

# Znaczenie pomiaru prędkości ruchu pierścienia mitralnego za pomocą tkankowej echokardiografii dopplerowskiej w monitorowaniu czynności serca po zabiegach kardiochirurgicznych

## Doppler tissue echocardiography in functional monitoring of the heart after cardiac surgery

Robert Skalik<sup>1</sup>, Anna Goździk<sup>2</sup>, Wojciech Kustrzycki<sup>2</sup>, Marta Obremska<sup>3</sup>,  
Marek Pelczar<sup>4</sup>, Waldemar Goździk<sup>5</sup>, Ludmiła Borodulin-Nadzieja<sup>6</sup>,  
Ireneusz Całkosiński<sup>6</sup> i Rafał Poręba<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Katedra i Zakład Fizjologii; <sup>2</sup>Katedra i Klinika Chirurgii Serca; <sup>3</sup>Oddział Kardiodiagnostyki Katedry i Kliniki Kardiologii; <sup>4</sup>Katedra i Klinika Chirurgii Serca; <sup>5</sup>Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii; <sup>6</sup>Katedra i Zakład Fizjologii; <sup>7</sup>Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Zawodowych i Nadciśnienia Tętniczego Akademii Medycznej we Wrocławiu

### Abstract

**Background:** *The aim of the study was to compare utility of noninvasive estimation of pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) by means of pulsed wave Doppler tissue echocardiography with invasive measurements of LV filling pressures and several haemodynamic parameters of heart function in postoperative cardiac patients in ICU.*

**Material and methods:** *30 patients (20 males and 10 females) qualified for cardiac surgery (29 patients — CABG, 1 patients — CABG and LV aneurysmectomy) aged  $60.5 \pm 7.2$  years entered the study. The echocardiographic estimation of E/E' ratio and PCWP was made and then compared with invasive measurements of LV filling pressures, cardiac output, cardiac index, stroke volume, systemic and pulmonary vessel resistance, systolic, diastolic and mean pulmonary pressure 1 day after cardiac surgery in the study group.*

**Results:** *E velocity, E' velocity, E/E' ratio, PCWP as measured with echocardiography significantly correlated with invasive measurements of PCWP and stroke volume.*

**Conclusions:** *The obtained results of the study confirmed significance of pulsed wave Doppler tissue echocardiography for noninvasive estimation of LV filling pressures and some other haemodynamic parameters of heart function in postoperative cardiac surgery patients. (Folia Cardiol. 2004; 11: 669–675)*

**Doppler tissue echocardiography, left ventricular filling conditions, cardiac surgery**

---

Adres do korespondencji: Dr med. Robert Skalik  
Katedra i Zakład Fizjologii AM  
ul. Chalubińskiego 10, 50–368 Wrocław  
tel. (0 71) 784 00 91, faks (0 71) 784 00 92  
e-mail: rskalik@fizjo.am.wroc.pl  
Nadesłano: 24.05.2004 r. Przyjęto do druku: 2.08.2004 r.

## Wstęp

Szybko postępujący rozwój nowych technik echokardiografii dopplerowskiej zrewolucjonizował możliwość oceny fizjologii i patofizjologii mięśnia sercowego oraz całego układu krążenia. W ostatnich kilku latach w literaturze można znaleźć coraz więcej doniesień potwierdzających wartość tkankowej echokardiografii dopplerowskiej (DTI, *doppler tissue imaging*) w diagnostyce schorzeń układu sercowo-naczyniowego oraz monitorowaniu czynności lewej komory serca [1, 2]. W tym kontekście szczególnie interesująca wydaje się możliwość oceny warunków napełniania lewej komory metodą fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej (PW-DTI). W przeprowadzonych ostatnio badaniach Ommen i wsp. [3] potwierdzili wiarygodność oceny ciśnienia napełniania lewej komory serca z użyciem PW-DTI, porównując uzyskane wartości do średnich wartości ciśnienia rozkurczowego w lewej komorze, mierzonych metodą inwazyjną. Firstenberg i wsp. [4] zaobserwowali również istotną korelację pomiędzy wartością maksymalną regionalnej fali E', mierzoną za pomocą PW-DTI z pierścienia mitralnego, a wartością ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP, *pulmonary capillary wedge pressure*) u zdrowych ochotników.

Dotychczas nie przeprowadzono szczegółowej analizy wartości DTI w ocenie życiowych parametrów czynności lewej komory serca w bardzo wczesnym okresie po zabiegach kardiologicznych. W literaturze można jedynie znaleźć doniesienia o wykorzystaniu PW-DTI w monitorowaniu regionalnej funkcji serca w trakcie zabiegu na otwartym sercu, u krytycznie chorych po zabiegach ogólnochirurgicznych [5–7]. Ponadto pojawiają się wątpliwości dotyczące praktycznego wykorzystania oceny warunków napełniania lewej komory za pomocą DTI w celu optymalizacji postępowania terapeutycznego u chorych w trakcie intensywnej opieki medycznej [6]. Dlatego celem pracy było porównanie wartości oceny ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej metodą tkankowej echokardiografii dopplerowskiej z inwazyjną oceną warunków napełniania lewej komory oraz wybranych innych parametrów hemodynamicznych serca za pomocą cewnika Swana-Ganza we wczesnym okresie pooperacyjnym u pacjentów poddanych zabiegom kardiologicznym.

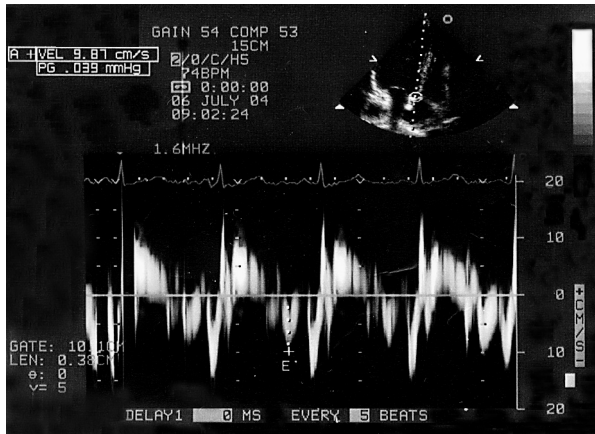
## Materiał i metody

Badaniem objęto 30 chorych z zatokowym rytmem serca, zakwalifikowanych do zabiegu kardiologicznego (29 osób — do CABG, 1 chory — do CABG i aneuryzmektomii lewej komory). Ba-

dani byli w wieku  $60,5 \pm 7,2$  roku (20 mężczyzn, 10 kobiet). U każdego z nich przed zabiegiem wykonano pełne badanie echokardiograficzne w spoczynku metodą transtorakalną, za pomocą aparatu typu Sonos 5500 firmy Philips z głowicą s3 (średnia frakcja wyrzutowa lewej komory wynosiła w badanej grupie  $54,2 \pm 9,3\%$ ). Następnie w pierwszej dobie po zabiegu dokonywano inwazyjnego pomiaru ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej oraz innych wybranych parametrów hemodynamicznych (pojemności minutowej, wskaźnika sercowego, objętości wyrzutowej lewej komory, oporu systemowego i płucnego, skurczowego, rozkurczowego i średniego ciśnienia w tętnicy płucnej) za pomocą cewnika Swana-Ganza z jednoczesną oceną warunków napełniania lewej komory serca z użyciem PW-DTI w badaniu transtorakalnym. Kardiolog wykonujący badania echokardiograficzne nie był informowany o wyniku badania inwazyjnego przed zakończeniem pomiaru ustalonych parametrów dopplerowskich, aby uniknąć nieobiektywnej oceny metodą PW-DTI. Procedura pomiaru PCWP za pomocą PW-DTI była następująca: najpierw wykonywano pomiar maksymalnej prędkości fali E na szczycie otwarcia płatków zastawki mitralnej z użyciem konwencjonalnego badania dopplerowskiego pulsacyjnego w projekcji koniuszkowej czterojamowej, a następnie mierzono prędkość maksymalną fali E' z użyciem bramki fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej, umieszczonej na wysokości pierścienia mitralnego u podstawy płotka przedniego zastawki mitralnej w tej samej projekcji (ryc. 1). Na podstawie piśmiennictwa można stwierdzić, że pomiar fali E' można wykonywać z pierścienia mitralnego zarówno u podstawy płotka przedniego (pomiar septalny, medialny), jak i tylnego (pomiar lateralny). Niemniej jednak wyniki ostatnich badań Ommena i wsp. [3] potwierdziły większą wartość oceny ciśnienia zaklinowania za pomocą PW-DTI z pierścienia mitralnego u podstawy płotka przedniego niż tylnego. Dlatego też wybrano wyżej opisane postępowanie metodologiczne podczas badania echokardiograficznego. Na podstawie uzyskanych prędkości w konwencjonalnym oraz tkankowym badaniu dopplerowskim wyliczano wartość wskaźnika E/E', a następnie wartość ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej, podstawiając uzyskane wartości do wzoru [8, 9]:

$$PCWP \text{ TIS} = 1,55 + 1,47 \times (E/E')$$

U wszystkich badanych po zabiegu stwierdzano zatokowy rytm serca. Średnia częstość rytmu serca w trakcie badania echokardiograficznego, zarówno przed zabiegiem jak i po nim, wynosiła  $75 \pm 5,0$  uderzeń/min. Poza pomiarem wyżej wymienionych parametrów dokonywano echokardio-



**Rycina 1.** Pomiar prędkości ruchu pierścienia mitralnego (fala E') u podstawy płatk przedniego zastawki mitralnej z użyciem fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej

**Figure 1.** Measurement of mitral annulus velocities (E' velocity) at the basis of anterior mitral leaflet with use of pulsed wave Doppler tissue echocardiography

graficznej oceny frakcji wyrzutowej lewej komory metodą Simpsona (średnia frakcja wyrzutowa po zabiegu wynosiła ok.  $53 \pm 8,2\%$ ).

### Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie programu statystycznego „STATISTICA PL 6.0” (StatSoft Polska, Kraków). Obliczono średnie ( $\bar{x}$ ) i odchylenia standardowe (SD) oznaczonych parametrów w badanych grupach. Korelacje cząstkowe między badanymi zmiennymi sprawdzono, wyznaczając współczynnik korelacji  $r$  Spearmana. Zależność pomiędzy metodami PCWP TIS (pomiar nieinwazyjny) i PCWP (pomiar inwazyjny) określono za pomocą regresji wielokrotnej. Porównywalność metod określono przy użyciu testu  $F$  i kalkulatora prawdopodobieństwa. Za pomocą regresji wielokrotnej określono czynniki wpływające na wartość  $E/E'$ . Określono również czułość i swoistość metody nieinwazyjnej w rozpoznawaniu podwyższonego ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej. Za istotne statystycznie przyjmowano wyniki na poziomie  $p < 0,05$ .

### Wyniki

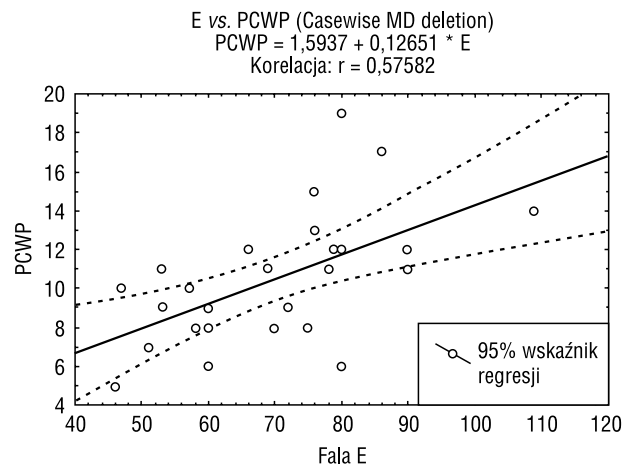
Uzyskane wyniki badań wykazały istotną statystycznie zależność pomiędzy wartością fali  $E$ , wskaźnika  $E/E'$ , ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP TIS), mierzonych z użyciem PW-DTI, a wartością ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP), mierzoną za pomocą cewnika Swana-

-Ganza (ryc. 2–4). Ponadto w modelu regresji wielokrotnej wykazano, że istnieje silna statystyczna zależność pomiędzy nieinwazyjnym (PCWP TIS) a inwazyjnym (PCWP) pomiarem ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej.

$$\text{PCWP TIS} = 0,8927 \times \text{PCWP} \pm 2,7973$$

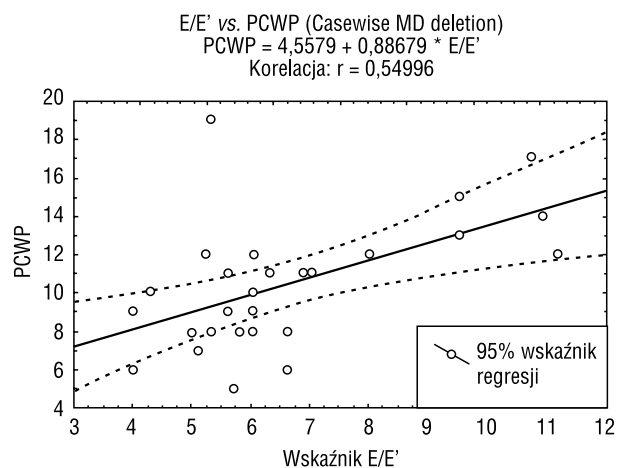
$$(0,0455)$$

$$p < 0,0001; r = 0,9664; R^2 = 0,9341$$



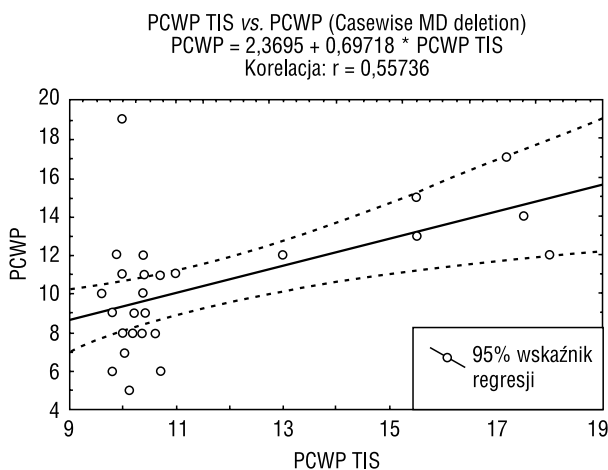
**Rycina 2.** Zależność pomiędzy inwazyjnym pomiarem ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP) a prędkością maksymalną fali  $E$

**Figure 2.** Relation between invasive measurement of pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) and estimation of  $E$  velocity with use of conventional Doppler echocardiography



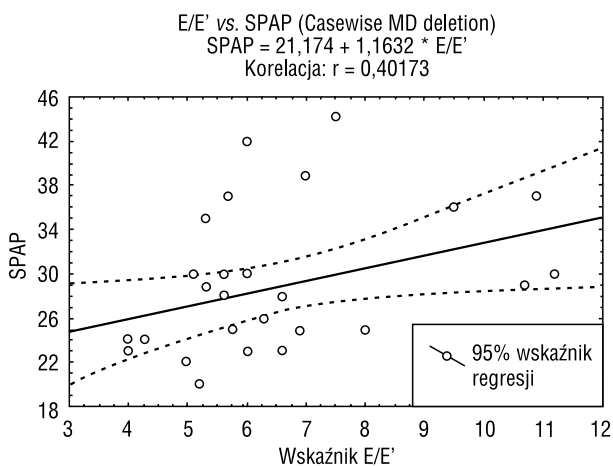
**Rycina 3.** Zależność pomiędzy pomiarem wskaźnika  $E/E'$  a inwazyjnym pomiarem ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP)

**Figure 3.** Relation between measurement of  $E/E'$  ratio and invasive measurement of pulmonary capillary wedge pressure (PCWP)



**Rycina 4.** Zależność pomiędzy ciśnieniem zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP), mierzonym za pomocą fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej, a pomiarem PCWP metodą inwazyjną

**Figure 4.** Relation between noninvasive estimation of pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) with use of pulsed wave tissue Doppler echocardiography and invasive measurement of PCWP



**Rycina 5.** Zależność między pomiarem wskaźnika E/E' a pomiarem ciśnienia skurczowego w tętnicy płucnej metodą inwazyjną (SPAP)

**Figure 5.** Relation between estimation of E/E' ratio and invasive measurement of systolic pulmonary artery pressure (SPAP)

Stwierdzono także istotną dodatnią korelację pomiędzy wartością wskaźnika E/E' a wartością ciśnienia skurczowego w tętnicy płucnej (ryc. 5). W modelu regresji wielokrotnej wykazano, że niezależnymi czynnikami wpływającymi na wartość

wskaźnika E/E' są mierzone inwazyjnie następujące parametry: ciśnienie zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP) oraz objętość wyrzutowa lewej komory (SV):

$$E/E' = 4,39 + 0,401 \times PCWP - 0,051 \times SV$$

(2,87)    (0,107)    (0,023)

$$p < 0,00206; r = 0,74456; R^2 = 0,55569$$

Czułość i swoistość nieinwazyjnej oceny podwyższonego ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej z użyciem tkankowej echokardiografii dopplerowskiej wynosiła odpowiednio 80% i 90,9%. Nie stwierdzono natomiast istotnych korelacji pomiędzy wartością wskaźnika E/E', PCWP, ocenianych z użyciem PW-DTI, a pozostałymi parametrami hemodynamicznymi czynności serca, mierzonymi metodą inwazyjną (rzut serca, wskaźnik serca, naczyniowy opór płucny, naczyniowy opór systemowy, średnie ciśnienie w tętnicy płucnej, ciśnienie rozkurczowe w tętnicy płucnej).

## Dyskusja

Współczesna kardiologia oraz kardiochirurgia poszukują jak najbardziej dokładnych i jednocześnie mało inwazyjnych metod oceny hemodynamiki serca zarówno w okresie okołozawałowym, szczególnie powikłanym niewydolnością lewej komory, jak i we wczesnym okresie po operacji na otwartym sercu. Powszechnie dostępne konwencjonalne techniki dopplerowskie nie zawsze gwarantują obiektywną i dokładną ocenę warunków napełniania lewej komory serca. Wynika to z faktu zależności uzyskiwanych wyników badań od wielu czynników, takich jak częstość akcji serca, wiek, współistniejące patologie serca [10–12]. Ostatnio sporo dyskutuje się na temat wartości nieinwazyjnej oceny wielu parametrów funkcji lewej komory z użyciem tkankowej echokardiografii dopplerowskiej, w tym ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej [1–7, 13]. Szczególnie postuluje się przydatność pomiaru wybranych parametrów ruchu pierścienia mitralnego z użyciem tkankowej echokardiografii dopplerowskiej w ocenie funkcji lewej komory serca [3, 6, 7]. W trakcie skurczu mięśnia sercowego długa oś lewej komory ulega skróceniu (*LV-long axis shortening*), co objawia się ruchem zstępującym pierścienia mitralnego (*annular descent*) w kierunku koniuszka. Natomiast w fazie rozkurczu u osób z rytmem zatokowym obserwuje się dwufazowy ruch wstępujący pierścienia mitralnego (od koniuszka). Pomiar prędkości najwcześniejszej fazy ruchu rozkurczowego pierścienia mitralnego (fala E') może przypuszczalnie odzwierciedlać szybkość relaksacji le-

wej komory w sposób mniej zależny od gradientu ciśnień pomiędzy jamami serca, jak w przypadku pomiaru wybranych prędkości przepływu krwi przez zastawkę serca w trakcie rozkurczu za pomocą konwencjonalnego badania dopplerowskiego [3]. Dotychczas przeprowadzone badania u zdrowych osób, a także u pacjentów ze schorzeniami układu sercowo-naczyniowego potwierdzają wiarygodność echokardiograficznej oceny ciśnienia napełniania lewej komory z użyciem tkankowego badania dopplerowskiego [3, 4, 8]. Natomiast bardzo niewiele jest prac oceniających wartość tej metody u chorych wkrótce po zabiegach chirurgicznych, a w szczególności kardiochirurgicznych, w trakcie intensywnej opieki pooperacyjnej [6, 7]. Należy także zwrócić szczególną uwagę na istniejące warunki techniczne przeprowadzania transtorakalnego badania echokardiograficznego wkrótce po zabiegu na otwartym sercu i często związane z tym trudności w uzyskaniu dobrej jakości obrazów ultrasonograficznych serca, które gwarantowałyby wiarygodne i powtarzalne pomiary badanych parametrów dopplerowskich. Z tego powodu wydawało się interesujące ustalenie, czy ocena ciśnienia napełniania lewej komory serca metodą tkankowej echokardiografii dopplerowskiej w tak zmienionych warunkach badania będzie adekwatna do oceny uzyskanej w dotychczasowych doniesieniach. Wyniki niniejszych badań potwierdziły istotną wartość pooperacyjnej oceny wskaźnika E/E' w celu monitorowania warunków napełniania lewej komory u chorych po zabiegu na otwartym sercu we wczesnym okresie pooperacyjnym. Stwierdzono istotną statystycznie korelację pomiędzy wartością fali E, wskaźnika E/E' a wartością PCWP w badaniu inwazyjnym (ryc. 2, 3). Ponadto uzyskane wartości pomiarów ciśnienia zaklinowania tętnicy płucnej za pomocą PW-DTI (PCWP TIS) istotnie korelowały z PWCP, mierzonym z użyciem cewnika Swana-Ganza (ryc. 4). Czułość oraz swoistość nieinwazyjnej oceny podwyższonego PCWP za pomocą PW-DTI była wysoka i wynosiła odpowiednio 80% i 90,9%.

Dotychczas przeprowadzone badania wskazują na istotne pomocnicze znaczenie oceny PCWP z użyciem PW-DTI w okresie pooperacyjnym, budzą jednak wątpliwości dotyczące prawdziwej wartości metody przy podejmowaniu decyzji terapeutycznych w warunkach oddziały intensywnej opieki medycznej [6]. Ponadto dyskutuje się na temat metodyki badania. Dotychczas nie ustalono jednoznacznie, czy ocena warunków napełniania lewej komory z użyciem PW-DTI powinna być przeprowadzana z pierścienia mitralnego u podstawy płotka przedniego czy też tylnego [3, 4]. Dodatkowo kontrower-

syjną kwestią może być włączenie do pomiaru PCWP z użyciem PW-DTI oceny prędkości maksymalnej fali E za pomocą konwencjonalnego badania dopplerowskiego. Wiadomo, że ocena prędkości fali E zależy od wielu czynników bezpośrednio niezwiązanych z warunkami napełniania lewej komory, co niewątpliwie może wpłynąć na obiektywizm oceny ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej [10, 11]. W niniejszych badaniach stwierdzono istotną statystycznie dodatnią korelację pomiędzy wartością fali E i wartością PCWP, mierzoną za pomocą cewnika Swana-Ganza (ryc. 2). Natomiast według niektórych autorów sama prędkość maksymalna fali E' może być uznana za wskaźnik relaksacji lewej komory, która ulega istotnemu zmniejszeniu wraz z postępującym upośledzeniem rozkurczu serca, a więc także wraz ze wzrostem ciśnienia napełniania lewej komory [4, 8, 14]. Istotna jest także zależność wartości fali E' w badaniu PW-DTI od częstości akcji serca, która może istotnie się zmieniać w okresie pooperacyjnym. Według Nagueh i wsp. [8] częstość akcji serca, a nawet istotna tachykardia, nie zaburza oceny PCWP z użyciem PW-DTI zarówno u chorych z prawidłową, jak i znamienne obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory, poddawanych planowej diagnostyce inwazyjnej serca.

W niniejszym badaniu wskaźnik E/E' wykazywał także istotną zależność od objętości wyrzutowej lewej komory mierzonej inwazyjnie, a więc wskaźnika mogącego pomóc pośrednio określić stopień wypełnienia łożyska naczyniowego i samego serca. W zespole „hipowolemia-tachykardia”, często obserwowanym w okresie okołoperacyjnym, ciśnienie zaklinowania mierzone metodą inwazyjną nadmiernie zawyża faktyczną wartość ciśnienia końcoworozkurczowego lewej komory. Chorzy dotknięci tym zespołem charakteryzują się obniżonym rzutem serca, spowodowanym słabym wypełnieniem łożyska naczyniowego, przy podwyższonym ciśnieniu zaklinowania [15]. Obecnie w rozpoznaniu tego zespołu stosuje się ocenę objętości końcoworozkurczowej lewej komory w echokardiografii przezprzełykowej [15]. W tym kontekście właściwa ocena wskaźnika E/E' za pomocą DTI w badaniu transtorakalnym przypuszczalnie mogłaby dodatkowo pomóc potwierdzić bądź wykluczyć zespół hipowolemii [15]. Jednak kwestia ta wymaga dalszych badań wyznaczających zakres wartości wskaźnika E/E' lub nawet samej fali E', przy której można podejrzewać istotny spadek objętości wyrzutowej lewej komory serca.

W niniejszym badaniu po podstawieniu uzyskanych wartości wskaźnika E/E' do wzoru  $PCWP\ TIS = 1,55 + 1,47 \times E/E'$  potwierdzono także istotną

dotadnią korelację pomiędzy wartością PCWP w badaniu nieinwazyjnym a wartościami ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej, uzyskiwanymi za pomocą cewnika Swana-Ganza u chorych wkrótce po zabiegu kardiochirurgicznym. W ocenie nieinwazyjnej PCWP w literaturze proponuje się rozmaite formuły matematyczne (oprócz wyżej wymienionej). W dotychczas przeprowadzonych badaniach wykazano również dużą wartość równań  $1,9 + 1,24 \times E/E'$  oraz  $2,6 + 1,46 \times E/E'$  w przewidywaniu wartości PCWP u chorych po transplantacji serca. Podkreśla się również dużą wartość formuły  $2 + 1,3 \times E/E'$ , szczególnie w przewidywaniu bardzo wysokich wartości ciśnienia napełniania lewej komory niezależnie od częstości akcji serca [8]. W niniejszej pracy wykorzystano pierwszy z wyżej wymienionych wzorów do obliczenia wartości PCWP, gdyż w literaturze był on najczęściej stosowany [8, 9].

Mimo tak zachęcających wyników własnych badań oraz innych autorów należy wspomnieć o potencjalnych ograniczeniach powyższej metody oceny PCWP. Według Ommena i wsp. [3] oraz Nishimury i wsp. [11] ruch pierścienia mitralnego, oceniany w tym badaniu, nie jest tylko i wyłącznie zależny od skurczu mięśnia sercowego, ale raczej jest on sumą skurczu, rotacji i przemieszczenia lewej ko-

mory. Wpływ każdego z wymienionych czynników na ostateczną wypadkową ocenę ruchu pierścienia mitralnego może się różnić u każdego badanego chorego. Dlatego ocena ruchu pierścienia mitralnego w projekcji koniuszkowej przypuszczalnie pozwala zminimalizować wpływ przemieszczenia i rotacji mięśnia lewej komory na pierścień mitralny i skupić się na odchyleniu jamy lewej komory tylko w osi długiej (LV excursion) [3]. Według tych autorów wskaźnik  $E/E'$  jest najlepszym nieinwazyjnym miernikiem ciśnienia napełniania lewej komory w porównaniu z innymi klasycznymi i tkankowymi parametrami dopplerowskimi. Mimo to w warunkach klinicznych przy ocenie warunków hemodynamicznych pracy serca powinno się brać pod uwagę inne czynniki, takie jak funkcja skurczowa, wymiar jam serca oraz inne parametry dopplerowskie [3].

## Wnioski

Uzyskane wyniki badań świadczą o dużej wartości metody tkankowej echokardiografii dopplerowskiej w nieinwazyjnej ocenie ciśnienia napełniania lewej komory u chorych poddawanych zabiegom na otwartym sercu w bardzo wczesnym okresie pooperacyjnym.

## Streszczenie

**Wstęp:** *Celem pracy było porównanie wartości nieinwazyjnej oceny ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej za pomocą fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej z inwazyjnymi pomiarami warunków napełniania lewej komory oraz wybranymi innymi parametrami hemodynamicznymi czynności serca (pojemność minutowa, wskaźnik sercowy, objętość wyrzutowa, obwodowy i płucny opór naczyniowy, skurczowe, rozkurczowe i średnie ciśnienie w tętnicy płucnej) jeden dzień po zabiegu kardiochirurgicznym.*

**Materiał i metody:** *Badaniem objęto 30 chorych (20 mężczyzn, 10 kobiet) w wieku  $60,5 \pm 7,2$  roku zakwalifikowanych do zabiegu kardiochirurgicznego (29 chorych — CABG, 1 chory — CABG i aneuryzmektomia lewej komory). U wszystkich badanych wykonano echokardiograficzną ocenę prędkości fali E, E', wskaźnika E/E' oraz ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PCWP), a następnie porównano uzyskane wartości z inwazyjnymi pomiarami warunków napełniania lewej komory oraz wybranymi parametrami hemodynamicznymi czynności serca.*

**Wyniki:** *Prędkość fali E, E', wartość wskaźnika E/E' oraz PCWP w badaniu echokardiograficznym istotnie korelowały z inwazyjnymi pomiarami ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej oraz z objętością wyrzutową lewej komory.*

**Wnioski:** *Uzyskane wyniki badań potwierdziły istotność oceny parametrów hemodynamicznych lewej komory za pomocą fali pulsacyjnej tkankowej echokardiografii dopplerowskiej w celu monitorowania czynności serca wkrótce po zabiegu kardiochirurgicznym. (Folia Cardiol. 2004; 11: 669–675)*

**tkankowa echokardiografia dopplerowska, warunki napełniania lewej komory, zabieg kardiochirurgiczny**

## Piśmiennictwo

1. Hatle L., Sutherland G.R. Regional myocardial function — a new approach. *Eur. Heart J.* 2000; 21: 1337–1357.
2. Bruch C., Schmermund A., Bartel T., Schaar J., Erbel R. Tissue Doppler imaging: a new technique for assessment of pseudonormalization of the mitral inflow pattern. *Echocardiography* 2000; 17: 539–546.
3. Ommen S.R., Nishimura R.A., Appleton C.P. i wsp. Clinical Utility of Doppler Echocardiography and Tissue Doppler Imaging in the Estimation of Left Ventricular Filling Pressures. *Circulation* 2000; 102: 1788–1801.
4. Firstenberg M.S., Levine B.D., Garcia M.J. i wsp. Relationship of echocardiographic indices to pulmonary capillary wedge pressures in healthy volunteers. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 1664–1669.
5. Skarvan K., Filipovic M., Wang J. i wsp. Use of myocardial tissue Doppler imaging for intraoperative monitoring of left ventricular function. *Br. J. Anaesth.* 2003; 91: 473–480.
6. Bouhemad B., Nicolas-Robin A., Benois A. i wsp. Echocardiographic Doppler assessment of pulmonary capillary wedge pressure in surgical patients with postoperative circulatory shock and acute lung injury. *Anesthesiology* 2003; 98: 1091–1100.
7. Combes A., Arnoult F., Trouillet J.L. Tissue Doppler imaging estimation of pulmonary artery occlusion pressure in ICU patients. *Intensive Care Med.* 2004; 30: 75–81.
8. Nagueh S.F., Mikati I., Kopelen H.A. i wsp. Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia. *Circulation* 1998; 98: 1644–1650.
9. Patients with mitral regurgitation, a more accurate estimate of PCWP. *Eur. J. Echocardiogr.* 2002; 3: 154–158.
10. de Maria A.N., Wisenbaugh T.W., Smith M.D. i wsp. Doppler echocardiographic evaluation of diastolic dysfunction. *Circulation* 1991; 84: 1288–1295.
11. Nishimura R.A., Tajik A.J. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease. Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta Stone. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 8–18.
12. Richards D.R., Gilliland Y., Bernal J.A. i wsp. Mitral inflow and pulmonary venous Doppler measurement do not predict pulmonary capillary wedge pressure in heart transplant recipients. *Am. Heart J.* 1998; 135: 641–646.
13. Skalik R., Schillaci G., Borodulin-Nadzieja L. i wsp. Physiological and pathophysiological aspects of assessment of heart function with use of Pulsed Wave Doppler Tissue Imaging (PW-DTI). *Adv. Clin. Exp. Med.* 2004 (w druku).
14. Nagueh S.F., Middleton K.J., Kopelen H.A. i wsp. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 1527–1533.
15. Klimczak K. *Echokardiografia przezprzelykowa*. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2000; 109–113.