

DOI: 10.26693/jmbs04.06.166

УДК 616.126.32

Кулешов О. В., Медражевська Я. А., Фік Л. О.,
Андрікевич І. І., Шаламай М. О.

СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ДІТЕЙ З ПРОЛАПСОМ МІТРАЛЬНОГО КЛАПАНА НА ФОНІ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Україна

alex81kuleshov@gmail.com

Для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи все більшого поширення набувають прості і досить інформативні показники, які характеризують механічну діяльність серця і стан апарату кровообігу в цілому.

Мета дослідження – вивчити вплив фізичного навантаження на стан серцево-судинної системи у дітей з пролапсом мітрального клапана I-го ступеня.

Було обстежено 90 дітей віком 13-17 років з пролапсом мітрального клапана I ступеня. Контрольну групу склали 23 практично здорових дитини відповідного віку. У всіх підлітків проводилася оцінка ехокардіографічних показників серця в стані спокою і після фізичного навантаження. Проводили ЕхоКГ в положенні лежачи на спині. Тест з дозованим фізичним навантаженням застосовували у вигляді підйому на сходінку з заданим темпом протягом 1,5 і 3 хвилин. Подібні сходження на сходінку проводилися в 4 етапи: підйом лівої ноги, підйом правої ноги, спуск лівої ноги, спуск правої ноги. Вихідна частота серцевих скорочень ($73,21 \pm 1,15$) істотно не відрізнялася від нормативних параметрів аналогічної групи здорових дітей того ж віку. Фракція викиду лівого шлуночка в спокої становила $66,97 \pm 0,69$, тоді як фракція укорочення – $36,56 \pm 0,87$ (%). При навантаженні відзначалося істотне підвищення даних показників щодо вихідних даних. При цьому статистично значимо змінювалися середні значення фракції викиду ($72,3 \pm 1,18$, $p < 0,05$) і була відзначена тенденція до збільшення укороченої фракції лівого шлуночка ($38,42 \pm 0,94$) щодо вихідних даних. Ударний об'єм у пацієнтів також був збільшений після навантаження ($64,27 \pm 1,89$ проти $70,9 \pm 1,9$, $p < 0,05$). У дітей з пролапсом мітрального клапана у відповідь на фізичне навантаження має місце збільшення частоти серцевих скорочень зі зменшенням кінцево-систолического об'єму лівого шлуночка і двома варіантами стану показників кінцево-діастолічного об'єму у вигляді їх як збільшення, так і стабільності, збільшення фракції викиду для поліпшення спор-

ження лівого шлуночка. Методика тестування дітей з пролапсом мітрального клапана фізичним навантаженням дозволяє за допомогою ЕхоКГ виявити відповідь серця на навантаження, оцінити його стан і розробити відповідний алгоритм профілактичних заходів для попередження виникнення ускладнень.

Ключові слова: діти, пролапс мітрального клапана, ехокардіографія, фізичне навантаження.

Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Дана робота є фрагментом НДР «Фізіолого-гігієнічна оцінка особливостей адаптації дітей, підлітків і молоді до умов навчання в сучасних закладах освіти та наукові основи університетської гігієни: профорієнтаційні аспекти, проблеми запровадження здоров'я зберігаючих технологій та створення превентивного освітнього середовища», № державної реєстрації 0116U000038.

Вступ. Пролапс мітрального клапана (ПМК), є проявом дисплазії сполучної тканини [1] і на сьогоднішній день є актуальною проблемою в медицині [2]. Частота його зустрічаємості складає 2-3% серед всього населення [3]. Ця патологія займає важливе місце в структурі серцево-судинної патології, що пов'язано з ускладненнями, які можуть при цьому виникати [4, 5], серед найнебезпечніших яких є раптова смерть [6, 7]. Наявність незначних вад серця пред'являє підвищені вимоги до його роботи навіть в стані спокою. При фізичному навантаженні можуть мати місце порушення як систолічної, так і діастолічної функції серця, його ремодулювання та інші ускладнення [8].

При цьому, важливо відмітити, що раннє виявлення передвісників майбутніх ускладнень дозволить вчасно провести відповідну їх корекцію. Використання функціональних проб з фізичним навантаженням, зокрема з інструментальним обладнанням є інформативною методикою вивчення стану серцево-судинної системи [9]. Вибір фізичного навантаження повинен ураховуватись з видом патології клапанного апарату серця [10].

Мета дослідження – вивчити вплив фізичного навантаження на стан серцево-судинної системи у дітей з пролапсом мітрального клапана I-го ступеня.

Матеріал та методи дослідження. Проведено обстеження 90 дітей з первинним ПМК I ступеня, віком 13-17 років. Дослідження проводилось на базі Вінницької клінічної лікарні «Центр Матері та Дитини». Контрольну групу склали 23 практично здорових дитини відповідного віку.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Батьки або родичі кожного пацієнта підписували інформовану згоду на участь у дослідженні, і вжиті всі заходи для забезпечення анонімності пацієнтів.

У всіх підлітків проводилась оцінка ехокардіографічних показників серця до проведення тесту та після виконання проби з фізичним навантаженням. Методику проводили за наступною схемою: 1) проводили загально-клінічне обстеження, ретельно збирали скарги, анамнез та з'ясовували характер відчуттів, що виникали в процесі навантаження; 2) проводили ЕхоКГ в положенні лежачи на спині. Оцінка показників серця відбувалась з розрахунком наступних параметрів: КДР (мм) – кінцево-діастолічний розмір; КСР (мм) – кінцево-сistolічний розмір; КДО (мл) – кінцево-діастолічний об'єм; КСО (мл) – кінцево-сistolічний об'єм; КСІ (мл/м²) – кінцево-сistolічний індекс та КДІ (мл/м²) – кінцево-діастолічний індекс; фракція викиду (EF, %) та укорочення лівого шлуночка (FS, %), УО (мл) ударний об'єм, ХО (л/хв) – хвилинний об'єм та відповідні індекси – УІ (мл/м²) та СІ (л/хв/м²). При доплерографічному дослідженні оцінювались гемодинамічні параметри над аортою (V1 max, м/с).

Тест з фізичним навантаженням проводили за методом Кузьменко Т. В. [9]. Замість відомих тестів з проведенням велергометрії, з використанням еквівалентного навантаження. Тест виконувався у вигляді підйому на сходинок з темпом в 1,5 хв. Навантаження на першій хвилині становило 1 Вт на 1 кг ваги. Сходження на сходинок проводились в 4 етапи: підйом лівої ноги, підйом правої ноги, спуск лівої ноги, спуск правої ноги. При відсутності скарг, задовільної переносимості та відновлення показників АТ до початкового рівня через 2-3 хвилини розпочинали виконувати наступний етап фізичного навантаження. Він тривав протягом 3 хвилин з тим самим навантаженням. По закінченні

цього етапу також проводилось повторне ЕхоКГ з оцінкою тих же параметрів.

Значимість відмінностей показників вибірок визначалася за параметричним критерієм t-Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Нами був проведений аналіз основних важливих морфологічних та гемодинамічних показників. Так, вихідна ЧСС (73,21±1,15) суттєво не відрізнялась від нормативних параметрів аналогічної групи здорових дітей того ж віку. Збільшена ЧСС після навантаження не мала перешкод для проведення дослідження ехокардіографічних параметрів. Фракція викиду лівого шлуночка (ЛШ) в спокої складала 66,97±0,69, тоді як фракція укорочення – 36,56±0,87(%). При навантаженні відзначалось суттєве підвищення даних показників відносно вихідних даних. При цьому статистично значуще змінювались середні значення фракції викиду (72,3±1,18, p<0,05) та була відмічена тенденція до збільшення фракції вкорочення ЛШ (38,42±0,94) відносно вихідних даних. Ударний об'єм у пацієнтів також був збільшений після навантаження (64,27±1,89 проти 70,9±1,9, p<0,05). Відповідний індекс (УІ) суттєво не змінювався, проте мала місце тенденція до підвищення його середніх значень. Під час проведення фізичного навантаження збільшувався і ХО та його відповідний індекс СІ (4,69±0,16 проти 6,26±0,26, p<0,05 для ХО та 2,97±0,1 проти 4,01±0,19, p<0,05 для СІ, відповідно). Слід відмітити, що ці два показники суттєво підвищились відносно інших.

У стані спокою показники систолічного та діастолічного об'ємів ЛШ знаходились в межах вікової норми без суттєвих відхилень від контрольних даних. Після проведення фізичної проби нами було відмічено значуще зменшення КСР (28,91±0,56 проти 27±0,67, p<0,05), тенденцію до зменшення КСО та суттєве зниження відповідного індексу даного показника КСІ (20,61±0,94 проти 18,2±0,64, p<0,05). Аналіз кінцево-діастолічного розміру показав тенденцію до його зниження по відношенню до вихідного стану. При цьому КДО був незначно знижений. Відповідний індексований показник КДІ говорить про значущі результати щодо його зниження відносно даних спокою (61,82±1,83 проти 55,3±1,5, p<0,05) (табл. 1).

При фізичному навантаженні основна реакція серцевої діяльності – це збільшення частоти серцевих скорочень, ударного об'єму, та відповідно і хвилинного об'єму крові. Відомим є факт про те, що ця реакція серця на навантаження клінічно проявляється зміною ЧСС, нейрогуморальної регуляції серця та кінцевого діастолічного об'єму шлуночків [11]. Клінічно це проявлялось тахікардією, внаслідок пригнічення вагусної дії та симпатичної

Таблиця 1 – Показники ехокардіографії, контрактильної функції міокарда у дітей з ПМК Іст до та після фізичного навантаження (M±m)

Показник	В спокої	Після навантаження	Контрольна група
ЧСС	73,21±1,15	110,45±2,29*	74,43±2,75
КДР (мм)	45,57±0,61	42±0,82	44,82±1,23
КДО (мл)	97,4±3,05	90,1±2,76	94,47±5,64
КДІ (мл/м ²)	61,82±1,83	55,3±1,5*	65,22±3,13
КСР (мм)	28,91±0,56**	27,0±0,67*	26,8±0,79
КСО (мл)	32,88±1,54	30,5±1,44	29,39±1,73
КСІ (мл/м ²)	20,61±0,94	18,2±0,64*	20,33±0,92
EF(%)	66,97±0,69	72,3±1,18*	68,36±1,07
FS (%)	36,56±0,87	38,42±0,94	37,41±1,83
УО (мл)	64,27±1,89	70,9±1,9*	65,09±4,24
УІ (мл/м ²)	40,82±1,19	43,84±1,33	44,29±2,35
ХО (л/хв)	4,69±0,16	6,26±0,26*	5,04±0,43
СІ (л/хв/м ²)	2,97±0,1	4,01±0,19*	3,39±0,26
V1 max (м/с)	1,43±0,2	1,6±0,2	1,31±0,04

Примітки: * - достовірні відмінності відносно вихідних даних (p<0,05); ** - достовірні відмінності відносно групи контролю (p<0,05).

стимуляції синоатріального вузла. Це призводило до збільшення сили скорочення шлуночка. Симпатична стимуляція в даному випадку призводила до збільшення скоротливості міокарда, до зменшення КДО та КСО ЛШ. Нами було зафіксовано збільшення фракції викиду ЛШ, тобто збільшення іноторопізму у дітей основної групи. Індивідуальний аналіз показників у деяких дітей з основної групи показав збільшення КДО із збільшеним УО. Цю ситуацію можна пояснити наступним чином: в більшості випадків УО збільшувався за рахунок збільшення ЧСС, за рахунок симпатичної стимуляції при зменшенні КСО, що призводило до повного опорожнення ЛШ при відносно стабільному КДО. Однак у даних дітей мав фактор переднавантаження, при якому може збільшуватись приріст легеневого кровотоку, що, як правило, має місце у дітей з ПМК. Доведено, що при помірному фізичному навантаженні відкриваються капіляри в верхівках легень, що в свою чергу призводить до наповнення судинного ложа та зниження тиску в легеневій артерії [11, 12]. Даний механізм і мав місце у дітей основної групи.

Збільшення УО при збільшенні КДО та стабільному КСО, котрий мав місце у 13,3 % (12) дітей можна пояснити наступним чином. Так, зміна дано-

го показника відбувається за рахунок значного укорочення діастолі під час тахікардії. Так, в дослідженнях вказується, що УО корелює з його КДО, а не з тривалістю діастолі та серцевого циклу, в той час як тільки збільшення притоку крові до шлуночка сприяє збільшенню показників його УО. Дослідження Rowland T. [13] вказують, що під час прогресуючого навантаження периферійна «м'язова помпа» підвищує венозне повернення до серця, а саме до лівого передсердя. Все це призводить до збільшення діастолічного градієнту тиску між передсердям та шлуночком. Крім того, зниження КДО та КСО ЛШ призводить до підвищення еластичної відповіді та всмоктуючого ефекту ЛШ, що прискорює спорожнення лівого передсердя. Дані механізми забезпечують приріст об'ємного кровотоку через мітральний клапан, що в подальшому і формує УО, незважаючи на зниження часу діастолічного наповнення шлуночка. Було відмічено збільшення УО у пацієнтів з ПМК І-го ступеня. Механізм збільшення УО в даному випадку відбувається за схемою, що вище описана, тобто за рахунок нейрогуморальної реакції на фізичне навантаження. Крім того, при цьому має місце і результат оцінки вегетативного гомеостазу у обстежуваних дітей. У дітей з ПМК І ступеня має місце напруження обох відділів ВНС, що було встановлено в наших попередніх дослідженнях [12].

Висновки. Таким чином, виходячи з вищеведеного, можна зробити наступні висновки. У дітей з ПМК І-го ступеня у відповідь на фізичне навантаження має місце збільшення ЧСС із зменшенням КСР та КСО ЛШ та двома варіантами стану показників КДО у вигляді їх як збільшення, так і стабільності, збільшення фракції викиду для покращення спорожнення ЛШ.

Методика тестування дітей з ПМК фізичним навантаженням дозволяє за допомогою ЕхоКГ виявити відповідь серця на навантаження, оцінити його стан та розробити відповідний алгоритм профілактичних заходів для попередження виникнення ускладнень.

Перспективи подальших досліджень. Використовуючи досить простий тест фізичного навантаження під контролем оцінки ехокардіографічних параметрів можна проводити вивчення стану серцево-судинної системи у дітей з іншими видами малих серцевих аномалій (аномальне розташування хорд, пролапс мітрального клапана II ступеня, пролапс трикуспідального клапана, та ін..)

References

1. Klemenov AV. Prolaps mitralnogo klapana: sovremennyye predstavleniya i nereshennyye voprosy (obzor) [Mitral valve prolapse: Current Views and Challenges]. *Sovremennyye tehnologii v meditsine*, 2017; 9(3): 126-37. [Russian] doi: 10.17691/stm2017.9.3.17

2. Kulniyazova GM, Davidovich SG, Seypenova AN, Sauleeva FS. Optimizatsiya diagnostiki prolapsa mitralnogo klapanu i osobennosti ego techeniya v detskom vozraste. *Arhiv' vnutrenney meditsiny*, 2015; 3(23): 14-7. [Russian]
3. Delling FN, Vasan RS. Epidemiology and pathophysiology of mitral valve prolapse: new insights into disease progression, genetics, and molecular basis. *Circulation*. 2014; 129(21): 2158–70. PMID: 24867995. PMCID: PMC4052751. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006702
4. Boudoulas KD, Boudoulas H. Floppy mitral valve (FMV)/mitral valve prolapse (MVP) and the FMV/MVP syndrome: pathophysiologic mechanisms and pathogenesis of symptoms. *Cardiology*. 2013; 126(2): 69–80. PMID: 23942374. DOI: 10.1159/000351094
5. Guy TS, Hill AC. Mitral valve prolapse. *Annual review of medicine*. 2012; 63(1): 277–92. PMID: 22248324. DOI: 10.1146/annurev-med-022811-091602
6. Althunayyan A, Petersen SE, Lloyd G, Bhattacharyya S. Mitral valve prolapse. *Expert review of Cardiovascular Therapy*. 2019 Jan; 17(1): 43-51. PMID: 30484338. DOI: 10.1080/14779072.2019.1553619
7. Basso C, Iliceto S, Thiene G, Perazzolo Marra M. Mitral Valve Prolapse, Ventricular Arrhythmias, and Sudden Death. *Circulation*. 2019; 140(11): 952-64. PMID: 31498700. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034075
8. Sharykin AS, Kolesnikova MA, Shilykovskaya EV, Ivanova YuM, Pavlov VI. Nagruzochnyye testyi s ehokardiografey: fiziologicheskie aspekty. *Pediatrics*. 2010; 89(3): 112-5. [Russian]
9. Kuz'menko TV. Proba z dozovanny'm fizy'chny'm navantazhennyam pid kontrolem ehokardiografii u ditej ta pidlitkiv. *Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny*. 2011; 1(1): 89-92 [Ukrainian]
10. Gati S, Malhotra A, Sharma S. Exercise recommendations in patients with valvular heart disease. *Heart*. 2019 Jan; 105(2): 106-10. doi: 10.1136/heartjnl-2018-313372
11. Sharykin AS, Shilykovskaya YeV, Kolesnikova MA, Pavlov VI, Ivanova YuM, Popova NE. Izmeneniye sistolicheskoy funktsii levogo zheludochka u detey sportsmenov v otvet na fizicheskuyu nagruzku [Changes in systolic function of the left ventricle in children of athletes in response to physical activity]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2010; (5): 83-9. [Russian]
12. Kuleshov OV. Funktsionalnyi stan sertsevo-sudynnoi systemy u ditej z prolapsom mitralnogo klapanu [The functional state of the cardiovascular system in children with mitral valve prolapse] . *Mezhdunarodnyy zhurnal pediatrii, akusherstva i ginekologii*. 2012; 2(2): 56-60. [Ukrainian]
13. Rowland T, Mannie E, Gawie L. Dynamics of left ventricular diastolic filling during exercise. A Doppler echocardiographic study of boys 10 to 14 years old. *Chest*. 2001; 120:145-50. doi: 10.1378/chest.120.1.145

УДК 616.126.32

**СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ
С ПРОЛАПСОМ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА НА ФОНЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ
Кулешов А. В., Медражевская Я. А., Фик Л. А., Андрикевич И. И., Шаламай М. А.**

Резюме. Для оценки функционального состояния сердечнососудистой системы все большее распространение получают простые и достаточно информативные показатели, которые характеризуют механическую деятельность сердца и состояние аппарата кровообращения в целом.

Цель исследования – изучить влияние физической нагрузки на состояние сердечно-сосудистой системы у детей с пролапсом митрального клапана I степени.

Нами было обследовано 90 детей возрастом 13-17 лет с пролапсом митрального клапана I степени. Контрольную группу составили 23 практически здоровых ребенка соответствующего возраста. У всех подростков проводилась оценка эхокардиографических показателей сердца в состоянии покоя и после выполнения физической нагрузки. Проводили ЭхоКГ в положении лежа на спине. Тест с дозированной физической нагрузкой применяли в виде подъема на ступеньку с заданным темпом в течение 1,5 и 3 минут. Подобные восхождения на ступеньку проводились в 4 этапа: подъем левой ноги, подъем правой ноги, спуск левой ноги, спуск правой ноги. Выходная ЧСС ($73,21 \pm 1,15$) существенно не отличалась от нормативных параметров аналогичной группы здоровых детей того же возраста. Фракция выброса левого желудочка в покое составляла $66,97 \pm 0,69$, тогда как фракция укорочения – $36,56 \pm 0,87$ (%). При нагрузке отмечалось существенное повышение данных показателей относительно исходных данных. При этом статистически значимо изменялись средние значения фракции выброса ($72,3 \pm 1,18$, $p < 0,05$) и была отмечена тенденция к увеличению укороченной фракции левого желудочка ($38,42 \pm 0,94$) относительно исходных данных. Ударный объем у пациентов также был увеличен после нагрузки ($64,27 \pm 1,89$ против $70,9 \pm 1,9$, $p < 0,05$).

У детей с пролапсом митрального клапана в ответ на физическую нагрузку имеет место увеличение ЧСС с уменьшением конечно-систолического объема левого желудочка и двумя вариантами состояния показателей конечно-диастолического объема в виде их как увеличения, так и стабильности, увеличение фракции выброса для улучшения опорожнения левого желудочка. Методика тестирования детей с

пролапсом митрального клапана фізической нагруккой позволяеть с помощью ЭхоКГ выявить ответ сердца на нагрукку, оценить его состояние и разработать соответствующий алгоритм профилактических мероприятий для предупреждения возникновения осложнений.

Ключевые слова: дети, пролапс митрального клапана, эхокардиография, физическая нагрузка.

UDC 616.126.32

Condition of Cardiovascular System in Children with Mitral Valve Prolapse and its Response to Physical Activity

Kuleshov O., Medrazhevskaya Y., Fik L., Andrikevych I., Shalamai M.

Abstract. Examination of functional condition of cardiovascular system in children with mitral valve prolapse is widely used in modern scientific studies.

The purpose of the study was to examine the physical activity effect on the condition of cardiovascular system in children with mitral valve prolapse of the first degree.

Material and methods. We examined 90 children aged from 13 to 17 years with mitral valve prolapse of the 1st degree. The control group consisted of 23 almost healthy children of the same age. All teenagers underwent the echocardiography with estimation of the main parameters before and after the physical activity test. Echocardiography was performed when patients were lying on the back. Test with the physical activity was applied as the climbing a step with 1.5 and 3 minutes tempo. The test was carried out within 4 stages: raising the left leg, raising the right leg, lowering the left leg, lowering the right leg.

Results and discussion. The original heart rate (73.21 ± 1.15) did not significantly differ from the normative parameters of a similar group of healthy children of the same age. The left ventricular ejection fraction at the beginning was 66.97 ± 0.69 , while the shortening fraction of the left ventricular was 36.56 ± 0.87 (%). During the physical activity there was a significant increase of these indicators, relative to the source data. In this case, the mean values of the left ventricular ejection fraction (72.3 ± 1.18 , $p < 0.05$) changed statistically and significantly. In addition, there was a tendency to increasing of the shortening fraction of the left ventricular (38.42 ± 0.94) relative to the initial data. The stroke volume in patients with mitral valve prolapse was also increased after exercises (64.27 ± 1.89 vs 70.65 ± 1.9 , $p < 0.05$).

Conclusion. There was an increase in heart rate with a decrease of the terminal systolic volume and two variants of the terminal diastolic volume of the left ventricular (increasing and stability) and increasing of the left ventricular ejection fraction in children with mitral valve prolapse in response to physical activity. These mechanisms provided improving of the left ventricular emptying. Method of testing children with mitral valve prolapse by exercises, using echocardiography, allows revealing the response of the heart to the physical activity, to assess its condition and to create the appropriate algorithm of preventive measures for prevention of complications.

Keywords: children, mitral valve prolapse, echocardiography, physical exercises.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 04.08.2019 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування