

# Bezpieczeństwo i przydatność kliniczna testów wysiłkowych u chorych z niewydolnością serca oraz wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem

## Safety and clinical usefulness of exercise stress tests in patients with heart failure and implantable cardioverter-defibrillator

Ewa Straburzyńska-Migaj, Artur Baszko, Romuald Ochotny i Andrzej Cieśliński

I Klinika Kardiologii, Katedra Kardiologii Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

### Abstract

**Background:** *Implantable cardioverter-defibrillator (ICD) may be a bridge to heart transplantation in patients with heart failure and malignant ventricular arrhythmias. Cardiopulmonary exercise test is an important examination in the evaluation of patients considered for heart transplantation. Data on safety and clinical utility of exercise testing in patients with heart failure and implantable cardioverter-defibrillator are scarce and the groups studied are small (2–16 patients).*

**Material and methods:** *We examined 9 patients with ICD (LVEF  $25 \pm 9\%$ ) and 8 patients without ICD (LVEF  $28 \pm 8\%$ ) in whom maximal cardiopulmonary exercise test was performed at baseline and after 6 months.*

**Results:** *No significant ventricular arrhythmia or ICD discharge occurred during or after exercise test. They weren't any significant differences in exercise time ( $427 \pm 250$  s vs.  $508 \pm 162$  s) and peak  $VO_2$  ( $16.3 \pm 6.7$  ml/kg/min vs.  $16.3 \pm 4.2$  ml/kg/min) between patients with and without ICD. After 6 months we observed increase in exercise time (18% in ICD group and 7.5% in the group without ICD) and in peak  $VO_2$  (7.5% and 5%, respectively). During follow-up in 5 patients 2–7 ICD interventions occurred. The LVEF was somewhat greater ( $28 \pm 8\%$  vs.  $24 \pm 9\%$ ), exercise time shorter ( $352 \pm 327$  s vs.  $522 \pm 130$  s), and peak  $VO_2$  lower ( $14.2 \pm 6.4$  ml/kg/min vs.  $18.8 \pm 7.0$  ml/kg/min) in this group. After 6 months increase of exercise time and workload in METs without change in peak  $VO_2$  was observed in this group.*

**Conclusion:** *Our results suggest that exercise tests may be safely performed in patients with heart failure, low LVEF, and ICD. Patients with heart failure and ICD are able to exercise to a degree equal to other cardiac patients with comparable characteristics but without ICD. The results of this study should be confirmed with additional studies on larger numbers of patients.* (Folia Cardiol. 2004; 11: 953–960)

**cardiopulmonary exercise test, heart failure, implantable cardioverter-defibrillator**

Adres do korespondencji: Dr med. Ewa Straburzyńska-Migaj  
I Klinika Kardiologii, Katedra Kardiologii AM  
ul. Długa 1/2, 61–848 Poznań  
tel. (0 61) 854 91 46, faks (0 61) 854 90 94  
e-mail: ewa.migaj-straburzynska@sk1.am.poznan.pl  
Nadesłano: 26.07.2004 r. Przyjęto do druku: 12.10.2004 r.

## Wstęp

Chorzy ze złośliwą arytmia komorową są coraz skuteczniej leczeni. W ostatnich latach rośnie liczba chorych z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem (ICD, *implantable cardioverter-defibrillator*). W większości są to osoby z przewlekłą niewydolnością serca, ze znacznie upośledzoną funkcją skurczową lewej komory w przebiegu kardiomiopatii niedokrwiennej lub rozstrzeniowej. Wszczepialny kardiowerter-defibrylator może stanowić u tych chorych pomost do przeszczepu serca od momentu pojawienia się objawów niestabilności elektrycznej (migotanie komór, częstoskurcz komorowy), do czasu, gdy zostaną spełnione czynnościowe i hemodynamiczne kryteria kwalifikacji do transplantacji. Jednym z najważniejszych badań pozwalających ocenić wydolność czynnościową jest test wysiłkowy z analizą gazów wydechowych — test spiroergometryczny [1]. Miarą wydolności jest zużycie tlenu na szczycie maksymalnego wysiłku (*peak VO<sub>2</sub>*). W dostępnej literaturze autorzy niniejszej pracy znaleźli tylko pojedyncze doniesienia o przeprowadzaniu testów wysiłkowych u chorych z ICD z udziałem małej liczby chorych: 8 [2], 2 [3] i 16 [4].

Celem niniejszego badania była:

- ocena bezpieczeństwa wykonywania badania spiroergometrycznego u chorych ze znacznie upośledzoną funkcją skurczową serca oraz ICD;
- porównanie wydolności u chorych z niewydolnością serca i ICD oraz bez ICD w czasie 6-miesięcznej obserwacji;
- ocena wyników testu spiroergometrycznego u chorych z ICD, u których występowały interwencje urządzenia spowodowane tachyarytmiami komorowymi.

## Materiał i metody

### Badana grupa chorych

Spośród 90 osób z niewydolnością serca i frakcją wyrzutową lewej komory (LVEF, *left ventricular ejection fraction*) wynoszącą poniżej 45%, u których wykonywano test spiroergometryczny w ramach kwalifikacji do przeszczepu serca, wybrano wszystkich pacjentów z ICD (9 chorych) oraz grupę 8 chorych bez ICD o podobnej charakterystyce klinicznej (tab. 1). Wszyscy pacjenci z ICD otrzymywali leki antyarytmiczne: 8 — amiodaron (89%), 1 — sotalol, wszystkich leczono również  $\beta$ -adrenolitykami (100%). W grupie bez ICD tylko 1 chory otrzymywał amiodaron (12,5%;  $p < 0,003$ ), a 5 (63%) —  $\beta$ -adrenolityki. Nie było różnic w częstości stosowania inhibitorów konwertazy angiotensyny, digoksyny oraz w dawce furosemidu między grupami. W czasie badań pacjenci byli stabilni hemodynamicznie i przyjmowali stałe dawki leków od co najmniej 2 tygodni. U wszystkich chorych wykonano badanie wysiłkowe 2-krotnie: na początku obserwacji oraz po około 6 miesiącach. W tym czasie przeprowadzono również kontrolę ICD pod kątem występowania zaburzeń rytmu.

### Test wysiłkowy

Maksymalny test wysiłkowy na bieżni ruchomej wykonano według zmodyfikowanego protokołu Bruce'a (poprzez dodanie do standardowego testu Bruce'a etapu 0–3 min, 1,7 km/h, 5% nachylenia) [5], ograniczonego objawami zmęczenia i/lub duszności, lub (chorzy z ICD) osiągnięciem limitu tętna. Limit tętna w grupie ICD obliczano jako różnicę pomiędzy częstością serca rozpoznawaną jako częstoskurcz lub migotanie komór minus 10 (strefa

**Tabela 1.** Charakterystyka kliniczna chorych z niewydolnością serca oraz z ICD (n = 9) i bez ICD (n = 8)

**Table 1.** Clinical characteristics of patients with heart failure with (n = 9) and without ICD (n = 8)

	Chorzy z ICD	Chorzy bez ICD	p
Wiek (lata)	47,1 ± 9,2	48,4 ± 4,8	NS
Wskaźnik masy ciała [kg/m <sup>2</sup> ]	28,9 ± 4,1	28,4 ± 4,9	NS
Frakcja wyrzutowa lewej komory	25,9 ± 9,2%	28,0 ± 8,1%	NS
ICM/DCM	8/1 (89/11%)	6/2 (75/25%)	NS
Nadciśnienie tętnicze	4 (44%)	5 (63%)	NS
Cukrzyca	2 (22%)	0 (0%)	NS
Amiodaron	8 (89%)	1 (12,5%)	< 0,003
Beta-adrenolityki	9 (100%)	5 (63%)	NS

ICM (*ischemic cardiomyopathy*) — kardiomiopatia niedokrwienna; DCM (*dilated cardiomyopathy*) — kardiomiopatia rozstrzeniowa

VT/VF — 10/min) [4]; wynosił on średnio 148/min. Podczas badania monitorowano 3 odprowadzenia EKG, na końcu każdego etapu obciążenia oraz na szczycie wysiłku zapisywano 12 odprowadzeń. Ciśnienie tętnicze mierzono przed wysiłkiem, po każdym 2 min obciążenia, na szczycie wysiłku i co 2 min w okresie wypoczynku. Zużycie tlenu i wytwarzanie dwutlenku węgla mierzono w sposób ciągły metodą „oddech za oddechem” za pomocą przystawki metaboliczno-spirometrycznej Vmax29 Sensor Medics. Szczytowe pochłanianie tlenu (*peak* VO<sub>2</sub>) wyliczano jako wartość średnią z ostatnich 20 s wysiłku i podawano w ml/kg/min oraz jako odsetek należnego dla wieku VO<sub>2</sub>max [6]. W czasie badania zachęcano chorych do kontynuowania wysiłku do momentu osiągnięcia wartości RQ (współczynnik oddechowy = VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>) równej 1 lub więcej, świadczącej o dobrym obciążeniu wysiłkiem i przekroczeniu progu przemian beztlenowych. Dodatkowo uwzględniano wydolność określaną automatycznie przez system obliczeniowy zestawu do badań wysiłkowych Marquette Case 8000, podawaną jako wielokrotność równoważnika metabolicznego (MET).

### Charakterystyka elektrofizjologiczna

U wszystkich chorych przed wszczepieniem ICD wystąpiły zagrażające życiu zaburzenia rytmu. U 7 badanych były to 1–3 epizody migotania komór (VF, *ventricular fibrillation*), a u 2 niestabilne hemodynamicznie częstoskurcze komorowe (VT, *ventricular tachycardia*). U 8 chorych wykonano badanie elektrofizjologiczne, wywołując niestabilny VT (7 osób) lub VF (1 badany). U 4 chorych wszczepiono dwujamowy ICD (Tachos DR firmy Biotronik lub Gem III DR firmy Medtronic), a u 5 chorych układ jednojamowy (Gem III VR firmy Medtronic, Mycrophylax Plus firmy Biotronik). Po zabiegu

wszczepienia ICD prowadzono kontrolę co 3 miesiące, zapisując wszystkie interwencje urządzenia.

Wyniki podano jako średnią i odchylenie standardowe oraz odsetki. Różnice między grupami oceniano przy użyciu testu Manna-Whitneya oraz  $\chi^2$ . Wartość  $p < 0,05$  uznano jako istotną statystycznie.

## Wyniki

U wszystkich chorych badanie spiroergometryczne ukończono zgodnie z protokołem. Nie zanotowano powikłań. U żadnej osoby nie obserwowano istotnych zaburzeń rytmu serca zarówno w czasie badania wysiłkowego, jak i bezpośrednio po nim. Jedynie u 1 chorego z ICD badanie zakończono przedwcześnie pomimo dobrej tolerancji wysiłku z powodu nasilającego się lęku.

### Badanie spiroergometryczne

Szczegółowe wyniki wyjściowego badania spiroergometrycznego przedstawiono w tabeli 2. Spoczynkowa czynność serca przed badaniem była istotnie niższa u chorych z ICD ( $p < 0,03$ ) oraz nieistotnie statystycznie niższa na szczycie wysiłku. U żadnego chorego z grupy ICD nie doszło do osiągnięcia maksymalnej częstości pracy serca (strefa VT/VF — 10/min). Nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy grupami w wyjściowym ciśnieniu tętniczym ani jego przyroście w czasie badania wysiłkowego. Badane grupy nie różniły się też istotnie wielkością osiągniętego *peak* VO<sub>2</sub>, zarówno wyrażoną w ml/kg/min, jak i jako odsetek normy. W okresie obserwacji zmarło 2 chorych — po jednym z każdej grupy. Po 6 miesiącach wyniki testu spiroergometrycznego nie zmieniły się istotnie (tab. 3). Wydłużył się nieznacznie czas trwania badania wysiłkowego (o 18% w grupie z ICD oraz o 7,5% w grupie bez ICD) oraz zwiększyła się wartość *peak* VO<sub>2</sub> (odpowiednio o 7,5% i 5%).

**Tabela 2.** Wyniki spiroergometrii u chorych z ICD i bez ICD na początku okresu obserwacji

**Table 2.** Cardiopulmonary exercise test results in patients with and without ICD at the beginning

Parametr	Chorzy z ICD	Chorzy bez ICD	p
Czas trwania wysiłku (s)	427 ± 250	508 ± 162	NS
Obciążenie [MET]	6,4 ± 3,5	7,0 ± 2,8	NS
Częstość pracy serca spoczynkowa	73 ± 4,4	88 ± 14,3	< 0,03
Częstość pracy serca maksymalna	120 ± 24,9	137 ± 15,2	NS
Ciśnienie tętnicze spoczynkowe [mm Hg]	117,9 ± 11,9	108,1 ± 17,7	NS
Ciśnienie tętnicze maksymalne [mm Hg]	146,0 ± 22,9	143,8 ± 27,5	NS
<i>Peak</i> VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	16,3 ± 6,7	16,3 ± 4,2	NS
<i>Peak</i> VO <sub>2</sub> (% normy)	47,2 ± 20,4	48,1 ± 11,3	NS
Współczynnik oddechowy ( <i>peak</i> )	1,05 ± 0,7	1,09 ± 0,07	NS

**Tabela 3.** Wyniki spiroergometrii u chorych z ICD i bez ICD na końcu okresu obserwacji**Table 3.** Cardiopulmonary exercise test results in patients with and without ICD at the end of follow-up

Parametr	Chorzy z ICD	Chorzy bez ICD	p
Czas trwania wysiłku [s]	507 ± 260	546 ± 155	NS
Obciążenie [MET]	7,7 ± 3,6	7,6 ± 2,4	NS
Częstość pracy serca spoczynkowa	67 ± 7,0	99 ± 13,5	0,049
Częstość pracy serca maksymalna	121 ± 18,2	153 ± 15,7	0,038
Ciśnienie tętnicze spoczynkowe [mm Hg]	121,4 ± 14,2	123,6 ± 16,3	NS
Ciśnienie tętnicze maksymalne [mm Hg]	145,7 ± 14,8	156,4 ± 30,1	NS
Peak VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	17,4 ± 7,6	17,1 ± 4,5	NS
Peak VO <sub>2</sub> (% normy)	51,0 ± 23,5	51,0 ± 11,0	NS
Współczynnik oddechowy ( <i>peak</i> )	1,05 ± 0,1	1,08 ± 0,07	NS

### Ocena chorych z ICD z interwencjami spowodowanymi zaburzeniami rytmu

U 4 chorych z ICD nie obserwowano zaburzeń rytmu wymagających interwencji ICD. U 1 chorego przed włączeniem do badania wystąpiło 7 epizodów migotania komór wiążących się z odstawieniem amiodaronu z powodu nadczynności tarczycy. Później nie obserwowano już podobnych epizodów. W czasie obserwacji u 4 chorych zanotowano 2–7 interwencji ICD z powodu częstoskurczu komorowego (1 chorego), migotania komór (2 chorych) oraz częstoskurczów komorowych i migotania komór (1 chorego). Żadna z tych interwencji nie wiązała się z testem wysiłkowym. Wybrane parametry badania spiroergometrycznego u chorych z interwencjami ICD i bez takich interwencji przedstawiono w tabeli 4 i 5. Ze względu na małą liczebność obu podgrup różnice w wynikach nie osiągnęły istotności statystycznej, ale stwierdzono zarysowujące się tendencje. U chorych z incydentami arytmicznymi zaobserwowano znacznie krótszy czas trwania te-

stu wysiłkowego, niższą wydolność ocenianą w jednostkach MET oraz nieznacznie niższą osiągniętą maksymalną częstość pracy serca. Znacznie niższe były również *peak* VO<sub>2</sub>, oraz *peak* VO<sub>2</sub>% normy, mimo większego RQ. Po 6 miesiącach obserwowano wydłużenie czasu trwania badania wysiłkowego i wzrost osiągniętego obciążenia wyrażonego w MET (ryc. 1). Natomiast w obu grupach niezmiennione pozostały *peak* VO<sub>2</sub> oraz *peak* VO<sub>2</sub>% normy (ryc. 2).

### Dyskusja

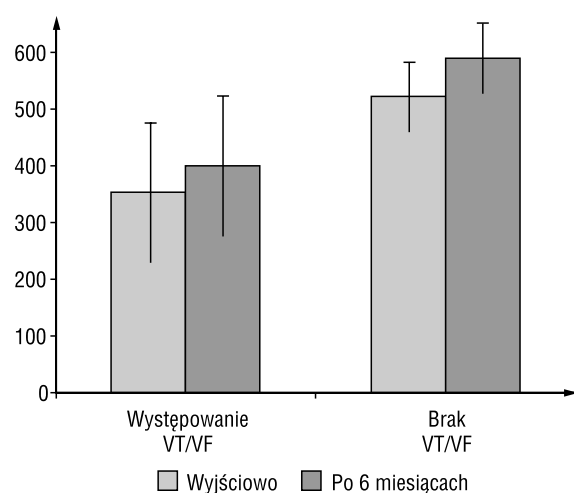
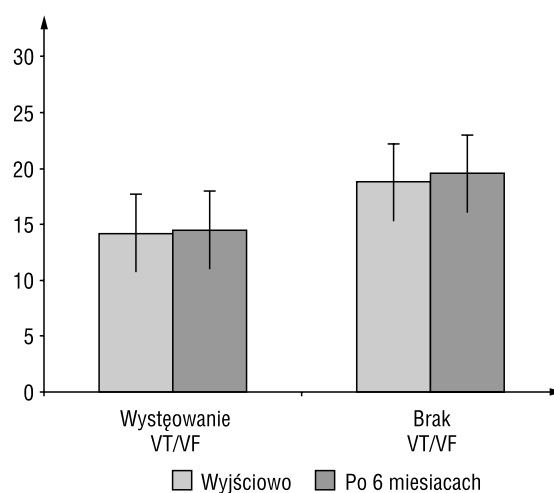
Testy wysiłkowe z pomiarem pochłaniania tlenu są standardową metodą służącą do oceny chorych z niewydolnością serca. Stanowią także podstawę kwalifikacji do transplantacji serca. Ponieważ chorzy ze złośliwą arytmia w wywiadzie są obciążeni zwiększonym ryzykiem powikłań podczas testu wysiłkowego [7], istnieją obawy przed wykonywaniem u nich tego badania, a także przed włącza-

**Tabela 4.** Wyjściowa charakterystyka chorych z ICD oraz z interwencją urządzenia lub bez niej**Table 4.** Clinical characteristics of patients with heart failure and ICD with and without device interventions during follow-up

Parametr	Interwencje ICD	Bez interwencji ICD	p
Fracja wyrzutowa lewej komory	28,1 ± 8,4%	24,6 ± 8,7%	NS
Czas trwania wysiłku [s]	352 ± 327	522 ± 130	NS
Obciążenie [MET]	5,8 ± 4,5	7,2 ± 2,0	NS
Częstość pracy serca spoczynkowa	71 ± 5	74 ± 4	NS
Częstość pracy serca maksymalna	113 ± 33	127 ± 28	NS
Peak VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	14,2 ± 6,4	18,8 ± 7,0	NS
Peak VO <sub>2</sub> (% normy)	38,4 ± 12,4	58,2 ± 24,8	NS
Współczynnik oddechowy ( <i>peak</i> )	1,11 ± 0,09	1,05 ± 0,10	NS

**Tabela 5.** Wyniki spirometrii po 6 miesiącach u chorych z ICD oraz z interwencją urządzenia i bez niej**Table 5.** Cardiopulmonary exercise test results after 6 months in patients with ICD with and without interventions of the device

Parametr	Interwencje ICD	Bez interwencji ICD	p
Czas trwania wysiłku [s]	399 ± 380	588 ± 135	NS
Obciążenie [METS]	6,7 ± 5,4	8,5 ± 2,0	NS
Częstość pracy serca spoczynkowa	65 ± 4,3	69 ± 8,9	NS
Częstość pracy serca maksymalna	126 ± 31	127 ± 18	NS
Peak VO <sub>2</sub> [ml/kg/min]	14,5 ± 9,0	19,0 ± 7,0	NS
Peak VO <sub>2</sub> (% normy)	37,0 ± 18,7	61,5 ± 22,8	NS
Współczynnik oddechowy ( <i>peak</i> )	1,00 ± 0,02	1,07 ± 0,21	NS

**Rycina 1.** Czas trwania wysiłku oceniany wyjściowo oraz po 6 miesiącach u chorych z ICD z interwencją urządzenia z powodu częstoskurczów komorowych (VT) lub migotania komór (VF) lub bez takiej interwencji**Figure 1.** Exercise time at the beginning and after 6 months in patients with ICD with and without ICD interventions because of ventricular tachycardia (VT) or ventricular fibrillation (VF)**Rycina 2.** Szczytowe pochłanianie tlenu oceniane wyjściowo oraz po 6 miesiącach u chorych z ICD z interwencją urządzenia z powodu częstoskurczów komorowych (VT) lub migotania komór (VF) lub bez takiej interwencji**Figure 2.** Peak VO<sub>2</sub> at the beginning and after 6 months in patients with ICD with and without ICD interventions because of ventricular tachycardia (VT) or ventricular fibrillation (VF)

niem ich do programów treningowych, które zyskują coraz większą aprobatę i są coraz częściej zlecane u chorych z niewydolnością serca [8]. Problemy, na które zwraca się uwagę, to możliwość wywołania wysiłkiem VT, VF lub niewłaściwe zakwalifikowanie przyspieszonego rytmu zatokowego lub migotania przedsionków z szybką częstością zespołów komorowych jako arytmii komorowej i związane z tym nieprawidłowe zastosowanie terapii przez ICD [7, 9–11]. Nie bez znaczenia jest też lęk chorego przed wykonywaniem większego wysiłku.

Najważniejszą obserwacją płynącą z przedstawionego badania jest potwierdzenie bezpieczeństwa wykonywania testów wysiłkowych u chorych z nie-

wydolnością serca, znacznie obniżoną LVEF oraz groźnymi komorowymi zaburzeniami rytmu. Wyniki pierwszych badań oceniających ryzyko przeprowadzenia testu wysiłkowego w grupach chorych z przebyłym epizodem groźnej arytmii komorowej nie były zachęcające. Young i wsp. [12], badając na początku lat 80. 263 chorych z wywiadem złośliwej arytmii komorowej, stwierdzili występowanie w czasie maksymalnego testu wysiłkowego arytmii komorowej wymagającej interwencji u 9,1% badanych. W badaniu Allena i wsp. [13] z końca lat 80. zaobserwowano również częste powikłania arytmiczne w czasie testów wysiłkowych. Badania wykonano u 64 osób, u których wartość LVEF była stosun-

kowo dobra (LVEF < 40% u 49% badanych), oraz u których wcześniej obserwowano epizody VT lub VF. W czasie testu wysiłkowego wywoływano nieutrwalony VT u 34% badanych, a utrwalony VT u 8%. W przeciwieństwie do tych prac wyniki niniejszego badania wskazują, że wykonywanie testów wysiłkowych u chorych z niewydolnością serca oraz znacznie obniżoną wartością LVEF (średnio 27%) jest bezpieczne nawet u osób z wcześniejszym wywiadem częstoskurczu komorowego lub migotania komór. U żadnego chorego nie wystąpiły istotne zaburzenia rytmu w czasie badania wysiłkowego ani po nim, pomimo iż w okresie obserwacji stwierdzano interwencje ICD. Obserwowane przez Allena i wsp. [13] zaburzenia rytmu mogły wynikać z faktu odstawienia leków antyarytmicznych bezpośrednio przed testem wysiłkowym, bowiem chorzy z badanej grupy charakteryzowali się wyższą LVEF, dłuższym czasem trwania wysiłku oraz wyższym osiągniętym obciążeniem w porównaniu z osobami badanymi przez autorów niniejszej pracy. Większość chorych z wcześniejszymi zaburzeniami rytmu przyjmowała amiodaron, a wszyscy otrzymywali leki  $\beta$ -adrenolityczne, również w dniu wykonywania badania. Vanhees i wsp. [2], którzy przeprowadzali badania wysiłkowe u 8 chorych z ICD u znacznego odsetka osób przyjmujących  $\beta$ -adrenolityki, stwierdzili tylko 2 epizody nieistotnego hemodynamicznie częstoskurczu komorowego. Jeden wystąpił podczas testu wysiłkowego wykonywanego w końcowym etapie 3-miesięcznego programu treningu i nie spowodował interwencji ICD, natomiast drugi częstoskurcz zanotowano podczas treningu i został on przerwany przez ICD. Z kolei Fitchet i wsp. [4] nie obserwowali żadnych interwencji ICD podczas testów wysiłkowych, ćwiczeń nadzorowanych i wykonywanych w domu w grupie 16 badanych chorych. Średnia wartość LVEF u pacjentów badanych przez Fitcheta i wsp. była istotnie wyższa niż w grupie badanej przez autorów niniejszej pracy. Potwierdza to sugestię, że bez względu na wartość LVEF lub wcześniejsze występowanie groźnych zaburzeń rytmu leki  $\beta$ -adrenolityczne i/lub amiodaron mogą skutecznie zmniejszać ryzyko wywołanych wysiłkiem zaburzeń rytmu.

Niewiele jest doniesień porównujących wyniki badania spiroergometrycznego u chorych z ICD oraz bez niego. Vanhees i wsp. [2], badając chorych ze średnią LVEF wynoszącą około 44%, stwierdzili porównywalną wydolność przed rozpoczęciem programu treningowego w grupie chorych bez ICD ( $n = 8$ ) i z ICD ( $n = 16$ ) ( $peak\ VO_2$  odpowiednio: 21,9 ml/kg/min vs. 21,0 ml/kg/min). Po okresie treningu autorzy odnotowali porównywalny wzrost wy-

dolności w obu grupach (odpowiednio o 24% i 19%). Badana przez autorów grupa chorych różniła się istotnie niższą wartością LVEF oraz niższymi wartościami  $peak\ VO_2$ . U badanych z ICD, pomimo nieco wyższej wartości LVEF, obserwowano wyjściowo nieznacznie krótszy czas trwania wysiłku, mniejsze maksymalne obciążenie wyrażone w MET oraz podobny  $peak\ VO_2$ . Wolniejsza spoczynkowa czynność serca w grupie z ICD może być związana z częstszym stosowaniem leków o działaniu chronotropowo ujemnym. Wszyscy chorzy w tej grupie otrzymywali  $\beta$ -adrenolityki oraz lek antyarytmiczny (amiodaron lub sotalol). W grupie bez ICD  $\beta$ -adrenolityki stosowało 5 osób, a amiodaron — tylko 1 badany. Prawdopodobnie również to było przyczyną nieosiągnięcia przez żadnego z chorych z ICD badanych przez autorów niniejszej pracy wyliczonego limitu tętna. W przedstawionym badaniu nie prowadzono regularnego treningu, ale zachęcano chorych do bardziej aktywnego trybu życia. Po 6 miesiącach stwierdzono wydłużenie czasu trwania badania wysiłkowego (o 18% w grupie z ICD i o 7,5% w grupie bez ICD) i wzrost maksymalnego obciążenia w MET (odpowiednio o 20% i 11%). Mimo że poprawa tych parametrów była większa w grupie z ICD, to wartość  $peak\ VO_2$  zwiększyła się nieznacznie (odpowiednio o 7,5% i 5%). Potwierdza to obiektywną wartość  $peak\ VO_2$  w ocenie chorych z niewydolnością serca, szczególnie istotnej przy kwalifikowaniu pacjentów do transplantacji serca [14]. Na czas badania wysiłkowego, poza wydolnością serca oraz ogólnym wytrenowaniem chorego, wpływa również jego motywacja oraz lęk, który bywa szczególnie nasilony u chorych z ICD [4]. Rehabilitacja chorych z niewydolnością serca poprawia ich wydolność, a także jakość życia oraz obniża poziom lęku [2–4] i może się okazać szczególnie cenna u pacjentów z ICD.

### Wpływ interwencji ICD na parametry badania spiroergometrycznego

We wcześniejszych pracach nie analizowano wpływu interwencji ICD na wyniki testu wysiłkowego. Interwencje ICD wiążą się z dużym lękiem u chorych i prawdopodobnie wpływają na ograniczenie wykonywania większych wysiłków fizycznych. W wyjściowych badaniach zarysowała się istotna tendencja. Wyniki badania spiroergometrycznego u pacjentów bez ICD oraz u osób z ICD, ale bez interwencji urządzenia, nie różniły się. Natomiast chorzy, u których występowały interwencje urządzenia, pomimo wyższej wartości LVEF charakteryzowali się gorszą tolerancją wysiłku wyrażoną krótszym czasem jego trwania, mniejszym obciąże-

niem w MET i mniejszą wartością *peak*  $VO_2$ . Jednak i w tej grupie obserwowano poprawę po 6 miesiącach.

### Wnioski

Zgodnie z nielicznymi jak dotąd obserwacjami innych autorów, opartymi na badaniach niewielkich grup chorych, przedstawione wyniki wstępnych badań sugerują, że u pacjentów z niewydolnością serca i ICD można bezpiecznie wykonywać testy wysiłkowe, stosując limit tętna określony

jako częstość rytmu serca mniejszą o 10 od progu aktywacji ICD.

Chorzy z niewydolnością serca i ICD są zdolni do wykonania wysiłku o podobnej intensywności jak osoby o zbliżonej charakterystyce i bez ICD. Wydaje się, że chorzy, u których występują interwencje ICD charakteryzują się gorszą tolerancją wysiłku niż pacjenci bez interwencji, mimo podobnego stopnia uszkodzenia serca.

Powyższe obserwacje powinny być potwierdzone w dodatkowych badaniach z udziałem większej liczby chorych.

### Streszczenie

**Wstęp:** *Wszczepialny kardiowerter-defibrylator (ICD) może stanowić pomost do transplantacji serca u chorych z niewydolnością serca oraz groźnymi komorowymi zaburzeniami rytmu. Badanie spiroergometryczne odgrywa istotną rolę przy kwalifikacji do transplantacji serca. Niewiele jest prac oceniających bezpieczeństwo i znaczenie kliniczne tego badania, a oceniane grupy chorych ze znacznie upośledzoną frakcją wyrzutową lewej komory (LVEF) oraz ICD są nieliczne (2–16 chorych).*

**Materiał i metody:** *Do analizy włączono 9 chorych z ICD (LVEF  $25 \pm 9\%$ ) oraz 8 pacjentów bez ICD (LVEF  $28 \pm 8\%$ ), u których wykonano maksymalne badanie spiroergometryczne wyjściowo oraz po 6 miesiącach.*

**Wyniki:** *U żadnego chorego nie wystąpiły istotne zaburzenia rytmu serca ani interwencja ICD w czasie badania wysiłkowego ani bezpośrednio po nim. Nie obserwowano istotnych różnic pomiędzy chorymi z ICD oraz bez ICD pod względem czasu trwania wysiłku ( $427 \pm 250$  s vs.  $508 \pm 162$  s) oraz wartości *peak*  $VO_2$  ( $16,3 \pm 6,7$  ml/kg/min vs.  $16,3 \pm 4,2$  ml/kg/min). Po 6 miesiącach stwierdzono wydłużenie czasu trwania wysiłku (o 18% w grupie ICD oraz o 7,5% w grupie bez ICD) oraz wzrost wartości *peak*  $VO_2$  (odpowiednio o 7,5% i 5%). W czasie obserwacji u 5 chorych stwierdzono 2–7 interwencji ICD z powodu migotania komór (VF) lub częstoskurczu komorowego (VT). W tej grupie zanotowano nieznacznie wyższą wartość LVEF ( $28 \pm 8\%$  vs.  $24 \pm 9\%$ ) oraz krótszy czas trwania wysiłku ( $352 \pm 327$  s vs.  $522 \pm 130$  s) i niższą wartość *peak*  $VO_2$  ( $14,2 \pm 6,4$  ml/kg/min vs.  $18,8 \pm 7,0$  ml/kg/min). Po 6 miesiącach obserwowano wydłużenie czasu trwania badania wysiłkowego, wzrost osiągniętego obciążenia wyrażonego w jednostkach MET bez zmiany wartości *peak*  $VO_2$ .*

**Wnioski:** *Wyniki niniejszych badań sugerują, że u chorych z niewydolnością serca, niską frakcją wyrzutową oraz ICD wszczepionym z powodu VT/VF można bezpiecznie wykonywać testy wysiłkowe. Pacjenci z niewydolnością serca i ICD są zdolni do wykonania wysiłku o podobnej intensywności jak chorzy o zbliżonej charakterystyce i bez ICD. Obserwacje te powinny być potwierdzone w dodatkowych badaniach z udziałem większej liczby chorych. (Folia Cardiol. 2004; 11: 953–960)*

**test wysiłkowy, spiroergometria, niewydolność serca, implanowany kardiowerter-defibrylator**

## Piśmiennictwo

1. Straburzyńska-Migaj E., Szyszka A., Cieśliński A. Testy wysiłkowe w niewydolności serca. Przydatność i ograniczenia. *Kardiol. Pol.* 2002; 58: 77–79.
2. Vanhees L., Schepers D., Heidbuchel H., Defoor J., Fogard R. Exercise performance and training in patients with implantable cardioverter-defibrillator and coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.* 2001; 87: 712–715.
3. Friedman A.W., Lipman R.C., Silver S.J., Minella R.A., Hoover J.L. Cardiac rehabilitation/exercise in patients with implantable cardioverter defibrillators. *J. Nat. Med. Assoc.* 1996; 88: 374–378.
4. Fitchet A., Doherty P.J., Bundy C., Bell W., Fitzpatrick A.P., Garratt C.J. Comprehensive cardiac rehabilitation programme for implanted cardioverter-defibrillator patients: a randomised controlled trial. *Heart* 2003; 89: 155–160.
5. Anker S.D., Leyva F., Poole-Wilson P.A., Kox W.J., Stevenson J.C., Coats A.J.S. Relation between serum uric acid and lower limb blood flow in patients with chronic heart failure. *Heart* 1997; 78: 39–43.
6. Wasserman K., Hansen J.E., Sue D.Y. Principles of exercise testing and interpretation. PA: Lea and Febiger, Philadelphia 1986: 73.
7. Pashkow F.J., Schweikert R.A., Wilkoff B.L. Exercise testing and training in patients with malignant arrhythmias. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 1997; 25: 235–269.
8. Piña I.L., Chair Writing Group; Apstein C.S., Balady G.J., Belardinelli R., Chaitman B.R., Duscha B.D., Fletcher B.J., Fleg J.L., Myers J.N., Sullivan M.J. Exercise and Heart Failure. A statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 2003; 107: 1210–1225.
9. Rinaldi C.A., Simon R.D., Baszko A. i wsp. A 17 year experience of inappropriate shock therapy in patients with implantable cardioverter-defibrillators: are we getting any better? *Heart* 2004; 90: 330–331.
10. Hong R.A., Bhandari A.K., McKay C.R., Au P.K., Rahimtoola S.H. Life threatening ventricular tachycardia and fibrillation induced by painless myocardial ischaemia during exercise testing. *JAMA* 1987; 257: 1937–1940.
11. Schmitt C., Montero M., Melicherik J. Significance of supraventricular tachyarrhythmia in patients with implanted pacing cardioverter-defibrillators. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1994; 17: 295–302.
12. Young D.Z., Lampert S., Graboyes T.B., Lown B. Safety of maximal exercise stress testing in patients at high risk for ventricular arrhythmia. *Circulation* 1984; 70: 184–191.
13. Allen B.J., Casey T.P., Brodsky M.A., Luckett C.R., Henry W.L. Exercise testing in patients with life-threatening ventricular tachyarrhythmias: Results and correlation with clinical and arrhythmia factors. *Am. Heart J.* 1988; 116: 997–1002.
14. Mancini D., LeJemtel T., Aaronson K. Peak  $VO_2$ . A simple yet enduring standard. *Circulation* 2000; 101: 1080–1082.