

УДК 616.12-008.1-053.5-073:615.22

Ю.В. Марушко, Т.В. Гищак

## Проблема діагностики і корекції зниженої толерантності до фізичного навантаження у дітей шкільного віку

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

SOVREMENNAYA PEDIATRIYA. 2014. 7(63):34–40; doi 10.15574/SP.2014.63.34

**Мета:** покращити результати діагностики та реабілітаційних заходів у дітей шкільного віку зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження.

**Пацієнти і методи.** Обстежено 155 дітей віком 7–17 років з функціональними розладами шлунково-кишкового тракту, вегето-судинними дисфункціями, вторинними кардіоміопатіями. Проведено загальноклінічне обстеження, пробу Руф'є, велоергометричну пробу.

**Результати.** У 58,1% обстежених виявлено низький і нижчий за середній рівень функціонального резерву серця (ФРС) за пробою Руф'є. Відносно максимальне споживання кисню було найвищим ( $52,40 \pm 0,80$  мл/хв/кг) у дітей із середнім рівнем ФРС. У дітей із низьким ФРС виявлено найменші значення  $PWC_{170}$  ( $138,67 \pm 3,35$  Вт), хронотропного та інотропного резервів серця, найбільші значення індексу енергетичних витрат ( $7,45 \pm 1,85$  у.о.). Застосування препарату L-карнітину мало позитивний вплив на обмін кисню в міокарді у дітей із низьким ФРС.

**Висновки.** У дітей із низьким і нижчим за середній ФРС частіше порівняно із дітьми з нормальною толерантністю спостерігаються головний біль, втомлюваність, ослаблені тони серця, синусова тахікардія, метаболічні зміни в міокарді. У дітей із низьким ФРС за пробою Руф'є спостерігається підвищена потреба міокарда в кисні та неекономне використання резервів міокарда. Призначення L-карнітину дозволяє зменшити прояви астеничного синдрому, метаболічні порушення, покращити результати проби Руф'є і велоергометричних показників, що характеризують використання резервів міокарда і забезпечення його киснем.

**Ключові слова:** діти шкільного віку, знижена толерантність до фізичного навантаження, функціональний резерв серця, проба Руф'є, велоергометрія, L-карнітин, Агвантар.

### Вступ

За даними різних авторів, недостатній рівень фізичної активності мають до 75% дітей, в результаті чого сучасний школяр постійно знаходиться в умовах рухового «голоду». Особливо несприятливо впливає гіпокінезія на дітей в пре- і пубертатному віці. Значні нейроендокринні зміни, притаманні періоду статевого дозрівання (так званий «підлітковий стрибок»), роблять організм підлітка особливо чутливим до зовнішніх впливів і підвищують лабільність регуляторних механізмів [1]. Якщо адаптаційні резерви при цьому недостатні, в різних органах і системах легко формуються серйозні порушення. А патологія, що розвивається внаслідок зривів адаптаційних процесів, носить, як правило, поліорганный і синдромний характер (артеріальна гіпертензія і гіпотензія), метаболічний, гіпоталамічний синдром та інші.

Останнім часом загострилися проблеми, пов'язані з реакцією дітей шкільного віку на фізичне навантаження. Введення в практику профілактичних оглядів школярів, обов'язкового проведення проби з фізичним навантаженням для визначення групи по фізкультурі (проба Руф'є згідно з наказом МОЗ України №518/674 від 20.07.2009 р. [10]) показало настільки велику кількість дітей зі зниженою адаптацією до фізичного навантаження, що до основної групи з фізкультури, за даними деяких досліджень, можна зарахувати тільки 10–20% дітей! [2,12]. Повідомляється також, що лише 17–18% міських і 32–36% сільських дітей за станом фізичного здоров'я спроможні виконувати передбачені навчальною програмою фізичні навантаження на уроках фізкультури [11]. Навіть у 24% спортсменів при виконанні функціональних проб виявляються різноманітні порушення [14].

Впровадження проби Руф'є для визначення групи з фізичної культури в практичну охорону здоров'я викликає багато питань і широко дискутується в наукових колах [7,14]. Існують різні інтерпретації проби Руф'є

і рекомендації щодо інтерпретації [3,4]. Але в будь-якому разі на сьогодні є зрозумілим, що питома вага дітей із порушенням толерантності до фізичного навантаження досить велика, і проблема покращення переносимості фізичних навантажень сучасними школярами є актуальною не тільки для вчителів і батьків дітей, але і для педіатрів і кардіологів. З медичної точки зору на сьогодні ще недостатньо досліджень, які дали б змогу оцінити причину таких низьких показників толерантності. Чи є цією причиною тільки малорухливий спосіб життя? Чи є серйозні медичні проблеми у дітей із порушеною толерантністю? І взагалі, де межа між здоров'ям і патологією залежно від показників проби Руф'є? Виникають питання щодо тактики ведення та спостереження за дітьми з порушеною фізичною толерантністю.

У цьому плані необхідне поглиблене вивчення стану здоров'я у дітей з різними показниками проби Руф'є із застосуванням сучасних функціональних досліджень серцево-судинної системи. Одним з таких методів є велоергометрія і стрес-ехокардіографія. Проведення ехокардіографічного дослідження на висоті фізичного навантаження показує неадекватну реакцію у 25% підлітків [9]. Автори пов'язують таку реакцію із базовим високим систолічним артеріальним тиском (АТ).

Дані інших авторів також вказують на те, що наявність артеріальних дистоній, як з підвищеним, так і зі зниженим АТ, особливо у підлітків із нестабільним АТ, суттєво впливає на переносимість фізичних навантажень. Порушення тону вегетативної нервової системи впливає на регуляцію серцевого ритму взагалі і на його реакцію на фізичне навантаження зокрема. Тому для покращення переносимості фізичного навантаження у цієї категорії дітей необхідна корекція вегетативного балансу.

Велоергометрична проба дозволяє виявити зміни на ЕКГ при фізичному навантаженні, дослідити реакцію АТ під час виконання проби і в періоді відновлення, а також

дослідити показники міокардіальних резервів і споживання кисню, що є важливим для розуміння причин низької толерантності і необхідним для виявлення доклінічної стадії серцевої недостатності.

Залишається не з'ясованою роль вторинних метаболічних порушень у серці, пов'язаних із захворюваннями шлунково-кишкового тракту, частими респіраторними захворюваннями, хронічними тонзилітами та синуситами, у виникненні поганої переносимості фізичних навантажень. Як надлишок, так і дефіцит ваги можуть значно впливати на метаболізм у серцевому м'язі, тому категорія дітей з порушеним фізичним розвитком також потребує дослідження щодо толерантності до фізичного навантаження і корекції метаболічних порушень для покращення переносимості фізичних навантажень.

У літературі є лише поодинокі відомості про медикаментозну корекцію у дітей з порушеною толерантністю до фізичного навантаження. Деякі автори звертають увагу на позитивну дію L-карнітину у таких дітей. Зокрема за даними досліджень Н.В. Орлової та співавт. [8], прийом L-карнітину сприяв покращанню толерантності до фізичного навантаження у 50% дітей із вегето-судинною дисфункцією за гіпотензивним типом.

З дефіцитом карнітину, особливо первинним, генетично обумовленим, пов'язують випадки раптової серцевої смерті [20]. Порушення, що виникають при дефіциті карнітину, обумовлені формуванням оксидативного стресу [19], і L-карнітин у такому разі має стреспротекторні властивості [15].

Відомий з літератури позитивний метаболічний ефект L-карнітину [17,22] знайшов своє підтвердження в результатах велоергометричної проби [18]. Після курсового прийому препарату діти досягали субмаксимальної частоти серцевих скорочень за більш тривалий часовий інтервал (на 11,8%), виконуючи при цьому більший обсяг роботи. Більша тривалість навантаження і менший приріст частоти серцевих скорочень (ЧСС) і АТ на етапі впрацьовування сприяли росту фізичної працездатності (PWC<sub>170</sub> збільшився на 4,3±2,1%; p<0,05) і рівня максимального споживання кисню (на 5,2±1,7%; p<0,05).

Встановлено, що карнітин стимулює фізичну працездатність, чинить гемопоетичну, вазодилатуючу, антиагрегантну, імунomodуючу, ліполітичну і кардіопротекторну дію і може бути рекомендований для підвищення адаптації до фізичних навантажень у спортсменів [13].

Доцільність застосування препаратів карнітину в умовах регулярних фізичних навантажень у спортсменів може бути продиктована особливостями метаболізму дитячого організму. У зв'язку з обмеженням ендогенних запасів карнітину і високою потребою в цьому метаболіті при стресах, фізичних і емоційних перевантаженнях, у дітей достатньо швидко розвивається вторинна карнітинова недостатність [5]. Крім того, для дітей та підлітків характерний більш низький рівень лактатної працездатності [6], і найбільш перспективним способом енергозабезпечення м'язової діяльності є аеробне окислення вуглеводів і жирів, у регуляції якого бере участь L-карнітин.

Таким чином, курсове призначення L-карнітину дітям, що займаються спортом, дозволяє попередити розвиток стрес-індукованих уражень серцево-судинної та імунної систем у процесі інтенсивних психоемоційних та фізичних навантажень і вірогідно попередити розвиток синдрому перетренованості.

Найбільш суттєвим можна визнати вплив L-карнітину на суб'єктивні прояви загальноневротичного синдрому [8]. За даними Н.В. Орлової та співавт., у дітей із вегето-

судинною дисфункцією за гіпотензивним типом при загальноприйнятому лікуванні без застосування L-карнітину частка покращання таких суб'єктивних симптомів, як млявість, сонливість, низька працездатність і толерантність до фізичних навантажень, а також головний біль, запаморочення і біль у ділянці серця, становили тільки 10%, а після застосування L-карнітину — 66%. Також було отримано не менш значну позитивну динаміку показників ЕКГ після застосування L-карнітину у пацієнтів, що мають різні вагус-залежні аритмії. Зокрема порушення функції автоматизму у вигляді міграції водія ритму серця після лікування без застосування L-карнітину відмічено у 37% хворих, у вигляді ектопічного передсердного ритму — у 33%, а після застосування терапії, що включала L-карнітин, — тільки у 23% і 13% відповідно. Порушення функції проведення у вигляді атріовентрикулярної блокади зберігалось у всіх пацієнтів після лікування без застосування L-карнітину і тільки у одного пацієнта після лікування із застосуванням цього препарату. Автори відмічають, що в жодному випадку не було зареєстровано будь-яких побічних ефектів внаслідок застосування L-карнітину.

Позитивні ефекти медикаментозних препаратів на основі карнітину обумовлені біологічною дією цієї речовини в організмі. Основними функціями карнітину є: транспорт жирних кислот у мітохондрії, де при їх окисленні відбувається рефосфорилування АДФ; модуляція внутрішньоклітинного гомеостазу коферменту А в матриці мітохондрій; дезінтоксикація надлишку оцтової і ряду інших органічних кислот; участь у процесі гліколізу, обміні кетонних тіл і холіну. Синтез карнітину відбувається у печінці та, меншою мірою, в нирках. Це складний біохімічний процес за участю багатьох компонентів (вітамінів С, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, фолієвої кислоти, заліза, ряду амінокислот і ферментів), дефіцит хоча б одного з яких може призводити до клінічно значущих проявів карнітинової недостатності. Потреба в карнітині індивідуальна і залежить від функціонального стану систем організму і від віку. Так, при розумових, фізичних, емоційних навантаженнях, в період інтенсивного росту дітей і підлітків і при різних захворюваннях вона підвищується в 4–20 разів. Ендогенний синтез карнітину в середньому забезпечує біля 10% потреби організму, а в організмі дитини інтенсивність його біосинтезу становить лише біля 12% біосинтезу дорослої людини, забезпечуючи менше 1% загальної потреби. Основним джерелом надходження карнітину в організм є їжа, а саме продукти тваринного походження — молоко і м'ясо. Однак і їжа не завжди може забезпечити зростаючу при певних умовах потребу організму в карнітині, тому очевидна необхідність застосування додаткових джерел карнітину. Біологічно активним є природний L-стереоізомер карнітину, тому в якості лікарського препарату застосовують тільки L-карнітин [16,21].

Одним із препаратів L-карнітину, що гарно зарекомендував себе в якості кардіометаболічного засобу є «Агвантар» (Ерсель Фарма Україна). Він випускається у вигляді розчину для орального застосування. Згідно інструкції до застосування препарату «Агвантар» має широкий спектр дії, показаний при первинній та вторинній карнітинової недостатності і при кардіоміопатії різного походження. «Агвантар» сприяє виведенню з цитоплазми клітин метаболітів і токсичних речовин, покращує метаболічні процеси, підвищує працездатність, прискорює ріст, спричиняє збільшення м'язової маси й зниження кількості жиру в адипоцитах, сприяє нормалізації основного обміну. «Агвантар» зменшує симптоми фізичного і психічного перенапруження, чинить гепато-, нейро- і кардіопротек-

Таблиця 1

Загальна характеристика обстежуваних дітей і результати проби Руф'є

Номер групи, кількість дітей (n)	Індекс Руф'є, бали (M±m)	Вік	Розподіл за статтю (%)	
			Хлопчики	Дівчатка
I, n=18	5,67±0,24	14,22±0,68	33,3±11,1	66,7±11,1
II, n=47	8,69±0,11	13,78±0,41	42,6±7,2	57,4±7,2
III, n=60	11,92±0,19	13,67±0,29	53,3±6,4	46,7±6,4
IV, n=30	17,63±0,29	12,93±0,49	56,7±9,0	43,3±9,0

Примітка: \* – достовірність різниці між хлопчиками і дівчатками  $p < 0,05$ .

Таблиця 2

Рівень функціонального резерву серця за пробою Руф'є залежно від статі

Стать, кількість дітей	Вік, роки (M±m)	Індекс Руф'є, бали (M±m)
Хлопчики, n=75	13,56±0,28	12,03±0,47
Дівчатка, n=80	13,68±0,31	10,63±0,41*

Примітка: \* – достовірність різниці між хлопчиками і дівчатками  $p < 0,05$ .

торну дію, сприяє зменшенню ішемії міокарду, знижує вміст у крові холестерину, стимулює клітинний імунітет, підвищує концентрацію уваги. Після прийому внутрішньо препарат швидко абсорбується із шлунково-кишкового тракту. Максимальна концентрація в плазмі крові досягається через 3 години після прийому, терапевтична концентрація зберігається протягом 9 годин. «Агвантар» дозволений для застосування дітям починаючи з першої доби життя. Протипоказанням до прийому «Агвантару» є тільки гіперчутливість до компонентів препарату.

Таким чином, поглиблене вивчення стану здоров'я дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження, виявлення у них адаптаційних, метаболічних порушень і їх корекція є актуальним питанням сучасної педіатрії.

**Мета** дослідження: покращити результати діагностики та реабілітації дітей шкільного віку зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження.

### Матеріал і методи дослідження

У дослідження було включено 155 дітей (75 хлопчиків і 80 дівчаток) віком 7–17 років, що проходили обстеження і лікування на базі дитячої клінічної лікарні №3 м. Києва. Серед них у дослідженні взяли участь 26 практично здорових дітей, що звернулися на профілактичний огляд задля отримання довідки про стан здоров'я з визначенням групи для занять фізичною культурою. Інші діти обстежувались з приводу скарг на погану переносимість фізичних навантажень, швидку втомлюваність, головний та серцевий біль, запаморочення. Була сформована група дітей з переважно функціональними розладами шлунково-кишкового тракту (ШКТ), біліарної системи, вегето-судинними дисфункціями, а також вторинними кардіоміопатіями на тлі хронічних захворювань ШКТ та інших причин.

У дослідження не було включено дітей з ознаками гострої респіраторної інфекції, синуситами, хронічними захворюваннями ШКТ в стадії загострення, кардітами, захворюваннями щитовидної, підшлункової залози, наднирників, інфекцією сечовивідних шляхів.

Усім дітям було проведено загальноклінічне обстеження (збір анамнезу, об'єктивне обстеження, антропометричне вимірювання, загальні аналізи крові, сечі, ЕКГ), пробу Руф'є за рекомендованою методикою [10]. За показаннями проводились ЕхоКГ, добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), Холтер-ЕКГ, УЗД черевної порожнини, біохімічне дослідження крові та інші дослідження. Скарги оцінювались за бальною системою: 0 балів – відсутність скарг; 1 бал – рідкі або/і незначно виражені симптоми; 2 бали – помірно часті скарги і/або помірно вираженої інтенсивності; 3 бали – часті і/або інтенсивні прояви.

У 125 дітей (60 хлопчиків і 65 дівчаток) виконано пробу з фізичним навантаженням на велоергометрі за методикою PWC<sub>170</sub>. Використовувався велоергометричний комплекс «Кардіолаб+вело» із застосуванням велоергометра Kettel. Серед них було 30 дітей зі зниженою толерантністю, яким дослідження проводилось дворазово – на початку і через місяць прийому препарату «Агвантар» (L-карнітин), і 23 дитини з нормальною і помірно зниженою толерантністю, яким «Агвантар» не призначався.

Препарат L-карнітину («Агвантар») призначався дітям 7–12 років у дозі від 2,5 до 4 мл, дітям старше 12 років – по 4–5 мл 3 рази на добу протягом місяця.

На основі даних проби Руф'є і велоергометрії було сформовано чотири групи спостереження:

- перша група – діти з високим і вищим за середній рівнем функціонального резерву серця;
- друга група – із середнім рівнем;
- третя – нижчим за середній;
- четверта – із низьким рівнем функціонального резерву серця.

Серед показників велоергометрії обчислювались наступні: PWC<sub>170</sub> – фізична працездатність (Physical Working Capacity); максимальне споживання кисню (МСК) і відносне максимальне споживання кисню (ВМСК); хронотропний резерв (ХР); індекс хронотропного резерву (ХРi); ілотропний резерв (ІР), індекс ілотропного резерву (ІРi); серцевий навантажувальний індекс (СНІ), індекс енерге-

Таблиця 3

Скарги у дітей залежно від рівня функціонального резерву серця за результатами проби Руф'є (бали)

Номер групи, кількість дітей (n)	Індекс Руф'є, бали (M±m)	Погана переносимість фізичного навантаження	Головний біль	Біль у ділянці серця	Втомлюваність	Запаморочення
I, n=18	5,67±0,24	0,98±0,11	1,17±0,22	0,75±0,16	0,34±0,09	0,23±0,09
II, n=47	8,69±0,11	1,28±0,23	1,29±0,65	0,96±0,12	0,46±0,12	0,26±0,07
III, n=60	11,92±0,19	2,41±0,13 <sup>*1-3, 2-3</sup>	2,11±0,17 <sup>*1-3</sup>	1,14±0,33	1,77±0,46 <sup>*1-3, 2-3</sup>	0,89±0,12 <sup>*1-3</sup>
IV, n=30	17,63±0,29	2,88±0,52 <sup>*1-4</sup>	2,25±0,11 <sup>*1-4</sup>	1,79±0,52	2,07±0,17 <sup>*1-4, 2-4</sup>	1,48±0,30 <sup>*1-4, 2-4</sup>

Примітка: \* –  $p < 0,05$ .

Таблиця 4

Розподіл дітей залежно від маси тіла

Номер групи, кількість дітей (n)	Індекс Руф'є, бали (M±m)	ІМТ	Ожиріння, %	Передожиріння, %	Нормальна вага	Дефіцит ваги, %
I, n=18	5,67±0,24	20,96±0,95	5,6±5,4	27,8±10,6	55,6±11,7	11,1±7,4
II, n=47	8,69±0,11	20,68±0,58	10,6±4,5	23,4±6,2	51,1±7,3	14,9±5,2
III, n=60	11,92±0,19	21,97±0,61	20,0±5,2	20,0±5,2	50,0±6,5	10,0±3,9
IV, n=30	17,63±0,29	22,16±0,98	35,7±9,1*	17,9±7,2	32,1±8,8	21,4±7,8

Примітка: \* –  $p_{I-IV} < 0,05$ .

Таблиця 5

Результати велоергометричної проби у дітей з різним функціональним резервом серця

Показник	Група, кількість дітей			
	I (n=16)	II (n=41)	III (n=48)	IV (n=20)
ЧСС <sub>0</sub>	82,92±4,27	84,83±2,40	91,38±2,39	98,0±2,47* <sup>1-4</sup>
САТ <sub>0</sub>	109,23±4,48	114,67±2,38	118,61±2,39	119,6±4,46
ДАТ <sub>0</sub>	61,38±2,05	75,56±1,92* <sup>1-2</sup>	73,13±1,18* <sup>1-3</sup>	73,20±1,92* <sup>1-4</sup>
ЧСС <sub>макс</sub>	162,6±4,79	159,47±3,95	167,9±3,01	162,90±3,05
САТ <sub>макс</sub>	146,31±6,05	148,24±2,16	148,9±3,10	142,2±6,19
ДАТ <sub>макс</sub>	58,23±7,42	69,71±3,31	71,5±3,76	65,8±5,33
ЧСС <sub>5</sub>	102,75±4,73	94,06±2,59	110,19±2,45* <sup>2-3</sup>	110,4±3,43* <sup>2-4</sup>
САТ <sub>5</sub>	115,77±4,71	113,28±2,37	119,32±2,68	120,4±4,48
ДАТ <sub>5</sub>	56,77±4,97	68,83±2,30* <sup>1-2</sup>	71,13±1,94* <sup>1-3</sup>	68,1±3,04
ЧСС <sub>7</sub>	101,58±4,65	93,59±2,04	102,61±1,91* <sup>2-3</sup>	105,50±3,09* <sup>2-4</sup>
САТ <sub>7</sub>	111,15±4,59	105,88±4,55	118,48±2,52	117,20±4,45
ДАТ <sub>7</sub>	59,85±5,53	67,06±2,39	71,29±1,27* <sup>1-3</sup>	69,1±3,34
ЧСС <sub>10</sub>	97,25±4,44	93,82±2,31	99,24±1,81	100,4±2,66
САТ <sub>10</sub>	108,23±3,25	112,06±2,16	118,41±2,24	117,60±4,15
ДАТ <sub>10</sub>	65,85±2,40	66,0±1,92	72,79±1,93* <sup>1-3</sup>	73,60±1,89* <sup>1-4</sup>

Примітка: \* –  $p < 0,05$ .

тичних витрат (ІЕВ), коефіцієнт витрачання резервів міокарда (КВРМ), індекс ефективності роботи серця (ІЕРС).

Для оцінювання результатів застосовувались загальноприйняті методи математичної статистики з обчисленням достовірної різниці величин за коефіцієнтом Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення

За результатами проби Руф'є серед 155 дітей тільки у 18 (11,6%) було виявлено високий і вище середнього функціональний резерв серця (індекс Руф'є 5,67±0,24 балів) (табл. 1).

Найчастіше спостерігався нижчий за середній рівень функціонування серця (індекс Руф'є в межах 11,92±0,19 балів). Діти цієї групи разом з дітьми з низьким функціональним резервом склали 58,1% усіх обстежених.

Індекс Руф'є у хлопчиків виявився достовірно вищим порівняно з дівчатками (табл. 2), що вказує на нижчі адаптаційні резерви у обстежуваних хлопчиків.

Погану переносимість фізичного навантаження відмічали близько половини обстежених дітей, переважно це діти, що мали низький і нижчий за середній функціональний резерв серця. З даних таблиці 3 видно, що у таких дітей спостерігається більш частий і/або інтенсивний головний біль, запаморочення, втомлюваність. Це свідчить про те, що вони мають не тільки порушення толерантності до фізичного навантаження, але і загальні дезадаптаційні зміни в організмі. Так, серед дітей з низьким функціональним резервом серця значну питому вагу становили діти з ожирінням (табл. 4).

За даними об'єктивного обстеження, майже у всіх дітей четвертої групи (93,3%) і у понад половини дітей третьої групи (65,0%) було виявлено тахікардію; у 70,0% дітей четвертої і 78,3% дітей третьої групи – ослаблені серцеві тони; у 53,3% дітей четвертої і 48,3% дітей третьої групи вислуховувався систолічний шум на верхівці і впродовж лівого краю грудини. За даними ЕКГ відмічалася синусова тахікардія (переважно у дітей третьої і четвертої груп), синусова брадикардія – рідко, переважно у дітей першої групи, міграція джерела автоматизму (частота не залежала від групи), ознаки переважання потенціалів лівого шлуночка (по 12,2% дітей у всіх групах), метаболічні зміни і порушення реполяризації лівого шлуночка (переважно в третій і четвертій групах – 34,4% і 65,6% відповідно).

На ЕхоКГ у 15,4% всіх обстежених діагностовано пролапс мітрального клапану без регургітації (13,2%) і з незначним зворотним током (2,2%). У жодної дитини не було виявлено зниження скоротливої здатності міокарда нижче загальноприйнятих норм, проте у частини дітей третьої і четвертої груп спостерігалась тенденція до її зниження.

Таблиця 6

Показники функціонального резерву серця у дітей за результатами велоергометричної проби

Показник	I (n=16)	II (n=41)	III (n=48)	IV (n=20)
PWC <sub>170</sub> , Вт	139,36±3,84	153,69±2,52* <sup>1-2</sup>	153,79±2,55* <sup>1-3</sup>	138,67±3,35* <sup>2-4, 3-4</sup>
МСК <sub>170</sub> , л/хв	2,85±0,25	3,08±0,13	3,01±0,10	2,57±0,22
ВМСК <sub>170</sub> , мл/хв/кг	46,33±0,52	52,40±0,80* <sup>1-2</sup>	47,43±0,71* <sup>2-3</sup>	36,33±1,23* <sup>3-4</sup>
ХР <sub>п</sub> , пошт/хв	79,67±1,14	74,18±4,0	75,80±4,26	64,90±4,16* <sup>1-4</sup>
ХР <sub>і</sub>	1,01±0,09	0,91±0,06	0,88±0,06	0,68±0,06* <sup>1-4, 2-4, 3-4</sup>
ІР, мм рт.ст.	38,15±3,88	33,29±2,39	31,29±2,14	23,2±2,99* <sup>1-4, 2-4, 3-4</sup>
ІР <sub>і</sub>	0,36±0,04	0,31±0,03	0,26±0,02	0,19±0,02* <sup>1-4, 2-4, 3-4</sup>
СНІ, у. о.	169,37±8,64	174,10±9,14	178,4±10,10	187,39±13,70
ІЕВ, у. о.	5,64±0,56	6,27±0,82	7,14±0,66	7,45±1,85
КВРМ, у. о.	3,44±0,23	3,27±0,25	3,70±0,25	3,50±0,60
ІЕРС, у. о.	0,509±0,140	0,357±0,006* <sup>2-4</sup>	0,355±0,012* <sup>3-4</sup>	0,264±0,023

Примітка: \* –  $p < 0,05$ .

Таблиця 7

**Характеристика групи лікування**

Кількість дітей, що приймала L-карнітин, n	30
Хлопчики/дівчатка	18/12
Вік, роки (M±m)	13,22±0,87
Індекс Руф'є на початку лікування, бали (M±m)	16,12±0,54
Знижена толерантність до фізичного навантаження за даними велоергометричної проби на початку лікування, %	100

Дані Холтер-ЕКГ свідчили про наявність синусової тахікардії, як в денний, так і в нічний період, у переважній кількості пацієнтів із низьким і нижчим за середній функціональним резервом серця. Також у цієї категорії дітей часто спостерігалася міграція джерела автоматизму, у деяких випадках – синоатріальна блокада. У 12,3% дітей третьої і 16,5% дітей четвертої групи реєструвалися передсердні (переважно мототопні нечасті) і шлуночкові (частіше алоритмічні) екстрасистоли. У частини обстежених відмічалася зменшення циркадного індексу, що разом з вищезазначеними змінами свідчило про функціональні порушення регуляції серцевого ритму у дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження.

При детальному обстеженні толерантності до фізичного навантаження у 125 дітей (60 хлопчиків і 65 дівчаток) із застосування велоергометрії ми виявили, що діти обстежуваних груп різнилися за вихідними даними ЧСС і діастолічного артеріального тиску (ДАТ) (табл. 5). Діти з низькими значеннями функціонального резерву серця мали більші початкові значення ЧСС і ДАТ. І на всіх етапах велоергометричної проби це співвідношення зберігалася. Протягом 10 хвилин після проведення проби відновлення ЧСС порівняно з початковими її значеннями не відбувалося не тільки у дітей з низьким функціональним резервом серця, але і в перших двох групах.

Таким чином, спектр дітей з нормальною толерантністю до фізичного навантаження після проведення велоер-

гометричної групи ще більше звужиться, оскільки в нормі ЧСС повинна відновлюватись до початкових значень не пізніше п'ятої хвилини після закінчення навантаження.

У таблиці 6 наведено деякі показники гемодинамічного забезпечення фізичного навантаження і міокардіального резерву у дітей з різними значеннями проби Руф'є.

За нашими даними, показник МСК, що відображає загальну потужність киснетранспортної системи, достовірно не відрізнявся у дітей з різними значеннями проби Руф'є. Більш показовим для виявлення різниці між групами був показник відносного максимального споживання кисню (ВМСК), що враховує вагу дитини. Значення ВМСК<sub>170</sub> були найвищими у II групі і достовірно відрізнялися від таких I групи, що вказує на те, що більш фізично «здоровими» були діти, у яких ЧСС при фізичному навантаженні зростала в певних межах, що характерні для індексу Руф'є 8,68±0,12 балів. У III і IV групах ВМСК прогресивно зменшувалася.

Також привертає увагу значне зменшення майже всіх індексів, що характеризують адаптаційні резерви, у IV групі спостереження порівняно з II і III. Водночас у II і III групах, хоча і спостерігалася тенденція до зменшення адаптаційного резерву, достовірних розбіжностей не виявлено, що вказує на компенсацію адаптації. Індекс енергетичних витрат прогресивно збільшувався від першої до четвертої групи, що вказує на неекономне використання резервів міокарда у дітей III і, особливо, IV групи.

Препарат «Агвантар» призначався протягом місяця 30 дітям з низькими показниками толерантності за пробю Руф'є і даними велоергометрії. Характеристику групи лікування наведено у таблиці 7.

Як видно даних таблиці 8, застосування препарату «Агвантар» протягом місяця дало можливість покращити показники проби Руф'є та клінічну симптоматику з боку серцево-судинної системи. І хоча суб'єктивно діти не відмічали достовірного покращання переносимості фізичного навантаження, проте зменшилась частота та інтенсивність головного і серцевого болю, запаморочення, покращилось самопочуття і зменшилась втомлюваність.

Таблиця 8

**Дані клінічної картини в динаміці лікування препаратом «Агвантар» дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження**

Спостереження	Індекс Руф'є, бали (M±m)	Погана переносимість фізичного навантаження	Головний біль	Біль у ділянці серця	Втомлюваність	Запаморочення
До лікування	16,12±0,54	2,56±0,42	2,12±0,15	1,53±0,41	1,98±0,34	1,11±0,18
Через 1 місяць	14,17±0,68*	1,69±0,31	1,65±0,11*	0,55±0,06*	0,60±0,17*	0,52±0,10*

Примітка: \* – у динаміці лікування p<0,05.

Таблиця 9

**Результати ЕКГ-діагностики у динаміці прийому препарату «Агвантар» у дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження**

Спостереження	ЧСС, пошт/хв	T <sub>s</sub> /R <sub>s</sub>	T <sub>6</sub> /R <sub>6</sub>	Частота подовження інтервалу Q-T, %	Частота збільшення СП, %
До лікування	79,82±2,11	0,24±0,06	0,21±0,05	57,8±11,3	67,7±11,8
Через 1 місяць	73,48±2,26*	0,37±0,04	0,33±0,05	19,6±8,0*	23,4±6,4*

Примітка: \* – у динаміці лікування, p<0,05.

Таблиця 10

**Результати холтерівського моніторингу в динаміці прийому препарату «Агвантар» у дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження**

Спостереження	ЧСС	ЧСС <sub>min</sub>	ЧСС <sub>max</sub>	ЦІ
До лікування	86,50±2,06	57,93±2,34	156,21±6,70	1,29±0,02
Через 1 місяць	78,57±2,34*	56,86±2,42	138,0±5,14*	1,36±0,02*

Примітка: \* – у динаміці лікування p<0,05.

Таблица 11

**Показники функціонального резерву серця  
у динаміці лікування препаратом L-карнітину  
дітей зі зниженою толерантністю  
до фізичного навантаження**

Показник	До лікування	Через 1 місяць
PWC <sub>170</sub> , Вт	141,76±5,38	151,09±4,31
MCK <sub>170</sub> , л/хв	2,61±0,45	3,01±0,24
BMCK <sub>170</sub> , мл/хв/кг	38,30±3,32	49,53±2,16*
ХР, пошт/хв	65,89±6,32	72,71±6,11
ХР <sub>i</sub>	0,69±0,10	0,89±0,09
ІР, мм рт.ст.	24,31±4,03	31,22±3,11
ІР <sub>i</sub>	0,20±0,08	0,30±0,06
СНІ, у.о.	178,11±22,41	173,66±9,88
ІЕВ, у.о.	7,09±2,13	6,04±1,01
КВРМ, у.о.	3,49±0,16	2,98±0,15*
ІЕРС, у.о.	0,251±0,044	0,362±0,011*

Примітка: \* – у динаміці лікування p<0,05.

Результати ЕКГ-діагностики у динаміці прийому препарату «Агвантар», показали зменшення питомої ваги аритмій, а також покращання метаболічних процесів у міокарді (табл. 9).

Також покращилися показники Холтер-ЕКГ, що характеризують функцію автоматизму і провідності. Так, достовірно зменшились середньодобові значення ЧСС, покращилися показники циркадного індексу, зменшилась кількість періодів міграції джерела автоматизму і синоатріальної блокади (табл. 10).

За даними ЕхоКГ, достовірно змін скоротливої здатності міокарда не спостерігалось, гемодинамічні показники також змінювались незначно. Проте дані велоергометрії показали значну позитивну динаміку толерантності до фізичного навантаження у обстежуваних дітей (табл. 11).

У дітей спостерігалась тенденція до підвищення загальної працездатності і максимального споживання кисню. А показник відносного максимального споживання кисню достовірно підвищився, і його середні значення склали

49,53±2,16 мл/хв/кг, що вказує на значну позитивну динаміку у відновленні киснетранспортної системи на тлі лікування препаратом «Агвантар». Показники хронотропного та інотропного резервів серця мали тенденцію до підвищення, але не змінилися статистично достовірно. Проте зменшився коефіцієнт витрачання резервів міокарда (КВРМ) і покращився індекс ефективності роботи серця (ІЕРС). Це свідчить про те, що використання енергетичного резерву міокарда стало більш економним, і зменшилась потреба міокарда у кисні. Таким чином, препарат L-карнітину мав подвійний вплив на обмін кисню у міокарді дітей зі зниженою толерантністю до фізичного навантаження: з одного боку, збільшилась активність киснетранспортної системи і покращилось постачання міокарда киснем, з іншого – зменшилась потреба міокарда у кисні, що разом позитивно вплинуло на діяльність серця у обстежуваних дітей.

**Висновки**

1. У дітей із низьким і нижчим за середній функціональним резервом серця частіше порівняно із дітьми з нормальною толерантністю спостерігаються клінічні та інструментальні ознаки порушення адаптаційних процесів (головний біль, втомлюваність, ослаблені тони серця, синусова тахікардія, метаболічні зміни у міокарді).

2. У 35,7±9,1% дітей із показником проби Руф'є більше 15 балів діагностується ожиріння і ще у 17,9±7,2% – надлишкова маса тіла.

3. За даними велоергометричної проби за методикою PWC<sub>170</sub> у дітей із низьким функціональним резервом за пробою Руф'є спостерігається підвищена потреба міокарда в кисні та неекономне використання резервів міокарда.

4. Призначення препарату «Агвантар» дозволяє зменшити прояви астеничного синдрому, метаболічні порушення, покращити результати проби Руф'є і велоергометричних показників, що характеризують використання резервів міокардом і забезпечення його киснем.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Ермолова Ю. В. Стан здоров'я школярів — ситуація критична. // Український медичний часопис [Електронний ресурс] / Ю. В. Ермолова // Актуальні питання клінічної практики. — 2011. — Режим доступу : <http://www.umj.com.ua/article/11460>. — Назва з екрану.
2. Казакова Л. М. Оцінка у школярів функціональних резервів серцево-судинної системи за допомогою індексу Руф'є / Л. М. Казакова, О. А. Строй, М. М. Васюкова // ПАГ. — 2011. — Т. 73, № 4. — С. 64—65.
3. Калиниченко І. О. Використання проби Руф'є для оцінки функціональних резервних можливостей організму дітей 6—17 років / І. О. Калиниченко // Наука і освіта : наук.-практ. журн. Півд. наук. Центру НАПН України. — 2012. — № 4 : Педагогіка. — С. 82—86.
4. Кедровський Б. Ефективність використання проби Руф'є під час розподілу учнів на групи для занять фізичною культурою / Б. Кедровський, І. Маляренко, Ю. Ромаскевич // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві: зб. наук. пр. — 2012. — № 4 (20). — С. 280—285.
5. Леонтьева І. В. Значение метаболических нарушений в генезе кардиомиопатий и возможности применения L-карнитина для терапевтической коррекции / И. В. Леонтьева, В. С. Сухоруков // Версн. педиатрии, фармакол. и нутрициол. — 2006. — № 2. — Р. 52—61.
6. Михайлов С. С. Спортивная биохимия / С. С. Михайлов. — М. : Сов. спорт, 2004. — 220 с.
7. Новиков Е. В. Проба Руфье у школьников: первые результаты / Е. В. Новиков, Я. И. Ткалич // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. — 2010. — Вип. XXIII, № 4. — С. 94—95.
8. Орлова Н. В. Применение L-карнитина в комплексном лечении вегето-сосудистой дистонии гипотензивного типа у детей и подростков / Н. В. Орлова, О. В. Михайлова, Т. В. Захарова // Вопр. совр. педиатрии. — 2011. — Т. 10, № 2. — С. 11—15.
9. Особенности функционального статуса сердечно-сосудистой системы у подростков по данным доплерографии / С. В. Попов, С. И. Бокова, В. А. Бугаенко, Т. А. Романова // Журнал кліні. та експеримент. мед. досліджень. — 2013. — Т. 1, № 4. — С. 432—436.
10. Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах : наказ МОЗ та МОН України № 518/674 від 20.07.2009 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://news.yurist-online.com/laws/6323/>. — Назва з екрану.
11. Ромаскевич Ю. О. Корекція стану фізичного здоров'я учнівської та студентської молоді засобами лікувальної фізичної культури / Ю. О. Ромаскевич // Актуальні проблеми юнацького спорту : матеріали ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. — Херсон : ПАТ Херсон. міськ. друк, 2011. — С. 165—166.
12. Ситник О. А. Характеристика стану серцево-судинної системи учнів молодшого шкільного віку / О. А. Ситник // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. — 2013. — № 6 (32). — С. 111—119.
13. Солдатов О. М. Обоснование использования L-карнитина в спортивной медицине / О. М. Солдатов, Л. А. Ивянский, О. В. Ферантова // Рос. вестн. перинатол. и педиатрии. — 2010. — № 5. — С. 90—97.
14. Стан серцево-судинної системи у хлопчиків спортсменів / Г. С. Сенаторова, Н. К. Мацієвська, О. Ю. Кізенко [та ін.] // ПАГ. — 2011. — Т. 73, № 4. — С. 130—131.
15. Элькар в детской спортивной практике / Л. А. Балыкова, С. А. Ивянский, А. Н. Урзаяева [и др.] // Рос. вестн. перинатол. и педиатрии. — 2013. — № 5. — С. 45—48.

16. Эффективность энерготропной терапии при вегетативной дистонии с кардиальными изменениями у детей и подростков / Н. А. Коровина, И. Н. Захарова [и др.] // Рос. вестн. перинатол. и педиатрии. — 2008. — № 6. — С. 21—29.
17. L-Carnitine 1-tartrate supplementation favorably affects biochemical markers of recovery from physical exertion in middle-aged men and women / J. Y. Ho, W. J. Kraemer, J. S. Volek [et al.] // Metabolism. — 2010. Vol. 59, № 8. — P. 1190—1199.
18. Effect of L-carnitine supplementation and aerobic training on FABPc content and beta-NAD activity in human skeletal muscle / J. K. Lee, J. S. Lee, H. Park [et al.] // Eur. J. Appl. Physiol. — 2007. — Vol. 99 (2). — P. 193—199.
19. Neurobehavioral effects of L-carnitine and its ability to modulate genotoxicity and oxidative stress biomarkers in mice // E. W. Moraes e Luz, L. R. Vieira, J. G. Semedo [et al.] // Pharmacol. Biochem. Behav. — 2013. — Vol. 110. — P. 40—45.
20. Primary carnitine deficiency and sudden death: in vivo evidence of myocardial lipid peroxidation and sulfonation of sarcoendoplasmic reticulum calcium ATPase 2 // M. Mazzini, T. Tadros, D. Siwik [et al.] // Cardiology. — 2011. — Vol. 120 (1). — P. 52—58.
21. Van Oudheusden L. J. Efficacy of carnitine in the treatment of children with attention-deficit hyperactivity disorder / L. J. Van Oudheusden, H. R. Scholte // Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. — 2002. — Vol. 67 (1). — P. 33—38.
22. Winter S. C. Cardiomyopathy in childhood, mitochondrial dysfunction, and the role of L-carnitine / S. C. Winter, N. R. Buist // American Heart J. — 2000. — Vol. 2. — P. 563—569.

### Проблема диагностики и коррекции сниженной толерантности к физической нагрузке у детей школьного возраста

**Ю.В. Марушко, Т.В. Гищак**

Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

**Цель:** улучшить результаты диагностики и реабилитационных мероприятий у детей школьного возраста со сниженной толерантностью к физической нагрузке.

**Пациенты и методы.** Обследовано 155 детей в возрасте 7–17 лет с функциональными нарушениями желудочно-кишечного тракта, вегето-сосудистыми дисфункциями, вторичными кардиомиопатиями. Проведены общеклиническое обследование, проба Руфье, велоэргометрическая проба.

**Результаты.** У 58,1% обследованных выявлен низкий и ниже среднего уровень функционального резерва сердца (ФРС) по пробе Руфье. Относительное максимальное потребление кислорода было самым высоким ( $52,40 \pm 0,80$  мл/мин/кг) у детей со средним уровнем ФРС. У детей с низким ФРС выявлены наименьшие значения  $PWC_{170}$  ( $138,67 \pm 3,35$  Вт), хронотропного и инотропного резервов сердца, наибольшие значения индекса энергетических затрат ( $7,45 \pm 1,85$  у.е.). Применение препарата L-карнитина имело положительное влияние на обмен кислорода в миокарде у детей с низким ФРС.

**Выводы.** У детей с низким и ниже среднего ФРС чаще по сравнению с детьми с нормальной толерантностью бывают головная боль, утомляемость, ослабленные тоны сердца, синусовая тахикардия, метаболические изменения в миокарде. У детей с низким ФРС по пробе Руфье наблюдается повышенная потребность миокарда в кислороде и неэкономное использование резервов миокарда. Назначение L-карнитина позволяет уменьшить проявления астенического синдрома, метаболические нарушения, улучшить результаты пробы Руфье и велоэргометрические показатели, характеризующие использование резервов миокарда и обеспечение его кислородом.

**Ключевые слова:** дети школьного возраста, сниженная толерантность к физической нагрузке, функциональный резерв сердца, проба Руфье, велоэргометрия, L-карнитин.

SOVREMENNAYA PEDIATRIYA. 2014. 7(63):34–40; doi 10.15574/SP.2014.63.34

### Diagnostic and correction problem of reduced exercise tolerance in school age children

**U.V. Marushko, T.V. Gischak**

A.A. Bogomolets National Medical University, Kiev, Ukraine

Detailed health examination of children with reduced exercise tolerance, detection their adaptive, metabolic disorders and correction of these disorders are an actual problem of pediatrics.

**The aim:** To improve the diagnostic results and results of the rehabilitation measures in school age children with reduced exercise tolerance.

**Methods.** The study involved 155 children aged 7–17 years with functional disorders of the gastrointestinal tract, vegetative dysfunctions, secondary cardiomyopathies. A general clinical examination, Rufye's test, veloerhometryc stress test were performed.

**Results.** Low levels of functional heart reserve (FHR) and levels below average according to Rufye's test were revealed in 58.1% of patients. Maximal oxygen consumption was the highest ( $52,40 \pm 0,80$  ml/min/kg) in children with middle FHR level. The lowest levels of  $PWC_{170}$  ( $138,67 \pm 3,35$  W), chronotropic and inotropic heart reserves, the largest energy spending index ( $7,45 \pm 1,85$  cu) have children with low FRH. L-carnitine using in patients showed a positive effect on myocardium oxygen metabolism in children with low FHR.

**Conclusions:** 1) Children with low FHR levels and levels below average more often have headache, fatigue, weakened heart sounds, sinus tachycardia, myocardium metabolic changes beside children with normal tolerance; 2) Children with low functional reserve according to Rufye test have increased myocardial oxygen consumption and wasteful myocardial reserves using; 3) L-carnitine applying helps to reduce asthenic syndrome signs, metabolic disorders, to improve Rufye test results and veloerhometryc data characterizing myocardial reserves using and myocardial oxygen providing.

**Key word:** school age children, reduced exercise tolerance, functional heart reserve, Rufye's test, eloerhometryc, L-carnitine.

### Сведения об авторах:

**Марушко Юрий Владимирович** — д-р мед. н., проф. каф. педиатрии №3 Национального медицинского университета им. А.А. Богомольца. Адрес: г. Киев, ул. Мельникова, 18; тел. (044) 483-91-96

**Гищак Татьяна Витальевна** — к.мед.н., доц. каф. педиатрии №3 Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца. Адрес: г. Киев, ул. Мельникова, 18, тел. (044) 483-91-96.

Статья поступила в редакцию 30.10.2014 г.