

# Przydatność próby wysiłkowej u dzieci po operacji wad wrodzonych serca — doniesienie wstępne

Barbara Wójcicka-Urbańska, Maria Wróblewska-Kałużewska i Beata Kucińska

Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej Akademii Medycznej w Warszawie

## The role of exercise test in children after surgical treatment of congenital heart disease — preliminary results

**Background:** *The aim of the study was to determine the role of exercise test in children after corrective surgery of congenital heart malformations.*

**Material and methods:** *The study group consisted of 52 children (mean aged 12.3 years) operated for congenital heart malformations with good hemodynamic result. Among them 14 children were operated for TOF, 15 for CoA, 13 for ASD II, 10 for VSD. In all patients exercise treadmill test was performed according to the Bruce protocol. The results were compared with healthy control subjects using the Student t-test.*

**Results:** *21 patients (40%) had abnormal result of exercise test. The most often observed abnormality was impaired heart response due to graded exercise in children after TOF (4), ASD II (5), VSD (1), exercise induced VEBs in all group of patients, exercise systolic hypertension after CoA. Mean estimated energy expenditure was statistically lower in the group after ASD II, TOF, CoA, and duration of exercise was shorter in group after VSD and CoA in comparison to control group. Additionally the percentage of age predicted maximum heart rate was lower in children after repair of TOF and ASD II than in control group.*

**Conclusions:** *40% patients after corrective surgery for congenital heart disease in long term follow-up reveal abnormalities during treadmill test despite of good surgical results. In children with abnormal result of exercise test maximal physical activities should be restricted. (Folia Cardiol. 2003; 10: 353–359)*

## exercise test in children, congenital heart disease

### Wstęp

Próba wysiłkowa u dzieci i młodzieży po operacji wady wrodzonej serca jest elementem kompleksowej oceny układu krążenia. Badanie to umożliwia obiektywną ocenę wydolności wysiłkowej u dzieci z resztkowymi zaburzeniami hemodynamicznymi, a także pozwala odpowiedzieć na pyta-

nie, czy pacjent po operacji wady serca może czynnie uczestniczyć w zajęciach wychowania fizycznego lub zajęciach sportowych oraz określić ich zakres. Próba wysiłkowa może być także badaniem prowokacyjnym, które u pacjentów bezobjawowych w spoczynku i ocenianych przy zwykłym poziomie aktywności fizycznej wskazuje nieprawidłowości, takie jak: nieprawidłową odpowiedź tętna lub ciśnienia tętniczego na wysiłek lub arytmie wysiłkową. Wreszcie u niektórych osób próba ta pozwala na diagnostykę objawów występujących podczas wysiłku.

Celem pracy była ocena przydatności próby wysiłkowej u dzieci w odległym okresie po operacji wad wrodzonych serca z dobrym wynikiem leczenia operacyjnego.

Adres do korespondencji: Dr med. Barbara Wójcicka-Urbańska  
Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego  
i Pediatrii Ogólnej AM w Warszawie  
ul. Marszałkowska 24, 00–576 Warszawa  
Nadesłano: 29.08.2002 r.    Przyjęto do druku: 17.04.2003 r.

## Material i metody

Badaniami objęto 52 dzieci, 26 chłopców i 26 dziewczynek, w wieku 7–18 lat (średnio 12,3 roku), skierowanych do pracowni prób wysiłkowych Kliniki Kardiologii Wieku Dziecięcego Akademii Medycznej w Warszawie na test wysiłkowy w okresie od 1.01.2001 do 30.12.2001 roku. Badanie przeprowadzono według standardowego 7-etapowego protokołu Bruce'a na bieżni ruchomej firmy Medea. W trakcie badania monitorowano 12-odprowadzeniowy zapis EKG bezpośrednio przed testem (w pozycji siedzącej i stojącej), przez cały czas wysiłku oraz przez co najmniej 3 minuty po wysiłku. Badanie kontynuowano do maksymalnego zmęczenia pacjenta. Ciśnienie tętnicze mierzono sfigmomanometrem ręcznym firmy Maximal-stabil 3 przed rozpoczęciem próby, w 3 minucie każdego etapu wysiłku, bezpośrednio po wysiłku i w 5 minucie odpoczynku.

Za kryteria dodatniej próby wysiłkowej przyjęto osiągnięcie maksymalnej częstości rytmu serca mniejszej niż 75% przewidywanego według wieku limitu tętna (nieprawidłowa odpowiedź rytmu serca na wysiłek), przyrost ciśnienia skurczowego o więcej niż 60 mm Hg lub wartość ciśnienia skurczowego w trakcie wysiłku powyżej 180 mm Hg (reakcja hipertoniczna na wysiłek), zaburzenia rytmu serca stwierdzone w EKG wysiłkowym lub powysiłkowym, których nie obserwowano w zapisie spoczynkowym.

U wszystkich pacjentów próbę wysiłkową poprzedzono wywiadem, badaniem klinicznym oraz badaniami nieinwazyjnymi układu krążenia: obrazem radiologicznym klatki piersiowej, zapisem EKG, monitorowaniem 24-godzinnym EKG metodą Holtera, badaniem echokardiograficznym, a u dzieci po operacji koarktacji aorty — dodatkowo całodobowym monitorowaniem ciśnienia tętniczego.

W badanej grupie było 14 dzieci po operacji zespołu Fallota (TOF, *tetralogy of Fallot*), 15 — po usunięciu koarktacji aorty (CoA, *coarctation of aor-*

*ta*), 13 — po zamknięciu ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej (ASD II, *atrial septal defect*), 10 — po operacji ubytku w przegrodzie międzykomorowej (VSD, *ventricular septal defect*). U żadnego z badanych nie stwierdzono innych wad układu krążenia.

W poszczególnych grupach pacjentów efekt zabiegu operacyjnego oceniono jako dobry. Za kryteria dobrego skutku zabiegu w badaniu echokardiograficznym (w prezentacji dwuwymiarowej) przyjęto następujące parametry: w grupie po operacji ASD II, VSD — szczelna przegroda międzykomorowa i międzyprzedsionkowa, wymiary jam serca i prawidłowa czynność skurczowa komór, w grupie po operacji CoA — prawidłowy przepływ w aorcie brzusznej i gradient przez miejsce zespolenia do 30 mm Hg w badaniu dopplerowskim oraz brak towarzyszącego zwężenia łuku aorty, w grupie po operacji TOF — niedomykalność zastawki tętnicy płucnej i zastawki trójdzielnej I° lub II° oraz gradient między prawą komorą i tętnicą płucną do 30 mm Hg.

U wszystkich dzieci w obrazie radiologicznym klatki piersiowej sylwetka serca mieściła się w granicach normy.

W zapisie EKG w grupie po operacji VSD u 6 dzieci stwierdzono blok prawej odnogi pęczka Hisa z zespołami QRS o szerokości 0,12–0,18 s, w grupie dzieci po operacji ASD II troje dzieci miało częściowy blok prawej odnogi pęczka Hisa, a 2 — blok przedsionkowo-komorowy I°–II°, w grupie po operacji TOF u wszystkich dzieci występował blok prawej odnogi pęczka Hisa, ponadto u 3 dzieci występowały w badaniu holterowskim komorowe zaburzenia rytmu serca w liczbie 200–900/d. Spośród dzieci po operacji CoA czworo leczono inhibitorem konwertazy angiotensyny z powodu okresowych wzrostów ciśnienia tętniczego.

Przeciętny czas, który upłynął od zabiegu operacyjnego, oraz wiek w chwili operacji w poszczególnych grupach pacjentów przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Średnie wartości wieku w chwili operacji oraz odstęp czasu od zabiegu w badanych grupach pacjentów po korekcji wrodzonych wad serca

**Table 1.** Mean values of age at operation and follow-up in groups after corrective surgery of congenital heart disease

	Grupa po operacji TOF	Grupa po operacji CoA	Grupa po operacji ASD II	Grupa po operacji VSD
Wiek w chwili operacji [lata]	2,34	4,7	5,84	2,76
Czas odstępu od operacji [lata]	9,73	7,4	5,75	9,43

Parametry próby wysiłkowej w poszczególnych grupach dzieci po operacjach wad wrodzonych serca porównano z grupą kontrolną (analogiczną pod względem wieku i płci) 16 dzieci zdrowych, stosując ten sam protokół Bruce'a. Dzieci z grupy kontrolnej uczestniczyły w zajęciach wychowania fizycznego, lecz nie brały udziału w dodatkowych zajęciach sportowych.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, stosując test *t*-Studenta. Za poziom istotności przyjęto 0,05.

## Wyniki

Na podstawie wywiadu ustalono, że w grupie 52 dzieci po operacji wad wrodzonych serca 30 uczestniczyło w zajęciach wychowania fizycznego bez ograniczeń, 10 było zwolnionych z maksymalnych wysiłków fizycznych, 12 nie brało udziału w zajęciach WF. Wszystkie dzieci subiektywnie oceniły swoją tolerancję wysiłku jako zadowalającą.

Wyniki próby wysiłkowej w grupie dzieci po operacji poszczególnych wad serca przedstawiono w tabelach 2–5.

W grupie 15 dzieci po operacji CoA średni przyrost ciśnienia skurczowego nie różnił się w porów-

naniu z grupą kontrolną, jednak u 4 dzieci stwierdzono nadciśnienie wysiłkowe, a u 2 z nich dodatkowo wysiłkowe zaburzenia rytmu serca pod postacią ekstrasystolii komorowej; 3 z nich było w okresie powyżej 10 lat od zabiegu, 1 chłopiec był operowany dopiero w 14 roku życia. Należy podkreślić, że u wszystkich dzieci z nadciśnieniem wysiłkowym prawidłowe były wyniki pomiaru ciśnienia tętniczego w spoczynku oraz ambulatoryjnego pomiaru ciśnienia. W porównaniu z grupą kontrolną wydatek metaboliczny oraz czas trwania wysiłku był istotnie niższy w grupie dzieci operowanych z powodu CoA.

W grupie 10 dzieci po operacji VSD jedynie średni czas trwania wysiłku był istotnie niższy w porównaniu z grupą kontrolną. Pozostałe średnie wartości parametrów próby wysiłkowej nie różniły się w porównaniu z dziećmi zdrowymi. Należy podkreślić, że w tej grupie 6 dzieci miało nieprawidłowy wynik próby wysiłkowej, w tym u 1 chłopca, będącego 12 lat po operacji, na szczycie wysiłku obserwowano bigeminię komorową, u 2 dzieci stwierdzono na szczycie wysiłku nadmierny wzrost ciśnienia skurczowego — powyżej 200 mm Hg. U 3 badanych z częściowym lub całkowitym blokiem prawej odnogi pęczka Hisa osiągnięta maksymalna częstość rytmu serca mieściła się poniżej 75% prze-

**Tabela 2.** Wyniki uzyskane w próbie wysiłkowej u 14 dzieci po operacji zespołu Fallota w porównaniu z grupą kontrolną

**Table 2.** Analysis of exercise test in 14 children operated for tetralogy of Fallot in comparison to control group

	Wiek badanych [lata]	Maksymalna częstość rytmu serca [ $\text{min}^{-1}$ ]	Odsetek limitu tętna	Czas wysiłku [min]	Przyrost ciśnienia skurczowego [mm Hg]	Wydatek metaboliczny [MET]
Grupa po operacji TOF	11,9 ± 4,0	159,9 ± 16,1	76,8% ± 8,5%	10,46 ± 1,98	33,6 ± 14,2	11,0 ± 1,5
Grupa kontrolna	11,7 ± 3,6	186,2 ± 10,6	89,2% ± 5,6%	12,44 ± 1,64	37,5 ± 17,2	11,5 ± 1,7
Istotność różnic	NS	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,001	NS	p < 0,02

**Tabela 3.** Wyniki uzyskane w próbie wysiłkowej u 15 pacjentów po operacji koarktacji aorty w porównaniu z grupą kontrolną

**Table 3.** Analysis of exercise test in 15 children operated for coarctation of the aorta in comparison to control group

	Wiek badanych [lata]	Maksymalna częstość rytmu serca [ $\text{min}^{-1}$ ]	Odsetek limitu tętna	Czas wysiłku [min]	Przyrost ciśnienia skurczowego [mm Hg]	Wydatek metaboliczny [MET]
Grupa po operacji CoA	12,3 ± 3,7	171,2 ± 12,3	79,2% ± 11,4%	10,63 ± 1,56	35,7 ± 21,3	10,8 ± 1,3
Grupa kontrolna	11,7 ± 3,6	186,2 ± 10,6	89,2% ± 5,6%	12,44 ± 1,64	37,5 ± 17,2	11,5 ± 1,7
Istotność różnic	NS	NS	NS	p < 0,001	NS	p < 0,001

**Tabela 4.** Wyniki uzyskane w próbie wysiłkowej u 10 dzieci po operacji ubytku w przegrodzie międzykomorowej w porównaniu z grupą kontrolną**Table 4.** Analysis of exercise test in 10 children operated for ventricular septal defect in comparison to control group

	Wiek badanych [lata]	Maksymalna częstość rytmu serca [ $\text{min}^{-1}$ ]	Odsetek limitu tętna	Czas wysiłku [min]	Przyrost ciśnienia skurczowego [mm Hg]	Wydatek metaboliczny [MET]
Grupa po operacji VSD	12,2 ± 3,2	168,9 ± 21,2	81,6% ± 10,5%	10,89 ± 1,54	41,5 ± 20,3	11,2 ± 1,2
Grupa kontrolna	11,7 ± 3,6	186,2 ± 10,6	89,2% ± 5,6%	12,44 ± 1,64	37,5 ± 17,2	11,5 ± 1,7
Istotność różnic	NS	NS	NS	p < 0,001	NS	NS

**Tabela 5.** Wyniki uzyskane w próbie wysiłkowej u 13 dzieci po operacji ubytku w przegrodzie międzypredsiolkowej w porównaniu z grupą kontrolną**Table 5.** Analysis of exercise test in 13 children operated for atrial septal defect in comparison to control group

	Wiek badanych [lata]	Maksymalna częstość rytmu serca [ $\text{min}^{-1}$ ]	Odsetek limitu tętna	Czas wysiłku [min]	Przyrost ciśnienia skurczowego [mm Hg]	Wydatek metaboliczny [MET]
Grupa po operacji ASD II	11,6 ± 3,2	167,5 ± 19,4	80,5% ± 9,8%	10,55 ± 1,18	28,5 ± 14,3	10,6 ± 1,1
Grupa kontrolna	11,7 ± 3,6	186,2 ± 10,6	89,2% ± 5,6%	12,44 ± 1,64	37,5 ± 17,2	11,5 ± 1,7
Istotność różnic	NS	NS	p < 0,005	p < 0,001	NS	p < 0,001

widywanego według wieku limitu tętna pomimo prawidłowego czasu trwania wysiłku i osiągniętego wydatku metabolicznego powyżej 10 MET.

W grupie 13 dzieci po operacji ASD II zarówno wydatek metaboliczny, osiągnięta maksymalna częstość rytmu serca, jak i czas trwania wysiłku były istotnie niższe w porównaniu z grupą kontrolną. W tej grupie 6 dzieci miało nieprawidłowy wynik badania, w tym 5 z powodu osiągniętej maksymalnej częstości rytmu serca mniejszej niż 75% przewidywanego według wieku limitu tętna, a 1 z powodu komorowych zaburzeń rytmu serca na szczycie wysiłku. Spośród 5 dzieci z nieprawidłową odpowiedzią tętna na wysiłek u 3 stwierdzono w spoczynku blok prawej odnogi pęczka Hisa, a u 1 — blok przedsionkowo-komorowy I° i II°.

W grupie 14 dzieci po operacji TOF zarówno przeciętna częstość rytmu serca, jak i wysiłkowa częstość maksymalna, a także wydatek metaboliczny i czas trwania wysiłku były istotnie niższe w porównaniu z grupą kontrolną. W grupie tej obserwowano u 5 pacjentów dodatni wynik próby wysiłkowej, w tym u 4 stwierdzono obniżoną odpowiedź tętna na wysiłek, a u 2 z nich dodatkowo komorowe zaburzenia rytmu serca bezpośrednio po

wysiłku, a u 1 — zmiany niedokrwienne w wysiłkowym EKG, zlokalizowane w odprowadzeniach lewokomorowych.

Ogółem spośród 52 badanych dzieci u 21 (40%) wynik próby wysiłkowej był nieprawidłowy. Należy podkreślić, że u 6 dzieci z arytmia wysiłkową nie stwierdzano zaburzeń rytmu w spoczynkowym zapisie EKG i badaniu EKG metodą Holtera. Spośród 16 dzieci z grupy kontrolnej u żadnego nie stwierdzono dodatniego wyniku testu wysiłkowego. W trakcie próby wysiłkowej nie obserwowano również w żadnym przypadku dolegliwości ani powikłań badania zarówno w grupie dzieci badanych, jak i zdrowych.

## Dyskusja

U pacjentów po korekcji wad wrodzonych serca wykonanie próby wysiłkowej zakwalifikowano do I klasy wskazań do tego badania w wytycznych opracowanych przez *American College of Cardiology* i *American Heart Association* [1]. Uważa się, że w tej grupie chorych próbę należy przeprowadzać u dzieci powyżej 5 roku życia już w pierwszym roku po operacji i okresowo powtarzać.

Wydolność wysiłkowa, mierzona za pomocą szacunkowego zużycia tlenu wyrażonego w równoważnikach metabolicznych (MET, *metabolic equivalent*), oraz czasu trwania wysiłku, jest zależna od wielu czynników. Należą do nich m.in.: wiek, płeć, czynniki dziedziczne, wysiłek fizyczny i stan układu krążenia [2]. U pacjentów po operacji wrodzonych wad serca wydolność wysiłkowa zależy także od stopnia pooperacyjnych zaburzeń hemodynamicznych, prawdopodobnie od wieku pacjenta w momencie operacji i od metody leczenia [3, 4].

W badanych grupach pacjentów porównana przeciętna wartość wydatku metabolicznego była istotnie niższa w grupie po operacji ASD II, TOF i CoA niż w grupie kontrolnej, a przeciętny czas trwania wysiłku był krótszy u dzieci po operacji VSD i CoA niż u dzieci zdrowych.

W piśmiennictwie spotyka się różną ocenę parametrów wydolności wysiłkowej u pacjentów w odległym okresie po leczeniu kardiochirurgicznym. Według niektórych autorów nie odbiega ona od normy [5, 6] lub jest obniżona [7, 12]. Czynniki mogący mieć wpływ na niższy wydatek metaboliczny oraz krótszy czas trwania wysiłku są: nieprawidłowa geometria przegrody międzykomorowej, zmniejszona podatność komór serca, zredukowana rezerwa inotropowa komór serca, prowadząca do podwyższonego ciśnienia późnorozkurczowego i zmniejszenia rzutu komór serca w trakcie wysiłku [11].

U dzieci zwolnionych z zajęć WF brak systematycznego wysiłku fizycznego powoduje dodatkowo słabszy rozwój masy mięśniowej i pogłębia słabszą tolerancję wysiłku. Dodatkowo brak kompleksowej rehabilitacji po zabiegu operacyjnym przyczynia się do obniżonej wydolności fizycznej pacjentów po zabiegach kardiochirurgicznych [7, 8].

W niniejszym badaniu nie zajmowano się dokładnym poznaniem mechanizmów zmniejszonej wydolności wysiłkowej, ponieważ nie było możliwości analizy gazów oddechowych. W piśmiennictwie podkreśla się, że przy ocenie z zastosowaniem czułych metod — np. oznaczania progu przemian beztlenowych u dzieci po operacji wady serca — stwierdza się szybsze osiągnięcie progu przemian beztlenowych pomimo braku różnic z dziećmi zdrowymi w standardowej ocenie parametrów wydolności fizycznej [4, 7].

Osiągnięty odsetek limitu tętna dla wieku był istotnie niższy w grupie dzieci po operacji ASD II i TOF. Dodatkowo w grupie po operacji TOF maksymalna częstość tętna była istotnie niższa w porównaniu z dziećmi zdrowymi. W grupie po operacji VSD, pomimo że średnia maksymalna czynność serca oraz średni odsetek limitu tętna nie różniły się istotnie od

grupy kontrolnej, to u 3 pacjentów stwierdzono nieprawidłową, obniżoną odpowiedź tętna na wysiłek.

Maksymalna czynność serca w trakcie wysiłku zależy od czynności serca spoczynkowej, wieku, wielkości powrotu żylnego, napięcia układu sympatycznego, odpowiedzi baroreceptorów [13]. Przyczyny zmniejszonej, submaksymalnej odpowiedzi tętna na wysiłek fizyczny są złożone, przy czym prawdopodobną przyczyną jest dysfunkcja węzła zatokowego, jak również zaburzenia przewodzenia lub zaburzona funkcja układu autonomicznego [6]. Przewlekłe wydzielanie amin katecholowych w okresie przedoperacyjnym może powodować zmniejszenie liczby receptorów adrenergicznych i miejscowe zaburzenia przewodzenia adrenergicznego w neuronach u tych pacjentów [14, 15]. Według Ohuchi i wsp. [15] u dzieci po operacji wrodzonych wad serca za niewydolność węzła zatokowego jest odpowiedzialna częściowo zmniejszona wrażliwość węzła zatokowego na noradrenalinę przy prawidłowej aktywności układu sympatycznego w spoczynku i podczas umiarkowanego wysiłku.

Zwraca uwagę duża liczba nieprawidłowych wyników prób wysiłkowych u dzieci w analizowanych grupach po operacji wad wrodzonych serca (21, czyli 40%). Spośród nich u 6 dzieci próba wysiłkowa wywoływała komorowe zaburzenia rytmu serca w czasie wysiłku lub bezpośrednio po jego zakończeniu.

W czasie wysiłku występuje aktywacja układu sympatycznego i wzrost krążących katecholamin. Zwiększenie automatyzmu komórek mięśnia sercowego wpływa na dokomórkowe kanały wapniowe, sprzyjając ujawnieniu się zaburzeń rytmu serca [2]. Dodatkowo wzrost zapotrzebowania mięśnia sercowego na tlen w czasie wysiłku sprzyja prowokacji arytmii. Pacjenci z wysiłkowymi zaburzeniami rytmu serca wymagają szczególnej obserwacji i kontroli. Nasilenie się komorowych zaburzeń rytmu podczas wysiłku u pacjentów po operacji TOF może wskazywać na zwiększone ryzyko nagłego zgonu [9]. W piśmiennictwie spotyka się również pogląd, że próba wysiłkowa jest najbardziej przydatna powyżej 10 lat po korekcji chirurgicznej wad wrodzonych serca, kiedy zwiększa się liczba nieprawidłowych wyników badania [10, 16]. Prowokacja arytmii pod wpływem wysiłku jest również częstsza u dzieci operowanych w późniejszym wieku [17].

W grupie dzieci po operacji CoA u 4 stwierdzono nadciśnienie skurczowe wysiłkowe pomimo prawidłowych wartości ciśnienia w pomiarach spoczynkowych. Nieprawidłowa, nadmierna odpowiedź ciśnienia tętniczego skurczowego na wysiłek u dzieci po operacji koarktacji aorty z dobrym

wynikiem zabiegu dotyczy około 20% pacjentów z prawidłowym ciśnieniem spoczynkowym i jest zdecydowanie mniejsza u dzieci operowanych w pierwszym roku życia w porównaniu z operowanymi w późniejszym wieku. W niniejszym badaniu u żadnego z 4 dzieci, operowanych do pierwszego roku życia, nie stwierdzono nadciśnienia wysiłkowego. Jako przyczynę nadciśnienia wysiłkowego u dzieci po operacji CoA wymienia się najczęściej: przetrwałe resztkowe zwężenie w cieśni aorty, zmniejszoną podatność ścian aorty w miejscu zespolenia, zmianę wrażliwości naczyń na neurotransmitery, jak również prawdopodobne uszkodzenie baroreceptorów [18, 19].

## Wnioski

1. U 40% pacjentów w odległym okresie od leczenia operacyjnego wrodzonej wady serca obserwowano nieprawidłowy wynik próby wysiłkowej. Najczęściej stwierdzanymi nieprawidłowościami były: brak odpowiedniego przyrostu tętna u dzieci po operacji TOF oraz ASD II, wysiłkowe nadciśnienie tętnicze u dzieci po operacji CoA oraz zaburzenia rytmu serca we wszystkich badanych grupach pacjentów.
2. U dzieci z dodatnim wynikiem badania maksymalne wysiłki fizyczne powinny być ograniczane.

## Streszczenie

### Przydatność próby wysiłkowej po operacji wad serca

**Wstęp:** *Celem pracy było określenie przydatności próby wysiłkowej u dzieci w odległym okresie po operacji wad wrodzonych serca.*

**Materiał i metody:** *Badaniami objęto 52 dzieci, w wieku średnio 12,3 roku, po operacji wad wrodzonych serca z dobrym wynikiem leczenia, w tym 14 po operacji zespołu Fallota (TOF), 15 — po operacji koarktacji aorty (CoA), 13 — po zamknięciu ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej (ASD II), 10 — po operacji ubytku w przegrodzie międzykomorowej (VSD). U wszystkich wykonano próbę wysiłkową na bieżni według protokołu Bruce'a i porównano z analogiczną grupą dzieci zdrowych.*

**Wyniki:** *U 21 pacjentów (40%) stwierdzono nieprawidłowy wynik badania. Najczęściej zanotowano brak przyrostu tętna po operacji TOF (4) i ASD II (5), dodatkowe pobudzenia komorowe na szczycie wysiłku we wszystkich grupach pacjentów (6), a u dzieci po operacji CoA skurczowe nadciśnienie wysiłkowe (4). Przeciętny wydatek metaboliczny był istotnie niższy w grupie po operacji ASD II, TOF, CoA, a przeciętny czas trwania wysiłku był krótszy po operacji VSD i CoA w porównaniu z dziećmi zdrowymi. Ponadto przeciętny odsetek osiągniętego limitu tętna dla wieku był niższy u dzieci po operacji TOF i ASD II niż w grupie kontrolnej.*

**Wnioski:** *U 40% pacjentów w odległym okresie od leczenia operacyjnego wrodzonej wady serca obserwowano nieprawidłowy wynik próby wysiłkowej. Najczęściej stwierdzanymi nieprawidłowościami były: brak odpowiedniego przyrostu tętna u dzieci po operacji TOF oraz ASD II, wysiłkowe nadciśnienie tętnicze u dzieci po operacji CoA oraz zaburzenia rytmu serca we wszystkich badanych grupach pacjentów. U dzieci z dodatnim wynikiem badania maksymalne wysiłki fizyczne powinny być ograniczane. (Folia Cardiol. 2003; 10: 353–359)*

**próba wysiłkowa u dzieci, wady wrodzone serca**

## Piśmiennictwo

1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa u dzieci i młodzieży — stanowisko American College of Cardiology i American Heart Association. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 260–315.
2. Miszczak-Knecht M., Bieganowska K. Próba wysiłkowa u dzieci. *Klinika Pediatr.* 1998; 6: 242–246.
3. Wessel H.U., Paul M.H. Exercise studies in tetralogy of Fallot: a review. *Pediatr. Cardiol.* 1999; 20: 39–47.

4. Reybrouck T., Bisschop A., Dumoulin M., van der Hauwaert L. Cardiorespiratory exercise capacity after surgical closure of atrial septal defect is influenced by the age at surgery. *Am. Heart J.* 1991; 122: 1073–1076.
5. Balderston S.M., Daberkov E., Clarke D.R., Wolfe R.R. Maximal voluntary exercise variables in children with postoperative coarctation of the aorta. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1992; 19: 154–158.
6. Jędrasik P. Ocena wybranych parametrów czynności elektrycznej serca u dzieci i młodzieży po korekcji całkowitej zespołu Fallota. Rozprawa doktorska. Warszawa 1999.
7. Durmała J., Rokicki W., Więcek-Włodarska D., Mazurek B. Wydolność fizyczna u dzieci po leczeniu kardiologicznym ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej serca typu II. *Przeg. Lek.* 1998; 55: 378–381.
8. Wojtalik M. Tetralogia Fallota. Wydolność wysiłkowa po totalnej korekcji. *Kardiol. Pol.* 1992; 36: 215–218.
9. Sarubbi B., Pacileo G., Piscane C. Exercise capacity in young patients after total repair of tetralogy of Fallot. *Pediatr. Cardiol.* 2000; 21: 211–215.
10. Fredriksen P.M., Ingjer F., Nystad W., Thaulow E. A comparison of  $VO_2$  between patients with congenital heart disease and healthy subjects, all aged 8–17 years. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1999; 80: 409–416.
11. Paul M.H., Wessel H.U. Exercise studies in patients with transposition of the great arteries after Mustard operation. *Pediatr. Cardiol.* 1999; 20.
12. Fritsch J., Winter U.J., Kaemmerer H., Hilger H.H. Cardiopulmonary capacity of patients with congenital heart defects in childhood, adolescence and adulthood. *Zeitschrift für Kardiologie* 1994; 83 (supl. 3): 131–139.
13. Laurer M.S., Okin P.M., Larson M.G., Evans J., Levy D. Impaired heart response to graded exercise. Prognostic implications of chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1996; 93: 1520–1526.
14. Scherrer-Crosbie M., Mardon K., Cayla J., Alterations of myocardial sympathetic innervation in response to hypoxia. *J. Nucl. Med.* 1997; 38: 954–957.
15. Ohuchi H., Tasato H., Sugiyama H., Arakaki Y., Kamiya T. Responses of plasma norepinephrine and heart rate during exercise in patients after fontan operation and patients with residual right ventricular outflow tract obstruction after definitive reconstruction. *Pediatr. Cardiol.* 1998; 19: 408–413.
16. Vaksman G., Fouriner A., Davignin A., Ducharme G., Houyel L., Fouron J.C. Frequency and prognosis of arrhythmias after operative "correction" of tetralogy of Fallot. *Am. J. Cardiol.* 1990; 66: 346–349.
17. Houyel L., Vaksman G., Fournier A., Devignon A. Ventricular arrhythmias after correction of ventricular septal defects: importance of surgical approach. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 16: 1224–1228.
18. Simsolo R., Grunfeld B., Gimenez M. i wsp. Long-term systemic hypertension in children after successful repair of coarctation of the aorta. *Am. Heart J.* 1988; 115: 1268–1272.
19. Sigurdardottir L., Helgason H. Exercise induced hypertension after corrective surgery for coarctation of the aorta. *Pediatr. Cardiol.* 1996; 17: 301–307.
20. Gurses N.H., Gurses A., Arikan H. Exercise testing in children with congenital heart disease before and after surgical treatment. *Pediatr. Cardiol.* 1991; 12: 20–24.