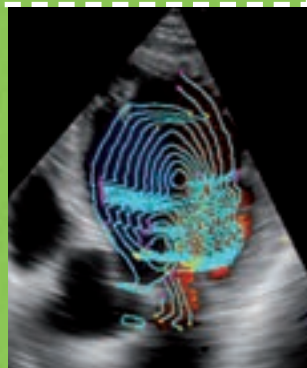
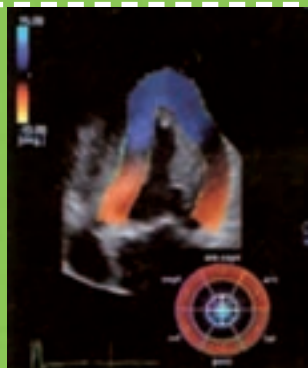
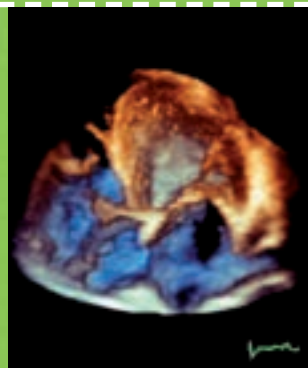


Christophe Klimczak

# Echokardiografia

## Techniki tradycyjne i nowoczesne



Przedmowa  
Profesor Albert Hagège

Redakcja wydania polskiego Andrzej Szyszka

# Echokardiografia

Techniki tradycyjne i nowoczesne

Christophe Klimczak

Redakcja wydania polskiego

Andrzej Szyszka

**edra**  
URBAN & PARTNER

# Spis treści

Podziękowania	VII	ROZDZIAŁ 6		
Przedmowa	VIII	<b>Echokardiografia jednowymiarowa (M-mode) anatomiczna</b>	121	
Słowo wstępne	IX	Wprowadzenie (121), Metodologia (121), Znaczenie kliniczne (122), Wnioski (124)		
Skróty	X			
<b>Część I</b>				
<b>Techniki tradycyjne</b>				
ROZDZIAŁ 1		ROZDZIAŁ 7		
<b>Przekłatkowe badanie echokardiograficzne (TTE)</b>	3	<b>Obrazowanie odkształcenia</b>	127	
Wprowadzenie (3), Metodologia (3), Znaczenie kliniczne (14), Wnioski (26)		Wprowadzenie (127), Metodologia (129), Znaczenie kliniczne obrazowania odkształcania (143), Wnioski (164)		
ROZDZIAŁ 2		ROZDZIAŁ 8		
<b>Dopler tkankowy</b>	27	<b>Echokardiografia kontrastowa</b>	167	
Wprowadzenie (27), Metodologia (27), Znaczenie kliniczne DTI (33), Wnioski (47)		Wprowadzenie (167), Metodologia (167), Znaczenie kliniczne echokardiografii kontrastowej (172), Wnioski (182)		
ROZDZIAŁ 3		ROZDZIAŁ 9		
<b>Echokardiografia przezprzełykowa</b>	51	<b>Kolorkineza (<i>color kinetic imaging</i>)</b>	185	
Wprowadzenie (51), Metodologia (51), Znaczenie kliniczne TEE (55), Wnioski (77)		Wprowadzenie (185), Metodologia (185), Znaczenie kliniczne (187), Wnioski (192)		
ROZDZIAŁ 4		ROZDZIAŁ 10		
<b>Echokardiografia obciążeniowa</b>	79	<b>Echokardiografia trójwymiarowa przezprzełykowa w czasie rzeczywistym (TEE 3D)</b>	195	
Wprowadzenie (79), Metodologia (79), Perspektywy echokardiografii obciążeniowej (106), Wnioski (107)		Wprowadzenie (195), Metodologia (195), Znaczenie kliniczne TTE 3D (202), Wnioski (214)		
<b>Część II</b>				
<b>Techniki nowoczesne</b>				
ROZDZIAŁ 5		ROZDZIAŁ 11		
<b>Obrazowanie harmoniczne</b>	113	<b>Echokardiografia trójwymiarowa przezprzełykowa w czasie rzeczywistym (TEE 3D)</b>	215	
Wprowadzenie (113), Metodologia (113), Znaczenie kliniczne (115), Wnioski (119)		Wprowadzenie (215), Znaczenie kliniczne badania TEE 3D (215), Wnioski (227)		
ROZDZIAŁ 12				
<b>Echokardiografia i badanie doplerowskie wewnątrzwnętrówce</b>				231
Wprowadzenie (231), Metodologia (231), Znaczenie kliniczne (234), Wnioski (243)				

<b>ROZDZIAŁ 13</b>		<b>ROZDZIAŁ 18</b>	
<b>Echokardiografia śródsercowa (ICE)</b>	245	<b>Metoda śledzenia płamki 3D (3D strain)</b>	281
Wprowadzenie (245), Metodologia (245), Znaczenie kliniczne (247), Wnioski (249)		Wprowadzenie (281), Metodologia (281), Znaczenie kliniczne (282), Wnioski (289)	
<b>ROZDZIAŁ 14</b>		<b>ROZDZIAŁ 19</b>	
<b>Echokardiografia okołooperacyjna</b>	251	<b>Mapowanie wektorowe (VFM)</b>	293
Wprowadzenie (251), Metodologia (251), Znaczenie kliniczne (253), Wnioski (256)		Wprowadzenie (293), Metodologia (293), Znaczenie kliniczne (296), Wnioski (298)	
<b>ROZDZIAŁ 15</b>		<b>ROZDZIAŁ 20</b>	
<b>Echokardiografia przenośna</b>	259	<b>Charakterystyka tkankowa</b>	301
Wprowadzenie (259), Metodologia (259), Znaczenie kliniczne (261), Wnioski (264)		Wprowadzenie (301), Metodologia (301), Znaczenie kliniczne (302), Wnioski (303)	
<b>ROZDZIAŁ 16</b>		<b>ROZDZIAŁ 21</b>	
<b>Przekłatkowe badanie dopplerowskie przepływu wieńcowego</b>	267	<b>Teleechokardiografia</b>	305
Wprowadzenie (267), Metodologia (267), Znaczenie kliniczne (267), Wnioski (270)		Wprowadzenie (305), Metodologia (305), Znaczenie kliniczne (305), Wnioski (307)	
		<b>ROZDZIAŁ 22</b>	
		<b>Echokardiografia symulacyjna</b>	309
		Wprowadzenie (309), Metodologia (309), Znaczenie kliniczne (310), Wnioski (312)	
		<b>ROZDZIAŁ 23</b>	
		<b>Archiwizacja cyfrowa</b>	313
		Wprowadzenie (313), Metodologia (313), Znaczenie kliniczne (316), Wnioski (317)	
		<b>Wnioski</b>	319
		<b>Skorowidz</b>	321

## Część III

### Techniki przyszłościowe

# Przedmowa

Oto mamy przed sobą najnowsze dzieło dr. Christophe'a Klimczaka, ostatnie z długiej serii poświęconej echokardiografii. Po raz kolejny pozwoli ono zarówno na stawianie pierwszych kroków początkującym echokardiografistom, jak i pogłębienie wiedzy na temat nowych technik badaczom zaawansowanym.

Jak zawsze poruszonych jest wiele aspektów dydaktycznych oraz omówionych zastosowań klinicznych; książka znakomicie scala nowości techniczne i ich zastosowanie w diagnostyce kardiologicznej oraz uwzględnia ich znaczenie prognostyczne.

Im szybciej zrozumie się podstawy fizyczne tych złożonych technik, tym łatwiej będzie można je zastosować, a wtedy interpretować wyniki będą mogli nawet mniej doświadczeni kardiolodzy.

Brawo! Dobrej lektury!

**Profesor Albert Hagège**

Kierownik Oddziału Kardiologii

Szpital Europejski im. Georges'a Pompidou,

Paryż

Prezes Francuskiego Towarzystwa  
Kardiologicznego

Część II

# Techniki nowoczesne

## Wprowadzenie

W konwencjonalnych aparatach ultrasonograficznych ultradźwięki odbite są analizowane w wiązce o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości emisji. Wykorzystanie zasady harmonicznej warunkuje selektywne przetwarzanie sygnału odbitego w celu ukazania tylko drugiego harmonicznego sygnału na odbieranej częstotliwości bazowej (podstawowej).

Obrazowanie drugiej harmonicznej umożliwia powtórny przebieg sygnału przez tkanki i poprawę czystości odbioru sygnału na tle szumów i artefaktów.

Poprawa jakości obrazowania u pacjentów słabo echogenicznych jest na tyle dobra, że obrazowanie harmoniczne nakłada się na obrazowanie w częstotliwości podstawowej.

W praktyce ta technika szczególnie ulepsza jakość obrazowania miokardium oraz dobrze odzwierciedla granice wsierdzia.

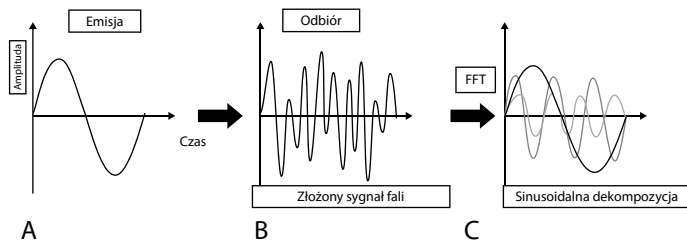
## Metodologia

### Podstawy fizyczne

W echokardiografii charakter tkanek powierzchniowych (tkanka tłuszczowa, płuca, żebra) warunkuje jakość otrzymanego obrazu ultrasonograficznego. Powierzchnowe struktury po kontakcie z wiązką ultradźwięków odbijają, rozpraszają i frakcjonują większość sygnału ultrasonograficznego.

W istocie tkanki klatki piersiowej stanowią środowisko nielinearnej propagacji ultradźwięków. To oznacza, że sygnał odbity przez te struktury ma częstotliwość różną od częstotliwości w trakcie emisji. I tak, fala ultradźwiękowa sinusoidalna na początku swego przebiegu, a więc mająca jedną częstotliwość, może ulec postępującym modyfikacjom w ciągu propagacji. Fala deformuje się w miarę progresji. To zniekształcenie sygnału ultradźwiękowego przez tkanki o strukturze nielinearnej tworzy złożony sygnał fali przy odbiorze (ryc. 5.1).

Zjawiska tworzące szумы w formie swoistego „zągła” wpływają na całość obrazu, na który składa się głównie częstotliwość podstawowa. Dzięki obrazowaniu harmonicznemu można wyeliminować większość owych szumów.



**Rycina 5.1.** Podstawy fizyczne obrazowania harmonicznego.

**A.** Sygnał ultradźwiękowy emisyjny. **B.** Zniekształcenie sygnału ultradźwiękowego w trakcie przejścia przez tkanki nielinearne. **C.** Dekompozycja sygnału fali w sinusoidy harmoniczne zgodnie z transformacją Fouriera (FFT).

Zasada obrazowania harmonicznego jest oparta na wykorzystaniu sygnałów harmoniczných formujących się w fazie emisji, kiedy następuje propagacja ultradźwięków poprzez tkanki.

Dekompozycja sygnału fali złożonego z sinusoid harmoniczných jest możliwa technicznie dzięki procesowi transformacji Fouriera (ryc. 5.1).

Jeżeli zniekształcił się zdeformowany sygnał, pojawiają się częstotliwości nieobecne w fazie początkowej. W trybie harmonicznym wykorzystywany jest pojedynczy sygnał harmoniczny, a sygnał podstawowy jest eliminowany przez filtr.

### Technologia harmoniczna

Mechanizm wytwarzania obrazów harmoniczných obejmuje:

- selekcję na poziomie tworzenia się wiązki ultradźwięków o częstotliwości emisji podstawowej (zwykle 1,8 lub 2 MHz) i
- uzyskiwanie częstotliwości odbioru będącej podwojeniem częstotliwości emisji podstawowej (tj. 3,6 lub 4 MHz) (tzw. druga harmoniczna).

W efekcie obraz harmoniczny jest oparty na częstotliwości harmonicznej (podwojenie częstotliwości emisji) odtworzonej przez tkanki.

### Zalety obrazowania harmonicznego

Po uzyskaniu obrazu selekcyjnego echa odpowiadające na drugą harmoniczną jest możliwe:

- zredukowanie artefaktów i ech powtarzanych;
- zmniejszenie szumów głębi (tła) generowanych przez ultradźwięki;
- poprawienie rozdzielczości kontrastu ultrasonograficznego;
- ograniczenie i wzmocnienie konturów struktur tkankowych.

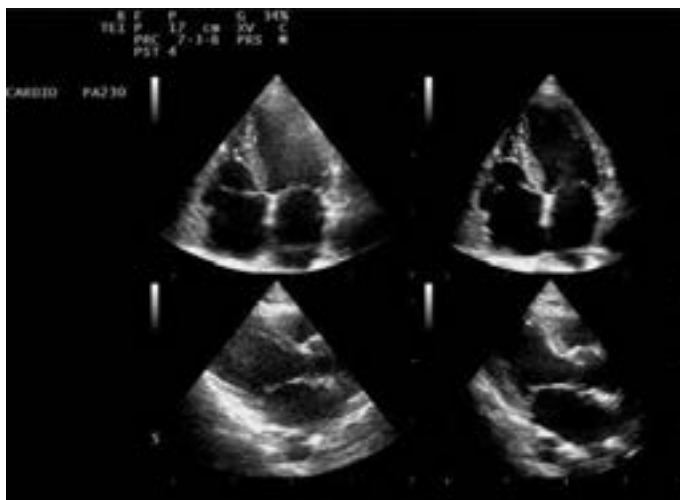
Jednakże, aby to uzyskać, obrazowanie harmoniczne wymaga znakomitego sterowania częstotliwością.

Technologia cyfrowa zastosowana w obrazowaniu echograficznym i sondach ultrasonograficznych, wykorzystująca szeroki zakres częstotliwości, doskonale odpowiada na to zapotrzebowanie.

W ten sposób może być zastosowana optymalna selekcja sygnałów, które odbijają się od badanych struktur, dając obraz echograficzny odpowiadający danej strukturze tkankowej.

W praktyce obrazowanie drugą harmoniczną ma następujące zalety:

- lepsze ograniczenie wsierdzia komór;
- lepszy kontrast między światłem jam serca a ścianami;



Rycina 5.2.

Obrazowanie harmoniczne (z prawej) porównane z obrazowaniem konwencjonalnym 2D (z lewej). Projekcje 2D koniuszkowe i przymostkowe podłużne.



- mniej artefaktów bliskiego pola i partii bocznych;
- mniej szumów tła w jamach serca (ryc. 5.2).

Względny ograniczeniami obrazowania harmonicznego są:

- zwiększenie grubości płatków zastawki mitralnej (o 20–40%);
- wzrost grubości ścian (5–10%).

Te ograniczenia dają prawdopodobnie bardziej realistyczne obrazowanie struktur sercowych w trybie harmonicznym, podczas gdy w obrazowaniu konwencjonalnym można mieć do czynienia z pewnym niedoszacowaniem.

### Nowe techniki polepszania jakości obrazu

Największe postępy dokonały się w technologii aparatów echokardiograficznych i w dziedzinie cyfrowego opracowania obrazów.

Jakość obrazu miokardium w trybie konwencjonalnego obrazowania czarno-białego pozostaje ciągle niewystarczająca, dlatego też opracowano nowe techniki:

- obrazowanie przerywane (*pulsing interval*);
- obrazowanie w inwersji pulsacyjnej (*pulse inversion*);
- obrazowanie doplerem mocy (*power doppler*).

Techniki te, opisane w rozdz. 8, znajdują zastosowanie szczególnie w echokardiografii kontrastowej.

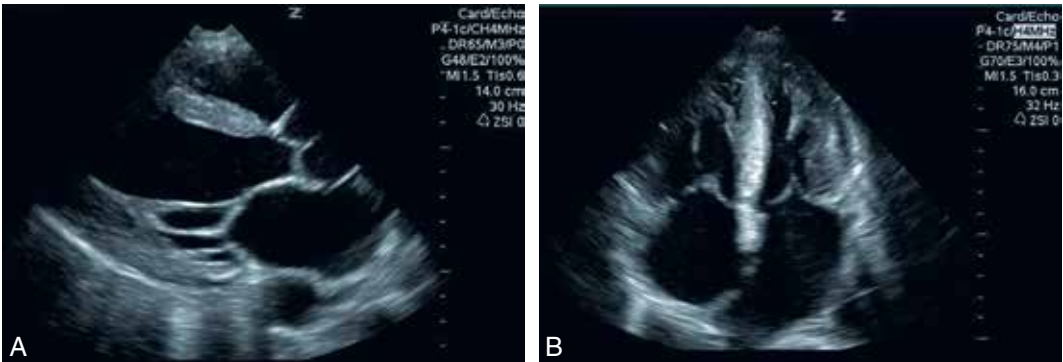
Celem tych ulepszeń jest poprawienie czułości i specyficzności wykrywania sygnału przenoszącego mikropęcherzyki kontrastu.

### Compound imaging harmonics

Nowa technologia *compound imaging harmonics*, opracowana przez badaczy ZONARE Sonography, jest oparta na innowacyjnej metodzie *channel domain*. W porównaniu z klasyczną technologią system *channel domain* nie rejestruje ech w sposób liniowy (linia po linii), tylko w postaci szerokiej taśmy ultradźwięków, w której zastosowana jest technika krzyżowania wiązek ultradźwięków (*compounding*). W ten sposób redukuje się liczbę cykli emisji i odbioru wiązek ultradźwięków, nakładając ograniczenia fizyczne podczas dyfuzji fal ultradźwiękowych w ciele człowieka. Funkcja *compound harmonics* połączona ze składowymi częstotliwości podstawowych i harmonicznych pozwala na uzyskanie jeszcze lepszej penetracji niż sama druga harmoniczna. Co więcej, system *auto-opt* pomaga w udoskonaleniu automatycznej emisji i odbioru ultradźwięków oraz dostosowuje je do właściwości strukturalnych badanych tkanek. Ta innowacyjna metoda, w przeciwieństwie do klasycznej techniki echokardiograficznej, umożliwia tworzenie *a posteriori* obrazu końcowego o wysokiej rozdzielczości opartego na początkowym obrazie surowym. Technika *compound imaging harmonics* oferuje znaczną poprawę jakości obrazu echokardiograficznego, szczególnie w przypadku pacjentów słabo echogenicznych (ryc. 5.3).

### Znaczenie kliniczne

Zalety obrazowania harmonicznego w praktyce echokardiograficznej przejawiają się w dwóch płaszczyznach:



Rycina 5.3. Obrazy 2D uzyskane techniką *compound imaging harmonics* firmy Zonare.

- zastosowane razem z echokardiografią kontrastową umożliwiają optymalizację badania funkcji lewej komory, a szczególnie perfuzji wieńcowej;
- użyte razem ze sposobem klasycznym ułatwiają badanie struktur sercowych niewystarczająco widocznych w badaniu podstawowym; szczególnie chodzi o uwidocznienie wsierdzia lewej komory, struktury delikatnej i słabo echogenicznej.

To ostatnie zastosowanie obrazowania harmonicznego stało się obecnie częścią codziennego rutynowego badania.

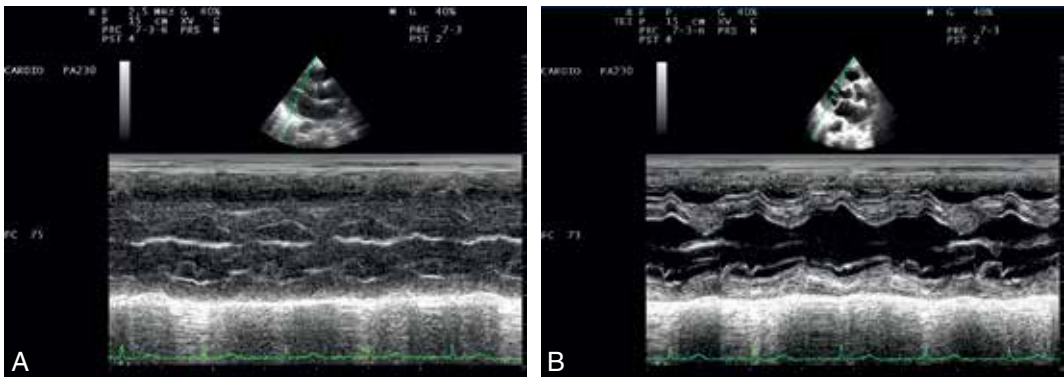
Przydatność kliniczna obrazowania harmonicznego została udowodniona:

- W przypadku pacjentów słabo echogenicznych w badaniu konwencjonalnym.

Dotyczy to pacjentów w wieku podeszłym, otyłych, niewydolnych oddechowo, z wąskimi przestrzeniami międzyżebrowymi, mających grubą ścianę klatki piersiowej, po świeżo przebytej torakotomii. Dla tych pacjentów, określanych jako trudnych, najbardziej korzystne jest właśnie badanie harmoniczne (ryc. 5.4).

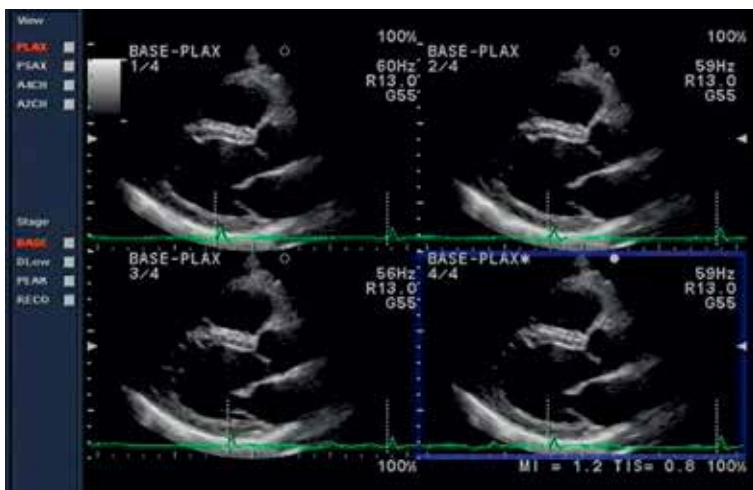
- W echokardiografii obciążeniowej.

Próba dobutaminowa jest niemożliwa do przeprowadzenia u ok. 5–15% pacjentów kierowanych na to badanie z powodu złej echogeniczności. Obrazowanie harmoniczne znacząco poprawia obrys wsierdzia w czasie echokardiografii obciążeniowej.



**Rycina 5.4.** Obrazowanie M-mode, przekrój na poziomie komór.

**A.** Widok klasyczny. **B.** Widok w obrazowaniu harmonicznym.



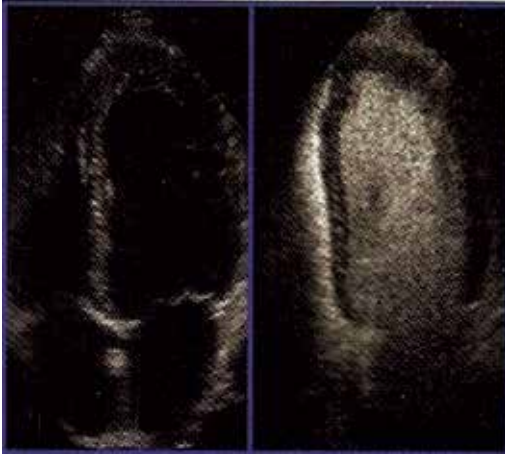
**Rycina 5.5.** Obrazowanie harmoniczne podczas próby dobutaminowej.

Źródło: Imagierie Aloka-Hitachi.

zeniowej. Dzięki niemu wzrasta czułość próby (z 64 do 92%) w porównaniu z badaniem podstawowym. O rutynowym zastosowaniu obrazowania harmonicznego przesądziła codzienna praktyka w wykonywaniu próby (ryc. 5.5).

- W echokardiografii kontrastowej.

Połączenie tych dwóch metod poprawiło widoczność konturów wsierdzia lewej komory i polep-



**Rycina 5.6.** Obrazowanie harmoniczne podczas badania kontrastowego, dające lepszą widoczność obrysów wsierdzia lewej komory.

szyło wynik badania perfuzji miokardium przez śródki kontrastowe (ryc. 5.6).

- W przypadku automatycznego obrysowywania konturów wsierdzia, gdy jest używana w połączeniu z techniką kwantyfikacji akustycznej (AQ).

To połączenie poprawia widoczność endocardium. Bezpośrednie zastosowanie ten sposób znajduje w technice *color kinesis*.

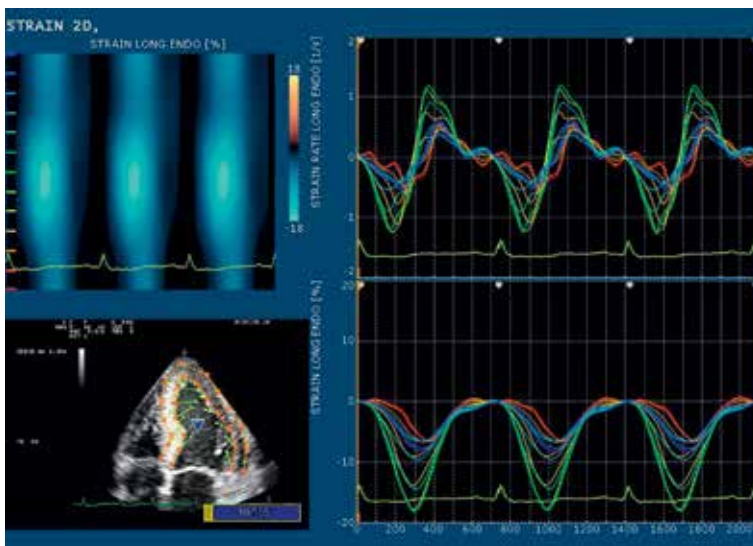
- W obrazowaniu odkształcenia dwuwymiarowego.

Technika 2D *strain* w połączeniu z obrazowaniem harmonicznym powoduje lepsze lokalizowanie markerów akustycznych (plamek, czyli *speckles*) w miokardium (ryc. 5.7).

W praktyce klinicznej obrazowanie drugą harmoniczną poprawia jakość badania transtorakalnego w:

- Badaniu kinetyki segmentarnej komór (tab. 5.1).

Po porównaniu analizy segmentarnej w badaniu konwencjonalnym z badaniem w połączeniu z drugą harmoniczną można stwierdzić, że badanie złożone daje lepsze wyniki (udokumentowano to zarówno w badaniu przez dwóch niezależnych badaczy, jak i w badaniu powtórnym wykonanym przez tego samego badacza). Poprawa jakości obrazu w badaniu drugą harmoniczną dotyczy



**Rycina 5.7.** Obrazowanie harmoniczne nałożone na badanie odkształcenia (Technika 2D *strain*).

Źródło: Image de Kontron Medical.

## Wprowadzenie

Do uwidocznienia jam serca mogą być stosowane różne metody obrazowania:

- sercowy rezonans magnetyczny (MR);
- tomografia;
- echokardiografia przezprzełykowa (TEE);
- endoskopia sercowa;
- echokardiografia śródsercowa (ICE).

Interesującym alternatywnym sposobem badania wobec TEE jest echokardiografia śródsercowa (ICE) lub wewnątrzsercowa, w której wykorzystuje się specjalne sondy cewniki wyposażone w głowicę ultradźwiękową, pozwalającą na uzyskanie obrazów echograficznych struktur sercowych bezpośrednio z jam serca.

Metoda ma wiele zastosowań klinicznych, a szczególnie przydatna jest w kardiologii interwencyjnej.

## Metodologia

Echokardiografia śródsercowa rozwinęła się wraz z powstaniem cewników wewnątrzsercowych wyposażonych w głowicę ultradźwiękową. Obecnie dysponujemy dwoma rodzajami takich głowic:

- głowicą mechaniczną obrotową z częstotliwością emisji 9 MHz zamontowaną na cewniku; ten system pozwala na uzyskanie obrazowania okrężnego (360 stopni) podczas stopniowego wycofywania cewnika (przekroje tomograficzne prostopadłe do długiej osi cewnika);

- głowicą elektroniczną tzw. *phased array*, złożoną z 64 elementów piezoelektrycznych o częstotliwości od 5,5 do 10 MHz, zamontowaną na sondzie cewnika. Ta głowica może być poruszana przez rotację wzdłuż osi sondy oraz za pomocą pokręteł umieszczonych na uchwycie sondy, podobnie jak w sondzie przezprzełykowej.

Technika elektroniczna ma coraz większe zastosowanie w praktyce kardiologicznej. Pozwala na uzyskanie przekrojów sektorowych dwuwymiarowych (90 stopni), identycznych jak w badaniu TEE, z funkcją doplera spektralnego i kolorowego oraz, rzecz jasna, także doplera tkankowego.

Najczęściej używaną sondą jest aktualnie Acu Nav Acuson-Siemens (ryc. 13.1).

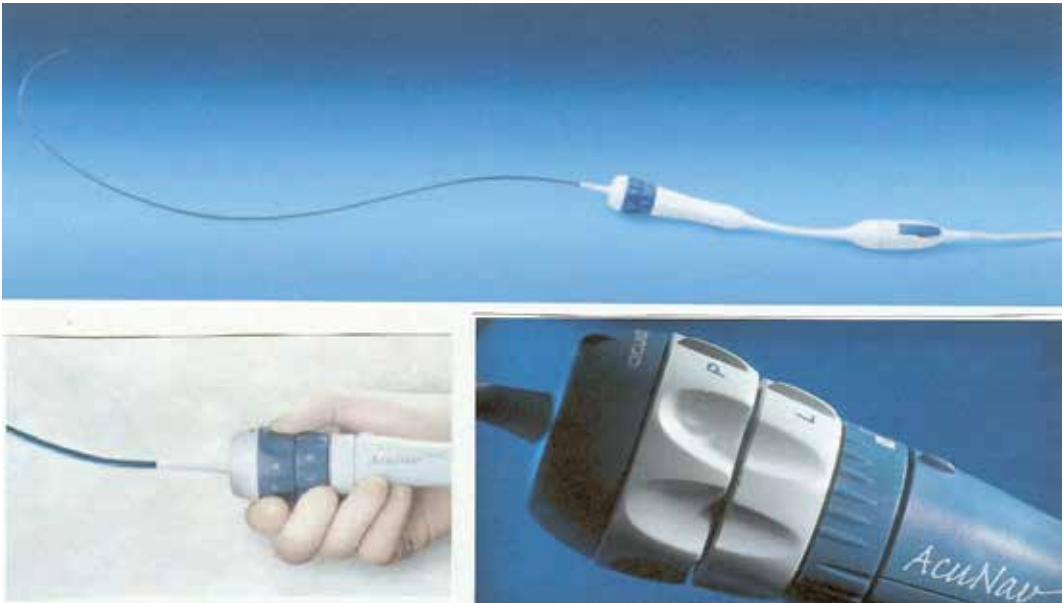
Ta sonda ma średnicę od 8 do 10 F (4 lub 3,3 mm), ok. 90 cm długości i jest wyposażona w głowicę ultradźwiękową typu *phased array*. Jej końcówka może być poruszana we wszystkich kierunkach dzięki dwóm pokrętkom umieszczonym na rękojeści sondy.

## Technika badania

W praktyce cewnik elektroniczny do jednorazowego użytku jest wprowadzany pod kontrolą skopii przez specjalny introduktor do żyły udowej i przez żyłę główną dolną do prawego przedsionka. Cewnik jest połączony z klasycznym echokardiografem dzięki specjalnemu adapterowi.

Procedura wprowadzania cewnika odbywa się w znieczuleniu miejscowym.

Cewnik ICE może być również wprowadzony drogą udową w sposób wsteczny (drogą tętniczą).



**Rycina 13.1.** Sonda cewnik do echokardiografii śródsercowej Acu Nav Acuson-Siemens. Cewnik ultrasonograficzny podłączony do uchwyty z pokrętłami regulacyjnymi.

## Obrazowanie echograficzne

Obrazy ICE uzyskuje się poprzez poruszanie cewnikiem w prawym przedsionku. Wykonuje się następujące ruchy:

- obrót zgodny z ruchem wskazówek zegara lub przeciwny do ich ruchu wzdłuż osi długiej sondy cewnika;
- zgięcie głowicy do przodu lub do tyłu;
- odchylenia cewnika na boki.

Manipulacje sondą wykonuje się pod kontrolą skopii zgodnie z funkcją orientacji anatomicznej echokardiograficznej. W ten sposób, poruszając głowicą w różnych kierunkach, można obejrzeć struktury serca w całości.

Klasyczne przekroje dwuwymiarowe serca w ICE to (ryc. 13.2):

- przekrój przez drogę napływu i wyrzutu prawej komory z zastawkami trójdzielną i płucną (jest to tzw. pozycja neutralna pokręteł sondy);
- przekrój przez opuszkę aorty z zastawką aortalną (rotacja sondy zgodna z ruchem wskazówek zegara);

- przekrój przez przegrodę międzyprzedsionkową wzdłuż jej długiej osi z ukazaniem dołu owalnego (zgięcie sondy do tyłu) i żyły głównej górnej (przez przemieszczenie sondy w kierunku uszka prawego przedsionka);
- przekrój przez przegrodę międzyprzedsionkową wzdłuż jej krótkiej osi (rotacja sondy zgodna z ruchem wskazówek zegara o 90 stopni);
- przekroje struktur lewego serca: lewy przedsionek, uszko lewego przedsionka, żyły płucne, zastawka mitralna (zgięcie sondy do przodu).

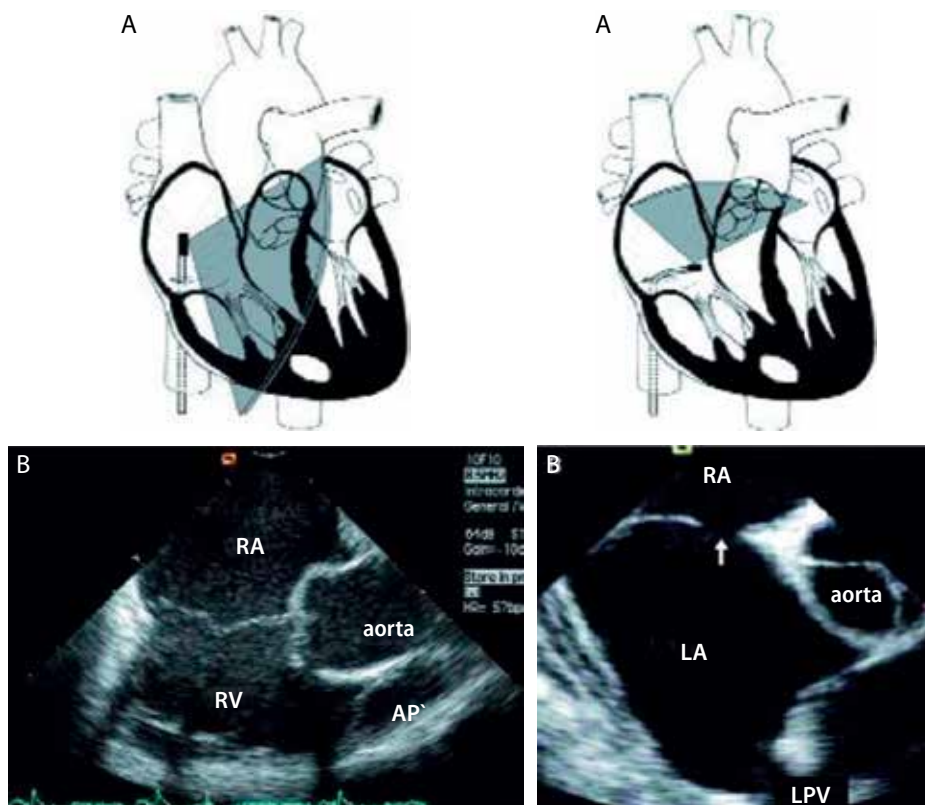
Możliwe jest również uzyskanie dodatkowych przekrojów przez przemieszczenie sondy poprzez przetrwały otwór owalny lub ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej.

## Zalety i ograniczenia echokardiografii śródsercowej

Badanie echokardiograficzne śródsercowe ma liczne zalety:

- technika półinwazyjna;





**Rycina 13.2.** Przykłady przekrojów 2D uzyskanych sondą echokardiograficzną śródsercową.

**A.** Przekrój 2D wypośrodkowany na prawe jamy serca, aortę i tętnicę płucną (PA).

**B.** Przekrój 2D wypośrodkowany na przedsionki oddzielone przegrodą międzyprzedsionkową z małym ubytkiem międzyprzedsionkowym (strzałka).

Źródło: A. Girod. *Revue Médicale Suisse*.

- możliwość wykonania badania w pracowni hemodynamicznej w znieczuleniu miejscowym;
- łatwość i szybkość uzyskania obrazów;
- znakomita widoczność struktur wewnątrzsercowych w czasie rzeczywistym (wysoka rozdzielczość obrazowania);
- stabilność obrazu niezależnie od ruchu serca i ruchów oddechowych;
- współdziałanie z innymi stosowanymi systemami;
- możliwość wykonania badań z funkcją doplera (pulsacyjny, kolorowy, tkankowy).

Do podstawowych ograniczeń ICE należą:

- relatywnie wysokie koszty cewników;
- cewniki jednorazowego użytku, bez możliwości resterylizacji;

- konieczność utworzenia dostępu żylnego udowego w trakcie badania w pracowni hemodynamicznej;
- konieczność kształcenia echografisty adekwatna do zaawansowania techniki (wprowadzanie cewnika, manipulacje sondą, zapoznanie się z obrazowaniem śródsercowym);
- konieczność dobrej współpracy między echografistą a hemodynamistą.

Powikłania ICE są nieliczne i ograniczają się głównie do przedsionkowych zaburzeń rytmu serca.

## Znaczenie kliniczne

Wskazania kliniczne do echokardiografii śródsercowej obejmują:

- przezskórne procedury interwencyjne;
- elektrofizjologię;
- złożone wady wrodzone.

### Przezskórne procedury interwencyjne

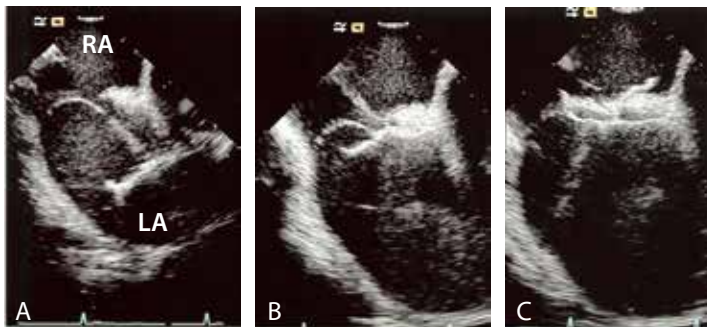
Echokardiografia śródsercowa znajduje zastosowanie przede wszystkim w pracowni hemodynamicznej w związku z procedurami przezskórnymi.

Wskazania kliniczne do ICE są analogiczne, jak w badaniu przezprzełykowym, i dotyczą:

- zamykania przetrwałego otworu owalnego (PFO) i ubytków w przegrodzie międzyprzedsionkowej (ASD) (ryc. 13.3);

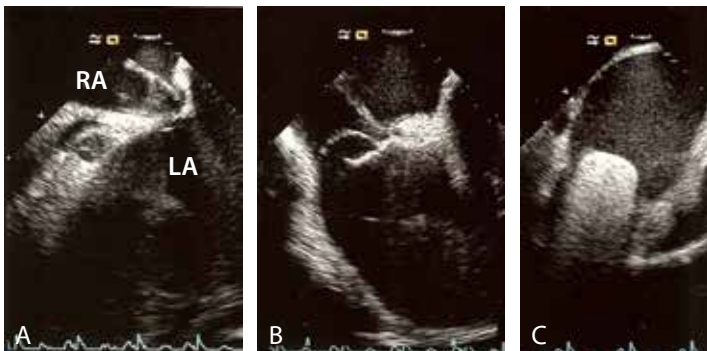
- cewnikowania przezprzegrodowego (sterowanie punkcją transseptalną);
- zamykania uszka lewego przedsionka;
- przezskórnej komisurotomii mitralnej (pomoc w cewnikowaniu transseptalnym i w poszerzaniu ujścia mitralnego) (ryc. 13.4);
- przezskórnej implantacji protez zastawkowych (szczególnie protezy aortalnej);
- przezskórnej korekcji niedomykalności mitralnej;
- ablacji alkoholowej w kardiomiopatii zawężającej.

W tych wskazaniach obrazy echograficzne uzyskane za pomocą ICE są zbliżone do obrazów uzyskiwanych w badaniu przezprzełykowym.



**Rycina 13.3.** Zamykanie przetrwałego otworu owalnego pod kontrolą echografii śródsercowej.

Źródło: E. Brochet, *ÉchoCardiographie*, 2009.



**Rycina 13.4.** Wykorzystanie echografii śródsercowej w trakcie cewnikowania transseptalnego (A) i przezskórnej komisurotomii mitralnej (B, C).

Źródło: E. Brochet, *ÉchoCardiographie*, 2009.

Do zalet echografii śródsercowej należą:

- możliwość wykonania badania bez znieczulenia ogólnego (wylimowania ryzyka narkozy i skrócenie pobytu szpitalnego);
- możliwość wykonania badania w trybie pilnym w razie potrzeby (trudny zabieg cewnikowania przegrody międzyprzedsionkowej, nieplanowane lub niemożliwe znieczulenie ogólne...);
- szansa wykonania badania w przypadkach, gdy badanie przezprzełykowe jest niemożliwe lub istnieją do niego przeciwwskazania;
- znakomite badanie ciągłości przegrody międzyprzedsionkowej, a szczególnie strefy dołu owalnego.

W odniesieniu do przezskórnego zamykania przetrwałego otworu owalnego lub ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej echokardiografia śródsercowa jest najbardziej przydatna do:

- kompletnej analizy ubytku w przegrodzie (lokalizacja, wielkość, morfologia, towarzyszące anomalie...);
- precyzyjnego monitorowania całej procedury zamykania ubytku;
- kontroli i nadzoru nad procedurą interwencyjną.

Za pomocą ICE uzyskuje się podobne informacje, jak w przypadku TEE, ale bez konieczności zakładania sondy do przełyku i wprowadzania znieczulenia ogólnego.

## Elektrofizjologia

Echografia śródsercowa jest również wykorzystywana do monitorowania cewnika ablacyjnego. Pozwala na:

- precyzyjne ustalenie położenia struktur sercowych;
- nadzór nad przemieszczaniem się cewnika;
- weryfikację optymalnej pozycji cewnika w miejscu ablacji;
- wykrywanie skrzeplin mogących się formować na cewniku ablacyjnym.

## Wady wrodzone serca

W tej dziedzinie echografia śródsercowa jest szczególnie przydatna w diagnostyce złożonych

wad i w kontroli efektów przebytych operacji korekcyjnych. Umożliwia uzyskanie rzetelnych widoków chirurgicznych struktur sercowych o wysokiej rozdzielczości.

## Wnioski

Echografia śródsercowa stanowi nową metodę echograficzną szczególnie przydatną i opłacalną w kardiologii interwencyjnej. Oferuje obrazy echograficzne struktur sercowych o bardzo wysokiej jakości.

Informacje dostarczane tą drogą są precyzyjne i interesujące z punktu widzenia planu diagnostyczno-terapeutycznego.

Perspektywy ICE wiążą się z miniaturyzacją cewników i wprowadzeniem techniki trójwymiarowej (3D w czasie rzeczywistym).

Cena systemów do ICE oraz łatwość zastosowania zmieniają się korzystnie, co sprzyja coraz szerszemu zastosowaniu tej techniki w praktyce klinicznej.

## Piśmiennictwo

- Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. Lippincott Williams and Wilkins; 2009.
- Bartel T, Konorza T, Arjumand J, et al. Intracardiac echocardiography in superior to conventional monitoring for guiding device closure of interatrial communications. *Circulation* 2003; 107: 795–7.
- Brochet E, Aubry P, Juliard JM, Vahanian A. L'Échographie intracardiaque: une nouvelle approche échographique en cardiologie interventionnelle. *Cardiologie Pratique* 2005; 736: 1–3.
- Brochet A. L'Échographie intracardiaque. *Échocardiographie* 2009; 18: 5–8.
- Calo L, Lambert F, Loricchio ML, et al. Intracardiac echocardiography: from electroanatomic correlation to clinical application in interventional electrophysiology. *Ital Heart J* 2002; 3: 387–98.
- Citro R, Ducceschi V, Salustri A. Intracardiac echocardiography to guide transeptal catheterization for radiofrequency catheter ablation of left-sided accessory pathways: two case reports. *Cardiovasc Ultrasound* 2004; 2: 20.
- Daoud EG, Kalbfleisch SJ, Hummel JD. Intracardiac echocardiography to guide transeptal left heart catheterization for radiofrequency catheter ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 358–63.



- Girod A, Delabays C, Roguelov F, et al. Échographie intracardiaque: un nouvel outil en cardiologie interventionnelle. *Revue Médicale Suisse*; 3118 (revue.medhyg.ch).
- Green NE, Hansgen AR, Carroll JD. Initial clinical experience with ICE in guiding balloon mitral valvuloplasty: technique, safety, utility and limitations. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 63: 385–94.
- Kalman JM, Olgin JE, Karch MR, et al. Use of intracardiac echocardiography in interventional electrophysiology. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 2248–62.
- Koenig PR, Abdulla RI, Cao QL, et al. Use of intracardiac echocardiography to guide catheter closure of atrial communications. *Echocardiography* 2003; 20: 781–7.
- Mangrum JM, Mounsey JP, Kok LC, et al. Intracardiac echocardiography-guided, anatomically based radiofrequency ablation of focal atrial fibrillation originating from pulmonary veins. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1964–72.
- Mullen MJ, Dias BF, Walker F, et al. Intracardiac echocardiography guided device closure of atrial septal defects. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41 (2): 285–92.
- Ren JF, Marchlinski FE, Callans DJ, Schwartzman D. *Practical Intracardiac Echocardiography in Electrophysiology*. Wiley-Blackwell; 2005.
- Silvestry FE, Wieggers SE. *Intracardiac Echocardiography*. Informa Healthcare; 2005.
- Szili-Torok T, Kimman G, Theuns D, et al. Transseptal left heart catheterization guided by intracardiac echocardiography. *Heart* 2001; 86: E11.
- Szili-Torok T, Kimman G, Scholten MF, et al. Interatrial septum pacing guided by three-dimensional intracardiac echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 2139–43.
- Wissner E. *Utility of intracardiac echocardiography during transseptal puncture*. Sudwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften. 2010.
- <http://www.biosensewebster.com/products/diagnostic/acunaw.aspx>.
- <https://www.medical.siemens.com>.
- Stryker® Sustainability solutions (MKT0056D-AcuNaw-Brochure-2011.pdf).

Christophe Klimczak

# Echokardiografia

## Techniki tradycyjne i nowoczesne

Ultrasonografia kardiologiczna, zwana echokardiografią, zajmuje dzisiaj czołowe miejsce w diagnostyce kardiologicznej. Za pomocą tej techniki można zwizualizować w czasie rzeczywistym strukturę serca w cyklu sercowym.

Do codziennej praktyki zostały wdrożone z sukcesem nowe techniki (3D, kontrast, *speckle tracking*...), co świadczy o tym, że echokardiografia jest technika żywą i rewolucjonizującą podejście do pacjenta.

Ogrom informacji, których dostarczają nowe techniki, jest dość trudny do interpretacji, zwłaszcza w codziennej rutynowej praktyce. Ta książka ma umożliwić ich syntezę oraz ułatwić zrozumienie i zapoznanie się z metodologią.

**Dr Christophe Klimczak**

W książce poruszonych jest wiele aspektów dydaktycznych i omówionych zastosowań klinicznych; znakomicie scala ona nowości techniczne i wykorzystanie w diagnostyce kardiologicznej oraz uwzględnia ich znaczenie prognostyczne.

**Profesor Albert Hagège**

**Kierownik Oddziału Kardiologii, Szpital Europejski im. Georges'a Pompidou, Paryż  
Prezes Francuskiego Towarzystwa Kardiologicznego**

Tytuł oryginału: **Techniques d'échographie cardiaque. Classiques, nouvelles, futures.** Publikację wydano na podstawie umowy z Elsevier.

**ELSEVIER**

ISBN 978-83-65625-10-6



9 788365 625106 >

[www.edraurban.pl](http://www.edraurban.pl)