

## Śródoperacyjna ocena funkcji komór serca w chirurgii naczyń wieńcowych za pomocą echokardiografii przezprzełykowej z zastosowaniem Dopplera tkankowego



Intraoperative assessment of cardiac ventricular function in coronary artery surgery by transoesophageal echocardiography using tissue Doppler imaging

Anna Goździk<sup>1</sup>, Waldemar Goździk<sup>2</sup>, Andrzej Stachurski<sup>3</sup>, Edyta Płońska-Gościński<sup>3</sup>, Wojciech Kustrzycki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Chirurgii Serca AM, Wrocław

<sup>2</sup>Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii AM, Wrocław

<sup>3</sup>Klinika Kardiologii Pomorskiej AM, Szczecin

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2008; 5 (3): 280–286

### Streszczenie

**Wstęp:** Śródoperacyjna echokardiografia przezprzełykowa w czasie chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego umożliwia ocenę zaburzeń kurczliwości odcinkowej oraz frakcji wyrzutowej lewej komory. Wydaje się, że metodą bardziej dokładną do oceny zaburzeń funkcji skurczowej i rozkurczowej lewej komory jest ocena za pomocą Dopplera tkankowego.

**Cel:** Celem badania była ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej serca u pacjentów poddawanych chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia z zastosowaniem lub bez zastosowania krążenia pozaustrojowego. Monitorowanie funkcji serca przeprowadzono za pomocą śródoperacyjnej echokardiografii przezprzełykowej z wykorzystaniem tradycyjnych technik oraz Dopplera tkankowego.

**Materiał i metody:** Prospektywnym badaniem objęto 30 pacjentów zakwalifikowanych do planowego zabiegu rewaskularyzacji wieńcowej. Wszyscy chorzy operowani byli przez tego samego chirurga, który wstępnie kwalifikował 20 chorych do operacji z użyciem krążenia pozaustrojowego (CPB) i 10 bez (OPCAB). Obliczano frakcję wyrzutową lewej i prawej komory, przeprowadzono ocenę wizualną wszystkich ścian lewej komory i wolnej ściany komory prawej. Funkcję rozkurczową oceniano, rejestrując prędkości wczesnego (E) i późnego (A) napływu. Wyliczono również iloraz E/A oraz Dt czas deceleracji prędkości E. Za pomocą Dopplera tkankowego oznaczano parametry funkcji skurczowej i rozkurczowej mięśnia: e – prędkość wczesnorozkurczową, a – prędkość późnorozkurczową oraz s – prędkość skurczową. Dodatkowo wyliczono iloraz e/a oraz dt – k czas deceleracji prędkości e. Każdy wymieniony parametr badany był dwukrotnie: przed rewaskularyzacją oraz po rewaskularyzacji, przed zamknięciem klatki piersiowej.

### Abstract

**Background:** Intraoperative transoesophageal echocardiography, during surgical coronary revascularization, enables almost on-line assessment of regional contractility and ejection fraction of right and left ventricle. Tissue Doppler imaging seems to be a more precise method of cardiac function imaging.

**Aim:** The aim of the study was to evaluate systolic and diastolic left and right ventricular function in patients undergoing cardiac surgical revascularization with (CPB) and without cardiopulmonary bypass (OPCAB). Monitoring of cardiac function was performed with intraoperative transoesophageal echocardiography using the traditional technique and tissue Doppler imaging.

**Material and Methods:** 30 patients scheduled for first time elective surgical coronary revascularisation were included in the prospective study. The patients were previously qualified by the surgeon to be operated on with CPB (n=20) or OPCAB (n=10). Ejection fraction (EF) of left and right ventricle was counted. Visual examination of regional function of left and right walls was performed. Diastolic function was assessed by registration of early (E) and late (A) velocity of mitral and tricuspid inflow. E/A ratio and deceleration time (Dt) of early velocity (E) were also counted. Doppler tissue imaging was used to measure the following parameters: e – early diastole velocity, a – late diastole velocity, and s – systolic velocity. Index e/a and deceleration (dt) of velocity e were also calculated. All the measurements were done twice: before revascularization, early post induction to anaesthesia and after revascularization, before closure of the sternum.

**Results:** Better systolic and diastolic right ventricular function was noted in the OPCAB group. CPB impairs right more than

**Adres do korespondencji:** dr n. med. Anna Goździk, ul. Skłodowskiej Curie 66, 50-369 Wrocław, tel. +48 71 784 22 21, faks +48 71 784 15 60, e-mail: gozdzik.anna@gmail.com

**Wyniki:** Analiza echokardiograficzna potwierdza powszechne przekonanie o lepszej tolerancji operacji OPCAB u pacjentów poddanych chirurgicznej rewaskularyzacji serca. Wyraża się ona istotnie lepszą funkcją skurczową i rozkurczową prawej komory we wczesnej obserwacji w grupie OPCAB. Krążenie pozaustrojowe upośledzało wyraźniej funkcję prawej niż lewej komory serca.

**Wnioski:** Badania wykonane za pomocą Dopplera tkankowego potwierdziły większą czułość i dokładność tej techniki w porównaniu z tradycyjną formą echokardiograficznej oceny funkcji serca. Przeprowadzone badanie potraktowano jako pilotażowe i postanowiono kontynuować pracę na większej grupie pacjentów.

**Słowa kluczowe:** rewaskularyzacja chirurgiczna, śródoperacyjna echokardiografia przezprzełykowa, Doppler tkankowy.

## Wprowadzenie

Niedokrwienie mięśnia sercowego podczas zabiegu chirurgicznej rewaskularyzacji wieńcowej jest nadal poważnym problemem diagnostycznym i leczniczym. Echokardiografia przezprzełykowa pozwala na śródoperacyjne monitorowanie funkcji serca, głównie w oparciu o wizualną ocenę funkcji skurczowej serca [1, 2]. Wprowadzenie Dopplera tkankowego pozwoliło na dokładniejsze i wcześniejsze wykrywanie zaburzeń kurczliwości regionalnej wywołanych niedokrwieniem. Powszechnie znane ograniczenia krążenia pozaustrojowego w chirurgii serca przyczyniły się do wprowadzenia technik operacyjnych bez udziału maszyny płuco-serce (OPCAB). Nie jest do końca wyjaśnione, czy rzeczywiście i w jakim stopniu operacja bez użycia krążenia pozaustrojowego obciążona jest mniejszym ryzykiem okołoperacyjnym. Za przyczynę niewydolności serca po chirurgicznej rewaskularyzacji uważa się też często zaburzenia funkcjonowania prawej komory, wywołane prawdopodobnie zaburzeniami jej funkcji rozkurczowej. Jako przyczyny podaje się często zaburzenia spowodowane kompresją prawej komory podczas manipulacji chirurgicznych i niedostateczną ochronę roztworem kardioplegii [2].

## Cel pracy

Celem podjętego badania była ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej serca u pacjentów poddawanych chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia serca z zastosowaniem lub bez zastosowania krążenia pozaustrojowego (CPB). Monitorowanie funkcji serca przeprowadzono za pomocą śródoperacyjnej echokardiografii przezprzełykowej (TEE) z wykorzystaniem tradycyjnych technik oraz z zastosowaniem Dopplera tkankowego (TDI).

## Materiał i metody

Badanie uzyskało akceptację Komisji Etyki Badań Naukowych przy Akademii Medycznej we Wrocławiu. Uzyskano również pisemną zgodę chorych na przeprowadzenie badania. Prospektywnym badaniem objęto 30 pacjentów, zakwalifikowanych do planowego zabiegu rewaskularyzacji wieńcowej w Klinice Chirurgii Serca Akademii Medycznej we Wrocławiu, z ryzykiem operacyjnym ASA III–IV, CCS I–III. Z badania wykluczeni zostali pacjenci reoperowani, niestabilni hemodynamicznie i wymagający wspomaganie farma-

left ventricular function. Examinations done with TDI confirmed the greatest sensitivities and accuracy of this technique.

**Conclusions:** Doppler tissue imaging seems to be a more sensitive and precise method for echocardiographic evaluation of cardiac function. The study performed was considered as preliminary, and we decided to continue the observation on a larger group of patients.

**Key words:** surgical revascularisation, transoesophageal intraoperative echocardiography, tissue Doppler imaging, cardiopulmonary bypass.

kologicznego lub mechanicznego przed operacją, chorzy z całkowitym blokiem odnogi p. Hisa, brakiem rytmu zatokowego lub z istotnymi zaburzeniami przewodnictwa wymagającymi czasowej lub stałej stymulacji serca (w ocenie EKG przed operacją) oraz chorzy z umiarkowaną lub ciężką wadą zastawki mitralnej lub trójdzielnej (w ocenie USG przed operacją).

Wszyscy chorzy operowani byli przez tego samego chirurga, który wstępnie kwalifikował 20 chorych do operacji z użyciem krążenia pozaustrojowego (CPB) i 10 bez (OPCAB). U wszystkich chorych zastosowano jednolity protokół znieczulenia i premedykacji. Indukcja znieczulenia ogólnego przeprowadzana była z zastosowaniem propofolu podawanego dożylnie 0,5–1,5 mg/kg (Diprivan, Astra Zeneca, USA) i sufentanylu 1–3 µg/kg (Sufentanyl, Torrex Chiesi Pharma). Do zwiotczenia stosowano pankuronium w dawce 0,1 mg/kg (Pavulon, Jelfa, PL). Znieczulenie podtrzymywano ciągłym wlewem sufentanylu 5–10 µg/kg/godz. oraz wziewnie sevofluranem (Sevorane, Abbott, UK) w stężeniu 1–2 Vol%, odpowiednio z parowników zainstalowanych na aparacie do znieczulenia lub maszynie do CPB. Po intubacji chorych wentylowano mieszaniną tlenu i powietrza FiO<sub>2</sub> 0,6. Wentylację prowadzono pod kontrolą kapnograficzną, utrzymując PaCO<sub>2</sub> 35–45 mmHg (4,7–6 kPa). Chorzy monitorowani byli zapisem EKG z odprowadzeń (II, V5). Monitorowane parametry hemodynamiczne uwzględniały: akcję serca (HR), średnie ciśnienie tętnicze (MAP), ośrodkowe ciśnienie żyłne (CVP). Cewnik Swana-Ganza wprowadzany był u wszystkich chorych z grupy OPCAB. Po operacji wszyscy chorzy przekazywani byli na oddział intensywnej terapii z kontynuowaną wentylacją mechaniczną. W sedacji stosowano propofol 0,5–1 mg/kg/godz. do momentu, kiedy stwierdzano, że chory spełnia kryteria odłączenia wentylacji mechanicznej i usunięcia rurki intubacyjnej.

## Echokardiografia przezprzełykowa

Badania przezprzełykowe wykonywane były przez jedną osobę, z wykorzystaniem sondy przezprzełykowej (4–7 MHz) wielopłaszczyznowej, współpracującej z aparatem USG Sonos 5500 (Philips, Best, Netherlands). Wszystkie pomiary wykonywano w projekcji środkowoprzełykowej 4-jamowej. Celem dokładnej analizy każdy parametr był mierzony w 3 cyklach serca na końcu wydechu. Badanie nagrywano na dysk magne-

Tab. I. Dane demograficzne badanej grupy chorych

	CPB (n=20)	OPCAB (n=10)
Wiek (lata)	66,3 (±6,57)	64,5 (±6,6)
Płeć M/K	17/3	6/4
Waga (kg)	74,7 (±8,46)	74,5 (±7,8)
Choroba 1-, 2-, 3-naczyniowa	3/0/17	2/8/0

Dane przedstawiono jako wartości średnie i odchylenie standardowe (±).

tooptyczny. Frakcję wyrzutową (EF%) lewej i prawej komory obliczano metodą Simpsona (sumacji dysków). Ocenę wizualną przeprowadzano dla wszystkich ścian lewej komory i wolnej ściany komory prawej, oznaczając punktację zgodnie z przyjętymi rekomendacjami: dla normokinezy 1 pkt, hipokinezy 2 pkt, akinezy 3 pkt i dyskinezy 4 pkt.

Funkcję rozkurczową oceniano, rejestrując prędkości wczesnego (E) i późnego (A) napływu poprzez ustawienie bramki Dopplera pulsacyjnego na szczycie płatków otwartej zastawki przedsionkowo-komorowej, lewej lub prawej (napływ mitralny lub napływ trójdzielny). Wyliczano również iloraz E/A oraz Dt czas deceleracji prędkości E celem ustalenia typu zaburzeń funkcji rozkurczowej.

Bramkę Dopplera tkankowego (TDI) ustawiano podwsierniowo w segmentach przypodstawnych ściany bocznej i przegrody międzykomorowej, graniczących z pierścieniem mitralnym oraz w segmencie przypodstawnym wolnej ściany prawej komory graniczącym z częścią boczną pierścienia trójdzielnego. Oznaczano następujące parametry funkcji skurczowej i rozkurczowej mięśnia: e – prędkość wczesnorozkurczową, a – prędkość późnorozkurczową oraz s – prędkość skurczową. Dodatkowo wyliczano iloraz e/a oraz dt – czas deceleracji prędkości – e. Każdy wymieniony parametr badany był dwukrotnie: przed rewaskularyzacją, krótko po indukcji znieczulenia [1] i po rewaskularyzacji, przed zamknięciem klatki piersiowej [2].

### Procedury chirurgiczne

#### Krążenie pozaustrojowe (CPB)

Technika chirurgiczna opierała się na zasadzie przyjętego standardu. Wykonywano środkową sternotomię. U wszystkich chorych pobierano lewą tętnicę piersiową, którą wszczepiano później do gałęzi przedniej zstępującej lewej tętnicy wieńcowej. Pozostałe zespolenia żyłne wszczepiano zawsze do aorty.

Krążenie pozaustrojowe prowadzono w normotermii, z zastosowaniem oksygenatora membranowego Dideco Compacflo (Sorin Group) i pompy rolkowej z niepulsacyjnym przepływem krwi 2,2–2,4 l/m<sup>2</sup>/min. Po zaklewowaniu aorty podawano do jej opuszki krwistą kardioplegię w temperaturze perfuzatu wg schematu Calfiore [3]. Kardioplegia była podawana następnie do opuszki aorty po wykonaniu każdego zespolenia obwodowego, ale nie rzadziej niż co 15 min. Zespolenia centralne wykonywane były w okresie reperfuzji, po usunięciu klemy aortalnej.

#### OPCAB

Technika chirurgiczna opierała się na zasadach opisanych przez Sergeanta i wsp. [5].

Wykonywano środkową sternotomię. U wszystkich chorych pobierano lewą tętnicę piersiową, którą wszczepiano później do gałęzi przedniej zstępującej lewej tętnicy wieńcowej. Pozostałe zespolenia żyłne wszczepiano zawsze do aorty.

#### Metody statystyczne

Uzyskane dane zostały zebrane, usystematyzowane i wstępnie przeanalizowane z zastosowaniem narzędzi arkusza kalkulacyjnego Excel 2002. Narzędzia tego arkusza posłużyły do obliczenia wartości średnich badanych parametrów, odchyżeń i częstości występowania określonych stanów oraz wykonania wykresów. Do dalszej analizy wykorzystano pakiet Statistica 7.0 PL. Przyjęto za istotny statystycznie poziom  $p < 0,05$ . Zastosowany na wstępie test W Shapiro-Wilka nie pozwolił na odrzucenie hipotezy o braku normalności rozkładów badanych zmiennych ilościowych, nie udało się ich także doprowadzić do normalności poprzez zastosowanie transformacji logarytmicznej. Spowodowało to konieczność stosowania do dalszych badań testów nieparametrycznych. Zastosowano odpowiednio test kolejności par Wilcoxon, test U-Manna-Whitneya, tabele wielodzielcze z testu  $\chi^2$  Pearsona, test  $\chi^2$  skorygowany Yatesa i dokładny test Fishera oraz korelację Spearmana.

#### Wyniki

Badaniem objęto 30 chorych, w tym 23 mężczyzn i 7 kobiet. Wszyscy chorzy w badanych grupach mieli niepowikłany przebieg pooperacyjny. Charakterystykę demograficzną badanej grupy przedstawiono w tabeli I. Badane grupy nie różniły się pod względem wieku i wagi. Liczba wykonywanych zespolień wieńcowych była różna: 2, 7 zespolień w grupie CPB i 1, 8 zespolień w grupie OPCAB. Wspomagania farmakologicznego wymagało 4 pacjentów z grupy CPB i 1 pacjent z grupy OPCAB.

Średni czas CPB wynosił 80,3±20,5 min, a średni czas zakleszczenia aorty 41,6±12,5 min. W obu grupach u wszystkich pacjentów wykonano zespolenie LIMA do LAD. W monitorowanych badaniach hemodynamicznych stwierdzono istotne statystycznie przyspieszenie akcji serca w poszczególnych grupach ( $p < 0,05$ ). Nie obserwowano istotnych statystycznie różnic w pozostałych monitorowanych parametrach hemodynamicznych w analizie porównawczej pomiędzy badanymi grupami. Pomiar hemodynamiczne podano w tabeli II.

#### Frakcja wyrzutowa

Frakcja wyrzutowa EF% LK mierzona metodą Simpsona nie ulegała istotnej zmianie po operacji w grupie CPB 53,5 (±11,5)% vs 51 (±11,4)%. U 5 (25%) pacjentów obserwowano obniżenie EF, u 14 (66,7%) brak zmiany EF, a u 1 (5%) poprawę.

W grupie OPCAB frakcja wyrzutowa LK po operacji także nie uległa istotnej zmianie: 48,0 (±11,6)% vs 47,0 (±10,9)%. U 2 (20%) pacjentów obserwowano obniżenie EF, u 7 (70%)

brak zmiany EF, a u 1 (10%) poprawę EF. Porównując EF lewej komory po operacji pomiędzy grupami CPB i OPCAB, nie stwierdzono istotnych zmian jej wartości ( $p=0,29$ ).

### **Pomiary echokardiograficzne (EF, E, E/A) prawej (PK) i lewej komory (LK)**

Przy ocenie wizualnej lewej komory w grupie CPB po rewaskularyzacji stwierdzono: w zakresie ściany bocznej – u 15 (75%) pacjentów normokinezę, u 4 (20%) hipokinezę, a u 1 pacjenta (5%) akinezę (przed operacją: 14 – normokineza, 5 – hipokineza, 1 – dyskineza). Pogorszenie kurczliwości w zakresie ściany bocznej wystąpiło u 2 chorych (10%), brak zmian u 17 (85%) chorych, u 1 chorego (5%) poprawa kurczliwości. Zmiany te nie były istotne statystycznie. W zakresie przegrody międzykomorowej obserwowano: u 13 (65%) pacjentów normokinezę po zabiegu, u 6 (30%) hipokinezę i u 1 (5%) pacjenta akinezę (przed zabiegiem: 12 – normokineza, 7 – hipokineza, 1 – akineza). Pogorszenie kurczliwości obserwowano u 2 (10%) chorych, brak zmian u 17 (85%), poprawę u 1 (5%). Nie były to zmiany istotne statystycznie.

W grupie OPCAB w ocenie wizualnej stwierdzono: ściana boczna – u 9 (90%) pacjentów normokinezę, u 1 hipokinezę (10%) (przed zabiegiem: 8 – normokineza, 2 – hipokineza). Pogorszenie kurczliwości wystąpiło u 1 (10%) chorego, brak zmian kurczliwości u 9 (90%) chorych. Obserwowane zmiany nie były istotne statystycznie. W zakresie przegrody międzykomorowej odnotowano po rewaskularyzacji odpowiednio normokinezę u 7 (70%) chorych, hipokinezę u 3 (30%) chorych (przed zabiegiem: 7 – normokineza, 3 – hipokineza). Po zabiegu chirurgicznym nie obserwowano zmian w zaburzeniach kurczliwości przegrody międzykomorowej. Porównując pooperacyjne zmiany w zakresie kurczliwości w ocenie wizualnej, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami CPB i OPCAB w zakresie ściany bocznej  $p=0,50$  i przegrody międzykomorowej  $p=0,91$ .

Analiza porównawcza EF prawej komory (PK) mierzonej metodą Simpsona wykazała istotną statystycznie lepszą funkcję globalną prawej komory po operacji w grupie OPCAB ( $p=0,01$ ).

W ocenie wizualnej prawej komory w grupie CPB po operacji stwierdzono: u 18 pacjentów (90%) normokinezę w zakresie wolnej ściany prawej komory, u 1 pacjenta (5%) hipokinezę i u 1 pacjenta (5%) akinezę (przed zabiegiem: 17 – normokineza, 3 – hipokineza). Po operacji pogorszeniu uległa kurczliwość tylko u 1 pacjenta (5%), u 18 (90%) nie nastąpiły zmiany kurczliwości, u 1 (5%) obserwowano poprawę kurczliwości. Nie były to zmiany istotne statystycznie.

W grupie OPCAB ocena wizualna PK po operacji wykazała: normokinezę u 9 (90%) pacjentów, hipokinezę u 1 (10%) pacjenta (przed zabiegiem: 10 – normokineza). Po operacji pogorszeniu uległa kurczliwość u 1 (10%) pacjenta, brak zmian w kurczliwości stwierdzono u 9 (90%) pacjentów.

Porównując zaburzenia kurczliwości oceniane wizualnie w zakresie wolnej ściany prawej komory, nie stwierdzono istotnych różnic w kurczliwości w obu grupach (CPB i OPCAB)  $p=0,59$ .

**Tab. II.** Parametry hemodynamiczne badanej grupy chorych

	CPB (n=20)	OPCAB (n=10)
Skurczowe ciśnienie tętnicze (mmHg)		
pomiar 1.	74,1 (±11)	69,0 (±12)
pomiar 2.	73,5 (±10)	73,1 (±11)
Akcja serca (uderzeń/min)		
pomiar 1.	62,0 (± 8,9)	69,0 (±7,4)
pomiar 2.	80,0 (±14,5)#	82,0 (±11,4)#
Ośrodkowe ciśnienie żyłne (mmHg)		
pomiar 1.	8,0 (±4,3)	9,0 (3,9)
pomiar 2.	9,8 (±4,3)	10,0 (±3,2)

Dane przedstawiono jako wartości średnie i odchylenie standardowe (±).

\*  $p<0,05$  między grupami.

#  $p<0,05$  w grupie.

### **Funkcja rozkurczowa**

W grupie CPB parametry funkcji rozkurczowej lewej komory E1 i E2 nie uległy istotnej zmianie po operacji odpowiednio  $p=0,72$ ;  $p=0,29$ . Istotnemu przyspieszeniu uległ czas późnego napływu mitralnego A ( $p<0,05$ ). W grupie OPCAB parametry napływu mitralnego uległy istotnej zmianie: E przy poziomie istotności  $p=0,009$ ; E/A przy  $p=0,005$ , oraz A przy  $p=0,006$ .

Analizując różnice w parametrach funkcji rozkurczowej lewej komory pomiędzy grupami CPB i OPCAB, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. Analizując porównawczo funkcję rozkurczową prawej komory oceną ilorazu E/A stwierdzono istotną statystycznie lepszą funkcję prawej komory w grupie OPCAB  $p<0,05$ .

### **Doppler tkankowy**

Ocena funkcji skurczowej LK za pomocą Dopplera tkankowego (prędkość s) przyniosła następujące wyniki: w zakresie ściany bocznej: CPB – u 18 pacjentów (90%) wzrost z s1 9,77 sek. do s2 10,50 sek.; OPCAB – u 4 pacjentów (40%) wzrost wartości prędkości fali s1 13,05 sek. do s2 13,49 sek. W zakresie przegrody mk: CPB – u 16 pacjentów (80%) wzrost z s1 7,28 sek. do s2 7,57 sek. OPCAB – u 5 pacjentów (50%) wzrost z s1 9,20 sek. do s2 9,21 sek. (tab. III). Porównanie obu grup wykazało brak istotności statystycznej w wielkości parametru s po operacji w dwóch ocenianych ścianach pomimo wyraźnie większych wartości parametru s w grupie OPCAB. Ocena funkcji skurczowej prawej komory za pomocą Dopplera tkankowego: w grupie CPB wykazano brak istotnych zmian prędkości s po operacji: s1=11,93 do s2=11,30  $p=0,80$ . W grupie OPCAB s1=12,33 i s2=12,37 bez istotności  $p=0,72$ . Porównanie wartości s2 pomiędzy grupami OPCAB i CPB nie wykazało istotnych różnic  $p=0,31$ .

Przy ocenie parametrów funkcji rozkurczowej za pomocą TDI w zakresie ściany bocznej i przegrody mk nie stwierdzono istotnych różnic.



Tab. III. Prędkości Dopplera tkankowego

	CPB (n=20)		OPCAB (n=10)	
	Pomiar 1.	Pomiar 2.	Pomiar 1.	Pomiar 2.
<b>LV</b>				
Ściana boczna				
s (cm/s)	9,8 (3,1)	10,5 (3,5)	13,0 (3,3)	13,5 (3,8)
e (cm/s)	9,3 (3,3)	9,4 (3,1)	10,6 (2,2)	9,4 (1,4)
a (cm/s)	6,4 (2,1)	7,1 (1,6)	5,8 (1,1)	5,6 (1,4)*
Przegroda				
s (cm/s)	7,3 (1,7)	7,6 (1,8)	12,3 (2,4)	12,4 (2,9)
e (cm/s)	5,8 (2,0)	6,7 (1,9)	9,3 (2,3)	8,9 (2,8)
a (cm/s)	5,7 (1,6)	6,1 (1,5)	5,2 (0,8)	5,1 (0,9)*
<b>RV</b>				
s (cm/s)	11,9 (3,6)	11,3 (3,4)	12,3 (2,4)	12,4 (2,9)
e (cm/s)	8,5 (3,1)	9,3 (2,6)	9,3 (2,1)	9,0 (3,0)
a (cm/s)	7,9 (2,8)	8,0 (2,7)	6,1 (2,4)	5,9 (2,9)*

(±) s d \* p<0,05; s – prędkość skurczowa, e – prędkość wczesnorozkurczowa, a – prędkość późnorozkurczowa

dzono istotnych zmian tych prędkości po rewaskularyzacji w stosunku do wartości przed operacją w obu ocenianych grupach. Podobnie w zakresie prawej komory wartości te nie ulegały istotnym zmianom.

### Inne obserwacje

W grupie CPB obserwowano istotne korelacje pomiędzy EF lewej komory po operacji a wielkością prędkości s z przegrody  $p < 0,05$  oraz pomiędzy EF prawej komory a parametrem s ze ściany prawej komory  $p < 0,05$ . Nie stwierdzono takich korelacji w grupie OPCAB.

### Dyskusja

Chirurgiczna rewaskularyzacja wieńcowa z zastosowaniem krążenia pozaustrojowego i kardioplegicznym zatrzymaniem serca ma ogólnie znane ograniczenia. Nadzieje związane z zastosowaniem technik OPCAB oraz wyniki wczesne i odległe tych operacji podlegają w chwili obecnej szczegółowej analizie. Podejmuje się szereg badań porównawczych dotyczących OPCAB i CPB, przyjmując jako punkt końcowy istotne parametry, takie jak: śmiertelność, udar mózgu, jakość i trwałość zespolenia oraz skuteczność rewaskularyzacji, a także koszt operacji. Porównywanie wyników obu typów operacji jest jednak dość skomplikowane metodologicznie, między innymi ze względu na bardzo istotny wpływ krzywej uczenia się techniki OPCAB i liczby wykonywanych zespolzeń. Przy ocenie globalnej funkcji lewej komory, jaką jest frakcja wyrzutowa wyliczana metodą Simpsona, nie odnotowaliśmy w grupie CPB ani w grupie OPCAB istot-

nej zmiany tego parametru. Obserwacje te są zbieżne z wynikami prezentowanymi w innych opracowaniach, gdyż prawidłowo wykonana rewaskularyzacja nie powinna powodować spadku frakcji wyrzutowej [6, 7]. Podobne obserwacje miały miejsce w ocenie wizualnej, gdzie nie odnotowywano istotnych zmian regionalnej funkcji skurczowej lewej komory.

Szereg badań klinicznych opierających się na ocenie wizualnej kurczliwości mięśnia sercowego wskazywały na bezpośrednią poprawę funkcji segmentów o upośledzonej wcześniej kurczliwości, po rewaskularyzacji z użyciem przęseł żylnych; z drugiej strony obserwowano przejściowe upośledzenie kurczliwości obszarów zaopatrywanych przez LAD po zastosowaniu graftu tętniczego LIMA. Niezależnie od tego największą zaletą metody jest możliwość uzyskiwania na bieżąco informacji o skuteczności chirurgicznej rewaskularyzacji [2, 3, 8]. Zaburzenia funkcji prawej komory są często przyczyną niewydolności serca u pacjentów poddawanych chirurgicznej rewaskularyzacji i mogą być obciążone wysoką śmiertelnością [9–12]. Hipoteza ochrony prawej komory w czasie zabiegu OPCAB może być potwierdzona obserwowanym przez nas wzrostem EF prawej komory. Globalna funkcja skurczowa prawej komory oceniana metodą Simpsona (EF%) była lepsza po koniec zabiegu w grupie OPCAB niż w grupie CPB. Upośledzenie funkcji prawej komory po CPB jest zjawiskiem powszechnie znanym i jej znaczenie podkreślano już na początku lat 80., kiedy to w szeregu badań obserwowano przejściowe upośledzenie funkcji prawej komory po CPB przy zachowanej funkcji lewej komory. Przeprowadzone wówczas badania wykazały upośledzenie prędkości napływu trójdzielonego po CPB, które utrzymywało się nawet do 12 mies. po operacji. Obecność i nasilenie zaburzeń funkcji RV po OPCAB było dotychczas badane w niewielkim stopniu. W dwóch ostatnio opublikowanych doniesieniach, w których wykorzystano inwazyjne monitorowanie hemodynamiczne u chorych poddawanych OPCAB, oceniano przede wszystkim bezpośredni wpływ manipulacji na sercu na wskaźniki hemodynamiczne. Największe zaburzenia funkcji RV obserwowano w czasie lukсации serca w celu uwidocznienia gałęzi okalającej i jej odgałęzień. Sugerowano, że główną przyczyną zaburzeń hemodynamicznych jest upośledzenie funkcji rozkurczowej prawej komory. Upośledzenie funkcji RV, które utrzymywało się do końca operacji u chorych operowanych techniką OPCAB, najczęściej spowodowane było bezpośrednim uciskiem RV w czasie rotacji serca lub w wyniku powtarzanego przejściowego niedokrwienia [1].

Wstępem do oceny funkcji serca powinno być badanie funkcji rozkurczowej, gdyż zaburzenia rozkurczu pojawiają się wcześniej w stosunku do dysfunkcji skurczowej. Zaburzenia funkcji rozkurczowej po zabiegach rewaskularyzacji są zjawiskiem znanym. Wśród czynników odpowiedzialnych wymienia się między innymi ogłuszenie mięśnia oraz wzrost akcji i rzutu serca [12]. W naszych badaniach funkcja rozkurczowa lewej komory w obu grupach nie uległa istotnej zmianie po zabiegu. Szczegółowa analiza wpływu OPCAB i CPB na funkcje lewej komory była przeprowadzona przez Ng i wsp. Wykazali oni poprawę funkcji rozkurczowej w obu grupach, przy czym wyraźniejsza poprawa była w grupie CPB. U 65% pa-

cjentów z grupy CPB obserwowaliśmy tendencję do pogorszenia fazy wczesnego napływu trójdzielnego (E), nie miało to jednak znamion istotności statystycznej. Przy ocenie porównawczej grup funkcja rozkurczowa prawej komory w grupie OPCAB była nieznacznie lepsza niż w grupie CPB. Uzyskane wyniki upoważniają do wysunięcia tezy o ochronnym działaniu techniki OPCAB w odniesieniu do funkcji prawej komory, ocenianej we wczesnej fazie po zabiegu rewaskularyzacji. Niezaburzona pozostaje zarówno globalna funkcja skurczowa, jak i funkcja rozkurczowa. Wyrażnemu pogorszeniu ulega natomiast funkcja skurczowa prawej komory w porównaniu z komorą lewą po CPB.

W naszym badaniu wykazaliśmy, że TDI może być stosowany do jakościowej analizy kurczliwości mięśnia prawej i lewej komory z użyciem TEE w czasie zabiegu operacyjnego. Uzyskaliśmy powtarzalne pomiary prędkości funkcji skurczowej i rozkurczowej mięśnia sercowego porównywalne z wynikami badań uzyskanymi w badaniu przezklatkowym przedoperacyjnym. Przydatność tej metody w śródoperacyjnym monitorowaniu funkcji serca wymaga jednak dalszej oceny. Wstępne wnioski wynikające z naszego badania mogą potwierdzić użyteczność TDI jako dodatkowej i stosunkowo łatwej metody oceny regionalnej i globalnej funkcji lewej i prawej komory. Badanie TDI może też być użyteczne w ocenie wybiórczej jednego interesującego nas segmentu ściany serca. W fazie skurczu serca TDI wykazało u większości pacjentów tendencję do wzrostu wartości prędkości skurczowej  $s$  w pomiarach z lewej i prawej komory, bez odnotowania istotności obserwowanych zmiennych. Uzyskane wyniki są częściowo zbieżne z danymi z piśmiennictwa, gdzie zazwyczaj obserwowano istotne wzrosty wartości  $s$  po rewaskularyzacji. Brak istotności statystycznej uzyskanych przez nas wyników wynikać może z małej liczebności badanych grup. Celem dokładniejszej analizy grupę należałoby powiększyć o co najmniej 20 osób. Stwierdzono natomiast istotną korelację pomiędzy globalną funkcją skurczową a prędkością  $s$  zarówno lewej, jak i prawej komory. Z powodu małej liczby nieprawidłowych segmentów nie było możliwe powiązanie wartości parametru  $s$  ze zróżnicowaniem stopnia kurczliwości. Wymaga to rozszerzenia grupy badanej o pacjentów z niską frakcją wyrzutową. Doniesienia innych badaczy wykazują duże różnice w wartościach parametru  $s$  w zależności od stopnia kurczliwości mięśnia sercowego [13, 14]. Zbadano, że segmenty ciężko hipokinetyczne i akinetyczne pomimo ciężkich zaburzeń kurczliwości mają swoje określone wartości parametru  $s$  [15–17]. Wzrost wartości  $s$  może być rzeczywistym wskaźnikiem poprawy funkcji mięśnia sercowego spowodowanej np. rewaskularyzacją gałęzi przedniej zstępującej lub skuteczna rewaskularyzacja musi być konieczna dla uzyskania wartości  $s$  w przypadku gdy wzrasta zapotrzebowanie tlenowe. Jak wynika jednak z badań eksperymentalnych na zwierzętach oraz wykonywanych podczas angioplastyki wieńcowej, zamknięcie naczynia wieńcowego powoduje spadek wartości prędkości skurczowej  $s$  do zera w miejscu ukrwionym przez zamknięte naczynie [17, 18]. Obserwowane tendencje wzrostu prędkości skurczowej  $s$  szczególnie w grupie OPCAB i w mięśniu prawej komory badanej grupy są zbliżone

do wyników innych badań, w których mówi się o istotnym wzroście parametru  $s$  właśnie w OPCAB i zwłaszcza w zakresie prawej komory, gdzie serce narażone jest na mniejsze uszkodzenie. Okres po rewaskularyzacji mięśnia sercowego jest okresem wzrostu poziomu katecholamin oraz wielu mediatorów, a także okresem ogłuszenia oraz wzrostu akcji serca. Odpowiedzią na to jest wzrost prędkości skurczowej mięśnia, choć może to być także wynik pomyślnej rewaskularyzacji. W obecnym badaniu nie obserwowano istotnego pogorszenia prędkości  $s$ , co upoważnia do postawienia wniosku o braku uszkodzenia mięśnia serca po chirurgicznej, skutecznej rewaskularyzacji. Przedstawione badanie ma pewne istotne ograniczenia metodologiczne, pojawiające się często przy próbach porównania obu typów operacji. Jako podstawowe wymienić należy różną liczebność porównywanych grup i liczbę wykonywanych zespołów wieńcowych. Badanie nasze może być traktowane jako badanie wstępne. Wydaje się, że aby dokładniej zanalizować badane składniki, grupy należy powiększyć o co najmniej 20 osób.

## Wnioski

Podsumowując, na podstawie analizy echokardiograficznej można potwierdzić powszechne przekonanie o lepszej tolerancji operacji OPCAB u pacjentów poddanych chirurgicznej rewaskularyzacji serca. Wykazano istotnie lepszą funkcję skurczową i rozkurczową prawej komory we wczesnej obserwacji w grupie OPCAB. Krążenie pozaustrojowe upośledzało wyraźniej funkcję prawej niż lewej komory serca. Badania wykonane za pomocą Dopplera tkankowego potwierdziły dużą czułość i dokładność tej techniki. Dotychczas stosowane metody wizualnej oceny funkcji skurczowej mięśnia, również te z wycieczaniem frakcji wyrzutowej, nie oddają faktycznych i istotnych zmian kurczliwości mięśnia, które w szczególnych okolicznościach zabiegu operacyjnego wykryte wcześniej, mogą służyć do modyfikacji planu operacyjnego i podjęcia decyzji o rewizji zespolenia czy wykonania dodatkowego zespolenia.

*Praca została przedstawiona w formie plakatu na IV Kongresie Polskiego Towarzystwa Kardio-Torakochirurgów, Warszawa, 12–14 czerwca 2008 r.*

## Piśmiennictwo

1. Voci P, Bilotta F, Aronson S, Scibilia G, Caretta Q, Mercanti C, Marino B, Thisted R, Roizen MF, Reale A. Echocardiographic analysis of dysfunctional and normal myocardial segments before and immediately after coronary artery bypass graft surgery. *Anesth Analg* 1992; 75: 213-218.
2. Simon P, Mohl W, Neumann F, Owen A, Punzengruber C, Wolner E. Effects of coronary artery bypass grafting on global and regional myocardial function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 40-45.
3. Michaux I, Filipovic M, Skarvan K, Schneiter S, Schumann R, Zerkowski HR, Bernet F, Seeberger MD. Effects of on pump versus off pump coronary artery bypass graft surgery on right ventricular function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131: 1281-1288.
4. Calafire J, Teodori G, Mavetti A. Intermittent anterograde warm cardioplegia. *Ann. Thorac Surg* 1995; 59: 398-402.
5. Sergeant P, de Worm E, Meyns B, Wouters P. The challenge of departmental quality control in the reengineering towards off-pump coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 538-543.

6. Simon P, Owen A, Neumann F, Moidl R, Seitelberger R, Zwoelfer W, Wolner E, Mohl W. Immediate effects of mammary artery revascularization versus saphenous vein on global and regional myocardial function: an intraoperative echocardiographic assessment. *Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 39 (Suppl 3): 228-232.
7. Friesewinkel O, Sorg S, Eckel L, Beyersdorf F. Immediate postoperative recovery of regional wall motion after unilateral and bilateral internal mammary artery revascularisation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1994; 8: 395-398.
8. Topol EJ, Weiss JL, Guzman PA, Dorsey-Lima S, Blanck TJ, Humphrey LS, Baumgartner WA, Flaherty JT, Reitz BA. Immediate improvement of dysfunctional myocardial segments after coronary revascularization: detection by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1123-1134.
9. Alam M, Hedman A, Nordlander R, Samad B. Right ventricular function before and after an uncomplicated coronary artery bypass graft as assessed by pulsed wave Doppler tissue imaging of the tricuspid annulus. *Am Heart J* 2003; 146: 520-526.
10. Christakis GT, Fremes SE, Weisel RD, Ivanov J, Madonik MM, Seawright SJ, McLaughlin PR. Right ventricular dysfunction following cold potassium cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 243-250.
11. Mishra M, Swaminathan M, Malhotra R, Mishra A, Trehan N. Evaluation of right ventricular function during CABG transesophageal echocardiographic assessment of hepatic venous flow versus conventional right ventricular performance indices. *Echocardiography* 1998; 15: 51-58.
12. Wranne B, Pinto FJ, Hammarström E, St Goar FG, Puryear J, Popp RL. Abnormal right heart filling after cardiac surgery time course and mechanisms. *Br Heart J* 1991; 66: 435-442.
13. Skarvan K, Filipovic M, Wang J, Brett W, Seeberger M. Use of myocardial tissue Doppler imaging for intraoperative monitoring of left ventricular function. *Br J Anesth* 2003; 4: 473-480.
14. Pasquet A, Armstrong G, Beachler L, Lauer MS, Marwick TH. Use of segmental tissue Doppler velocity to quantitate exercise echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 901-912.
15. Gorcsan J 3<sup>rd</sup>, Gulati VK, Mandarino WA, Katz WE. Color-coded measures of myocardial velocity throughout the cardiac cycle by tissue Doppler imaging to quantify regional left ventricular function. *Am Heart J* 1996; 131: 1203-1213.
16. Rambaldi R, Poldermans D, Bax JJ, Boersma E, Elhendy A, Vletter W, Roelandt JR, Valkema R. Doppler tissue velocity sampling improves diagnostic accuracy during dobutamine stress echocardiography for assessment of viable myocardium in patients with severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J* 2000; 21: 1091-1098.
17. Derumeaux G, Ovize M, Loufoua J, André-Fouet X, Minaire Y, Cribier A, Letac B. Doppler tissue imaging quantitates regional wall motion during myocardial ischemia and reperfusion. *Circulation* 1998; 97: 1970-1977.
18. Edvardsen T, Aakhus S, Endresen K, Bjømerheim R, Smiseth OA, Ihlen H. Acute regional myocardial ischemia identified by 2-dimensional multiregion tissue Doppler imaging technique. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13: 986-994.