

Poprawa kurczliwości po zabiegu pomostowania aortalno-wieńcowego w rocznej obserwacji — znaczenie oceny żywotności mięśnia sercowego

Małgorzata Knapp¹, Włodzimierz J. Musiał¹, Anna Lisowska¹ i Tomasz Hinrle²

¹Klinika Kardiologii Akademii Medycznej w Białymstoku

²Klinika Kardiologii Akademii Medycznej w Białymstoku

Przedrukowano za zgodą z: *Cardiology Journal* 2007; 14: 246–251

Streszczenie

Wstęp: Zaburzenia kurczliwości lewej komory (LV) w chorobie wieńcowej mogą wynikać z zamrożenia mięśnia sercowego w następstwie przewlekłego niedokrwienia. Ich ustąpienie uzyskuje się jedynie drogą rewaskularyzacji. Nie określono dokładnie czasu i stopnia poprawy funkcji LV po zabiegu kardiochirurgicznym, a opublikowane na ten temat doniesienia zawierają rozbieżne dane. Celem pracy było określenie czasu powrotu kurczliwości miokardium u pacjentów ze skurczową dysfunkcją LV po zabiegu chirurgicznej rewaskularyzacji, w zależności od wyników echokardiograficznych testów obciążeniowych.

Metody: Badaniem objęto 50 pacjentów z wielonaczyniową chorobą wieńcową oraz obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory (LVEF < 40%) zakwalifikowanych do pomostowania aortalno-wieńcowego (CABG). Przed zabiegiem wykonywano spoczynkowe badanie echokardiograficzne oraz próbę z małą dawką dobutaminy (5–10 µg/kg/min), a następnego dnia z małą dawką dipirydamolu (0,24 mg/kg przez 4 min). Kolejne badania spoczynkowe powtarzano po operacji oraz po 3, 6 i 12 miesiącach. Za każdym razem oceniano LVEF oraz wskaźnik kurczliwości ścian lewej komory (WMSI).

Wyniki: W czasie rocznej obserwacji od zabiegu CABG doszło do znamiennej poprawy funkcji lewej komory (wzrost LVEF, zmniejszenie WMSI), przy czym największe zmiany nastąpiły w okresie pierwszych 6 miesięcy. Korelacja parametrów echokardiograficznych (LVEF, WMSI) podczas prób obciążeniowych i w trakcie rocznej obserwacji wykazała, że najsilniejsza zależność istnieje między zmianą WMSI po obciążeniu zarówno dobutaminą, jak i dipirydamolem, a poprawą WMSI po 6 miesiącach od zabiegu.

Wnioski: Optymalny czas poprawy czynności LV u chorych z upośledzoną jej funkcją skurczową poddanych CABG nastąpił pomiędzy 3. a 6. miesiącem od operacji. Obie próby obciążeniowe charakteryzuje podobna moc diagnostyczna w identyfikacji żywotności mięśnia lewej komory. Parametrem o najsilniejszym znaczeniu prognostycznym okazał się WMSI obliczany po obciążeniu. (Folia Cardiologica Excerpta 2007; 2: 303–308)

Słowa kluczowe: żywotność mięśnia sercowego, rewaskularyzacja, czas powrotu funkcji skurczowej

Adres do korespondencji: Dr med. Małgorzata Knapp
Klinika Kardiologii AM, Państwowy Szpital Kliniczny
ul. Skłodowskiej 24A, 15–276 Białystok
e-mail: malgo33@interia.pl

Wstęp

Największe korzyści z chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego (CABG, *coronary artery bypass grafting*) odnoszą pacjenci z dysfunkcją lewej komory (LV, *left ventricle*) w następstwie choroby wieńcowej, jeśli zaburzenia te wynikają z przewlekłego zamrożenia mięśnia sercowego [1]. Według definicji Braunwalda i Rutherforda zamrożenie (hibernacja) miokardium oznacza upośledzenie jego kurczliwości w następstwie długotrwałego ograniczenia przepływu wieńcowego. W przypadku przewlekłego niedokrwienia przepływ wieńcowy jest zwykle wystarczający, aby utrzymać miocyty przy życiu, jednak zbyt mały, by w pełni pokryć zapotrzebowanie metaboliczne towarzyszące skurczowi [2]. Ustąpienie zaburzeń kurczliwości można uzyskać jedynie poprzez rewaskularyzację [3], przy czym, co ważne, możliwy jest powrót do stanu prawidłowego lub niemal prawidłowego [4]. Szybkość poprawy funkcji skurczowej komory warunkuje stopień zaawansowania zmian degeneracyjnych oraz rozwoju tkanki łącznej [5]. Nie poznano dokładnie czasu i stopnia poprawy. W piśmiennictwie można znaleźć nieliczne prace na ten temat, w których różnie ocenia się ustępowanie zaburzeń po CABG [6].

Rozwój technik służących ocenie żywotności mięśnia sercowego pozwala lepiej kwalifikować pacjentów z chorobą niedokrwinną serca i towarzyszącą dysfunkcją LV, do leczenia kardiochirurgicznego. Ponadto w grupie chorych, u których stwierdza się obszary żywotnego mięśnia sercowego, lewa komora w znacznie mniejszym stopniu ulega po rewaskularyzacji niekorzystnemu procesowi przebudowy, tzw. remodelingowi [7].

Badania diagnostyczne określające żywotność mięśnia sercowego stały się więc ważnym elementem oceny chorych kwalifikowanych do zabiegu pomostowania, szczególnie w przypadku niskiej frakcji wyrzutowej lewej komory (LVEF, *left ventricular ejection fraction*). Obecność zaburzeń kurczliwości w spoczynkowym badaniu echokardiograficznym nie świadczy bowiem o trwałości uszkodzenia. Określenie żywotności w połączeniu z oceną obrazu klinicznego oraz stanu naczyń wieńcowych stanowi obecnie podstawę wyboru optymalnego sposobu leczenia. W ocenie żywotności wykorzystuje się m.in. echokardiografię obciążeniową z użyciem dobutaminy lub dipirydamolu — metody tanie i stosunkowo łatwo dostępne. W piśmiennictwie można znaleźć tylko pojedyncze doniesienia porównujące wartość obu testów w ocenie powrotu funkcji skurczowej lewej komory po CABG.

Celem pracy było określenie czasu powrotu kurczliwości mięśnia sercowego po zabiegu rewaskularyzacji u pacjentów ze skurczową dysfunkcją lewej komory, w zależności od wyników obu testów.

Metody

Charakterystyka pacjentów

Badaniem objęto 50 chorych (42 mężczyzn i 8 kobiet, śr. wiek 60 lat) operowanych w Klinice Kardiochirurgii Akademii Medycznej w Białymstoku od maja 2002 r. do lutego 2004 r. Pacjenci spełniali następujące kryteria:

- przewlekła, stabilna choroba wieńcowa;
- stwierdzona echokardiograficznie upośledzona funkcja skurczowa lewej komory (LVEF < 40%), potwierdzona również w badaniu wentrykulograficznym;
- kwalifikacja do zabiegu pomostowania aortalno-wieńcowego;
- brak towarzyszącej istotnej hemodynamicznie wady zastawkowej;
- obecność odpowiednich warunków technicznych umożliwiających wykonanie prób obciążeniowych.

Protokół badania zaakceptowała lokalna Komisja Bioetyczna Akademii Medycznej. Stopień niewydolności serca oceniano w skali Nowojorskiego Towarzystwa Kardjologicznego (NYHA, *New York Heart Association*), zgodnie z ogólnie przyjętymi kryteriami, natomiast kliniczne zaawansowanie choroby wieńcowej — według klasyfikacji Kanadyjskiego Towarzystwa Kardjologicznego (CCS, *Canadian Cardiovascular Society*). Podstawowe dane demograficzne oraz charakterystykę kliniczną badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

U wszystkich badanych ze wskazań klinicznych wykonano koronarografię z wentrykulografią, a następnie ze względu na obecność choroby wielonaczyniowej zakwalifikowano ich do chirurgicznej rewaskularyzacji (zgodnie z obowiązującymi wytycznymi Polskiego Towarzystwa Kardjologicznego). U wszystkich pacjentów wykonano też pełną rewaskularyzację wieńcową. Ponadto stosowano typową farmakoterapię zgodnie z obowiązującymi standardami.

Schematy badań

Spoczynkowe badanie echokardiograficzne.

Objemowało ono dwuwymiarowe badanie przez klatkę piersiową z pomiarem klasycznych parametrów zgodnie z zaleceniami Amerykańskiego Towarzystwa Echokardiograficznego, 3–5 dni przed zabiegiem pomostowania aortalno-wieńcowego. Kurczliwość LV oceniano poprzez analizę skurczowego

Tabela 1. Charakterystyka pacjentów

Średni wiek (lata)	60 ± 9 (min. 39; maks. 75)
Masa ciała [kg]	82 ± 13
Wzrost [cm]	171 ± 7
Wskaźnik masy ciała	28 ± 4 (min. 21; maks. 36)
Czas trwania choroby wieńcowej	Śr. 6,5 roku (min. 3 miesiące; maks. 20 lat)
Przebyty zawał serca	Wszyscy badani
Nadciśnienie tętnicze	20 pacjentów/40%
Cukrzyca	11/22%
Dyslipidemia	36/72%
Palenie tytoniu	24/48%
Wywiad rodzinny w kierunku choroby wieńcowej	29/58%
Klasa NYHA	Śr. III ± I
Klasa CCS	Śr. 3 ± 1
Fracja wyrzutowa lewej komory	34% ± 4%
Liczba zmienionych naczyń wieńcowych	Wszyscy chorzy — 3 naczynia

przyrostu grubości ścian, stosując podział na 16 segmentów [3]. Dokonywano pomiaru punktowego wskaźnika kurczliwości ścian lewej komory (WMSI, *wall motion score index*), przypisując każdemu z 3 segmentów poszczególnych ścian lewej komory liczbę punktów zgodną z wizualną oceną kurczliwości: 1 — normokineza (prawidłowa kurczliwość), 2 — hipokineza (zmniejszone pogrubienie skurczowe ściany), 3 — akineza (brak pogrubienia skurczowego), 4 — dyskineza (odśrodkowy ruch ściany). Wskaźnik kurczliwości obliczano, sumując punkty przypisane poszczególnym segmentom i dzieląc ich sumę przez liczbę segmentów. Frakcję wyrzutową lewej komory obliczano w prezentacji dwuwymiarowej, korzystając z dwupłaszczyznowej metody Simpsona, uśredniając wyniki z 3 kolejnych cykli serca. Oba parametry oceniano zarówno w badaniu spoczynkowym, jak i podczas testów obciążeniowych.

Badanie kontrolne wykonywano w trakcie hospitalizacji, w 1. tygodniu po CABG, a następnie powtarzano je po 3, 6 i 12 miesiącach od zabiegu.

Echokardiograficzne testy obciążeniowe.

Test z dobutaminą. Żaden z pacjentów nie otrzymywał w okresie 3 dni poprzedzających badanie leków działających inotropowo dodatnio. Próbę z zastosowaniem małej dawki dobutaminy (5–10 µg/kg/min) wykonywano 3–4 dni przed zabiegiem operacyjnym. Po rejestracji standardowych projekcji

w badaniu spoczynkowym (projekcja przymostkowa w osi długiej i krótkiej, projekcja koniuszkowa 4- i 2-jamowa) stosowano dożylny wlew dobutaminy, a następnie po 6 min od jego rozpoczęcia dokonywano zapisu na dysku magnetoptycznym. W trakcie próby i przez 10 min po jej zakończeniu monitorowano tętno oraz ciśnienie tętnicze. Kryteriami przerwania próby były: obniżenie ciśnienia tętniczego o ponad 10% w stosunku do wartości wyjściowej, ból dławicowy, narastająca duszność oraz istotne nadkomorowe i komorowe zaburzenia rytmu.

Test z dipirydamolem. Przed wykonaniem próby pacjenci przez 24 godziny nie spożywali produktów zawierających kofeinę oraz nie przyjmowali żadnych leków będących pochodnymi teofiliny. Próbę z zastosowaniem małej dawki dipirydamolu wykonywano 3–4 dni przed CABG, w kolejnym dniu po wykonaniu próby dobutaminowej. Po rejestracji 4 standardowych projekcji w badaniu spoczynkowym, analogicznie jak w przypadku dobutaminy, stosowano dożylny wlew dipirydamolu w dawce 0,28 mg/kg w ciągu 4 min. Po 4 min od rozpoczęcia wlewu rozpoczynano zapis na dysku magnetoptycznym i taśmie wideo. Dokumentowano wszystkie powyższe standardowe projekcje badania. W trakcie próby i przez 10 min po jej zakończeniu monitorowano tętno oraz ciśnienie tętnicze. Kryteriami przerwania próby były: pojawienie się bólu w klatce piersiowej, zaburzenia rytmu o typie dodatkowych skurczów komorowych, spadek ciśnienia tętniczego oraz zmiany odcinka ST.

Oceniano kurczliwość LV poprzez analizę skurczowego przyrostu grubości jej ścian oraz zmian jej frakcji wyrzutowej. Oba parametry określano w spoczynku po zakończeniu próby dobutaminowej i dipirydamolowej. Spoczynkowe obrazy echokardiograficzne zarejestrowane przed CABG, służące do oceny wyjściowych zaburzeń kurczliwości LV, porównywano z rejestrowanymi w 5–6 dni po operacji oraz po 3, 6 i 12 miesiącach. Wszystkie badania wykonywał echokardiografista z wieloletnim doświadczeniem.

Żywołność mięśnia sercowego definiowano jako poprawę kurczliwości ścian o co najmniej 1 w 4-stopniowej skali kurczliwości. Oceny żywotności dokonywano w trakcie badania, porównując zapisy po obciążeniu w stosunku do badania wyjściowego.

Wszystkich pacjentów poddano typowej terapii choroby niedokrwiennej serca, zgodnie z obowiązującymi standardami.

Analiza statystyczna

Normalności rozkładu zmiennych sprawdzano testem Kołmogorowa-Smirnowa. Dane podano

Tabela 2. Wartości frakcji wyrzutowej oraz wskaźnika kurczliwości lewej komory w warunkach wyjściowych oraz po próbach z dobutaminą i dipirydamolem ($p < 0,0001$ w stosunku do wartości wyjściowych)

	Parametry wyjściowe	Po podaniu dobutaminy	Po podaniu dipirydamolu
Frakcja wyrzutowa	33,7% \pm 4,1%	41,0% \pm 5,6% ($p < 0,0001$)	40,3% \pm 5,1% ($p < 0,0001$)
Wskaźnik kurczliwości	1,96 \pm 0,19	1,59 \pm 0,23 ($p < 0,0001$)	1,63 \pm 0,24 ($p < 0,0001$)

odpowiednio dla zmiennych jakościowych jako rozkład ilościowy i procentowy oraz dla zmiennych ciągłych jako średnią \pm jedno odchylenie standardowe oraz wartość najmniejszą i największą w badanej grupie. Do analizy parametrów echokardiograficznych użyto średniej wartości z 3 pomiarów. Analizę prowadzono za pomocą testu t dla par powiązanych i niepowiązanych lub testu par Wilcozona. Współczynnik korelacji odzwierciedlający stopień zależności między zbiorami danych obliczano według Pearsona lub Spearmana, odpowiednio do typu zmiennych. Wyniki uznawano za istotne statystycznie przy poziomie znamienności poniżej 0,05. Obliczenia prowadzono za pomocą programu statystycznego MEDCALC 8.1.0.0 (Frank Schoonjans 2005).

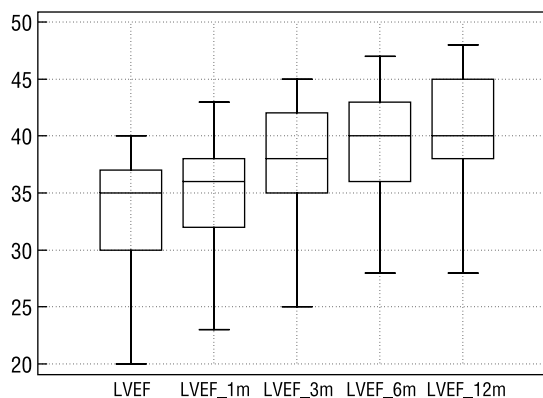
Wyniki

Ocena echokardiograficzna

Przed operacją. Wartości LVEF, WMSI w warunkach wyjściowych oraz po próbach z dobutaminą i dipirydamolem przedstawiono w tabeli 2. Po obu testach odnotowano podobną poprawę LVEF oraz WMSI: LVEF wyjściowo wynosiła 33,7% \pm 4,1%, po podaniu dobutaminy wzrosła do 41,0% \pm 5,6%, ($p < 0,0001$), natomiast po obciążeniu dipirydamolem do 40,3% \pm 5,1% ($p < 0,0001$); WMSI wynosił przed rewaskularyzacją 1,96 \pm 0,19, po podaniu dobutaminy zmniejszył się do 1,59 \pm 0,23 ($p < 0,0001$), natomiast po obciążeniu dipirydamolem do 1,63 \pm 0,24 ($p < 0,0001$).

Po operacji. Bezpośrednio po CABG średnia LVEF nieznacznie wzrosła do 35,2% \pm 4,1% (wyjściowo 33,7% \pm 4,1%). Po 3 miesiącach zaobserwowano jej dalszy wzrost do 37,8% \pm 5,1% ($p = 0,0002$). Rosła w kolejnych miesiącach do 38,9% \pm 5,3% ($p < 0,0001$) po pół roku. Po roku od zabiegu osiągnęła wartość 39,6% \pm 5,6% ($p < 0,0001$ vs. wartości wyjściowe). Różnice po okresie 6 miesięcy i roku od zabiegu były nieznamiennie statystycznie. Różniły się istotnie w stosunku do badania wyjściowego. Stopniową poprawę w zakresie LVEF w trakcie obserwacji rocznej przedstawiono na rycinie 1.

Wyjściowo WMSI wynosił 1,96 \pm 0,19, a po CABG obniżył się do 1,83 \pm 0,18. Po 3 miesiącach



Rycina 1. Frakcja wyrzutowa lewej komory (LVEF) w trakcie rocznej obserwacji pacjentów: LVEF wyjściowa (LVEF), po zabiegu pomostowania aortalno-wieńcowego (LVEF_1m), po 3. (LVEF_3m), 6. (LVEF_6m) oraz 12. (LVEF_12m) miesiącach obserwacji

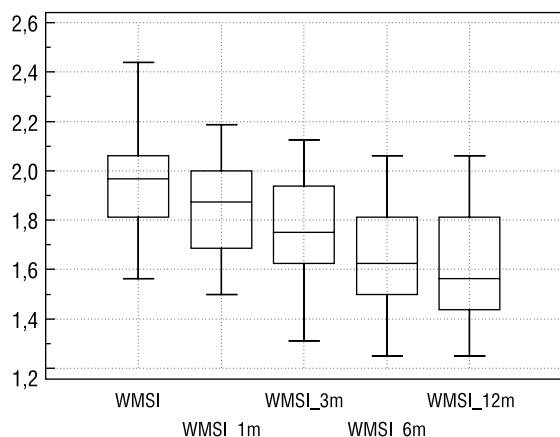
obserwacji wykazywał dalszą poprawę, obniżając się do 1,74 \pm 0,20 ($p < 0,0001$), po 6 miesiącach osiągnął wartość 1,66 \pm 0,22 ($p < 0,0001$), natomiast po roku od zabiegu 1,60 \pm 0,24 ($p < 0,0001$). Różnice WMSI w stosunku do badania wyjściowego były znamienne statystycznie. Zabieg spowodował więc stopniową poprawę WMSI (ryc. 2).

Zarówno w teście z dobutaminą, jak i dipirydamolem wykazano silniejszy związek dla WMSI niż LVEF między zmianą wartości tych parametrów podczas prób obciążeniowych a zmianą w okresie przed i po 6 miesiącach od CABG (ryc. 3, 4).

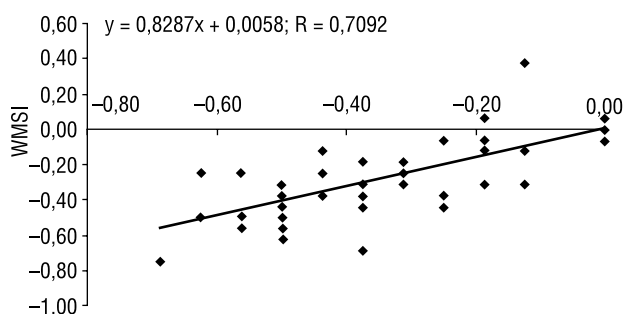
Uzyskane wyniki wskazują, że największa poprawa funkcji lewej komory w badanej grupie nastąpiła po pół roku od zabiegu CABG. Ponadto stwierdzono, że oba testy obciążeniowe charakteryzowały się porównywalną wartością prognostyczną w przewidywaniu poprawy kurczliwości po operacji. Parametrem o najsilniejszym znaczeniu rokowniczym okazał się WMSI obliczany po podaniu obu leków.

Dyskusja

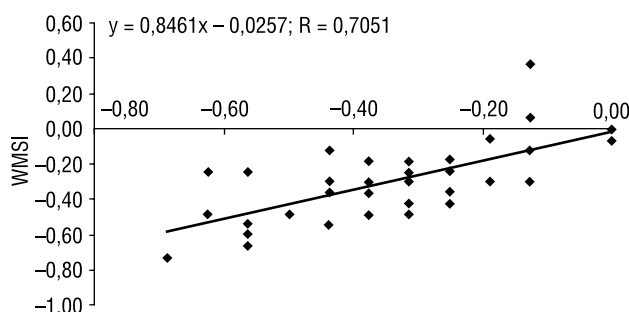
Nie zbadano dokładnie czasu wystąpienia i stopnia poprawy upośledzonej funkcji LV po chirurgicznej



Rycina 2. Wskaźnik kurczliwości ścian lewej komory (WMSI) w czasie obserwacji klinicznej pacjentów: WMSI wyjściowy (WMSI), po zabiegu pomostowania aortalno-wieńcowego (WMSI_1m), po 3. (WMSI_3m), 6. (WMSI_6m) oraz 12. (WMSI_12m) miesiącach obserwacji



Rycina 3. Zmiany wskaźnika kurczliwości ścian lewej komory (WMSI) w czasie próby dobutaminowej (przed zabiegiem) i po 6 miesiącach od operacji



Rycina 4. Zmiany wskaźnika kurczliwości ścian lewej komory (WMSI) w czasie próby dipirydamolowej (przed zabiegiem) i po 6 miesiącach od operacji

rewaskularyzacji. W dostępnych w piśmiennictwie pracach różnie oceniano okres ustępowania zaburzeń kurczliwości lewej komory w wyniku zamrożenia miokardium [6]. Niektórzy autorzy poinformowali o natychmiastowej poprawie kurczliwości po wszczępieniu pomostów aortalno-wieńcowych [6]. Z kolei Szulczyk i wsp. [8] nie stwierdzili istotnych zmian funkcji skurczowej LV po 3 miesiącach po rewaskularyzacji. Natomiast Bax i wsp. [9] wykazali w 3. miesiącu po zabiegu znamienne poprawę zarówno LVEF, jak i klas NYHA oraz CCS. Dotyczyło to jedynie pacjentów z żywotnością stwierdzaną w przynajmniej 4 segmentach.

W grupie obserwowanej przez autorów niniejszej pracy do optymalnej poprawy parametrów kurczliwości LV doszło po 6 miesiącach od CABG. Podobny czas powrotu funkcji skurczowej po rewaskularyzacji odnotowali Soto i Beller [2] oraz Pagano i wsp. [10]. Z kolei Rizzello i wsp. [11] stwierdzili poprawę w klasyfikacji NYHA i CCS w odniesieniu do pacjentów z żywotnością w przynajmniej 4 segmentach jeszcze później, bo 9–12 miesięcy od operacji. Uwzględniając te dane, Bax i wsp. [9] słusznie podkreślili, że wciąż niejasny pozostaje wybór optymalnego okresu oceny kurczliwości po pomostowaniu aortalno-wieńcowym. Na podstawie danych z piśmiennictwa wydaje się, że powrotu funkcji kardiomiocytów należy się spodziewać między 6. a 12. miesiącem od zabiegu [12, 13], a czasem w okresie znacznie dłuższym — do 4 lat [14].

Obserwowane w piśmiennictwie różnice można tłumaczyć szerokim spektrum zaburzeń metabolicznych, jaki ma miejsce w stanie hibernacji mięśnia sercowego. Mechanizmy odpowiedzialne za ochronę serca, pozostającego w stanie zamrożenia, mogą być niewystarczające w warunkach długotrwałego niedokrwienia. Może to powodować nieodwracalne zmiany morfologiczne, prowadzące do degeneracji miocytów i w konsekwencji do opóźnionej lub niepełnej poprawy kurczliwości [15]. Należy przyjąć, że ustępowanie zaburzeń kurczliwości LV powstałych w wyniku zamrożenia mięśnia sercowego zależy od czasu trwania i stopnia niedokrwienia [5, 15]. Przy zaawansowanym procesie degeneracji miocytów potrzeba więcej czasu na odbudowanie aparatu kurczliwego. Można przypuszczać, że bez rewaskularyzacji będzie dochodzić do postępującego uszkodzenia serca, martwicy jego komórek, włóknienia miokardium i nieodwracalnych zaburzeń kurczliwości [8].

W grupie pacjentów badanej przez autorów niniejszej pracy czas trwania choroby wieńcowej był średnio długi, wynosił średnio 6,5 roku. W dostępnym piśmiennictwie brakuje danych na temat

zależności stopnia poprawy funkcji LV od czasu trwania choroby wieńcowej. Zwraca się natomiast uwagę, że odpowiednio wczesny zabieg kardiologiczny stanowi jedyną metodę terapii mogącą zahamować proces postępującego uszkodzenia serca [8].

Do ograniczeń przeprowadzonego badania należą: mała liczebność grupy badanej oraz jednoośrodkowy jego charakter. Ponadto niniejsza ocena miała charakter obserwacyjny, z losowym doбором chorych. Wątpliwości omawiane w dyskusji może wyjaśnić wieloośrodkowe randomizowane studium.

Wnioski

1. Optymalny czas poprawy funkcji lewej komory u chorych z upośledzoną jej czynnością skurczową, poddanych chirurgicznej rewaskularyzacji, nastąpił między 3. a 6. miesiącem od operacji.
2. Obie próby obciążeniowe z dobutaminą i dipirydamolem charakteryzuje podobna moc diagnostyczna w identyfikacji żywotności mięśnia lewej komory.
3. Parametrem o najsilniejszym znaczeniu prognostycznym dotyczącym powrotu kurczliwości po zabiegu pomostowania aortalno-wieńcowego okazał się wskaźnik kurczliwości ścian lewej komory obliczany po obciążeniu.

Piśmiennictwo

1. Rahimtoola S.H. Hibernating myocardium has reduced blood flow at rest that increases with low-dose dobutamine. *Circulation* 1996; 94: 3055–3061.
2. Soto J.R., Beller G.A. Clinical benefit of noninvasive viability studies of patients with severe ischemic left ventricular dysfunction. *Clin. Cardiol.* 2001; 24: 428–434.
3. Echokardiografia obciążeniowa. STRESS ECHO. Praca zbiorowa. Volumed sp. z o.o., Wrocław 2000.
4. Meluzin J., Cerny J., Frelich M. i wsp. Prognostic value of the amount of dysfunctional but viable myocardium in revascularised patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 32: 912–920.
5. Elsasser A., Schlepper M., Klovekorn V.P. i wsp. Hibernating myocardium. An incomplete adaptation to ischemia. *Circulation* 1997; 96: 2920–2931.
6. La Canna G., Alfieri O., Giubbini R., Gargano M., Ferrari R., Visioli O. Echocardiography during infusion of dobutamine for identification of reversible dysfunction in patients with coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 23: 617.
7. Senior R., Kaul S., Raval U., Lahiri A. Impact of revascularisation and myocardial viability determined by nitrate-enhanced Tc-99m sestamibi and Tl-201 imaging on mortality and functional outcome in ischemic cardiomyopathy. *J. Nucl. Cardiol.* 2002; 9: 454–462.
8. Szulczyk A., Szwed H., Żelazny P. i wsp. Badania odległe odwracalnych zaburzeń kurczliwości lewej komory za pomocą echokardiografii dobutaminowej u chorych po zawale serca i wszczępieniu pomostów aortalno-wieńcowych. *Pol. Przeg. Chirurg.* 2000; 72: 362–369.
9. Bax J.J., Poldermans D., Elhendy A. i wsp. Improvement of left ventricular ejection fraction, heart failure symptoms and prognosis after revascularization in patients with chronic coronary artery disease and viable myocardium detected by dobutamine stress echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999; 34: 163–169.
10. Pagano D., Townend J.N., Littler W.A., Horton R., Camici P.G., Bonser R.S. Coronary artery bypass surgery as treatment for ischemic heart failure: the predictive value of viability assessment with quantitative positron emission tomography for symptomatic and functional outcome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1998; 115: 791–799.
11. Rizzello V., Poldermans D., Biagini E. i wsp. Improvement of stress LVEF rather than rest LVEF after coronary revascularisation in patients with ischemic cardiomyopathy and viable myocardium. *Heart* 2005; 91: 319–323.
12. Bax J.J., Wijns W., Cornel J.H., Visser F.C., Boersma E., Fioretti P.M. Accuracy of currently available techniques for prediction of functional recovery after revascularisation in patients with left ventricular dysfunction due to chronic coronary artery disease: comparison of pooled data. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 1451–1460.
13. Bax J.J., Visser F.C., Poldermans D., Elhendy A., Cornel J.H., Boersma E. Relationship between preoperative viability and postoperative improvement in LVEF and heart failure symptoms. *J. Nucl. Med.* 2001; 42: 79–86.
14. Rizzello V., Poldermans D., Biagini E. i wsp. Comparison of long-term effect of coronary artery bypass grafting in patients with ischemic cardiomyopathy with viable versus nonviable left ventricular myocardium. *Am. J. Cardiol.* 2004; 94: 757–760.
15. Shivalkar B., Maes A., Borgers M. i wsp. Only hibernating myocardium invariably shows early recovery after coronary revascularization. *Circulation* 1996; 94: 308–315.