ останнього етапу навантаження} - САТ \text{ початковий, мм рт.ст.,}$

$ПД = (САТ \text{ останнього етапу навантаження} \times ЧСС \text{ останнього етапу навантаження}) / 100, \text{ ум. од.}$

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою статистичних пакетів "EXCELL FOR WINDOWS" та "STATISTICA 7.0. FOR WINDOWS".

Статистично значущими вважалися відмінності, якщо $p < 0,05$. Всі дослідження відповідали етичним принципам медичного дослідження, що проводили на людях, які були прийняті Гельсінською декларацією, належної клінічної практики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. При проведенні велоергометрії у обстежених дітей не було зафіксовано ані суб'єктивних (наявність скарг, відмова від продовження проби), ані об'єктивних (зміни на електрокардіограмі, порушення гемодинаміки, подовження відновлювального періоду) ознак

зниженої толерантності до фізичного навантаження, що дозволило нам розглядати отримані показники резервних можливостей серця та адаптації серцево-судинної системи до фізичного навантаження як середні показники, що отримані за допомогою електрокардіографічного діагностичного комплексу з велоергометричною системою "CardioLab2000" (ХАІ-МЕДИКА, м. Харків) для школярів Харківської області (табл. 1).

Порівняння основних показників резервних можливостей серця і працездатності хлопчиків з дівчатами визначило наступне. Вірогідної різниці між показником ХРС у різних вікових групах не було зазначено. Слід відзначити більш високий показник ХРС у дівчат. Це пов'язано з тим, що при однаковому рівні навантаження дівчата мають більш високу ЧСС, ніж хлопці, що узгоджується з літературними даними [8].

У дітей 14-17 років зареєстровано статистично значуще підвищення ІРС. Вочевидь, ступінь підвищення систолічного артеріального тиску при навантаженні підвищується з віком та розмірам тіла [6]. Крім того, суттєвий вплив на рівень артеріального тиску в пубертаті має симпатична нервова система, яка активізована саме в цьому віковому періоді.

У дівчат 7-10 та 11-13 років спостерігається статистично значущий нижчий рівень резервів серця (ІРС) порівняно з хлопцями того ж віку. Це зумовлено тим, що у хлопчиків за рахунок більшого ударно-

Таблиця 1. Статистичні характеристики показників резервних можливостей серця і адаптації серцево-судинної системи до фізичного навантаження у здорових дітей 7-17 років

Показники	Стать	Діти 7-17 років (n=108)		
		7 - 10 років хлопчики, n=14 дівчата, n=13	11 - 13 років хлопчики, n=18 дівчата, n=16	14 - 17 років хлопчики, n=26 дівчата, n=21
		($\bar{X} \pm S$)	($\bar{X} \pm S$)	($\bar{X} \pm S$)
ХРС, уд./хв	хлопчики	65,25±6,23	59,41±14,05	62,57±15,67
	дівчата	66,75±14,19	61,54±16,80	64±12,76
ІХРС, ум.од	хлопчики	1,68±0,12	1,71±0,22	1,84±0,32
	дівчата	1,80±0,27	1,71±0,25	1,70±0,23
ІРС, мм рт.ст	хлопчики	20,00±8,16 ^c	21,06±8,28 ^c	25,83±11,26
	дівчата	13,25±5,75	16,36±5,04	27,60±4,33 [*]
ІІРС, ум.од.	хлопчики	1,21±0,09	1,20±0,07	1,23±0,10
	дівчата	1,14±0,06	1,16±0,05	1,24±0,04
ПД, ум.од.	хлопчики	182,62±16,07	182,47±30,40	191,49±30,32 ^c
	дівчата	172,36±17,08	183,70±18,25	222,20±24,37 [*]
МСК, л/хв	хлопчики	4,95±1,31	5,52±1,15	6,25±0,56
	дівчата	4,79±1,59	5,22±1,06	6,08±0,52 [*]

Примітки: \bar{X} – середнє арифметичне значення; S – стандартне відхилення; n – кількість спостережень; * – статистична значуща відмінність ($p < 0,05$) з показниками попереднього вікового періоду; c – статистична значуща відмінність ($p < 0,05$) з показниками іншої статі цього ж вікового періоду.

$ХРС = ЧСС \text{ останнього етапу навантаження} - ЧСС \text{ початкова, уд./хв;}$

$ІХРС = ЧСС \text{ останнього етапу навантаження} / ЧСС \text{ початкова, ум.од.};$

$ІРС = САТ \text{ останнього етапу навантаження} - САТ \text{ початковий, мм рт.ст.};$

$ІІРС = САТ \text{ останнього етапу навантаження} - САТ \text{ початковий, ум.од.};$

$ПД = (САТ \text{ останнього етапу навантаження} \times ЧСС \text{ останнього етапу навантаження}) / 100, \text{ ум. од.};$

МСК – максимальне споживання кисню, л/хв.

го об'єму систолічний артеріальний тиск при навантаженні вище [8].

Достовірно значущий різниці в показниках ІХРС та ІІРС за віком та статтю не визнано.

Вікові та статеві особливості відповіді серцево-судинної системи на фізичне навантаження також відображаються вірогідно значущим високим показником ПД у дівчат 14-17 років порівняно з дівчатами інших вікових груп та хлопцями того ж віку.

Відомо, що фізичну працездатність людини можна оцінити саме за рівнем МСК. Збільшення кількості витраченої енергії зазвичай супроводжується підвищенням ЧСС, АТ, хвилиного об'єму серця [8]. Найбільш об'єктивним показником функціональних можливостей кардіореспіраторної системи є МСК. При розподіленні обстежених дітей на вікові межі можна відзначити тенденцію до достовірно значущої у хлопців та статистично значущої підвищення у дівчат ($p < 0,05$) значення МСК, отриманого за результатами тесту. Серед дівчат рівень МСК трохи знижений порівняно з хлопцями однієї вікової групи. Це пов'язано з меншою м'язовою масою у жінок, меншою кількістю гемоглобіну та об'ємом крові, меншим ударним об'ємом порівняно з хлопцями [1, 8].

Таким чином, проведені дослідження дозволяють визнати основні показники оцінки функціональної спроможності міокарда, в тому числі і в умовах фізичного навантаження.

ВИСНОВКИ. 1. Проведені дослідження визначили основні показники оцінки функціональної можливості міокарда в умовах фізичного навантаження у хлопців та дівчат різного віку та їх вікові та статеві відмінності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксельрод А.С. Нагрузочные ЭКГ – тесты: 10 шагов к практике / П.Ш.Чомахидзе, А.Л. Сыркин. – Москва: МЕДпресс-информ, 2008. – 200 с.

2. Аронов Д.М. Функциональные пробы в кардиологии / Д.М. Аронов, В.П. Лупанов. – 2-е изд. – М., 2003. – 296 с.

3. Галеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет / Л.Н. Игишева, Э.М. Казин. – Физиология человека. – 2002. – Т28. - №4 – С.54-48

4. Ершов С.В. Велоэргометрия. Методика проведения, показания, противопоказания, критерии оценки / И.Д. Романова. – Информационно-методическое письмо. Воронеж, 2007г. – 56 с.

5. Коренев М.М., Етапність нагляду за станом здоров'я хлопців і юнаків при медичному забезпеченні

2. Як серед хлопців, так і серед дівчат різного віку хронотропний резерв серця відносно не відрізнявся. В той саме час, порівнюючи статевий деморфізм, дівчата мають більш високий хронотропний резерв серця.

3. У пубертатному віці статистично значуще підвищується інотропний резерв серця, що відображає вплив симпатикотонії на стан серцево-судинної системи в період статевого дозрівання.

3. В молодшому шкільному та препубертатному віці у дівчат спостерігається нижчий рівень інотропного резерву серця.

4. Максимальне споживання кисню як об'єктивний показник функціонування серцево-судинної системи має тенденцію до підвищення з віком у хлопців та статистично збільшується у дівчат. Максимальне споживання кисню у дівчат нижче порівняно з хлопцями відповідного віку, що пов'язано з меншою м'язовою масою у жінок, меншою кількістю гемоглобіну та об'ємом крові, меншим ударним об'ємом крові.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Серед сучасних методологічних підходів до оцінки функціональних порушень стану серцево-судинної системи та організму в цілому істотне місце займає фізичне навантаження. Фізичне навантаження є природним видом провокації, що дозволяє оцінювати повноцінність фізичних компенсаторно-приспосувальних механізмів та при наявності відвертої або прихованої патології – ступінь порушення діяльності серцево-судинної патології [1, 4, 7]. Тому застосування ВЕМ для оцінки функціональних можливостей ССС у дітей є перспективним.

підготовки до військової служби / О.А. Немірова, К.К. Калмиков, Л.П. Булага. – Методичні рекомендації. – Харків. – 2002. – С.4

6. Кудряшев В.Э. Количественная оценка нарушенной кровообращения (пробы с физической нагрузкой) / В.Э. Кудряшев, С.В. Иванов, Ю.В. Белецкий. – М.: Медицина, 2000. – 224 с.

7. Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – Иваново: А-Гриф, 2005. – 440 с.

8. Тавровская Т.В. Велоэргометрия. – Санкт-Петербург: Нео, 2007. – 134 с.

9. Parekh R.S. Cardiovascular mortality in children and young adults with end-stage kidney disease/ R.S. Parekh, C.E.Carroll, R.A.Wolfe, F.K. Port. – J. Pediatr. – 2002. – Vol. 141 (2). – P.191 –197.