

УДК: 611.127:616.12-007.21:612.171.1:616-053.81

Інтегральний метод оцінки реакції серцево-судинної системи на навантаження у підлітків та дорослих з вродженими вадами серця під контролем ехокардіографії

І.Г. Лебідь

Integral method of evaluation the adolescent's and adult's reaction of cardiovascular system with stress test and echocardiography control

I.G. Lebid

¹ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії» МОЗ України, Київ**Ключові слова:** серце, вроджені вади, ехокардіографія, дорослі

У країнах з добре розвинутою системою медичної допомоги до 16-18 років доживають більш ніж 85% дітей з вродженою вадою серця (ВВС) [2,4,6,7]. Загальна кількість пацієнтів з даними аномаліями, які досягнуть дорослого віку, вже в даний час складається з хворих, прооперованих з приводу ВВС, а також тих, хто не потребують оперативної корекції існуючих вад [4,5,10]. Особа когорти дорослих з ВВС є пацієнти з повторними хірургічними втручаннями, де показами до наступних операцій є погіршення стану та збільшення ступеню серцевої недостатності (СН). Оцінка всіх пацієнтів старше 16 років з ВВС тільки в стані спокою не дозволяє виявити скриті прояви СН чи підвищення її ступеню, що є об'єктивною ознакою та показом до оперативного та інвазивного втручання. Прогресування СН підвищує ризик наступної оперативної корекції вади і потребує більш раннього виявлення, до клінічних проявів декомпенсації [6,10].

Мета роботи:

вивчення змін серцевої гемодинаміки у підлітків та дорослих з ВВС при використанні стандартизованої проби з дозованим фізичним навантаженням (ДФН) та додатковим проведенням ехокардіографічного дослідження (ЕхоКГ), для вдосконалення обстеження та ведення даної групи хворих.

Матеріал та методи

Дизайн дослідження включав збір та оцінки клінічних та анамнестичних даних, електрокардіографію (ЕКГ) за загальноприйнятою методикою, що проводиться на електрокардіографі «Schiller AT-102» (Швейцарія). ЕхоКГ проводилась на системі ехокардіографії iE33 (Phillips) з кольоровим доп-

¹Україна, 01135, г. Київ, ул. В. Черновола 28/1
E-mail: staff@cardiaccenter.org.ua

плерівським картуванням. Показники серця вимірювалися відповідно до методики рекомендованої Американським товариством ехокардіографії (ASE) [7]. За норму приймалися дані, отримані Е. Райдинг [3]. При ЕхоКГ проводили розрахунок наступних показників лівого шлуночка (ЛШ): кінцевий діастолічний об'єм (КДОЛШ), кінцевий систолічний об'єм ЛШ (КСОЛШ), ударний об'єм (УО), фракцію викиду (ФВЛШ), діаметри перетину магістральних судин. Також розраховували кінцевий діастолічний (КДІЛШ) і кінцевий систолічний (КСІЛШ) індекси ЛШ. При доплерографії досліджували кровотік через атриовентрикулярні та полу місячні клапани серця.

Результати

Нами розроблено та запропоновано алгоритм, який полягає у тому, що пацієнту виконують пробу з ДФН із застосуванням сходів – проба Мастера, у модифікації Д.М. Аронова [1], шляхом проведення обстежуваним особам зростаючих навантажень із заданою потужністю з використанням формули, для розрахунку заданої потужності ($W=p \cdot h \cdot n \cdot 1,33$), реєстрації ЕКГ в 12 відведеннях і аналіз змін до навантаження та у різний термін після навантаження. В основу метода поставлене завдання вдосконалення способу проведення проби з ДФН із застосуванням сходів безпосередньо у підлітків та дорослих з ВВС шляхом додаткового проведення ЕхоКГ до навантаження з розрахунком усіх стандартних ЕхоКГ показників, а також параметрів, які відповідають даній ваді, відразу після виконаної проби та у періоді відпочинку, під контролем ЕКГ моніторингування.

Спосіб полягає в наступному:

1. Проводять цілеспрямоване загально клінічне обстеження пацієнта, ретельний збір скарг, анамнезу і з'ясування характеру відчуттів, які можуть виникнути в процесі навантаження. Виявляються протипокази до проведення проби з ДФН.

2. Розраховують задану потужність ДФН для па-

цієнта по формулі $W=p \cdot h \cdot n \cdot 1,33$, де W – потужність (кг м/хв.), p – маса тіла (кг), h – висота сходи (м), n – кількість підйомів у хвилину, 1,33 – коефіцієнт, що дозволяє враховувати роботу, вироблену при спуску зі сходи.

3. Перед навантаженням проводять стандартний запис ЕКГ у положенні пацієнта лежачи на спині з реєстрацією всіх 12 відведень, вимірюють АТ.

4. Виконують ЕхоКГ у положенні пацієнта лежачи на спині або на лівій стороні сонограму обробляють за допомогою вмонтованих програмних засобів обробки зображення.

5. Проводять оцінку морфометричних параметрів серця з розрахунком розмірів ПШ, КДОЛШ, КСОЛШ, КДІЛШ, КСІЛШ, ФВЛШ, УО, ХО. При доплерографічному дослідженні оцінюють гемодинамічні параметри на клапанах магістральних судин, тиск у ЛА, розраховують КДІЛШ, КСІЛШ.

6. Виконують Етап 1 тесту з ДФН, у вигляді підйому на сходинку із заданим темпом, протягом 3 хв. Навантаження на Етапі 1 встановлюють 50 Вт (300 кг м/хв.). Необхідний темп підйому на сходинку забезпечується метрономом, де кожен удар метронома відповідає одному руху. Кожне сходження на сходинку проводиться в чотири етапи: 1) підйом лівої ноги; 2) підйом правої ноги; 3) спуск лівої ноги, 4) спуск правої ноги. Пробу виконують із прикріпленими електродами.

7. Наприкінці останньої хвилини навантажувальної ступені проводять запис ЕКГ у положенні пацієнта лежачи на спині, контроль АТ, далі щохвилини до відновлення початкового стану показників.

8. При відсутності скарг і доброї стерпності навантаження, і адекватних показниках ЕКГ і АТ виконують Етап 2 ДФН з розрахунку навантаження 75 Вт (450 кг м/хв.) у вигляді підйому на сходинку протягом 3 хв.

9. Наприкінці останньої хвилини другої навантажувальної ступені виконують ЕхоКГ з фіксацією тих самих гемодинамічних параметрів серця зазначених вище.

10. При виконанні ЕхоКГ рекомендовано постій-

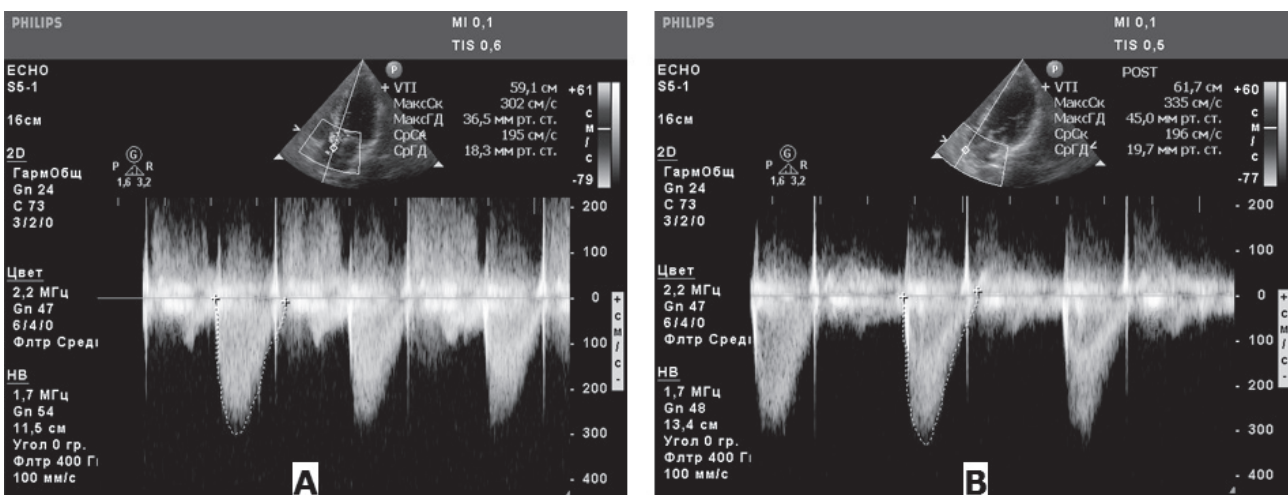


Рис 1. Допплерографічні показники кровотоку через вихідний тракт ЛШ у пацієнта А до навантаження (А) та після навантаження (В).

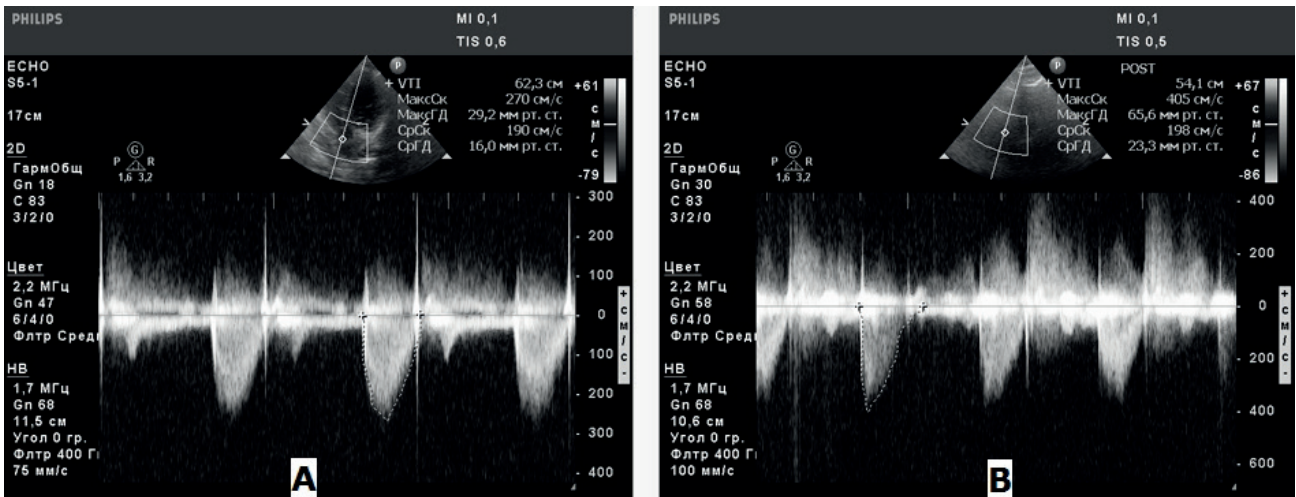


Рис 2. Допплерографічні показники кровотоку через вихідний тракт ЛШ у пацієнта М. до навантаження (А) та після навантаження (В)

ний ЕКГ контроль.

Запропонований спосіб підтверджується наступними прикладами його виконання:

Пацієнт А., 16 років, спостерігається з діагнозом: ВВС, комбінована аортальна вада без явної переваги, фаза відносної компенсації. СН 0. Скарг на момент огляду не пред'являє. Загальний стан задовільний. Вага 59 кг. Площа поверхні тіла – 1,59 м². Шкірні покриви звичайного кольору, ціанозу немає. Область серця не змінена. Верхівковий поштовх в 5 міжребір'ї на 1 см к нутрі від середньо ключичної лінії. Границі відносної серцевої тупості не розширені. Аускультативно тони серця голосні, ритм правильний. Систолічний шум у 2-м міжребір'ї праворуч від грудини, інтенсивність шуму 2/6, незначно проводиться на судини шії. Пульс симетричний ритмічний 71 уд/хв. Пульсація стегнової артерії збережена. Печінка не збільшена. Діурез достатній. АТ на правій руці 110/70 мм рт.ст., на лівій руці 110/65 мм ст.ст. На ЕКГ: ритм синусовий. Частота серцевих скорочень (ЧСС) 70 уд/хв. Електрична вісь серця не відхилена.

ЕхоКГ в спокою: КДРЛШ – 4,1 см., КСРЛШ – 2,6 см. КДОЛШ – 76 мл, КСОЛШ – 26 мл. КДІ – 48 мл/м², КСІЛШ – 16 мл/м², УО – 50 мл, ФВЛШ – 65%. Товщина МШП – 0,8 см, і задньої стінки лівого шлуночка – 0,8 см. Маса міокарда – 82 гр., індекс маси міокарда – 51 гр./м². АК тристулковий, стулки незначно потовщені. Пікова систолічна швидкість на АК – 3,0 м/с, піковий систолічний градієнт – 36 мм рт.ст. Середні показники на АК – 1,9 м/с і 18 мм рт.ст. відповідно (рис. 1А). Структура та функція інших клапанів не порушена. Дефекти перегородок не лоцируються. Кровотік у черевній аорті пульсуючий.

ДФН етапу 1 становить 50 Вт, що відповідає 16–ти підйомам за хв. на стандартну сходинку висотою 25 см. Розрахунок кількості підйомів на сходинку проводять по формулі $n = W / (p \cdot h \cdot 1,33)$. Потужність у формулі використовується в кг м/хв., тому необхідно перерахувати вати (Вт) в кг м/хв. ($50 \cdot 6 = 300$ кг м/хв.). Таким чином, $n = 300$ кг м/хв. / (57 кг \cdot $0,25$ м \cdot

1,33) = 16 разів за хв. Пацієнт виконав підйом і спуск зі сходи із заданим темпом протягом 3 хв. Відразу ж по закінченні проби ЧСС по даним ЕКГ складала 103 уд/хв., АТ на верхній кінцівці – 125/80 мм рт.ст. Через 1 хв. ЧСС – 88 уд/хв., АТ – 110/75 мм рт.ст. Через 2 хв. показники повернулися до початкових значень. Патологічної динаміки сегмента ST не виявлено. Реакція на виконаний тест була оцінена як адекватна. Етап 2 (75 Вт), був виконаний зі збільшенням кількості підйомів (23 за 1 хв.). Розрахунок кількості підйомів на сходинку $n = 450$ кг м/хв. / (57 кг \cdot $0,25$ м \cdot $1,33$) = 23 за хв. По закінченні цього етапу ДФН показники ЕхоКГ КДРЛШ – 3,3 см., КСРЛШ – 1,8 см. КДОЛШ – 45 мл, КСОЛШ – 10 мл. КДІЛШ – 28 мл/м², КСІЛШ – 6 мл/м², УО – 35 мл, фракція викиду – 76%. Пікова систолічна швидкість на АК – 3,3 м/с, піковий систолічний градієнт – 45 мм рт.ст. Середні показники на АК – 1,9 м/с і 19 мм рт.ст. відповідно (рис. 1В). У висновку ЕхоКГ с ДФН значного приросту пікові швидкості і градієнта на АК не виявлено. Реакція ЛШ на виконаний тест адекватна. Відновлений період без особливостей.

Пацієнт М., 18 років, спостерігається у кардіолога з діагнозом: ВВС, комбінована аортальна вада без явної переваги, фаза відносної компенсації. Симптоматична артеріальна гіпертензія, 2 стадії, 1 ступеню, ризик 1. СН 0. Скарг на момент огляду не пред'являє. Загальний стан задовільний. Вага 84 кг. Площа поверхні тіла – 1,98 м². Область серця не змінена. Верхівковий поштовх в 5 міжребір'ї по середньключичної лінії. Границі відносної серцевої тупості розширені вліво. Аускультативно тони серця голосні, ритм правильний. Систолічний/діастолічний шум в 2-м міжребір'ї праворуч від грудини і у точці Боткіна-Ерба, інтенсивність шуму 4/6, з іррадіацією на судини шії. Пульс симетричний, ритмічний, 82 уд/хв. Пульсація стегнової артерії збережена. Печінка не збільшена. Діурез адекватний. АТ на обох руках 135/65 мм рт.ст. За даними ЕКГ: синусова аритмія. ЧСС 85-94 уд/хв. Електрична вісь серця розташована горизонтально. Ознаки гіпертрофії ЛШ.

Дані ЕхоКГ до виконання ДФН: КДРЛШ – 5,6 см.,

КСРЛШ – 3,6 см. ҚДОЛШ – 157 мл, КСОЛШ – 57 мл. ҚДІЛШ – 79 мл/м², КСІЛШ – 28 мл/м², УО -100 мл, фракція викиду – 63%. Товщина міжшлуночкової перегородки – 1,2 см, і задньої стінки ЛШ – 1,2 см. Маса міокарда – 283 гр., індекс маси міокарда – 142 гр./м². АК тристулковий, стулки потовщені, невелика аортальна недостатність. Пікова систолічна швидкість на АК – 2,7 м/с, піковий систолічний градієнт – 29 мм рт.ст. Середні показники на АК – 1,9 м/с і 16 мм рт.ст. відповідно. Морфологія інших клапанів не змінена. Дефекти перегородок не лоцируються. Даних за коарктацію аорти немає.

ДФН етапу 1 становить 50 Вт, що відповідає 11–ти підйомам за хв. на стандартну сходинку, $n = 300 \text{ кг м/хв.} / (84 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м} \cdot 1,33) = 11$ разів за хв. Пацієнт виконав підйом і спуск зі сходи із заданим темпом протягом 3 хв. Відразу ж по закінченні проби ЧСС по даним ЕКГ склала 140 уд/хв., АТ на верхній кінцівці – 160/90 мм рт.ст. Через 5 хв. показники повернулися до початкових значень. Патологічної динаміки сегмента ST не виявлено. Етап 1 тесту с ДФН був розцінений як адекватний і запропоновано етап 2 (75 Вт), який був виконаний з 16-ттю підйомам за хв. $n = 450 \text{ кг м/хв.} / (84 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м} \cdot 1,33) = 16$ за хв. По закінченні другого етапу ДФН показники ЕхоКГ: ҚДРЛШ – 5,3см, КСОЛШ – 3,7см, ҚДОЛШ – 137 мл, КСОЛШ – 59 мл. ҚДІЛШ – 69 мл/м², КСІЛШ – 29 мл/м², УО – 78 мл, фракція викиду – 57%. Пікова систолічна швидкість на АК – 4,0 м/с, піковий систолічний градієнт – 65 мм рт.ст. Середні показники на АК – 1,9 м/с і 23 мм рт.ст. відповідно. АТ на максимумі навантаження склав 180/100 мм рт.ст. У висновку було відображено неадекватна реакція на ДФН у вигляді значного збільшення від початкового показників на АК: пікової швидкості (+148%) середньої швидкості (+105%), пікового градієнта (+224%), середнього градієнта (+143%) відповідно, збільшенням ҚДІЛШ, зменшенням скоротливості ЛШ, що може бути пов'язано з додатковими механізмами обструкції вихідного тракту ЛШ. Відновлений період був подовжений до 12 хв. Реакція АТ гіпертензивна.

Висновки

• Даний спосіб інтегральної оцінки реакції серцево-судинної системи на навантаження у підлітків та дорослих з вродженими вадами серця під контр-

олем ехокардіографії дозволить вдосконалити обстеження підлітків та дорослих з даною патологією.

• Об'єктивізація структур серця, а також розрахунок гемодинамічних показників на клапанах серця на дозоване фізичне навантаження дає більш точну інформацію для показів або до оперативного втручання на серці або до консервативного ведення пацієнтів.

• Запропонований метод не потребує додаткового оснащення, а типовий ультразвуковий сканер дозволяє отримати усі данні показники. Використання методу можливо адже фахівцем з невеликим досвідом роботи. Даний спосіб дозволяє здійснювати динамічний контроль перебігу адаптації у підлітків та дорослих з вадами до операції, після кардіохірургічної корекції пороку та в процесі проведеної терапії.

Література

1. А.М. Аронов ... в Блезни сердца и сосудов. Руководство для врачей. В 4 т. Т.1. / Под ред. Е.П. Чазова – М., Медицина, 1992, т.1, С.292-311
2. Национальные рекомендации по ведению взрослых пациентов с врожденными пороками сердца. – М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2010. – 358с.
3. Райдинг Э. Эхокардиография. Практическое руководство / Э.Райдинг; пер. с англ. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 280 с.
4. А.С. Шарыкин Врожденные пороки сердца: Руководство для педиатров, кардиологов, неонатологов. – М.: Теремок, 2007. – 264с.
5. M.G. Cribbs Providing healthcare for the adult with congenital heart disease / M.G. Cribbs, A. Mott, S. Phillips, L. Markham // J. Am. Coll. Cardiol. – 2011. – Vol.57. – P. E459.
6. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010) / Baumgartner H., Bonhoeffer Ph. et al. // European Heart Journal. – 2010. – Vol.31. – p.2915–2957
7. Go A.S., Heart Disease and Stroke Statistics / Go A.S., Mozaffarian D. et al. – 2013 Update: A Report From the American Heart Association // Circulation. – 2013. – Vol.127. – p.e6-e245
8. Lopez L., S.D. Colan, P.C. Frommelt et al. Recommendations for Quantification Methods During the Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report From the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2010. – Vol. 23. – p. 465-495.
9. M.H. Picard, Adams D. S.M. Bierig et al. ASE Recommendations for Quality Echocardiography Laboratory Operations // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2011. – Vol.24. – №1. – p.1-10.
10. Warnes C.A, Williams R.G, T.M. Bashore et al. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines on the management of adults with congenital heart disease). // Circulation. – 2008. – Vol. 118. – p.e714–e833.

Интегральный метод оценки реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузки у подростков и взрослых с врожденными пороками сердца под контролем эхокардиографии

И.Г. Лебедь

В статье проанализировано влияние физической нагрузки на реакцию сердечно – сосудистой системы и предложен интегральный способ анализа гемодинамических изменений сердца у подростков и взрослых с врожденными

пороками сердца на нагрузку. Способ заключается в проведении пробы с дозированной физической нагрузкой под контролем эхокардиографии. Данный алгоритм оценки реакции сердца с дополнительным исследованием объемных показателей сократимости желудочков, гемодинамики на клапанах, после нагрузки позволят объективизировать показания к оперативному вмешательству при конкретной вади, осуществлять динамический контроль течения адаптации у подростков и взрослых с врожденными аномалиями к операции, после кардиохирургической коррекции порока и в процессе проводимой терапии

Ключевые слова: сердце, пороки сердца, эхокардиография, взрослые

Інтегральний метод оцінки реакції серцево-судинної системи на навантаження у підлітків та дорослих з вродженими вадами серця під контролем ехокардіографії

I.G. Lebid

У статті проаналізовано вплив фізичного навантаження на реакцію серцево-судинної системи та запропоновано інтегральний спосіб аналізу гемодинамічних змін серця у підлітків та дорослих з вродженими вадами серця на навантаження, який полягає у проведенні проби з дозованим фізичним навантаженням під контролем ехокардіографії. Даний алгоритм оцінки реакції серця з додатковим дослідженням об'ємних показників скоротливості шлуночків, гемодинамічних параметрів на клапанах, після навантаження дозволять об'єктивізувати покази до оперативного втручання при конкретній ваді, здійснювати динамічний контроль перебігу адаптації у підлітків та дорослих з вродженими аномаліями до операції, після кардіохірургічної корекції пороку та в процесі проведеної терапії.

Ключові слова: серце, вроджені вади, ехокардіографія, дорослі

Integral method of evaluation the adolescent's and adult's reaction of cardiovascular system with stress test and echocardiography control

I.G. Lebid

Background. In countries with well-developed health care system more than 85% of children with congenital heart defects (CHD) can expect to reach adulthood. Evaluation of all patients older than 16 years with CHD only at rest cannot detect the manifestations of heart failure (HF). The HF degree increasing is an objective sign for surgical and invasive procedures. Progression of it is the risk of subsequent surgical correction and needs more early detection, clinical manifestations of decompensation.

Objective: The purpose of study was to study the cardiac hemodynamics changes in adolescents and adults with the CHD after standardized stress tests and additional echocardiography (Echo) control to improve investigation and maintenance this group of patients.

Material and methods. Study design included the collection and evaluation of clinical and anamnestic data, electrocardiography (ECG), which is performed on the electrocardiograph «Schiller AT- 102» (Switzerland). Echo was performed on an echocardiography system iE33 (Phillips) with color Doppler carting. Heart indexes were measured according to the American Society of Echocardiography (ASE) recommendations.

Results. We have developed and suggested an algorithm which consists of stress test using the Master's step test, by modifying D.M. Aronov with increasing the given stress. The method includes: 1. Patient's general clinical examination. Identified the contraindications for the tests test. 2. Calculate the stress power which will give to the patient by the formula $W = p \cdot h \cdot n \cdot 1,33$, where W – capacity (kg m / min.), P – body weight (kg), h – height of the step (m), n – number of lifts per minute, 1.33 – coefficient which takes into account the work done during the descent of the stairs. 3. Standard ECG recording with the registration of all 12 leads, blood pressure control are performing before stress test. 4. Echo performs in the patient lying position on his back or on the left side. Sonogram processed by software for image processing. 5. The morphometric parameters of the heart evaluates with the expectation of RV size, LV EDV, LV ESV, LV EDI, LV ESI, LV EF, SV, SI. LVOT and RVOT blood flow parameters evaluated by Doppler measure. 6. Phase 1 The stress-test performs as a rise in step with the given rate for 3 minutes. The charge in Phase 1 is 50 W (300 kg m / min.). 7. At the end of the last minute loading stage ECG performed in the position of the patient lying on his back, blood pressure control, then every minute to restore the initial parameters. 8. In If there's no complaints and good tolerance for stress and adequate reaction by ECG and blood pressure must be proposed Step 2 (75

W – 450 kg m / min.) for 3 min. 9. At the end of the last minute of the second Phase performing Echo control of all hemodynamic parameters is recording. 10. Continuous ECG monitoring by performing Echo is recommended. In the article there are two examples for the performing of the proposed method.

Conclusions. 1 This method of integral cardio-vascular system evaluation in adolescents and adults with congenital heart disease by stress test and Echo control allow improved survey of patients with this disease. 2. Heart structures visualization and measure of hemodynamic parameters in heart valves by stress test provides more accurate information or for cardiovascular surgery indication or for the conservative management of these patients. 3. The proposed method does not require additional equipment and a typical ultrasound scanner allows getting all the data indexes. This method allows dynamic control the adolescent's and adult's hemodynamic adaptation before and after cardiac surgery.

Keywords: heart, congenital malformations, echocardiography, adult