

АДАПТИВНІ ЗМІНИ КАРДІОДИНАМІКИ В ОСІБ РІЗНОЇ СТАТІ ПІД ВПЛИВОМ СИСТЕМАТИЧНОЇ М'ЯЗОВОЇ РОБОТИ**Н. Богдановська**

*Запорізький національний університет
вул. Жуковського, 66, Запоріжжя 69063, Україна
e-mail: nadezhdabg@rambler.ru*

У статті розглядається проблема функціонування серця в процесі виконання систематичних фізичних навантажень. Проведено ехокардіографічне обстеження 14 дівчат і 11 юнаків у віці 18–20 років, які 10 років займаються ігровими видами спорту (волейбол і гандбол). Виявлено істотні статеві відмінності у структурно-функціональній організації серця, однак при зниженні рівня фізичної працездатності виразність цих розходжень у характері адаптації організму до фізичних навантажень зменшується.

Ключові слова: адаптація, серце, структурно-функціональна організація, м'язова робота, ехокардіографія, юнаки й дівчата.

Вивчення особливостей функціонування серця у процесі виконання систематичних фізичних навантажень є однією з найбільш актуальних проблем сучасної фізіології [1, 3, 5, 12]. У попередніх публікаціях [2, 8] нами було показано, що у процесі адаптації організму до систематичних фізичних навантажень спостерігаються виражені структурно-функціональні перетворення серця, які полягають у зменшенні кінцевих розмірів і об'ємів його порожнин у систолі й діастолі, зменшенні товщини задньої стінки лівого шлуночка в систолі, підвищенні скоротності серцевого м'яза й сили вигнання крові зі серця.

Було встановлено також, що зазначений характер адаптивних перебудов не залежав від статевої приналежності осіб, які систематично виконують м'язову роботу, а змінювався тільки залежно від етапу тренувального процесу та поточного рівня загальної фізичної працездатності й аеробної продуктивності, що підтверджує дослідження інших науковців [4, 6, 7, 13]. Поряд із тим, значний інтерес становить також проведення порівняльного аналізу структурно-функціональних особливостей серця спортсменів і спортсменок у рамках окремого періоду тренувальних занять. На нашу думку і як зазначають дослідники [10, 14], результати такого аналізу дадуть змогу не тільки говорити про загальну спрямованість адаптаційного процесу у спортсменів різної статі, але й характеризувати ступінь впливу статевої приналежності на ефективність адаптації до дії такого екстремального фактора зовнішнього середовища, як фізичні навантаження різної спрямованості, обсягу й інтенсивності.

Відповідно до мети і завдань дослідження нами було проведено ехокардіографічне обстеження 14 дівчат і 11 юнаків у віці 18–20 років, які протягом 10 років займаються ігровими видами спорту (відповідно волейбол і гандбол).

Оцінку структурно-функціональних особливостей серця всіх обстежуваних проводили за допомогою методу ехокардіографії [9] з використанням ультразвукового сканера фірми «Siemens» (Німеччина) на різних етапах тренувального процесу: закінчення підготовчого періоду (тривалість тренувальних занять 2 місяці), середина змагального періоду

(4 місяці тренувальних занять у поєднанні з виступами на змаганнях), закінчення змагального періоду (9 місяців тренувальних занять у поєднанні з виступами на змаганнях).

На всіх етапах дослідження для оцінки структурно-функціонального стану лівого шлуночка (ЛШ) реєстрували такі параметри: кінцевий діастолічний діаметр (КДДлш, см), кінцевий систолічний діаметр (КСДлш, см), кінцевий діастолічний об'єм (КДО, мл), кінцевий систолічний об'єм (КСО, мл), ударний об'єм (УО, мл), хвилинний об'єм крові (ХОК, л/хв.), товщину задньої стінки лівого шлуночка в діастолу (ТЗСлш, см), серцевий індекс (СІ, мл/хв·м²), фракцію вигнання (Фв, %), індекс скоротливості міокарда (ІС, %), а також масу міокарда лівого шлуночка (ММлш, г). Оцінку стану правого шлуночка проводили шляхом визначення кінцевого діастолічного діаметра (КДДпш, см) і кінцевого систолічного діаметра (КСДпш, см). Крім цього, на всіх етапах експерименту в усіх обстежених юнаків і дівчат за допомогою субмаксимального тесту PWC₁₇₀ визначали рівень їхньої загальної фізичної працездатності (вPWC₁₇₀, кгм/хв/кг) і аеробної продуктивності (вМСК, мл/хв/кг).

Усі отримані в ході дослідження експериментальні матеріали були оброблені за допомогою програмного додатка Microsoft Excel.

У табл. 1 представлені результати ехокардіографічного обстеження спортсменок і спортсменів, які взяли участь в експерименті, проведеному наприкінці підготовчого періоду. За загальноновизнаною думкою, цей період характеризується найвищим рівнем загальної фізичної працездатності організму і, як наслідок, оптимальною формою адаптації до фізичних навантажень, що й підтвердили високі значення вPWC₁₇₀ і вМСК, зареєстровані в обстежених юнаків і дівчат.

Як показали результати проведеного на даному етапі експерименту обстеження, для дівчат-спортсменок були характерні оптимальні значення практично всіх ехокардіо-

Таблиця 1

Результати ехокардіографічного обстеження юнаків і дівчат 18–20 років наприкінці підготовчого періоду (М±м)

Показники	Дівчата	Юнаки
ЧСС, уд/хв	61,46±2,13	61,99±1,85
КДДлш, см	4,70±0,10	5,32±0,15***
КСДлш, см	2,81±0,03	3,11±0,17*
КДДпш, см	3,17±0,14	4,06±0,18***
КСДпш, см	1,78±0,09	2,24±0,12**
КДО, мл	121,18±3,40	138,16±8,87*
КСО, мл	29,28±0,90	40,08±4,57*
ТЗСлш, см	0,69±0,02	1,09±0,03***
СІ, мл/хв·м ²	2497,81±138,83	3007,12±193,87*
Фв, %	78,19±1,17	71,67±2,35**
УО, мл	91,90±2,88	98,08±5,76
ХОК, л/хв	5,63±0,24	6,08±0,42
Влш-Д, мл	103,39±4,68	138,20±8,86**
Влш-С, мл	29,93±0,82	40,08±4,56*
ІС, %	39,95±1,17	41,76±2,09
Мм, г	81,90±3,72	175,47±10,52***
вPWC ₁₇₀ , кгм/хв/кг	19,94±0,53	26,64±1,31***
вМСК, мл/хв/кг	59,37±1,17	70,24±2,84***

Примітка. Тут і далі – * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 порівняно зі значеннями показників, зареєстрованих у дівчат.

графічних параметрів. Так, серед них реєструвалися статистично значимо нижчі, ніж у юнаків-спортсменів, значення кінцевих діастолічних і систолічних розмірів правого та лівого шлуночків серця, підсумком чого стали й вірогідно нижчі значення кінцевого діастолічного (КДО) і кінцевого систолічного (КСО) об'ємів серця (відповідно $138,16 \pm 8,87$ мл і $121,18 \pm 3,40$ мл для КДО й $40,08 \pm 4,57$ мл і $29,28 \pm 0,90$ мл для КСО) і товщини задньої стінки лівого шлуночка (відповідно $0,69 \pm 0,02$ см і $1,09 \pm 0,03$ см). На нижчому рівні відзначалися у дівчат-спортсменок і значення об'єму лівого шлуночка серця в систолу (відповідно $29,93 \pm 0,82$ мл проти $40,08 \pm 4,56$ мл у юнаків-спортсменів) і в діастолу (відповідно $103,39 \pm 4,68$ мл і $138,20 \pm 8,86$ мл).

Виявлений нами факт статевих розходжень щодо наведених параметрів структурно-функціональної організації серця можна пояснити як природними фізіологічними відмінностями, так і кращою формою адаптації організму дівчат до систематичної м'язової роботи. На користь останнього припущення свідчили дані щодо оптимальної форми регуляції роботи серця дівчат (величини СІ співвідносилися як $2497,81 \pm 138,83$ мл/хв·м² і $3007,12 \pm 193,87$ мл/хв·м²) і більш інтенсивні викиди крові зі серця (співвідношення значень Фв становило $78,19 \pm 1,17\%$ і $71,67 \pm 2,35\%$).

Було встановлено, що наприкінці підготовчого періоду, на фоні високих значень загальної фізичної працездатності й аеробної продуктивності організму представників обох статевих груп для дівчат була характерна вірогідно краща форма адаптації до систематичної м'язової роботи.

Досить цікаві результати отримані нами в середині змагального періоду, у рамках якого в обстежених спортсменів і спортсменок спостерігалось достовірне зниження рівня загальної фізичної працездатності й аеробної продуктивності організму (табл. 2).

Було показано, що на даному етапі дослідження виявлені раніше статеві розходження в характері адаптації до фізичних навантажень стали менш вираженими.

Так, статистично значимі відмінності були зареєстровані нами щодо показників, які характеризують стан серця обстежуваних у діастолі – значення КДДлш, КДДпш, КДО та Влш-Д, відзначені в групі дівчат-спортсменок, були вірогідно нижчими, ніж у групі юнаків. Статистично значимих розходжень у значення параметрів, які відображають роботу серця в систолі (КСДлш, КСДпш, Влш-С), виявити не вдалося.

Більш того, практично на одному рівні реєструвалися в обстежуваних осіб значення таких важливих показників, як СІ (відповідно $2789,68 \pm 178,54$ мл/хв·м² і $3086,51 \pm 181,05$ мл/хв·м²), Фв ($67,65 \pm 1,42\%$ і $65,13 \pm 0,82\%$) і ІС ($37,69 \pm 1,24\%$ і $42,82 \pm 2,58\%$).

Можна припустити, що на фоні тривалих і значних тренувальних та змагальних навантажень спостерігається своєрідне «нівелювання» статевих розходжень у характері адаптації організму до м'язової роботи, хоча основні фізіологічні механізми пристосування серця до неї залишаються незмінними – знижені величини кінцевих систолічних і діастолічних розмірів і об'ємів серця, товщини задньої стінки лівого шлуночка, досить високі значення викиду крові та скоротності серцевого м'яза.

Переконливим підтвердженням цього послужили результати обстеження юнаків і дівчат, які систематично займаються спортом, наприкінці змагального періоду, що характеризується, як відомо, найбільш вираженим зниженням загальної фізичної працездатності їхнього організму. Як видно з матеріалів, наведених у табл. 3, на даному етапі експерименту в обстежених спортсменок і спортсменів реєструвалися найнижчі значення $BPWC_{170}$ і $BMCK$. Досить вираженими виявилися на цьому етапі дослідження статеві розходження щодо параметрів, які характеризують стан роботи серця в систолу та діас-

Таблиця 2

Результати ехокардіографічного обстеження юнаків і дівчат 18–20 років у середині змагального періоду (M±m)

Показники	Дівчата	Юнаки
ЧСС, уд/хв	64,44±2,82	66,94±1,79
КДДлш, см	4,88±0,12	5,72±0,05***
КСДлш, см	3,03±0,07	3,28±0,16
КДДпш, см	3,21±0,15	4,52±0,06***
КСДпш, см	2,11±0,13	2,33±0,12
КДО, мл	117,50±3,75	141,98±8,83**
КСО, мл	36,74±2,03	38,48±4,10
ТЗСлш, см	0,88±0,03	0,99±0,03*
СІ, мл/хв·м ²	2789,68±178,54	3086,51±181,05
Фв, %	67,65±1,42	65,13±0,82
УО, мл	80,76±2,82	103,50±5,93**
ХОК, л/хв	5,22±0,32	6,90±0,41**
Влш-Д, мл	113,04±5,85	161,64±3,35***
Влш-С, мл	36,36±2,13	45,16±4,79
ІС, %	37,69±1,24	42,82±2,58
Мм, г	116,76±6,74	177,56±5,60***
ВРWC ₁₇₀ , кгм/хв/кг	15,89±0,98	23,77±0,57***
ВМСК, мл/хв/кг	50,47±2,23	63,61±1,20***

Таблиця 3

Результати ехокардіографічного обстеження юнаків і дівчат 18–20 років наприкінці змагального періоду (M±m)

Показники	Дівчата	Юнаки
ЧСС, уд/хв	61,33±1,46	65,50±1,54*
КДДлш, см	4,96±0,14	5,78±0,04***
КСДлш, см	2,89±0,10	3,12±0,16
КДДпш, см	3,30±0,09	4,54±0,07***
КСДпш, см	1,80±0,09	2,22±0,09**
КДО, мл	102,04±6,24	142,79±8,69***
КСО, мл	26,06±1,61	36,73±3,59**
ТЗСлш, см	0,77±0,03	0,97±0,02***
СІ, мл/хв·м ²	2596,90±171,46	3010,73±181,55
Фв, %	71,96±1,15	70,43±1,32
УО, мл	75,98±6,12	106,06±5,81**
ХОК, л/хв	4,66±0,37	6,95±0,44***
Влш-Д, мл	117,89±7,44	165,18±2,72***
Влш-С, мл	33,06±3,03	40,22±4,46
ІС, %	41,26±2,17	46,04±2,58
Мм, г	103,30±7,72	176,55±3,29***
ВРWC ₁₇₀ , кгм/хв/кг	12,11±0,65	19,54±0,63***
ВМСК, мл/хв/кг	42,70±1,55	55,42±1,37***

толу. Так, кінцеві розміри правого та лівого шлуночків серця у зазначені фази серцевого циклу, кінцеві діастолічні й систолічні об'єми серця, об'єми лівого шлуночка в систолу й діастолу були статистично значимо нижчими у групі дівчат-спортсменок.

Поряд із тим, практично однаковими виявилися значення показників, що відбивають насосну функцію серцевого м'яза. Статеві співвідношення за СІ виглядали як 259-

6,90±171,46 мл/хв·м² і 3010,73±181,55 мл/хв·м², за Фв – відповідно як 71,96±1,15% і 70,43±1,32%, а ІС – як 41,26±2,17% і 46,04±2,58%.

Можна припустити, що у процесі зниження фізичної працездатності обстежуваних ступінь виразності статевих розходжень у характері адаптації їхнього організму до систематичної м'язової роботи знижується.

Результати проведеного дослідження в цілому дали змогу констатувати наявність істотних статевих особливостей у структурно-функціональній організації серця осіб, які систематично виконують фізичні навантаження значного об'єму й інтенсивності, що підтверджує інші подібні дослідження [3, 5, 11]. Було встановлено, що на етапі високих значень загальної фізичної працездатності для дівчат характерна краща, ніж для юнаків-спортсменів, форма пристосування до даного зовнішнього фактора. Поряд із тим, показано, що при зниженні рівня фізичної працездатності виразність статевих розходжень у характері адаптації організму до систематичних фізичних навантажень стає нижчою при збереженні основних фізіологічних механізмів адаптації структурно-функціональної організації серця до систематичної м'язової роботи.

1. Агаджанян Н. А. Стресс и теория адаптации. Оренбург: ИПК ГОУ ОГ, 2005. 190 с.
2. Богдановська Н. В., Маликов М. В. Особливості функціонального стану судинного ендотелію при систематичних фізичних навантаженнях // Фізіол. журн. 2008. Т. 54. № 4. С. 44–46.
3. Ванюшин Ю. С., Ситдииков Ф. Г. Адаптация сердечной деятельности и состояние газообмена у спортсменов к физической нагрузке // Физиология человека. 1997. Т. 23. № 4. С. 69–73.
4. Дибнер Р. Д., Бородинский М. М. Новый подход к оценке функциональной готовности спортсменов (исследование морфологии, функции сердца и активности симпатико-адреналовой системы) // Вестн. спорт. медицины России. 1999. №1 (22). С. 8–12.
5. Доломан Л.Б., Коцюруба А.В., Косьякова Г.В. та ін. Робота серця та функціональна активність ендотелію залежно від віку і статі людини // Фізіол. журн. 2004. Т. 50. № 5. С. 19–28.
6. Квашніна Л. В. Поняття адаптації і адаптованість як інтегральний показник здоров'я // Перинатологія та педіатрія. 2000. № 1. С. 33–36.
7. Корниченко И. А., Сонькин В. Д «Биологическая надежность», онтогенез и возрастная динамика мышечной работоспособности // Физиология человека. 1999. № 1. С. 98–108.
8. Маликов Н. В., Богдановская Н. В. Современные проблемы адаптации. Запорожье: ЗНУ, 2007. 257 с.
9. Митьков В. В., Сандрикова В. А. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. Т. 5. М.: Видар, 1998. 360 с.
10. Павлов С. Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка // Теория и практика физ. культуры. 1999. № 1. С. 12–17.
11. Сагач В. Ф. Нові підходи до корекції серцево-судинних порушень, що супроводжуються дисфункцією ендотелію // Фізіол. журн. 2002. Т. 48. № 4. С. 86–87.
12. Таланов С. А., Бурій В. А., Сагач В. Ф. Влияние адаптации к дозированным физическим нагрузкам на функцию миокарда крыс // Нейрофизиология. 2009. Т. 41. № 1. С. 41–47.
13. Чазов Е. И. Вклад нарушений регуляторных механизмов в развитие сердечно-сосудистых патологий // Терапевтический архив. 1999. Т. 71. № 9. С. 8–12.
14. Яблучанська Т. П. Клас стандартного відхилення фракції вигнання лівого шлуночка та ультразвукові показники лівих камер серця при синусовому ритмі і фібриляції передсердь // Укр. радіологіч. журн. 2003. Т. 11. С. 273–277.

SPECIAL FEATURES OF CHANGES IN THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF HEART UNDER THE EFFECT OF THE SISTEMATIK MUSKULAR WORK OF THE PERSONS OF DIFFERENT SEX

N. Bogdanovskaya

*Zaporizhzhya National University
66, Zhukovskiy St., Zaporizhzhya 69063, Ukraine
e-mail: nadezhdabg@rambler.ru*

In the article the problem of the heart performance in the process of the systematic physical loads is considered. The echocardiographic inspection of 14 girls and 11 youths in the age of 18–20 years who are engaged in sports activities for 10 years (namely volleyball and handball) is carried out. Essential sex differences in the structural-functional organization of heart are revealed, but as level of physical fitness goes down, the evidence of these differences in the nature of the adaptation of organism to the systematic physical loads becomes lower.

Key words: adaptation, heart, structural and functional organization, muscular work, echocardiography, youths and girls.

АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАРДИОДИНАМИКИ У ЛИЦ РАЗНОГО ПОЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ

Н. Богдановская

*Запорожский национальный университет
ул. Жуковского, 66, Запорожье 69063, Украина
e-mail: nadezhdabg@rambler.ru*

В статье рассматривается проблема функционирования сердца в процессе выполнения систематических физических нагрузок. Проведено эхокардиографическое обследование 14 девушек и 11 юношей в возрасте 18–20 лет, которые 10 лет занимаются игровыми видами спорта (волейбол и гандбол). Выявлены существенные половые различия в структурно-функциональной организации сердца, однако при снижении уровня физической работоспособности выраженность этих различий в характере адаптации организма к физическим нагрузкам становится менее четкой.

Ключевые слова: адаптация, сердце, структурно-функциональная организация, мышечная работа, эхокардиография, юноши и девушки.

Стаття надійшла до редколегії 18.12.09
Надійшла після доопрацювання 29.03.10
Прийнята до друку 01.04.10