

# 1. Wstęp

Mimo szybkiego postępu technologii medycznych i ekspansji metod obrazowych w diagnostyce chorób układu sercowo-naczyniowego, echokardiografia pozostaje najpowszechniej stosowaną, uniwersalną techniką obrazowania serca w praktyce kardiologicznej. Nie zmieniła tego faktu poprawa dostępności do metod tomograficznych (rezonans magnetyczny czy tomografia komputerowa). Echokardiografia nadal jest niezastąpiona z wielu względów — wysokiej trafności diagnostycznej, bezpieczeństwa pacjenta oraz powszechnej dostępności przy niewielkim koszcie badania.

Ta szczególna pozycja echokardiografii wymusza aktualizację standardów jej stosowania w kontekstach klinicznych. Zadania tego podjęła się po raz pierwszy Sekcja Echokardiografii Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego (SEPTK) w 1999 roku, publikując „Standardy echokardiografii klinicznej” (Kardiol. Pol. 1999; 51: 173–187).

Rola niniejszych „Rekomendacji 2007” jest ściśle praktyczna; mają one ułatwić podejmowanie decyzji dotyczących wskazań do badania oraz pomóc

ujednoczyć związane z nim podstawowe wymogi. Autorzy mają nadzieję, że rekomendacje będą pomocne w podejmowaniu codziennych decyzji klinicznych, ułatwią właściwą organizację pracowni oraz będą użyteczne podczas kontaktów z Narodowym Funduszem Zdrowia.

Układ jest zbliżony do poprzednich standardów; podobnie jak 8 lat temu priorytetem dla autorów była zwięzłość i jednoznaczność sformułowań. Zakres rekomendacji obejmuje zarówno elementy standaryzacji metodyki badania echokardiograficznego, wskazań w typowych sytuacjach klinicznych, pozycji zaawansowanych technik echokardiograficznych w codziennej praktyce, jak i najnowsze aspekty metody — na przykład zagadnienia telekonsultacji. Warto podkreślić, że aktualne rekomendacje tworzono pod kątem spójności z zaleceniami *European Association of Echocardiography*, z polskim nazewnictwem echokardiograficznym (Kardiol. Pol. 2005; 62: 275–278), a zarazem z istniejącym systemem akredytacji echokardiograficznej SEPTK, funkcjonującym od ponad 2 lat.

## 2. Wymagania dla pracowni echokardiografii

Zgodnie z wymogami akredytacji SEPTK wyposażenie pracowni różni się zależnie od jej klasy. Niezależnie od niej, pracownią echokardiografii powinien kierować lekarz posiadający akredytację SEPTK.

Powierzchnia pracowni powinna wynosić co najmniej 20 m<sup>2</sup>. Pomieszczenie musi spełniać normy BHP w zakresie klimatyzacji i zaciemnienia. Aparaty echokardiograficzne powinny być wyposażone w opcje obrazowania harmonicznego oraz doplerowskiego z znakowaniem przepływu kolorem, metodą doplerowskiej fali pulsacyjnej i fali ciągłej. Optymalnie, za pomocą jednego aparatu powinno się wykonywać nie więcej niż 2500 badań rocznie. W celu zapewnienia odpowiedniej jakości aparat należy systematycznie konserwować i raz do roku serwisować. Wskazane jest, by pacjenci mogli zapoznać się z krótką informacją dotyczącą badania echokardiograficznego.

Badanie echokardiograficzne musi być rejestrowane w zakresie odpowiadającym ostatecznym wnioskom i archiwizowane. Należy dążyć do cyfro-

wej archiwizacji. Optymalnie, w skład pracowni powinien wchodzić oddzielny pokój, w którym wyniki badania byłyby analizowane i konsultowane.

Na wykonanie standardowego badania przeklatkowego należy zarezerwować co najmniej 30 minut, a na złożone (z dokładnym oszacowaniem czynności skurczowej lewej komory, obliczeniami wolumetrycznymi i powierzchni zwężenia i/lub niedomykalności, oszacowaniem ciśnień w prawej komorze, łożysku płucnym lub ciśnień napełniania) — nie mniej niż 50 min. Badanie przezprzełykowe i obciążeniowe wymaga wraz z przygotowaniem pacjenta i sprzętu minimum 60 min.

Rocznie jeden operator nie powinien wykonywać więcej niż 1500 badań. Ze względu na brak standardów szkolenia techników sonografistów w Polsce badanie powinien przeprowadzać i interpretować lekarz kardiolog lub kardiolog dziecięcy (albo specjalista chorób wewnętrznych po szkoleniu odpowiadającym wymogom akredytacyjnym). Kwalifikacje lekarza operującego określono w zasadach akredytacji indywidualnej SEPTK.

## 3. Echokardiografia przezklatkowa

### 3.1. Technika badania

Przed przystąpieniem do badania należy zapoznać się z treścią skierowania, osłuchać serce, wprowadzić dane osobowe pacjenta do aparatu i podłączyć EKG, umieszczając elektrody w miejscach oddalonych od „okien akustycznych” (np. na plecach pacjenta). Jeżeli w typowych miejscach przyłożenia sondy znajdują się naklejone wcześniej elektrody lub opatrunki, w miarę możliwości należy je usunąć.

Standardowe elektrokardiograficzne badanie przezklatkowe (TTE, *transthoracic echocardiography*) rozpoczyna się od ułożenia pacjenta na lewym boku z lewą ręką umieszczoną pod głową, a prawą kończyną górną ułożoną wzdłuż tułowia; optymalizacja obrazu wymaga kontroli położenia badanego w zakresie pozycji od lewobocznej po ułożenie na wznak. Wykonujący badanie siedzi po lewej stronie pacjenta, trzymając sondę echokardiograficzną w prawej ręce i obsługuje klawiaturę echokardiografu ręką lewą; można również stosować odwrotne ustawienie.

Projekcje przymostkowe uzyskuje się w większym przechyleniu ciała pacjenta na lewy bok, ustawiając sondę w okolicy IV międzyżebra przy lewym brzegu mostka.

Projekcje koniuszkowe otrzymuje się w płytkim odchyleniu lewobocznym pacjenta, a sondę ustawia się w okolicy uderzenia koniuszkowego.

Projekcje podmostkowe uzyskuje się w pozycji na wznak, z kończynami górnymi ułożonymi wzdłuż ciała. Sondę ustawia się w okolicy nadbrzusza środkowego. W celu rozluźnienia powłok brzucha można zgiąć nogi pacjenta w stawach biodrowych i kolanowych.

Projekcje nadmostkowe otrzymuje się w pozycji na wznak, po odchyleniu głowy pacjenta do tyłu (przez podłożenie poduszki pod górną część pleców). Sondę ustawia się we wcięciu jarzmowym mostka.

Czasami występuje konieczność ułożenia pacjenta na prawym boku (np. podczas badania w projekcji przymostkowej prawostronnej, w czasie badania pacjenta z dekstrokardią lub ze znacznym przemieszczeniem śródpiersia na prawą stronę).

W niektórych sytuacjach, gdy optymalne ułożenie ciała pacjenta i prawidłowe ustawienie sondy

nie są możliwe (pacjenci unieruchomieni w pozycji na wznak, chorzy z ranami na klatce piersiowej itd.), badanie trzeba wykonać z pominięciem niektórych z wymienionych zasad. Jeżeli wskutek tego nie można uzyskać dostatecznej jakości obrazów, należy ten fakt uwzględnić w opisie.

Obrazy z badania echokardiograficznego należy archiwizować w postaci cyfrowej (sterowany sygnałem EKG zapis jednej lub kilku ewolucji serca, odtwarzany w zamkniętej pętli), nagrań wideo, ewentualnie zdjęć, w celu późniejszych porównań.

### 3.2. Projekcje echokardiograficzne i zakres badania

W badaniu przezklatkowym stosuje się następujące standardowe projekcje w kolejności preferowanej przez operatora:

- I. przymostkowa w osi długiej z uwidocznieniem:
  - A. lewego przedsionka, zastawki dwudzielnej, drogi napływu i odpływu lewej komory, tętnicy głównej z zastawką,
  - B. drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego i jego zastawki,
  - C. prawego przedsionka, zastawki trójdzielnej i drogi napływu prawej komory;
- II. przymostkowa w osi krótkiej:
  - A. naczyniowa — z uwidocznieniem opuszki aorty, drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego i jego zastawki,
  - B. na poziomie zastawki aortalnej — z uwidocznieniem przedsionków, zastawki trójdzielnej i drogi napływu prawej komory,
  - C. na poziomie zastawki mitralnej,
  - D. na poziomie mięśni brodawkowatych;
- III. koniuszkowa:
  - A. 4-jamowa,
  - B. 3-jamowa,
  - C. 2-jamowa,
  - D. 5-jamowa,
- IV. podmostkowa:
  - A. 4-jamowa,
  - B. 5-jamowa,
  - C. poprzeczna na poziomach: zastawki aortalnej, zastawki mitralnej oraz na poziomie mięśni brodawkowatych,

- D. czołowa,
- E. ukierunkowana na żyłę główną,
- F. ukierunkowana na aortę brzuszną;
- V. Nadmostkowa — w osi długiej i poprzecznej łuku aorty.  
Obrazowanie w przedstawianych projekcjach umożliwia przede wszystkim ocenę:  
Ad IA — wymiarów tętnicy głównej, lewego przedsionka, wymiarów jamy i grubości ściany lewej komory, ocenę morfologii oraz czynności zastawki mitralnej i aortalnej;
- Ad IB — morfologii i czynności zastawki pnia płucnego, drogi odpływu prawej komory oraz pnia płucnego;
- Ad IC — morfologii zastawki trójdzielnej i jej czynności, jamy prawego przedsionka oraz napływowej części prawej komory;
- Ad IIA i IIB — zastawki trójdzielnej i obu pni tętniczych, morfologii prawej komory i pnia płucnego, a także przegrody międzyprzedsionkowej;
- Ad IIC i IID — aparatu mitralnego oraz grubości ścian i kurczliwości lewej komory;
- Ad IIIA — zastawki trójdzielnej i mitralnej oraz kurczliwości lewej i prawej komory;
- Ad IIIB — zastawki mitralnej, dostępnego fragmentu aorty wstępującej, lewego przedsionka i kurczliwości lewej komory;
- Ad IIIC — zastawki mitralnej, lewego przedsionka i kurczliwości lewej komory;
- Ad IIID — drogi odpływu lewej komory i zastawki aorty;
- Ad IVA — ocenę przegrody międzyprzedsionkowej, obu zastawek przedsionkowo-komorowych, napływowej przegrody międzykomorowej;
- Ad IVB — odpływowej przegrody międzykomorowej, zastawki aorty i części wstępującej aorty;
- Ad IVC — drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego oraz jego zastawki, tętnic płucnych, lewej komory, aorty piersiowej i brzusznej — w zależności od płaszczyzny badania;
- Ad IVD — drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego i jego zastawki;
- Ad IVE — żyły głównej dolnej i żył wątrobowych;
- Ad IVF — aorty brzusznej;
- Ad V — aorty wstępującej, łuku, proksymalnego odcinka aorty zstępującej, wraz z odejściem lewej tętnicy szyjnej wspólnej i tętnicy podobojczykowej oraz tętnic i żył płucnych, a także żyły głównej górnej.

Przydatne, a niekiedy konieczne są projekcje pośrednie, które trudno jednoznacznie zakwalifikować zgodnie z powyższym podziałem. Przykłady i technika rejestracji, jak również normy echokardiograficznych pomiarów jam serca, grubości mięśnia

sercowego oraz badania dopplerowskiego omówiono w podręcznikach rekomendowanych przez SEPTK.

### 3.3. Doplerowska ocena serca

Ocena doplerowska obejmuje:

- rejestrację przepływów doplerowską metodą znakowania przepływu kolorem; technika stosowana do mapowania prędkości krwi (lub tkanek — kolorowy dopler tkankowy) jako wstępny etap identyfikacji nieprawidłowości przepływu;
- badanie techniką spektralną:
  - metodą fali ciągłej (pomiar prędkości przepływu krwi do ok. 10 m/s, uzyskane spektrum przedstawia prędkości mierzone wzdłuż całej osi badania, bez sprecyzowanego punktu pomiaru);
  - metodą fali pulsacyjnej (możliwe ustalenie z dokładnością do kilku milimetrów punktu pomiaru prędkości, jednak zakres pomiaru prędkości ograniczony przez tzw. limit Nyquista; ok. 2 m/s); technika stosowana do umiejscowionego pomiaru prędkości krwi lub tkanek (spektralny dopler tkankowy).

Wybór techniki fali ciągłej lub pulsacyjnej zależy od celu oceny i wynika z wymienionych powyżej ograniczeń każdej z tych metod.

Do podstawowej oceny doplerowskiej zalicza się:

- pomiary prędkości przepływów przez ujścia zastawkowe i ocenę przepływów zwrotnych, niedomykalności (doplerowska metoda fali ciągłej);
- ocenę napełniania lewej komory (doplerowska metoda fali pulsacyjnej, rejestracja na szczycie płatków zastawki mitralnej) i przepływu w żyłach płucnych (doplerowska metoda fali pulsacyjnej);
- zapis prędkości niezbędnych do obliczeń hemodynamicznych, na przykład równania ciągłości (doplerowska metoda fali pulsacyjnej);
- ocenę przepływów w dostępnych odcinkach aorty (cieśń, aorta brzuszna);
- mapowanie nieprawidłowych przepływów — w przypadku stwierdzenia nieprawidłowych przepływów konieczne jest poszerzenie badania doplerowskiego danej patologii (szczegółowy opis takiej metodyki wykracza poza ramy niniejszego opracowania).

### 3.4. Opis echokardiograficznego badania przezklatkowego

Opis badania powinien zawierać następujące informacje:

- nazwę aparatu oraz opcje wykorzystane podczas badania (np. dopler tkankowy);
- opis warunków technicznych badania (jakość „okna akustycznego”, przyczyny utrudniające lub uniemożliwiające interpretację);
- wymiary następujących struktur z zaznaczeniem norm lub komentarzem dotyczącym nieprawidłowych wymiarów. Wartości rozkurczowe (r) ocenia się na szczycie załamka R elektrokardiogramu, a skurczowe (s) — na ramieniu zstępującym załamka T. Dopuszcza się pomiar struktur serca zarówno w prezentacji dwuwymiarowej, jak i jednowymiarowej (*M-mode*, o ile możliwe jest ustawienie kursora we właściwy anatomicznie sposób):
  - lewej komory (r, s),
  - lewego przedsionka (s),
  - aorty wstępującej powyżej opuszki (d),
  - prawej komory (r),
  - przegrody międzykomorowej i tylnej ścian lewej komory (r),
  - pnia płucnego (d),
  - u chorych z cechami niewydolności serca lub nadciśnienia płucnego — szerokość i zmienność oddechową wymiaru żyły głównej dolnej;
- wyniki doplerowskiej oceny pomiarów prędkości przez wszystkie zastawki. W przypadku zwężeń — wartości średnich i maksymalnych gradientów ciśnień, u chorych z niedomykalnością zastawki trójdzielnej — prędkość fali zwrotnej trójdzielnej lub maksymalny gradient skurczowy prawa komora–prawy przedsionek;
- komentarz uwzględniający:
  - ocenę wielkości jam serca i grubości mięśnia lewej komory,
  - ocenę całkowitej i odcinkowej kurczliwości lewej komory oraz czynności rozkurczowej lewej komory, z uwzględnieniem ciśnień napełniania,
  - morfologię i czynność zastawek serca,
  - w wypadku pacjentów z nadciśnieniem płucnym — szacunkową ocenę wartości ciśnień w krążeniu płucnym,
  - ocenę osierdza,
  - dodatkowe informacje istotne dla ostatecznego rozpoznania i/lub leczenia (np. wniośki z porównania aktualnego stanu z wynikami wykonanych wcześniej badań),
  - wnioski.

Badanie powinno być czytelnie podpisane lub opatrzone pieczętką identyfikującą badającego.

## UWAGI

Zaleca się określenie ilościowe frakcji wyrzutowej lewej komory. Podstawową procedurę oceny stanowi dwupłaszczyznowa metoda Simpsona lub, w przypadku doświadczonego echokardiografisty, ocena wizualna obrazu dwuwymiarowego. Nie zaleca się metody Teichholza, zwłaszcza przy obecności zaburzeń kurczliwości.

We wstępnej ocenie niedomykalności zastawek zaleca się korzystanie z doplerowskiej metody znakowania przepływu kolorem i zastosowanie skali półilościowej — niedomykalność śladowa, mała, umiarkowana, duża (istotna). W przypadku stosowania 4-stopniowej skali (I–IV) stopień I odpowiada niedomykalności małej, II — umiarkowanej, III — umiarkowanej/dużej (*moderate-to-severe* — istotnej), a IV — dużej (istotnej), przy czym ocena musi uwzględniać dostępne wskaźniki jakościowe i ilościowe, a nie jedynie pole fali zwrotnej w kolorowym znakowaniu doplerowskim.

Jeśli podejrzewa się istotne hemodynamiczne zaburzenia czynności zastawek, należy określić patomechanizm wady. W przypadku zwężenia zastawki trzeba ustalić jej pole, gradient maksymalny i średni, a w przypadku istotnej niedomykalności (zwłaszcza zastawki mitralnej) wskazane jest opisanie szerokości talii fali zwrotnej i innych ilościowych wskaźników nasilenia wady. U chorych, u których rozważa się wskazania do leczenia operacyjnego, jest zalecane obliczanie objętości oraz frakcji fali zwrotnej i efektywnego pola niedomykalności, o ile istnieje taka możliwość.

U wielu zdrowych osób wykrywa się śladowe niedomykalności prawidłowych zastawek serca. Zalicza się do nich wykrywane doplerowską metodą znakowania przepływu kolorem: niedomykalność zastawki pnia płucnego, zastawki trójdzielnej i protosystoliczną zastawki mitralnej. Zaleca się uwzględnianie ich w opisie jako fizjologiczną/śladową falę zwrotną.

Płyn w jamie osierdza ocenia się, podając w kilku lokalizacjach szerokość separacji blaszek osierdza mierzonej w fazie rozkurczu sąsiadującej jamy serca.

U pacjentów z objawami nasilonnej niewydolności serca, u których stwierdza się cechy asynchronii skurczu lewej komory, należy to zaznaczyć w wyniku i rozważyć dokonanie szczegółowej analizy synchronii pracy serca.

W kardiologii dziecięcej lub u dorosłych osób z wadami wrodzonymi serca opis badania powinien zawierać pełne informacje o budowie anatomicznej i zaburzeniach czynnościowych, z uwzględnieniem:

- położenia i morfologii przedsionków, ich połączenia z żyłami systemowymi i płucnymi;
- ciągłości przegród serca;
- morfologii i czynności zastawek serca;
- morfologii i czynności komór, ich relacji względem siebie oraz połączenia z przedsionkami i pniami tętniczymi;
- aorty i pnia płucnego;
- odejścia tętnic wieńcowych;
- ewentualnych połączeń między pniami tętniczymi (przetrwwały przewód tętniczy, anastomozy aortalno-płucne);
- następstw czynnościowych stwierdzanych wad.

Nieuwzględnienie w opisie którejs z powyższych informacji jest równoznaczne ze stwierdzeniem prawidłowej budowy i czynności w danym zakresie. W przypadku nieprawidłowości należy dokładnie opisać rodzaj stwierdzonej patologii. Nieprawidłowy przepływ należy określić, podając jego charakter, kierunek, prędkość i obliczyć gradient ciśnień.

### **3.5. Badanie skrócone (ukierunkowane) za pomocą przenośnego echokardiografu**

Badanie skrócone (ukierunkowane) ogranicza się do oceny dominującej patologii, zgodnie z konkretnym zagadnieniem klinicznym. Pozwala na szybką, często przyłóżkową ocenę wielkości jam serca i pni tętniczych, przerostu mięśnia sercowego, zaburzeń kurczliwości, obecności płynu w worku osierdziowym, występowania patologicznych mas wewnątrzsercowych, powikłań mechanicznych zawału serca oraz wstępną ocenę morfologii i funkcji zastawek.

Badanie skrócone można wykonać za pomocą echokardiografu standardowego lub przenośnego. Przenośne echokardiografy (*handheld echocardiographs*) to zminiaturyzowane, zasilane baterią urzą-

dzenia umożliwiające uzyskiwanie obrazów dwuwymiarowych i kolorowego znakowania przepływu oraz cyfrową rejestrację badania w formacie DICOM. Zaleca się wykorzystywanie urządzeń pozwalających dodatkowo na zapis w doplerowskim trybie fali ciągłej i pulsacyjnej. Niektóre przenośne echokardiografy umożliwiają zaawansowane techniki rejestracji i obróbki obrazu oraz są przystosowane do wykonywania badań przezprzełykowych i wewnątrzsercowych.

Skrócone badanie echokardiograficzne jest szczególnie uzasadnione w sytuacjach nagłego zagrożenia życia. Najczęstsze kliniczne wskazania do jego wykonania stanowią:

- ostra niewydolność serca;
- ostry zespół wieńcowy;
- mechaniczne powikłania zawału;
- tamponada serca;
- ostra dysfunkcja zastawki;
- masywny zator tętnicy płucnej;
- rozwarstwienie aorty;
- hipowolemia.

Ponadto badanie za pomocą przenośnego echokardiografu jest przydatne jako próba przesiewowa, podczas konsultacji kardiologicznych na innych oddziałach, w warunkach izby przyjęć (np. w różnicowaniu przyczyn duszności lub bólu w klatce piersiowej).

W opisie badania skróconego należy dodatkowo uwzględnić warunki badania, stan hemodynamiczny pacjenta i stosowane leki, które istotnie wpływają na interpretację wyniku. Opis nie musi zawierać pomiarów niewiążących się z celem badania, musi jednak obejmować ukierunkowane wyjaśnienie dominującego problemu klinicznego.

Wymagane kwalifikacje operatora oceniającego badania przyłóżkowe nie odbiegają od wymaganych w standardowym szkoleniu echokardiograficznym.

## 4. Echokardiografia przezprzełykowa

### 4.1. Wskazania do badania przezprzełykowego

Echokardiograficzne badania przezklatkowe i przezprzełykowe (TEE, *transesophageal echocardiography*) należy traktować jako wzajemnie się uzupełniające. Ostateczną decyzję o przeprowadzeniu badania podejmuje kardiolog, który je wykonuje.

Podstawowe wskazania do badania przezprzełykowego stanowią:

- niedostateczna jakość obrazowania przezklatkowego;
- ocena źródeł zatorowości sercopochodnej; badanie przed kardiowersją jest wskazane przy niemożności standardowego przygotowania przeciwkrzepliwego pacjenta, u którego czas trwania migotania lub trzepotania przedsionków wynosi ponad 48 godzin;
- podejrzenie zapalenia wsierdza, zwłaszcza u chorego z protezą zastawki;
- ryzyko dysfunkcji protezy zastawki;
- ocena przed walwuloplastyką i zabiegami naprawczymi, zwłaszcza zastawki mitralnej;
- wady wrodzone serca, szczególnie ocena przegrrody międzyprzedsionkowej;
- guzy serca;
- ocena chorób aorty piersiowej i innych naczyń (zatorowość płucna, ocena żył płucnych, nieprawidłowości proksymalnych tętnic wieńcowych);
- monitorowanie śródoperacyjne zabiegów kardiochirurgicznych lub przeznaczeniowych — jedno z najistotniejszych obecnie wskazań o rosnącym znaczeniu.

### 4.2. Technika badania

Badanie należy wykonywać głowicą wielopłaszczyznową, która zapewnia najlepsze warunki obrazowania serca i aorty piersiowej. Trzeba je przeprowadzić w pracowniach klasy B lub C z zabezpieczeniem reanimacyjnym (defibrylator); może być wykonywane jako procedura ambulatoryjna. Badanie powinien wykonywać lekarz z akredytacją indywidualną lub je nadzorować, zawsze w obecności drugiej osoby (pielęgniarka, szkolący się lekarz). Przed badaniem nie zaleca się stosowania profilaktyki antybiotykowej infekcyjnego zapalenia wsierdza.

Badania nie należy wykonywać u pacjentów, którzy spożyli posiłek w ciągu 6 godzin przed badaniem oraz gdy istnieje podwyższone ryzyko perforacji przełyku lub masywnego krwawienia z przewodu pokarmowego (guzy, uchyłki, żylaki przełyku). Podczas badania nosicieli HIV, wirusowego zapalenia wątroby lub chorych z infekcyjnym zapaleniem wsierdza można zastosować jednorazową osłonkę sondy. Badanie należy rejestrować na dostępnych nośnikach obrazu; wskazany jest zapis wideo całości procedury.

Przed badaniem należy zdezynfekować sondę w sposób zalecany przez producenta i sprawdzić jej sprawność, wykonując:

- kontrolę ciągłości powłoki gastroscopu z testem izolacji elektrycznej według zaleceń producenta;
  - ocenę ruchomości końcówki sondy i zachowanej płynnej zmiany ustawienia przetwornika. Przygotowanie pacjenta do badania obejmuje:
  - uzyskanie świadomie wyrażonej zgody od pacjenta i udzielenie szczegółowej informacji o przebiegu badania;
  - zebranie wywiadu (ostatni posiłek, schorzenia przełyku, uczulenie na lidokainę);
  - zapewnienie dostępu dożylnego, przyklejenie elektrod do zapisu EKG;
  - usunięcie protez z jamy ustnej i miejscowe znieczulenie gardła 10-procentowym roztworem lidokainy w aerozolu;
  - ułożenie pacjenta w pozycji lewobocznej z lewą ręką pod głową, założenie ustnika;
  - stosowanie sedacji, która poprawia komfort badania i ułatwia zebranie danych diagnostycznych. Zalecany jest midazolam (dożylnie 0,05–0,1 mg/kg mc.) albo diazepam (dożylnie 0,1–0,2 mg/kg mc.). Sedacja jest konieczna u niespokojnych pacjentów lub u osób z podejrzeniem rozwarstwienia aorty;
  - poinformowanie pacjenta o konieczności pozostania na czczo przez 1,5 godziny po badaniu.
- Badanie rozpoczyna się od oceny głównej przyczyny skierowania. Sondę wprowadza się, nie forsując wyczuwalnego oporu, zwłaszcza gdy pokręta zmieniają pozycję; pokręta końcówki są odblokowane. Zaleca się rozpoczynanie badania w określonych projekcjach — od poprzecznej płaszczyzny

obrazowania w celu uwidocznienia charakterystycznej dla danej projekcji struktury serca, z następową optymalizacją obrazu, przez dostosowanie kąta płaszczyzny przekroju i zmianę pozycji głowicy. W ocenie przecieków wewnątrzsercowych (szczególnie drożnego otworu owalnego) wskazane jest przeprowadzenie badania z zastosowaniem kontrastu w warunkach próby Valsalvy (jej wykonanie może być trudne w przypadku głębokiej sedacji).

Po badaniu mechanicznie oczyszcza się sondę i myje ją bieżącą, chłodną wodą. Dezynfekcja obejmuje co najmniej 15-minutowe zanurzenie w zalecanym przez producenta sondy środku dezynfekującym, zwykle aldehydzie glutarowym; następnie należy umyć sondę bieżącą, chłodną wodą.

### 4.3. Projekcje echokardiograficzne

Stosuje się następujące standardowe płaszczyzny obrazowania (zależne od obrotu przetwornika sondy wielopłaszczyznowej):

- płaszczyzna poprzeczna (0 stopni); orientacja obrazu:
  - lewa strona serca po prawej stronie sektora,
  - tylna strona serca u góry sektora;
- płaszczyzna podłużna (90 stopni); orientacja obrazu:
  - górna część serca po prawej stronie sektora,
  - tylna część serca u góry sektora;
- płaszczyzna pośrednia prawa (30–50 stopni);
- płaszczyzna pośrednia lewa (100–130 stopni). Standardowo stosuje się następujące projekcje:
- przezprzełykową niską (głębokość wprowadzenia sondy ok. 30–35 cm od zębów). W płaszczyźnie poprzecznej można uwidocznić drogę napływu prawej komory oraz ujście do prawego przedsionka, nad przegrodowym płatkami zastawki trójdzielnej, zatoki wieńcowej;
- przezprzełykową środkową (głębokość wprowadzenia sondy ok. 30 cm od zębów). W płaszczyźnie poprzecznej uzyskuje się projekcję 4-jamową, w płaszczyźnie podłużnej — 2-jamową z uszkiem lewego przedsionka, w płaszczyźnie pośredniej lewej — 3-jamową;
- przezprzełykową wysoką (głębokość wprowadzenia sondy ok. 25–30 cm od zębów). W płaszczyźnie poprzecznej można uwidocznić zastawkę aorty i oba przedsionki. W płaszczyźnie pośredniej prawej uzyskuje się dokładnie poprzeczny przekrój przez zastawkę aorty. Nad zastawką znajduje się lewy przedsionek oddzielony z lewej strony przez przegrodę od prawe-

go przedsionka. Pod zastawką aortalną, od lewej do prawej strony, znajdują się: zastawka trójdzielna, droga odpływu prawej komory, pień płucny i jego zastawka. W płaszczyźnie pośredniej lewej można uwidocznić część wstępującą aorty oraz ujście i proksymalną część prawej tętnicy wieńcowej. Po odchyleniu końcówki w prawo uzyskuje się obraz pnia płucnego z zastawką. Obracając sondę w prawo, można uwidocznić przegrodę międzyprzedsionkową z dołem owalnym; nad przegrodą znajduje się lewy przedsionek, a pod przegrodą — prawy. Do prawego przedsionka na godzinie 3.00 uchodzi główna żyła górna, a na godzinie 10.00 — główna żyła dolna. Wysuwając sondę nieco nad poziom płatków aortalnych, można w płaszczyźnie pośredniej prawej uwidocznić odejście tętnic wieńcowych z zatok wieńcowych (na godzinie 2.00 odejście pnia lewej tętnicy wieńcowej, a na godzinie 6.00 odejście prawej tętnicy wieńcowej). Po ustawieniu kąta płaszczyzny przekroju na 0–30 stopni i zagięciu końcówki do przodu uzyskuje się obraz uszka lewego przedsionka, a nad nim — ujście żyły płucnej górnej lewej;

- przezżołądkową podwpustową (głębokość wprowadzenia sondy ok. 35–40 cm od zębów). Po przygięciu końcówki do przodu w płaszczyźnie poprzecznej uwidocznia się lewą komorę w krótkiej osi na poziomie mięśni brodawkowatych. W płaszczyźnie podłużnej uzyskuje się obraz lewej komory, lewego przedsionka i jego uszka. Po małej rotacji sondy w prawo można uwidocznić drogę odpływu lewej komory z zastawką aortalną. Prawe jamy serca zostaną uwidocznione po znacznej rotacji głowicy w prawo. W płaszczyźnie poprzecznej uzyskuje się obraz prawej komory; zwiększając kąt płaszczyzny do 30 stopni, uwidacznia się w osi krótkiej zastawkę trójdzielną, a do 90 stopni uzyskuje się projekcję 2-jamową prawokomorową; przy większym odchyleniu płaszczyzny zostaje uwidoczniona droga odpływu prawej komory z zastawką płucną;
- przezżołądkową 5-jamową (głębsze wprowadzenie sondy do żołądka niż w projekcji podwpustowej i mocniejsze zgięcie do przodu). W płaszczyźnie poprzecznej uzyskuje się projekcję 5-jamową, zaś zwiększając kąt płaszczyzny, uwidacznia się lewą komorę w projekcji 3-jamowej;
- aortalne (odwrócenie gastrokopu przetwornikiem w stronę grzbietową o ok. 180 stopni). Zmieniając głębokość sondy w przełyku, uwidacznia się w płaszczyźnie poprzecznej



i podłużnej część zstępującą i łuk aorty piersiowej. Badając aortę o krętym przebiegu, należy odpowiednio manewrować sondą i dostosowywać płaszczyzny przekroju.

#### **4.4. Opis echokardiograficznego badania przezprzełykowego**

Opis badania powinien zawierać wyczerpujące odpowiedzi na pytania znajdujące się w skierowaniu chorego na badanie. Jeżeli wykryte zmiany pa-

tologiczne można uwidocznic tylko w określonej projekcji (zwłaszcza gdy odbiega ona od projekcji standardowych), należy dokładnie określić pozycję głowicy (głębokość, odgięcie końcówki, kąt płaszczyzny przekroju).

Ponadto w standardowym opisie badania trzeba uwzględnić ocenę lewego przedsionka i jego uszka, przegrody międzyprzedsionkowej, zastawek serca oraz aorty piersiowej. Badanie powinno zawierać opis zastosowanej premedykacji i ewentualnych problemów występujących w czasie procedury.

## 5. Echokardiografia obciążeniowa

### 5.1. Zasady wykonywania

Echokardiografia obciążeniowa to nieinwazyjna, tania i bezpieczna metoda obrazowa, służąca do oceny czynności serca w czasie spoczynku i obciążenia — wysiłkiem fizycznym, stymulacją elektryczną lub, najczęściej, bodźcami farmakologicznymi (leki inotropowe lub naczyniorozszerzające).

Wskazanie do badania stanowią:

- identyfikacja niedokrwienia i żywotności mięśnia sercowego;
- ustalenie rokowania chorego wiążące się z decyzjami terapeutycznymi (rewaskularyzacja, zabiegowe leczenie wad serca, resynchronizacja, przeszczepienie serca, obciążający zabieg chirurgiczny);
- ocena hemodynamiczna zaawansowania wady zastawki mitralnej lub aortalnej;
- określenie rezerwy wieńcowej (gałąź miedzykomorowa przednia, rzadziej tylna).

Echokardiografia obciążeniowa wymaga:

- dużego doświadczenia lekarza operującego — interpretacja przynajmniej 100 badań pod nadzorem eksperta;
- sprzętu echokardiograficznego umożliwiającego dobrą wizualizację badanych struktur serca, z cyfrową rejestracją i analizą pętli obrazu z kolejnych etapów badania; niedostateczna wizualizacja wsierdza jest wskazaniem do podania kontrastu, który powinien być dostępny w pracowni;
- dostępności sprzętu do wykonania wybranego rodzaju obciążenia (ergometr/bieżnia ruchoma, stymulator lub pompa infuzyjna), aparatury do monitorowania EKG i ciśnienia tętniczego oraz zestawu reanimacyjnego.

Badania obciążeniowe są wymagane dla akredytacji pracowni w klasie C, chociaż można je wykonywać w pracowniach niższych klas, spełniających powyższe wymogi.

Wysiłkowe badanie echokardiograficzne jest fizjologiczne, tanie i najbardziej bezpieczne. Wadę testu stanowi utrudniona rejestracja w trakcie wysiłku lub zmniejszona czułość związana z opóźnieniem rejestracji w przypadku badań powysiłkowych (przemieszczenie pacjenta z bieżni/ergometru na

kozetkę). Badanie wymaga dostatecznej tolerancji wysiłku fizycznego pacjenta (osiągnięcie submaksymalnej częstości pracy serca).

Alternatywę dla badania wysiłkowego stanowią próby farmakologiczne. W Polsce w ocenie niedokrwienia i żywotności miokardium najczęściej stosuje się test dobutaminowy. Najczęstszy schemat podawania dobutaminy to wlew dożylny od dawki 5–40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  (zwiększając dawkę co 3 min do 5, 10, 20, 30, 40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ). W przypadku niedostatecznej dla wieku i płci odpowiedzi chronotropowej podaje się dożylnie atropinę (0,25–1 mg, niekiedy do 2 mg — w sytuacji nieosiągnięcia submaksymalnej częstości pracy serca). Test jest tani i bezpieczny. Wadą próby dobutaminowej są głównie działania niepożądane leku, czyli zaburzenia rytmu. Poważne powikłania, takie jak śmierć lub zawał serca, zdarzają się w trakcie tego testu niezwykle rzadko, jednak częściej niż podczas prób wysiłkowych i dipirydamolowych. Przeciwwskazaniem do przeprowadzenia testu dobutaminowego jest wywiad w kierunku groźnych arytmii komorowych.

Test dipirydamolowy jest najłatwiejszy w interpretacji, trwa krócej i zazwyczaj pozwala uzyskać lepszą widoczność segmentów niż test dobutaminowy (brak przyspieszenia czynności serca). Najczęściej podaje się 0,84 mg/kg dipirydamolu w ciągu 4–10 min, niekiedy w ciągu 6 min, i dodatkowo atropinę do łącznej dawki 1 mg. Po badaniu powoli podaje się dożylnie 250 mg aminofiliny. Badanie z dipirydamolem jest bezpieczne, zaś przeciwwskazane głównie u pacjentów ze spastycznymi chorobami płuc i blokiem przedsionkowo-komorowym oraz u osób z objawową hipotonią. Wadą jest niska czułość testu w wykrywaniu choroby wieńcowej, zwłaszcza jednonaczyniowej. Badanie jest preferowane w przypadku oceny perfuzji miokardium z użyciem środków kontrastowych.

Test adenozynowy wykonuje się rzadko. Lek jest drogi, a próba ma również niską czułość w wykrywaniu choroby wieńcowej, zwłaszcza jednonaczyniowej. Adenozyne podaje się w dawce 0,14  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  przez 6 min. Testy adenozynowy i dipirydamolowy umożliwiają pomiar rezerwy wieńcowej.

Innych metod echokardiografii obciążeniowej nie stosuje się rutynowo. Test ergonowinowy służy

rozpoznawaniu naczynioskurczowej postaci choroby wieńcowej. Wykonuje się go rzadko z powodu kontrowersji dotyczących jego bezpieczeństwa. Ergonowinę podaje się w bolusie 0,05 mg co 5 min, aż do łącznej dawki 0,35 mg.

Test szybkiej stymulacji przezprzełykowej lewego przedsionka stosuje się rzadko z powodu półinwazyjności i gorszej tolerancji. U części pacjentów pojawia się blok przedsionkowo-komorowy II stopnia, uniemożliwiający osiągnięcie punktu końcowego. U osób ze stałą stymulacją serca szybka stymulacja kontrolowana programatorem zewnętrznym może stanowić test z wyboru. Stymulację rozpoczyna się zwykle od częstości 100/min lub o 10/min większej niż własny rytm pacjenta, a następnie zwiększa się o 10/min, aż do wartości 150/min lub do częstości odpowiadającej 85% tętna maksymalnego dla wieku. Każdy etap trwa 3 min. Testy szybkiej stymulacji wykazują dobrą dokładność w diagnostyce choroby wieńcowej (szczególnie przy stymulacji AAI/DDD), a ich zaletami są niski koszt i bezpieczeństwo (w każdej chwili można zaprzestać stymulacji i wrócić do wyjściowych warunków hemodynamicznych).

## 5.2. Wskazania do przeprowadzenia badań obciążeniowych

### Ocena niedokrwienia

Echokardiografię obciążeniową zaleca się w diagnostyce choroby wieńcowej u pacjentów z pośrednim prawdopodobieństwem schorzenia, z utrudnioną interpretacją EKG, w przypadku:

- bloku lewej odnogi pęczka Hisa;
- zespołu Wolffa-Parkinsona-White'a;
- stałej stymulacji u osób zależnych od rozrusznika;
- cech przerostu i przeciążenia lewej komory w EKG;
- spoczynkowego obniżenia ST powyżej 0,5 mm;
- osób z wątpliwym wynikiem elektrokardiograficznej próby wysiłkowej.

Test farmakologiczny jest badaniem z wyboru wobec braku możliwości przeprowadzenia próby wysiłkowej lub przy niediagnostycznym wyniku badania wysiłkowego. Dzięki dobrej swoistości metoda jest szczególnie cenna w diagnostyce bólów w klatce piersiowej u kobiet przed 60. rokiem życia. U pacjentów po rewaskularyzacji i z chorobą wielonaczyniową badanie, w przeciwieństwie do próby wysiłkowej EKG, pozwala określić obszar niedokrwienia. U osób po koronarografii ważne wskazanie stanowi ocena istotności granicznego

zwężenia tętnicy wieńcowej. Wartość diagnostyczna prawidłowego technicznie badania obciążeniowego nie ustępuje scyntygrafii perfuzyjnej. Uzupełnienie metody stanowi ocena rezerwy wieńcowej, możliwa u około 90% i 50% pacjentów, odpowiednio: w obrębie gałęzi międzykomorowej przedniej i tylnej.

Kurczliwość mięśnia sercowego ocenia się wizualnie, w spoczynku i na szczycie każdego etapu obciążenia, stosując podział lewej komory na 16 lub 17 segmentów i 4-stopniową skalę zaburzeń kurczliwości (1 — normokineza; 2 — hipokineza; 3 — akineza; 4 — dyskineza). W ocenie niedokrwienia mięśnia sercowego test interpretuje się jako dodatni, gdy w 2 lub więcej segmentach pojawiają się nowe zaburzenia kurczliwości lub/i pogorszą się zaburzenia kurczliwości stwierdzone w spoczynku. Brak hiperkinezy, przejście akinezy w dyskinezę, nasilenie stopnia hipokinezy nie są traktowane jako wystarczające kryteria rozpoznania niedokrwienia. Nasilenie niedokrwienia ocenia się poprzez liczbę zajętych segmentów, ciężkość asynergii i czas do pojawienia się niedokrwienia.

Przeciwwskazania do badania i wskazania do przerwania testu nie odbiegają od stosowanych podczas standardowych prób wysiłkowych.

Echokardiograficzne badanie obciążeniowe pozwala na ocenę niedokrwienia, gdy:

- pojawi się dodatni wynik echokardiograficzny testu; lub
- pacjent osiągnie submaksymalną częstość pracy serca (85% tętna maksymalnego dla wieku) albo maksymalne obciążenie stresem dla danego typu testu.

### Ocena żywotności

Żywotność miokardium ocenia się przy planowaniu rewaskularyzacji u chorych z dysfunkcją lewej komory, wobec braku innych wskazań do zabiegu. W tym celu najczęściej stosuje się test dobutaminowy w małej dawce (5, 10, 20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ), oceniając obniżenie wskaźnika kurczliwości. Test powinien jednak zazwyczaj obejmować ocenę niedokrwienia w tych obszarach (protokół standardowy). Poprawę czynności komory po rewaskularyzacji chirurgicznej obserwowano przy polepszeniu funkcji co najmniej 4 segmentów miokardium o 1 stopień. Przyrost frakcji wyrzutowej o ponad 1/4 wartości wyjściowej prognozuje dobry efekt u osób zakwalifikowanych do resynchronizacji terapeutycznej lewej komory.

### Ocena rokowania

Wykazano znaczenie prognostyczne wielkości wskaźnika zaburzeń kurczliwości lewej komory, liczby zajętych asynergią segmentów lewej komory oraz wielkości frakcji wyrzutowej, objętości

końcowoskurczowej i końcoworozkurczowej lewej komory w czasie spoczynku oraz na szczycie obciążenia. Wartość prognostyczna dodatniego wyniku testu obciążeniowego jest większa niż rezultatu wysiłkowego badania elektrokardiograficznego. Ujemny wynik testu echokardiograficznego wskazuje na bardzo dobre rokowanie u chorego.

Echokardiograficzne badanie obciążeniowe stosuje się w ocenie zagrożenia powikłaniami sercowo-naczyniowymi, a także w ustaleniu ryzyka operacyjnego przed planowanym dużym zabiegiem chirurgicznym (np. torakochirurgia, chirurgia naczyniowa). Dodatni wynik testu powinien ukierunkować dalszą diagnostykę niedokrwienia i leczenie inwazyjne.

### **Echokardiografia obciążeniowa u pacjentów z wadami serca**

Echokardiografię obciążeniową wykorzystuje się do hemodynamicznej oceny wad zastawkowych serca, przy kwalifikacji do zabiegu. Próba echokardiograficzna umożliwia ocenę funkcji uszkodzonej zastawki w warunkach zbliżonych do codziennej aktywności. Ocenia się zarówno parametry funkcji lewej i prawej komory (frakcja wyrzutowa, objętości), jak i zastawki (pole, gradienty przez zastawkowe,

wielkość fali zwrotnej), a także wartości ciśnienia w pniu płucnym.

Test obciążeniowy w diagnostyce wad serca ocenia się jako dodatni, gdy pojawią się nowe lub/i wystąpi nasilenie dotychczasowych spoczynkowych obszarów zaburzeń kurczliwości mięśnia sercowego lub/i wystąpią objawy odpowiadające typowym dla danej wady serca zaburzeniom hemodynamicznym.

W przypadku zwężenia zastawki aortalnej u pacjentów z dysfunkcją lewej komory i niskim gradientem przez zastawkowym badanie umożliwia potwierdzenie istotności wady. W celu kwalifikacji do leczenia operacyjnego niezbędne jest potwierdzenie rezerwy kurczliwości mięśnia sercowego — rokowanie okołoperacyjne jest znacznie lepsze, gdy nastąpi poprawa kurczliwości ze wzrostem objętości wyrzutowej o 20% lub więcej. W ocenie rezerwy kurczliwości mięśnia sercowego analizuje się dane rejestrowane podczas wlewu z dobutaminą w małej dawce (etapy: 5, 10, 20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  po 3–5 min każdy lub do momentu osiągnięcia przyspieszenia czynności serca o 10/min).

W kwalifikacji niedomykalności zastawki mitralnej stosuje się wysiłkową próbę obciążeniową, oceniając w szczególności ciśnienie w tętnicy płucnej oraz wielkość mitralnej fali zwrotnej.

## 6. Zaawansowane techniki echokardiograficzne

### 6.1. Echokardiografia trójwymiarowa

Trójwymiarowe zbiory danych mogą być rejestrowane przez ścianę klatki piersiowej (specjalne sondy matrycowe, badanie 3D w czasie rzeczywistym, lub techniki bramkowane) oraz przezprzelykowo z wykorzystaniem bramkowania zapisem EKG.

Do najważniejszych zalet techniki 3D należy możliwość rekonstruowania dowolnych obrazów dwuwymiarowych w obrębie zarejestrowanego zbioru danych (w tym także obrazów niedostępnych w badaniu standardowym ze względów anatomicznych) i pomiarów objętości dowolnych struktur serca, bez uproszczonych założeń geometrycznych. Echokardiografia trójwymiarowa jest najdokładniejszą spośród ultradźwiękowych metod ilościowych, co potwierdzono w ocenie wielkości i funkcji jam serca oraz pól powierzchni zastawek mitralnej i aortalnej. Szczególną opcją echokardiografii 3D jest dynamiczna prezentacja przestrzenna (*volume rendering*), która uwiadczenia struktury serca *en face* w perspektywie, jaką kardiochirurg uzyskuje po torakotomii. Ułatwia to planowanie leczenia zabiegowego. Trójwymiarowy zbiór danych jest bardziej kompletny niż standardowa rejestracja i w pełni dostępny do analizy dowolnych projekcji. Stanowi także doskonałe narzędzie edukacyjne dla echokardiografisty.

Echokardiografia trójwymiarowa stanowi obecnie rozszerzenie rutynowego badania echokardiograficznego. Wskazania wynikają z wymienionych zalet i obejmują głównie:

- zaawansowaną ocenę ilościową (objętości, pola, odległości), gdy jest potrzebna maksymalna dokładność pomiaru lub nie można go uzyskać w anatomicznie dostępnych projekcjach;
- ocenę złożonych anomalii morfologicznych serca (np. wady przeciekowe, złożone wady wrodzone, masy wewnątrzsercowe);
- planowanie leczenia zabiegowego — prezentacja przestrzenna (np. ocena ubytków przegród, rozległości wypadania zastawki mitralnej, stosunków przestrzennych w wadach wrodzonych);
- ocenę synchronii lewej komory serca.

Technika trójwymiarowa może być wykorzystywana w pracowniach od klasy A wzwyż.

### 6.2. Echokardiografia kontrastowa

Echokardiograficzny efekt kontrastowy wywołują wolne lub stabilizowane pęcherzyki powietrza bądź obojętnego biologicznie gazu o niskiej rozpuszczalności w osoczu (np. perfluorkarbons, sześciofluorku siarki). Celem ich stosowania jest wzmocnienie obrazu echokardiograficznego oraz sygnału doplerowskiego. Efekt ten jest rejestrowany najlepiej przy użyciu techniki harmonicznej lub innych metod przeznaczonych do detekcji środków kontrastowych.

Bezpieczeństwo obecnie stosowanych kontrastów echokardiograficznych jest zadowalające, chociaż niektórych środków nie należy stosować w ostrej fazie zawału i stanach z towarzyszącą niestabilnością hemodynamiczną. Przeciwwskazane jest podawanie kontrastu, zwłaszcza I generacji, przy znaczącym przecieku prawo-lewym. Działania niepożądane występują rzadko i są łagodne — przyjmują najczęściej postać przemijających zaburzeń smaku lub miejscowego wpływu drażniącego.

Z klinicznego punktu widzenia środki kontrastowe można podzielić na 2 grupy:

- nieprzechodzące przez krążenie płucne — efekt kontrastowy ograniczony do prawego przedsionka, komory i tętnic płucnych;
- przechodzące przez krążenie płucne — umożliwiające zakontrastowanie lewostronnych jam serca po podaniu dożylnym.

Środki kontrastowe nieprzechodzące przez krążenie płucne są uzyskiwane poprzez energiczne, ręczne mieszanie (przestrzykiwanie między strzykawkami) płynów do iniekcji, na przykład soli fizjologicznej, dekstranu, albuminy lub pochodnych żelatynowych, z niewielką ilością (0,5–1 ml) powietrza; istnieją też gotowe preparaty.

Wskazania do echokardiografii kontrastowej z użyciem substancji nieprzechodzących przez krążenie płucne obejmują:

- wzmocnienie niedostatecznie czytelny sygnału doplerowskiego z prawych jam serca — najczęściej niedomykalności trójdzielnej;
- wykrywanie wad przeciekowych — uwidocznienie przedostawania się kontrastu na lewą stronę lub ubytku („negatywnego”) kontrastu po stronie prawej w przypadku przecieku lewo-prawego. Do tej grupy wskazań należy

- wykrywanie drożnego otworu owalnego w badaniu przezprzełykowym; za diagnostyczne uznaje się przejście na lewą stronę 3–5 pęcherzyków w czasie do 5 cykli serca od pojawienia się kontrastu w prawym przedsionku, w warunkach próby Valsalvy lub kaszlu;
- identyfikację przetrwałej głównej żyły górnej lewej i innych zaburzeń spływu systemowego;
  - kontrastowanie prawych jam serca — określenie granic wsierdzia, guzów i skrzeplin wewnątrzsercowych.

Środki kontrastowe przechodzące przez krążenie płucne cechują się średnią wielkością mikropęcherzyków poniżej  $7\ \mu\text{m}$ , co zapewnia podwyższoną stabilność w układzie sercowo-naczyniowym. Stabilizację mikropęcherzyków uzyskuje się poprzez zastosowanie gazu o niskiej rozpuszczalności w osoczu, wytworzenie stabilnej ściany (albumina, polimer) lub wykorzystanie efektu przejścia fazowego z emulsji w gaz w obrębie krwiobiegu. Środki kontrastowe przechodzące przez krążenie płucne pozwalają wzmocnić sygnał echokardiograficzny z lewostronnych struktur serca. Do zarejestrowanych środków kontrastowych użytecznych w echokardiografii należą Sonovue, Optison, Definity/Luminy i Levovist (trwa opracowanie kilku kolejnych). Kontrasty z tej grupy można też przygotowywać poprzez sonikację („mieszanie” wspomagane przez ultradźwięki), na przykład kontrastów koronarograficznych w celu podania dowieńcowego.

Znaczenie rokownicze i diagnostyczne echokardiograficznej oceny wizualnej perfuzji powoduje, że w wyspecjalizowanych ośrodkach istnieje możliwość jej klinicznego wykorzystania. Wymagane jest zastosowanie specjalnych trybów bramkowania lub czasu rzeczywistego.

Zalecenia do stosowania echokardiografii kontrastowej z użyciem substancji kontrastowych przechodzących przez krążenie płucne stanowią wszystkie uprzednio wymienione wskazania oraz:

- u pacjentów, u których uzyskano złą jakość obrazu — kontrastowanie lewostronnych jam serca w celu poprawy określenia granicy wsierdzia (i umożliwienia pełnej oceny odcinkowej oraz całkowitej czynności serca) lub uwidocznienia mas wewnątrzsercowych; metodę rutynowo zaleca się w echokardiografii obciążeniowej u osób, u których uzyskano złą jakość obrazu;
- wzmocnienie niedostatecznie czytelny sygnału dopplerowskiego z lewostronnych jam serca;
- ocena perfuzji mięśnia sercowego po podaniu dowieńcowym:

- ocena granic dorzecza tętnicy planowanej do ablacji alkoholowej w kardiomiopatii przerostowej;
- ocena perfuzji mięśnia sercowego po podaniu dożylnym:
- ocena rokowania pacjentów po zawale serca (spoczynkowa ocena żywotności miokardium) lub przy podejrzeniu ostrego zespołu wieńcowego.

Ze względu na rutynowe wskazania do stosowania kontrastów echokardiograficznych w badaniach funkcji komór dostępność środków kontrastowych jest wymagana we wszystkich pracowniach klasy B i C.

### 6.3. Tkankowa echokardiografia dopplerowska

Tkankowa echokardiografia dopplerowska (dopler tkankowy, TDE, *tissue Doppler echocardiography*) wykorzystuje sygnał dopplerowski o niskiej prędkości i wysokiej amplitudzie, pochodzący z ruchu tkanek serca w pulsacyjnym trybie dopplerowskim oraz znakowania kolorem. Tkankowy dopler pulsacyjny dzięki wyższej rozdzielczości czasowej określa maksymalną prędkość ruchu tkanki. Technika znakowania przepływu kolorem umożliwia jednoczesną rejestrację prędkości w dużym obszarze serca przy ich niewielkim niedoszacowaniu. Prędkości miokardialne tworzą w warunkach fizjologicznych gradient z największymi wartościami w segmentach podstawnych, a najmniejszymi w koniuszkowych. Poza segmentami miokardium technikę TDE stosuje się także w ocenie ruchu pierścieni zastawek przedsionkowo-komorowych, co odpowiada globalnej funkcji włókien podłużnych danej ściany. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na możliwość określenia za pomocą takiego pomiaru globalnej funkcji mięśnia sercowego, co potwierdziła korelacja prędkości ruchu pierścienia mitralnego z frakcją wyrzutową lewej komory. Klinicznie istotna jest możliwość oceny czasu trwania poszczególnych faz lokalnego ruchu skurczowego i rozkurczowego miokardium. Można dzięki temu określić stopień asynchronii międzykomorowej i śródkomorowej oraz podjąć decyzję o zastosowaniu terapii resynchronizującej. Metoda TDE jest także przydatna w różnicowaniu kardiomiopatii restrykcyjnej od konstrykcji osierdziowej.

Techniki TDE obecnie nie stosuje się w różnicowaniu struktur serca. Brak możliwości oceny segmentów koniuszkowych oraz liczne zakłócenia wartości spowodowane wpływem przemieszczenia i rotacji całego serca sprawiły, że metodę TDE

przestano wykorzystywać w ocenie niedokrwienia. Krytyka tkankowej echokardiografii dopplerowskiej doprowadziła do pojawienia się jej pochodnych z obrazowaniem regionalnego odkształcenia (*strain/strain rate imaging*). Przełomem w ostatnich latach jest ocena odkształcenia regionalnego miokardium za pomocą automatycznego śledzenia markerów akustycznych (STE, *speckle tracking echocardiography*). Przewaga tej techniki nad metodą dopplerowską wynika ze znacznej redukcji wpływu artefaktów na jakość uzyskiwanych zbiorów danych oraz charakterystyki wolnej od wpływu kąta padania wiązki ultradźwięków. Pola możliwych zastosowań obejmują identyfikację żywotności mięśnia sercowego za pomocą pomiaru wielkości regionalnego odkształcenia skurczowego i poskurczowego w warunkach spoczynku oraz obciążenia. Innym potencjalnym zastosowaniem jest bardziej precyzyjna definicja asynchronii niż miało to miejsce w wypadku techniki prędkości miokardialnych. Parametry odkształcenia regionalnego znajdują też zapewne zastosowanie w diagnostyce przedklinicznych okresów chorób mięśnia sercowego oraz w monitorowaniu skuteczności prowadzonej terapii. Praktyczne użycie parametrów odkształcenia miokardium będzie zależać od całkowicie automatycznych algorytmów analizy, co uczyni ją bardziej praktyczną z klinicznego punktu widzenia. Rutynowe wykorzystanie metody TDE i jej pochodnych zaleca się w pracowniach echokardiografii klas A, B i C w poniższych wskazaniach:

- ocena funkcji rozkurczowej serca (ocena ciśnień napełniania i różnicowanie pseudonormalizacji napływu mitralnego);
- różnicowanie konstrykcji osierdziowej i restrykcji mięśniowej;
- określenie lokalnych zaburzeń funkcji miokardium, także w przedklinicznych stadiach schorzeń

(np. kardiomiopatii), w uzasadnionych klinicznie przypadkach;

- ocena wskaźników synchronii pracy serca i odkształcenia poskurczowego (także wskaźniki odkształcenia miokardium).

### 6.4. Echokardiografia wewnątrzsercowa

Echokardiografia wewnątrzsercowa jest inwazyjną metodą wykorzystującą głowice o średnicy 8–10 F i częstotliwości obrazowania około 10 MHz, wprowadzane przez naczynia krwionośne do serca. Urządzenia te mogą współpracować z niektórymi standardowymi systemami echokardiograficznymi i stanowią wygodniejszą alternatywę dla pacjenta w monitorowaniu przezprzełykowym zabiegów kardiologii interwencyjnej.

Wskazaniami do badania mogą być:

- monitorowanie zabiegów kardiologii interwencyjnej:
  - implantacje zapinek w ubytki przegród serca,
  - cewnikowanie transeptalne, septostomia balonowa,
  - walwuloplastyka mitralna,
  - implantacje filtrów żylnych;
- zabiegi elektrofizjologiczne wymagające precyzyjnego pozycjonowania elektrod (ablacje);
- ocena tętnic płucnych przy kwalifikacji do leczenia zabiegowego nadciśnienia płucnego.

Rozpowszechnienie echokardiografii wewnątrzsercowej jest jednak niewielkie z powodu wysokich kosztów jednorazowych głowic. Z tego względu wskazania do stosowania tej procedury są względne i wybór metody monitorowania wymaga indywidualnych decyzji. Niewskazane jest stosowanie tej techniki podczas prostych zabiegów elektroterapii, takich jak implantacja kardiostymulatorów.

## 7. Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego

### 7.1. Stabilna choroba niedokrwienna serca

Spoczynkowe echokardiograficzne badanie przezklatkowe wykonuje się w celu wstępnej oceny diagnostycznej, analizy efektów leczenia oraz oceny rokowania.

Wskazanie do wykonania echokardiografii przy wstępnej ocenie diagnostycznej pacjenta ze stabilną chorobą wieńcową stanowią:

- przebyty zawał serca — ocena zaburzeń kurczliwości;
- kliniczne podejrzenie niewydolności serca — ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej;
- szmer sugerujący współistnienie wady zastawkowej lub kardiomiopatii przerostowej;
- nieprawidłowy spoczynkowy obraz EKG;
- podejrzenie pozasercowej przyczyny bólu w klatce piersiowej.

Inne przypadki stabilnej choroby wieńcowej nie stanowią wskazania do przeprowadzenia badania echokardiograficznego.

Wskazania do oceny efektów leczenia obejmują:

- kontrolę funkcji skurczowej lewej komory po zabiegach rewaskularyzacji;
- ocenę czynności lewej komory u pacjentów leczonych zachowawczo z dysfunkcją lewej komory.

W powyższych grupach chorych nie ma wskazań do rutynowej, okresowej oceny echokardiograficznej, o ile nie następuje zmiana stanu klinicznego.

Rokowanie ocenia się:

- u pacjentów po zawale serca i/lub przy występowaniu objawów niewydolności serca;
- u chorych z dławicą piersiową i współistniejącym nadciśnieniem tętniczym lub cukrzycą.

Wykazano bardzo silny, odwrotnie proporcjonalny związek funkcji skurczowej lewej komory z odległym przeżyciem; frakcja wyrzutowa poniżej 35% wiąże się z roczną śmiertelnością wynoszącą ponad 3%. U chorych z współistniejącym nadciśnieniem tętniczym i cukrzycą echokardiografia spoczynkowa jest przydatna w rozpoznawaniu przerostu mięśnia sercowego oraz dysfunkcji skurczowej i/lub rozkurczowej, które są czynnikami ryzyka

powikłań sercowo-naczyniowych. Po echokardiogramie wykonanym w celu oceny rokowania nie ma wskazań do regularnego powtarzania badania.

W przypadku trudności diagnostycznych u pacjentów z pośrednim prawdopodobieństwem choroby wieńcowej jest wskazane wykonanie obrazowego testu diagnostycznego, na przykład echokardiografii obciążeniowej (rozdział 5). Testy farmakologiczne są badaniem z wyboru w przypadku braku możliwości wykonania lub interpretacji próby wysiłkowej EKG.

Ocenę spoczynkową pacjenta ze stabilną chorobą niedokrwienną serca można przeprowadzać w pracowniach klasy A, B lub C.

### 7.2. Ostre zespoły wieńcowe

Zwiększa się rola echokardiografii w diagnostyce ostrych zespołów wieńcowych. Skrócone badanie echokardiograficzne można wykonać u chorego z bólem w klatce piersiowej już w izbie przyjęć. Brak zaburzeń kurczliwości pozwala wykluczyć rozległy zawał serca.

Echokardiografia dopplerowska służy ocenie i monitorowaniu odcinkowej oraz globalnej (frakcja wyrzutowa) kurczliwości lewej i prawej komory, funkcji zastawek (głównie mitralnej pod kątem niedomykalności mitralnej). W przypadku ostrej niewydolności serca wskazane jest dodatkowo oszacowanie rzutu serca na podstawie dopplerowskiej oceny przepływu systemowego i płucnego.

Badanie u pacjenta z ostrym zespołem wieńcowym należy wykonać przy przyjęciu. Może mieć ono charakter badania skróconego, jeżeli czynnik czasu odgrywa istotną rolę w postępowaniu, przy czym badanie pełne trzeba przeprowadzić w ciągu 48 godzin, jeśli nie wykonano go przy przyjęciu.

Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego stanowią:

- ustalenie rozpoznania ostrego zespołu wieńcowego, zwłaszcza w przypadku obecności nie-diagnostycznego elektrokardiogramu, bloku lewej odnogi pęczka Hisa, stymulacji elektrycznej serca, podejrzenia zawału prawej komory lub ściany tylnej. Nowa, przygotowywana do opublikowania w 2007 roku globalna definicja



- zawału serca według ESC/AHA/ACC/WHF/WHO rozszerza rolę badań obrazowych (w tym echokardiografii) w rozpoznawaniu zawału serca. Definicja zakłada rozpoznanie zawału, gdy w badaniach obrazowych wykazano nową utratę żywotnego miokardium lub nowe regionalne zaburzenia kurczliwości przy obecności biochemicznych wskaźników martwicy mięśnia sercowego;
- różnicowanie innych przyczyn bólu w klatce piersiowej (zwłaszcza ostre rozwarstwienie aorty, płyn wysiękowy w osierdziu, masywna zatorowość płucna, zwężenie zastawki aortalnej, kardiomiopatia przerostowa);
  - objawy wstrząsu, niestabilności hemodynamicznej i niewydolności serca;
  - wszyscy pacjenci kierowani na zabieg pierwotnej angioplastyki wieńcowej, jeśli nie spowoduje to istotnego opóźnienia leczenia inwazyjnego — rekomenduje się rutynowe wykonywanie skróconego badania echokardiograficznego. W badaniu tym przed pierwotną angioplastyką należy ocenić:
    - lokalizację i stopień odcinkowych zaburzeń kurczliwości;
    - frakcję wyrzutową lewej komory;
    - funkcję prawej komory;
    - podstawowe wymiary jam serca i szerokość aorty (wykluczenie rozwarstwienia aorty);
    - obecność mechanicznych powikłań zawału.
  - powikłania po leczeniu inwazyjnym zawału serca;
  - podejrzenie następujących powikłań zawału serca:
    - pęknięcia wolnej ściany serca;
    - pęknięcia przegrody międzykomorowej;
    - pęknięcia mięśnia brodawkowatego;
    - niedokrwiennej niedomykalności zastawki mitralnej;
    - skrzeplin w lewej komorze;
    - zawału prawej komory;
    - płynu w worku osierdziowym/tamponady;
  - brak zmian w naczyniach wieńcowych charakterystyczny obraz echokardiograficzny poszerzenia i akinezy lub dyskinezy koniuszkowych segmentów lewej komory z hiperkinezą segmentów podstawnych jest typowy dla kardiomiopatii stresowej (zespół *takotsubo*).
  - wystąpienie cech ostrej niewydolności serca, nowego szmeru nad sercem oraz podejrzenia dorzutu zawału i powikłań mechanicznych — dodatkowo należy wykonać kontrolne skrócone badanie echokardiograficzne.

- wszyscy chorzy przyjmowani ze wstępnym rozpoznaniem ostrego zespołu wieńcowego przed wypisaniem ze szpitala — wskazane wykonanie pełnego badania echokardiograficznego w celu oceny funkcji skurczowej i rozkurczowej lewej komory (silne wskaźniki prognostyczne), oceny zastawek serca, poszukiwania skrzeplin wewnątrzsercowych oraz rozpoznania ewentualnych patologii współistniejących.

### 7.3. Niewydolność serca

Badanie echokardiograficzne powinno się wykonać u wszystkich pacjentów z klinicznymi objawami niewydolności serca; stanowi ono rozstrzygające badanie diagnostyczne. Wskazania do jego przeprowadzenia obejmują:

- stwierdzenie po raz pierwszy klinicznych objawów niewydolności serca;
- wątpliwości kliniczne dotyczące skuteczności leczenia niewydolności serca;
- pogorszenie obrazu klinicznego po okresie stabilizacji lub poprawy;
- kwalifikację do wszczęcia stymulatora resynchronizującego;
- kwalifikację do przeszczepienia serca;
- podejrzenie dysfunkcji serca i/lub reakcji odrzucania u biorcy przeszczepu serca.

Badania można wykonywać w pracowniach klasy A lub B, ale wskazania do resynchronizacji i przeszczepienia serca powinny zostać ustalone na podstawie badania wykonanego w pracowni klasy C.

### 7.4. Pierwotne i wtórne kardiomiopatie

Zasadnicze i wspólne dla wszystkich kardiomiopatii wskazania do przeprowadzenia badania echokardiograficznego obejmują:

- kliniczne podejrzenie choroby;
- zaostrzenie dolegliwości lub pojawienie się nowych objawów schorzenia;
- badania przesiewowe krewnych chorego z kardiomiopatią o możliwym podłożu genetycznym;
- badania przesiewowe krewnych osób zmarłych nagle w młodym wieku;
- badania kontrolne związane ze zmianą stanu pacjenta według wskazań klinicznych.

Szczególne wskazania do wykonania badania echokardiograficznego stanowią:

- wyłącznie w pracowniach klasy C:
  - kwalifikację pacjentów do zabiegów resynchronizacji,

- kwalifikacja chorych z kardiomiopatią rozstrzeniową do zabiegowego leczenia czynnościowej niedomykalności mitralnej;
  - ustalenie wstępnych kryteriów kwalifikacji do transplantacji serca — dalsza diagnostyka wymaga wnikliwej oceny obrazu klinicznego, wykluczenia odwracalności krańcowej niewydolności serca i przeprowadzenia wielu dodatkowych badań (potwierdzenie niskiej wartości maksymalnego zużycia tlenu w badaniu spiroergometrycznym), włącznie z badaniami inwazyjnymi (ocena nieodwracalności oporów płucnych przekraczających 4 jednostki Wooda);
- w pracowniach klasy B i C:
- kwalifikację do procedur leczenia inwazyjnego kardiomiopatii przerostowej z zawężeniem drogi odpływu lewej komory),
  - identyfikację rzadszych postaci kardiomiopatii: arytmogennej kardiomiopatii prawej komory; kardiomiopatii restrykcyjnej; diagnoza kardiomiopatii okołoporodowej, ustalenie rozpoznania kardiomiopatii wtórnych;
- kwalifikacja serca dawcy do transplantacji.

### 7.5. Nabyte zastawkowe wady serca

Echokardiografia jest podstawową metodą oceny pacjenta ze szmerem serca, jeśli istnieje podejrzenie, że jego tłem jest klinicznie istotne schorzenie serca lub dużych naczyń. Badania można wykonywać w pracowni klasy A.

Szczegółowe wskazania w przypadku podejrzenia wady nabytej zastawki obejmują:

- kliniczne objawy zwężenia lub niedomykalności zastawki;
- konieczność oceny zaawansowania wady;
- badania kontrolne pacjentów z rozpoznaną wadą zastawkową:
  - wystąpienia nowych objawów lub dolegliwości,
  - w przypadku braku objawów w okresach określanych w szczegółowych wytycznych;
- ocenę kompensacji wady po zejściu w ciężę pacjentek z rozpoznaną uprzednio wadą;
- wadę mitralną (ocena nasilenia wady i ciśnień płucnych) lub aortalną (w przypadku zwężenia z niskim gradientem i dysfunkcją lewej komory)
  - wskazanie (niezbyt częste) do badania obciążeniowego;
- wady zastawki mitralnej — wskazanie (najczęściej) do badania przezprzelykowego; wówczas konieczne są:

- szczegółowa ocena zaawansowania wady,
- kwalifikacja do przezskórnej plastyki balonowej,
- monitorowanie śródoperacyjne zabiegów chirurgicznych, zwłaszcza naprawczych.

Rozpoznanie wady można dokonać w pracowni klasy A, natomiast ostateczna kwalifikacja zabiegowa (także obejmująca badania obciążeniowe lub przezprzelykowe) może odbyć się w pracowniach typu B lub C.

### 7.6. Pacjent ze sztuczną zastawką serca

Ocena pacjenta po wszczępieniu sztucznej zastawki serca powinna obejmować okresową kontrolę kliniczną oraz echokardiograficzną w pracowni od klasy A wzwyż, z ewentualnym uściśleniem oceny (także obejmującą badania obciążeniowe lub przezprzelykowe) w pracowniach klasy B lub C.

Pierwsze badanie kliniczne i echokardiograficzne należy wykonać przed wypisaniem pacjenta ze szpitala po wszczępieniu sztucznej zastawki serca. Terminy przeprowadzenia kolejnych badań kontrolnych zależą od stanu klinicznego pacjenta. Badanie echokardiograficzne należy wykonać w każdym przypadku podejrzenia dysfunkcji wszczępionej zastawki serca.

Przed przystąpieniem do badania echokardiograficznego należy ustalić rodzaj zabiegu, typ oraz rozmiar (numer) wszczępionej zastawki, a także wartości podane przez producenta: efektywne pole zastawki oraz maksymalny i średni gradient ciśnienia przez zastawkę.

Badanie echokardiograficzne pacjenta ze sztuczną zastawką serca powinno obejmować ocenę wszczępionej zastawki, ze szczególnym uwzględnieniem:

- gradientów ciśnienia przez wszczępioną zastawkę (zaleca się podawanie gradientu maksymalnego i średniego);
- efektywnego pola sztucznej zastawki (zaleca się podawanie wskaźnika pola normalizowanego dla wyliczonej powierzchni ciała badanego);
- ewentualnej fali zwrotnej („konstrukcyjnej” lub patologicznej).

Wszystkie typy sztucznych zastawek serca wykazują, w porównaniu z zastawkami naturalnymi, podwyższony gradient ciśnienia oraz tzw. „fizjologiczne” lub „konstrukcyjne” fale zwrotne. „Konstrukcyjna” fala zwrotna przez sztuczną zastawkę serca charakteryzuje się krótkim czasem trwania i małą prędkością przepływu przez zastawkę. Jest ona najczęściej centralna, symetryczna

## 7. Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego

(zastawki dwudyskowe) i wąska. Patologiczna fala zwrotna trwa dłużej, jest szersza, o dużej prędkości i w większości przypadków ekscentryczna.

Dysfunkcja sztucznej zastawki serca może być spowodowana:

- uszkodzeniem mechanicznym;
- oklejeniem skrzeplina;
- patologicznym przerostem tkanki włóknistej (łuszczka, *pannus*);
- zapaleniem wsierdza;
- przeciekami okołozastawkowym;
- „niedopasowaniem” zastawki (*mismatch*)
  - powierzchnia zastawki jest niewystarczająca w stosunku do powierzchni ciała pacjenta.

W przypadku podejrzenia dysfunkcji sztucznej zastawki poza badaniem klinicznym, dokładnym osłuchiowaniem i wykonaniem echokardiografii przezklatkowej należy rozważyć przeprowadzenie skopii rentgenowskiej i echokardiografii przezprzełykowej.

Echokardiografia przezprzełykowa pozwala dokładnie określić lokalizację fali zwrotnej i nieprawidłowych struktur okołozastawkowych (skrzeplina, łuszczka, wegetacja).

Echokardiografia obciążeniowa (na rowerze, bieżni lub dobutaminowa) umożliwia określenie maksymalnych i średnich gradientów ciśnień przez zastawkę, pola powierzchni zastawki, wielkości fali zwrotnej i ciśnienia w tętnicy płucnej oraz funkcji komór serca. Badanie obciążeniowe ma szczególne znaczenie w przypadku potwierdzenia zaburzeń typu *mismatch*; prawidłowy obraz sztucznej zastawki i brak poprawy hemodynamicznej pacjenta są wskazaniami do wykonania echokardiografii obciążeniowej.

### 7.7. Infekcyjne zapalenie wsierdza

Badanie echokardiograficzne jest podstawową próbą potwierdzającą rozpoznanie zapalenia wsierdza u pacjentów, u których występują objawy kliniczne i laboratoryjne procesu zapalnego, z uwzględnieniem obiektywnie potwierdzonych nieprawidłowości w badaniu klinicznym serca, radiogramie lub EKG. Badania echokardiograficzne nie należy stosować jako próby przesiewowej w diagnostyce stanów gorączkowych u pacjentów bez silnych czynników ryzyka zapalenia wsierdza. Próg kwalifikacji do badania u osób z podejrzeniem zapalenia wsierdza i sztuczną zastawką powinien być obniżony oraz obejmować niewyjaśnione stany gorączkowe o niejednoznacznym obrazie klinicznym.

Wyróżnia się następujące wskazania do wykonania przezklatkowego badania echokardiograficznego:

- poszukiwanie zmian morfologicznych (m.in. wegetacji) na zastawkach u osoby z klinicznym podejrzeniem zapalenia wsierdza;
- podejrzenie zapalenia wsierdza u pacjenta ze sztuczną zastawką, z utrzymującymi się lub nawracającymi stanami gorączkowymi bądź pojawieniem się nowego szmeru;
- ocena czynnościowego znaczenia wady serca u osoby z rozpoznaniem zapalenia wsierdza;
- poszukiwanie następstw i powikłań procesu infekcyjnego (np. ropień, perforacja płotka, przetoka wewnątrzsercowa);
- ponowna ocena echokardiograficzna u osoby z objawami wskazującymi na duże prawdopodobieństwo zapalenia wsierdza (np. utrzymujące się lub nawracające gorączki, pogorszenie stanu ogólnego, nowy szmer nad sercem, utrzymująca się bakteriemia);
- kontrola w trakcie antybiotykoterapii u osób z ciężkim przebiegiem choroby oraz po zabiegu operacyjnym.

Wskazania do wykonania echokardiograficznego badania przezprzełykowego obejmują:

- określenie zaawansowania patologii zastawkowej u osób z objawami zapalenia wsierdza i niediagnostycznym obrazem w badaniu przezklatkowym (szczególnie często u pacjentów ze sztuczną zastawką);
- poszukiwanie następstw i powikłań zapalenia wsierdza (wegetacje, ropień, perforacja płotka, przetoka wewnątrzsercowa) w celu określenia rokowania i dalszego sposobu leczenia;
- ponowna ocena przezprzełykowa (po 48 godzinach do 7 dni), przy negatywnym wyniku poprzedniego badania i utrzymujących się klinicznych objawach zapalenia wsierdza;
- ocenę przedoperacyjną u osób z rozpoznaniem zapalenia wsierdza;
- śródoperacyjne badanie przezprzełykowe podczas operacji lub reoperacji zastawkowej z powodu infekcyjnego zapalenia wsierdza.

Echokardiograficzną diagnostykę infekcyjnego zapalenia wsierdza zastawki naturalnej można rozpocząć w pracowni klasy A. Diagnostykę echokardiograficzną u chorych ze sztuczną zastawką należy prowadzić w pracowniach klasy B i C, a w zakresie monitorowania zabiegu — w pracowni klasy C.

### 7.8. Wrodzone wady serca

Dorosłych z wrodzoną wadą serca najczęściej diagnozują kardiolodzy dziecięcy. Kategorie dorosłych

pacjentów, z którymi może zetknąć się kardiolog, obejmują:

- osoby nieleczone zabiegowo:
  - wcześniej niediagnozowane,
  - ze względu na brak wskazań;
- pacjentów po korekcji (chirurgicznej lub przezskórnej):
  - z dobrym efektem bezpośrednim i odległym,
  - z istotnymi resztkowymi zaburzeniami czynnościowymi;
- chorych po zabiegach paliatywnych (chirurgicznych lub przezskórnych) zakwalifikowanych do dalszego leczenia:
  - zabiegowego,
  - zachowawczego.

U dorosłych osób z wrodzoną wadą serca występują:

- wady przeciekowe niesiniczne na poziomie:
  - przedsionków,
  - komór,
  - pni tętniczych;
- wady przeciekowe siniczne:
  - ze wstępnie zmniejszonym przepływem płucnym,
  - zespół Eisenmengera;
- wady zastawkowe obejmujące:
  - zastawki przedsionkowo-komorowe,
  - zastawki pni tętniczych;
- inne patologie:
  - żył systemowych,
  - żył płucnych,
  - pni tętniczych (w tym skorygowana transpozycja pni tętniczych).

Pełne badania echokardiograficzne u dorosłych osób z wrodzoną wadą serca są wykonywane w pracowniach klasy B i C przez kardiologów, którzy mają doświadczenie w ocenie tych pacjentów.

Wskazania do pełnego badania echokardiograficznego dorosłych chorych obejmują:

- objawy wady wrodzonej serca w badaniu przedmiotowym, radiologicznym klatki piersiowej, nieprawidłowy zapis EKG;
- nowe objawy u osób z wcześniej rozpoznaną wrodzoną wadą serca;
- brak pewności dotyczącej wcześniejszego rozpoznania, stopnia zaburzeń czynnościowych i morfologicznych;
- ocenę ewentualnej progresji wady, gdy istnieje taka możliwość na podstawie znajomości historii naturalnej wady.

Osoby dorosłe po leczeniu zabiegowym wrodzonej serca wymagają okresowej klinicznej kontroli kardiologicznej, której częścią jest badanie echokardiograficzne. Leczenie chirurgiczne wro-

dzonych wad zwykle wiąże się z obecnością resztkowych zaburzeń o różnym stopniu zaawansowania czynnościowego (przecieki, zwężenia i niedomykalności zastawkowe, zwężenia dróg odpływu obu komór, homografów lub konduktów). Praktycznie jedynie zamknięcie przetrwałego przewodu tętniczego i niektórych ubytków przegrody międzyprzedsionkowej prowadzi do całkowitego wyleczenia.

Badania echokardiograficzne dorosłych osób po zabiegowym leczeniu wrodzonych wad serca wykonuje się w pracowniach klasy C. Wskazaniami do badania echokardiograficznego w tej grupie chorych są:

- kliniczne objawy powikłań występujące bezpośrednio po leczeniu zabiegowym;
- kliniczne objawy powikłań leczenia zabiegowego;
- ocena późnych następstw, zależnie od wady i sposobu leczenia operacyjnego, na podstawie objawów klinicznych oraz znajomości odległych następstw leczenia w dany sposób, a także ich przewidywana progresja (np. ocena czynności komory systemowej chorych po zabiegu Fontana lub po korekcji przedsionkowej (fizjologicznej) chorych z przełożeniem pni tętniczych czy zastawek przedsionkowo-komorowych po korekcji różnych form ubytku przegrody przedsionkowo-komorowej).

Wskazaniami do badania echokardiograficznego NIE SĄ:

- przebyte leczenie izolowanej prostej wady przeciekowej bez przecieku resztkowego, koarktacji aorty, o ile nie stwierdzono nieprawidłowości w badaniu klinicznym;
- nieistotna hemodynamicznie wada serca (np. nieistotny przeciek lewo-prawy, łagodna niedomykalność), o ile nie stwierdzono nieprawidłowości w badaniu klinicznym.

## 7.9. Nadciśnienie tętnicze

Echokardiografia nie należy do rutynowych badań diagnostycznych u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym. Według wytycznych ISH/ESC przerost mięśnia sercowego (wskaźnik masy lewej komory  $> 125 \text{ g/m}^2$  u mężczyzn i  $> 110 \text{ g/m}^2$  u kobiet) jest objawem uszkodzenia narządów docelowych według WHO, a choroba wieńcowa lub dysfunkcja lewej komory i niewydolność serca — chorób towarzyszących nadciśnieniu; ich wykrycie może zatem modyfikować globalne ryzyko i sposób postępowania. Mimo że Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego rekomenduje wykonanie badania echokardiograficznego, nie ustalono jego roli u chorych z nadciśnieniem tętniczym bez objawów.

Analiza funkcji skurczowej u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym bez objawów choroby serca nie jest rutynowo zalecana, podobnie jak wykonywanie badań kontrolnych w czasie leczenia, w celu indywidualnej oceny jego wpływu na budowę i funkcję lewej komory.

Echokardiografia jest badaniem z wyboru w ocenie choroby serca wtórnej do nadciśnienia tętniczego, zwłaszcza przy podejrzeniu (EKG, RTG) przerostu mięśnia lewej komory i niewydolności serca. Ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej jest konieczna w przypadku współistnienia choroby niedokrwiennej serca lub innych zmian w sercu i ma ona znaczenie rokownicze. Ocena masy mięśnia lewej komory oraz jej regresji pod wpływem leczenia nie należy do rutynowego badania chorych z nadciśnieniem tętniczym.

Wskazania do wykonania echokardiografii u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym stanowią:

- ocena przerostu, charakteru przebudowy i funkcji lewej komory u pacjentów z nadciśnieniową chorobą serca, jeśli jest konieczna do podjęcia dalszych decyzji klinicznych;
- ocena budowy i funkcji serca u osób z towarzyszącą nadciśnieniu tętniczemu chorobą wieńcową, niewydolnością serca i zaburzeniami rytmu;
- badania kontrolne u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym i rozpoznaną dysfunkcją skurczową lewej komory, w przypadku zmiany stanu klinicznego.

Badania pacjentów z nadciśnieniem tętniczym wykonuje się w pracowniach od klasy A wzwyż.

### 7.10. Choroby osierdzia

Echokardiografia jest podstawową metodą analizy płynu w jamie osierdzia, a ocena jego umiejscowienia umożliwia wykonanie bezpiecznego i skutecznego zabiegu nakłucia worka osierdziowego (jeśli ilość płynu i sytuacja kliniczna usprawiedliwiają podjęcie takiej próby). Ocena objętości wysięku ma charakter szacunkowy i może być obarczona błędem.

Jednak ważniejsza od określenia objętości wysięku jest identyfikacja tamponady serca. Obecność nawet dużej separacji blaszek osierdzia nie jest równoznaczna z tamponadą, którą należy rozpoznać w przypadku obecności cech zwiększonego ciśnienia osierdziowego. Jednym z objawów echokardiograficznych tamponady jest rozkurczowe zapadanie prawej komory (skurczowe zapadanie się przedsionków, zwykle prawego, jest mniej swoiste). Innym objawem jest znaczna zmienność oddechowa

przepływu w jamach serca. Obserwuje się też poszerzenie i utratę zmienności oddechowej wymiaru żyły głównej dolnej. Przy obecności dużej ilości płynu w worku osierdziowym można zaobserwować objaw tzw. „tańczącego serca”, czyli balotowania serca w worku osierdziowym.

W zaciskającym zapaleniu stwierdza się zwiększoną grubość i echogenność blaszek osierdzia. Charakterystyczną cechą przewlekłego zapalenia jest także kołysanie się przegrody międzykomorowej oraz, podobnie jak w wypadku tamponady serca, zwiększona zmienność oddechowa przepływów żylnych i przedsionkowo-komorowych. Różnicowanie między konstrykcją osierdziową a kardiomiopatią restrykcyjną ułatwia tkankowa echokardiografia dopplerowska, wykazująca duże prędkości ruchu w chorobie osierdzia.

Wskazania do przeprowadzenia badania echokardiograficznego stanowią:

- podejrzenie płynu w worku osierdziowym i kontrola jego objętości;
- ryzyko tamponady serca;
- monitorowanie nakłucia worka osierdziowego;
- podejrzenie zaciskającego zapalenia osierdzia.

Badania schorzeń osierdzia wykonuje się w pracowniach od klasy A wzwyż.

### 7.11. Poszukiwanie przyczyn zatorowości tętniczej

Choroby serca i aorty stanowią 20–50% wszystkich przyczyn zatorowości mózgowej i obwodowej; są częstszą jej przyczyną w populacji młodszych pacjentów. Badania echokardiograficzne jest podstawową metodą w rozpoznaniu potencjalnych sercowych źródeł zatorowości; może być wykonane w pracowniach od klasy A wzwyż. Wykluczenie zatorowości sercowopochodnej wymaga w uzasadnionych przypadkach przeprowadzenia badania przezprzełykowego w pracowniach klasy B lub C. Nie ma bezwzględnych wskazań do wykonania echokardiograficznego badania przezprzełykowego u pacjentów z udarem lub zatorem w trakcie jego leczenia. Wobec braku rozpoznanych przyczyn udaru badanie przezprzełykowe można wykonać u osoby po przebytych udarze w celu poszukiwania potencjalnych źródeł zatorowości w sercu i aorcie (np. skrzeplina w uszku lewego przedsionka, drożny otwór owalny, tętniak przegrody międzyprzedsionkowej, blaszki miażdżycowe w aorcie).

W przypadku pacjentów z udarem niedokrwinnym, u których stwierdza się choroby układu sercowo-naczyniowego, mogące być przyczyną zatorowości (np. wada zastawkowa, migotanie przedsionków,

nadciśnienie tętnicze), nie występują wskazania do wykonania badania echokardiograficznego w czasie leczenia udaru lub zatoru, chyba że zaistnieją dodatkowe okoliczności kliniczne skłaniające do rozszerzenia diagnostyki.

Wyróżnia się następujące wskazania do przeprowadzenia powyższej procedury:

- udar niedokrwienny mózgu u osób poniżej 45. roku życia;
- udar niedokrwienny mózgu u pozostałych pacjentów, u których w wykonanych dotychczas zgodnie ze standardami badań nie stwierdzono jego przyczyny;
- zależność decyzji terapeutycznej od wyniku badania (np. antykoagulacja);
- zator tętnicy obwodowej lub trzewnej u pacjentów w każdym wieku.

## 7.12. Zator tętnicy płucnej i nadciśnienie płucne

### Zator tętnicy płucnej

Zatorowość płucna przebiega z przeciążeniem prawej komory u około 50% chorych. Brak przeciążenia nie wyklucza zatorowości płucnej; ponadto może ono towarzyszyć innym chorobom. Przeciążenie prawej komory wskazuje na gorsze rokowanie, nawet u pacjentów z zatorowością i prawidłowym ciśnieniem systemowym.

Stwierdzenie ruchomych skrzeplin w prawych jamach serca lub w tętnicach płucnych potwierdza obecność zatorowości płucnej u osób z jej klinicznym podejrzeniem. Echokardiografia przezprzelykowa pozwala uwidocznnić skrzepliny tętnic płucnych u większości chorych z zatorowością płucną przebiegającą z przeciążeniem prawej komory. Ultrasonografia żył kończyn dolnych umożliwia identyfikację skrzeplin w większości przypadków zatorowości płucnej, potwierdzając jej podejrzenie.

Dzięki monitorowaniu ustępowania przeciążenia prawej komory ocenia się skuteczność leczenia trombolitycznego, a po 3–6 miesiącach terapii przeciwzakrzepowej pozwala ono zidentyfikować chorych zagrożonych rozwojem przewlekłego nadciśnienia płucnego o etiologii zakrzepowo-zatorowej.

Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego w zatorowości płucnej stanowią:

- kliniczne podejrzenie zatorowości płucnej;
- ocena czynności prawej komory w celu stratyfikacji ryzyka u pacjentów z rozpoznaną zatorowością płucną;
- monitorowanie leczenia trombolitycznego;
- ocena ustępowania przeciążenia prawej komory po 3–6 miesiącach leczenia przeciwzakrze-

powego w celu identyfikacji chorych zagrożonych rozwojem przewlekłego nadciśnienia płucnego o etiologii zakrzepowo-zatorowej.

Badanie wykonuje się w pracowniach klasy A; wskazana jest weryfikacja w pracowniach klasy B lub C.

### Nadciśnienie płucne

Echokardiograficzna ocena nadciśnienia płucnego obejmuje określenie wartości ciśnienia w tętnicy płucnej, opartej na pomiarze maksymalnej prędkości fali zwrotnej trójdzielnej; wartości 2,8–3,4 m/s upoważniają do rozpoznania łagodnego nadciśnienia płucnego. W przypadku zwiększania się prędkości fali zwrotnej lub wystąpienia objawów klinicznych konieczna jest diagnostyka różnicowa nadciśnienia.

Echokardiografia pozwala ocenić wskaźniki prognostyczne (prześiek w worku osierdziowym, rozstrzeń prawego przedsionka, wskaźnik Tei oraz wskaźnik asymetrii lewej komory).

Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego w nadciśnieniu płucnym stanowią:

- kliniczne podejrzenie nadciśnienia płucnego;
- różnicowanie przyczyn nadciśnienia płucnego;
- ocena czynności prawej komory i analiza ryzyka oraz monitorowanie skuteczności leczenia nadciśnienia płucnego.

Badanie wykonuje się w pracowniach klasy A; wskazana jest weryfikacja w pracowniach klasy B lub C.

## 7.13. Choroby aorty piersiowej

Echokardiografia przezklatkowa w większości przypadków pozwala określić morfologię i wymiary poszerzonej aorty wstępującej oraz stopień towarzyszącej niedomykalności aortalnej. Badanie przezprzelykowe jest dokładniejsze, ale w przypadku znacznego poszerzenia aorty może być mniej bezpieczne. Echokardiografia przezklatkowa jest podstawowym narzędziem pozwalającym uwidocznnić rozwarstwienie aorty. Jej czułość w rozpoznaniu rozwarstwienia obejmującego aortę wstępującą wynosi 77–80%, a swoistość — 93–96%. Wstępnej oceny aorty można dokonać w pracowniach od klasy A wzwyż, a oceny przezprzelykowej — w pracowniach klasy B i C.

W przypadku klinicznego podejrzenia rozwarstwienia aorty trzeba dążyć do ustalenia rozpoznania metodą echokardiografii przezklatkowej. W przypadku wątpliwości diagnozę należy zweryfikować w tomografii komputerowej lub w badaniu przezprzelykowym, które cechuje się bardzo wysoką czułością (99–100%), lecz niższą swoistością (ok. 89%). Badanie przezprzelykowe powinno być

wykonywane w ośrodkach współpracujących z oddziałami kardiologii (pracownie klasy C) przez doświadczonego lekarza, po ustabilizowaniu stanu chorego, przy adekwatnej sedacji i starannym monitorowaniu ciśnienia tętniczego, najlepiej w warunkach intensywnego nadzoru. Nie należy go wykonywać poza salą operacyjną, jeżeli w próbie przezklatkowej uwidoczono odwarstwioną błonę wewnętrzną. Ocena zmian morfologicznych ściany aorty wymaga zastosowania echokardiografii przezprzelykowej. Krwiak śródścienny występuje w 12–29% wszystkich przypadków podejrzeń rozwarstwienia aorty. Może on przejść w rozwarstwienie aorty u 28–47% pacjentów, z pęknięciem ściany aorty u 21–47% chorych. Rozpoznanie można ustalić w pracowniach klasy B i C.

Alternatywą dla echokardiografii przezprzelykowej w przypadku ostrych zespołów aortalnych, u pacjentów po urazie klatki piersiowej lub w ocenie efektów chirurgicznego leczenia rozwarstwienia i tętniaka aorty jest analiza w pracowni tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego wyspecjalizowanej w badaniach serca i naczyń.

Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego stanowią:

- diagnostyka ostrego zespołu aortalnego:
  - rozwarstwienie aorty: klasyczne, jatrogenne, zlokalizowane,
  - krwiak śródścienny,
  - penetrujące owrzodzenie;
- podejrzenie tętniaka aorty;
- ryzyko pourazowego uszkodzenia aorty;
- okresowe badanie pacjentów z rozpoznaniem poszerzeniem aorty;
- ocena aorty przy podejrzeniu lub obecności zespołu Marfana;
- analiza morfologii i istotności wrodzonych chorób aorty (zwężenie nadzastawkowe, zwężenie cieśni aorty);
- ocena efektów chirurgicznego leczenia rozwarstwienia i tętniaka aorty.

### 7.14. Omdlenia

Omdlenia mają wiele przyczyn. Echokardiografia jest metodą pomocną w ustalaniu powodów omdleń związanych ze strukturalną chorobą serca, która może być przyczyną groźnych arytmii i/lub upośledzenia rzutu serca. Nie ma zgodności dotyczącej rutynowego stosowania echokardiografii w diagnostyce omdleń, zwłaszcza u pacjentów bez objawów choroby serca między omdleniami. Nieprawidłowości ujawnione w badaniu echokardiograficznym mogą być jedyną bądź jedną z kilku przyczyn

zasłabnięć; mogą też one współistnieć bez związku przyczynowego. Pewne rozpoznanie przyczyny omdlenia w echokardiogramie stanowią: zwężenie zastawki aortalnej, zawężająca kardiomiopatia przerostowa i śluzak lewego przedsionka (lub inne rzadsze masy patologiczne).

Wskazania do wykonania badania echokardiograficznego obejmują:

- omdlenie u osoby z podejrzeniem choroby serca;
- omdlenie w trakcie wysiłku i/lub po jego zaprzestaniu;
- omdlenie u osoby wykonującej zawód o szczególnym charakterze (np. pilot);
- omdlenie o nierozpoznanym mechanizmie i etiologii mimo braku cech choroby serca w wywiadzie i badaniu przedmiotowym.

Badania wykonuje się w pracowniach od klasy A wzwyż; wątpliwości diagnostyczne rozstrzyga się na poziomie pracowni klasy B, po dyskusji klinicznej (kardiolog, neurolog, inni specjaliści). W przypadku podejrzenia zatorowości sercopolochodnej wskazana jest ocena przezprzelykowa.

### 7.15. Ocena echokardiograficzna sportowców

Jedynym standardowym badaniem serca wykonywanym u sportowców jest elektrokardiogram — na początku kariery oraz kontrolnie (w cyklu rocznym lub półrocznym). W kilkudziesięcioletniej obserwacji dowiedziono jego przydatności klinicznej w ograniczeniu ryzyka nagłej śmierci sercowej u sportowców.

Badanie echokardiograficzne nie jest rutynowo zalecane u wszystkich sportowców ze względu na wysokie koszty. Należy jednak wykonać echokardiogram u sportowców:

- z arytmia;
- z nieprawidłowym EKG;
- ze szmerem nad sercem;
- po zasłabnięciu;
- z obciążającym wywiadem rodzinnym (np. nagły zgon sercowy, kardiomiopatie);
- po przebytej operacji lub leczeniu zabiegowym serca.

Badanie sportowców bez objawów jest kontrowersyjne. Obecnie powstają polskie standardy oceny sportowców na podstawie doświadczeń Centralnego Ośrodka Medycyny Sportowej i Polskiego Komitetu Olimpijskiego. Badania echokardiograficzne sportowców można wykonać w pracowni klasy A z doświadczeniem w badaniu osób uprawiających wyczynowo sport; w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości konieczna jest weryfikacja w pracowniach klasy B lub C.

### 7.16. Schorzeia ogólnoustrojowe

Istnieje wiele przypadków klinicznych związanych ze schorzeniami ogólnoustrojowymi, w których ocena echokardiograficzna jest użyteczna. W sytuacjach obciążenia układu sercowo-naczyniowego, takich jak ocena przed dużym zabiegiem chirurgicznym, wskazania do echokardiografii powinny wynikać ze zindywidualizowanej, wnikliwej analizy pacjenta dokonanej przez kwalifikującego internistę lub kardiologa i anestezjologa.

Do częstych sytuacji stanowiących wskazanie do echokardiografii należą:

— choroby tkanki łącznej:

- standardowe badanie w diagnostyce każdego chorego z podejrzeniem lub rozpoznaniem tocznia rumieniowatego układowego w celu ustalenia kryteriów diagnostycznych choroby,
- ocena zajęcia serca w diagnostyce pacjenta z podejrzeniem lub rozpoznaniem zespołem antyfosfolipidowym, sklerodermią oraz zespołem Churga i Straussa,
- określenie czynnościowego znaczenia nieprawidłowości w układzie sercowo-naczyniowym, stwierdzanych w badaniu klinicznym u osób z podejrzeniem lub rozpoznaną chorobą układową tkanki łącznej,
- ocena progresji wcześniej stwierdzonego zajęcia układu sercowo-naczyniowego,
- monitorowanie leczenia w wybranych przypadkach zajęcia układu sercowo-naczyniowego (np. kontrola ilości płynu osierdziowego w przebiegu tocznia rumieniowatego układowego i sklerodermii, ocena ciśnienia płucnego w sklerodermii),

- poszukiwanie źródeł zatoru u pacjentów z powikłaniami ze strony ośrodkowego układu nerwowego (przemijający epizod niedokrwienności, udar niedokrwienności, mnogie mikrozatory lub inne postaci zespołów mózgowo-naczyniowych) i płuc (zatorowość płucna, nadciśnienie płucne);
  - przewlekła niewydolność nerek i przeszczepienie nerek — badanie echokardiograficzne u dializowanych pacjentów powinno być wykonywane po 15–20 godzinach od zakończenia dializy:
    - określenie czynnościowego znaczenia nieprawidłowości układu sercowo-naczyniowego stwierdzanych w badaniu klinicznym lub ocena progresji wcześniej zdiagnozowanego zajęcia układu sercowo-naczyniowego, po każdym zabiegu kardiologicznym i przy utrzymującym się stanie gorączkowym u chorych w okresie przeddializacyjnym, w trakcie leczenia dializą otrzewnową, hemodializą i po przeszczepieniu nerki,
    - wskazane badanie u każdego chorego z rozpoznaną *de novo* niewydolnością nerek,
    - wskazane badanie u każdego pacjenta włączanego *de novo* do programu długotrwałej dializoterapii oraz co 2 lata w okresie leczenia nerkozastępczego hemodializą lub co 3 lata w okresie leczenia nerkozastępczego dializą otrzewnową,
    - wskazane badanie u każdego pacjenta zakwalifikowanego do przeszczepienia nerki;
  - kwalifikacja do przeszczepienia wątroby;
  - kwalifikacja i monitorowanie po terapii z zastosowaniem leków o udokumentowanej kardiotoxyczności (np. antracykliny).
- Badania wykonuje się w pracowniach od klasy A wzwyż.



## 8. Telekonsultacje echokardiograficzne i rejestracja cyfrowa

Współczesne techniki informatyczne umożliwiają archiwizowanie dużych ilości danych, z zapewnieniem łatwego do nich dostępu. Standard archiwizacji danych medycznych DICOM umożliwia zachowanie odpowiedniej jakości technicznej takich archiwów oraz pozwala na integrację danych z wielu urządzeń, w tym z echokardiografów. Skalibrowane obrazy zapisane w standardzie DICOM umożliwiają dokonywanie pomiarów stosowanych w echokardiografii w dowolnym momencie po wykonaniu ich akwizycji. Szpitalne sieci komputerowe pozwalają zintegrować informacje administracyjne o pacjentach z danymi obrazowymi. Dzięki temu jest możliwe archiwizowanie różnego typu danych medycznych — tekstowych lub obrazowych — w sposób zapewniający łatwy dostęp do nich, nawet po wielu latach od rejestracji. Stwarza to wiele nowych możliwości ich wykorzystania, na przykład w celu śledzenia postępu choroby, ponownej analizy obrazów w przypadku podejrzenia nieprawidłowej interpretacji badania, w celach prawnych lub orzecznicych. Taki sposób archiwizacji obrazów echokardiograficznych wymaga rozpowszechnienia.

Ostatnio pojawiły się możliwości przesyłania obrazów zapisanych w standardzie DICOM na dowolną odległość przez internet, co umożliwia konsultowanie wybranych badań w ośrodkach o wyższym stopniu referencyjności, bez konieczności

transportowania pacjenta. Dostępne obecnie oprogramowanie pozwala na przeprowadzenie sesji, w której jednocześnie te same, zsynchronizowane obrazy ogląda nawet kilku lekarzy w odległych od siebie ośrodkach. Stosując połączenie głosowe, posługując się wskaźnikami i narzędziami pomiarowymi, mogą oni dyskutować nad rozpoznaniem i decydować o dalszym postępowaniu. Może to mieć szczególne znaczenie u chorych w ciężkim stanie, w przypadku których trzeba zdecydować o leczeniu zabiegowym, a transport wiąże się z dużym ryzykiem powikłań.

Warunkiem poprawności takiej telekonsultacji jest prawidłowa akwizycja obrazów podczas badania. Należy ją przeprowadzić zgodnie z wymienionymi powyżej zasadami, z zapewnieniem ochrony poufności przesyłanych danych. Filmy i obrazy przedstawione do telekonsultacji powinny być uzupełnione dodatkowymi projekcjami, które w możliwie najbardziej czytelny sposób uwidaczniają stwierdzone nieprawidłowości. Po wstępnej telekonsultacji można ukierunkować badania, co pozwala uzyskać dodatkowe obrazy. Mogą być one ocenione podczas kolejnej sesji telekonsultacyjnej. Celem prowadzonych obecnie prac jest udoskonalenie i wdrożenie systemu telekonsultacji w skali ogólnopolskiej, z uwzględnieniem systemu referencyjności pracowni echokardiografii.

## 9. Perspektywy echokardiografii

Echokardiografia podlega nieustannej i bardzo szybkiej ewolucji związanej z postępem technologicznym i wdrażaniem nowych metod terapii. Oprócz znacznej poprawy jakości obrazowania można zauważyć podział metody na powszechnie dostępne badanie podstawowe, często ukierunkowane, wykonywane miniaturowymi osobistymi echokardiografami (jako rozszerzenie badania przedmiotowego) oraz zaawansowane próby, które obejmują wszechstronną analizę czynnościową i morfologiczną serca, a także wielkich naczyń przy użyciu echokardiografów wysokiej klasy. Postęp dotyczący technologii sond matrycowych prowadzi do większego wykorzystania trybów rejestracji trójwymiarowej. Można też stwierdzić wyodrębnianie się echokardiografii śródoperacyjnej (coraz częściej wykonywanej przez wyszkolonych kardioanestezjologów techniką przezprzełykową lub samych chirurgów — techniką nasierdziową) oraz echokardiografii zabiegowej (monitorowanie zabiegów terapeutycznych — elektrofizjologicznych lub przezskórnych interwencji w strukturalnych chorobach serca).

Stwarza to konieczność określenia wymogów szkolenia dla tych kategorii obrazowania, których podstawą w każdej sytuacji musi być doświadczenie w zakresie echokardiografii ogólnej i bogata wiedza ogólnokardiologiczna.

Kierunki rozwoju metody bazują na zwiększaniu zakresu dostępnej ilościowej oceny parametrów czynności serca oraz obiektywizacji i automatyzacji analizy bardziej złożonych parametrów (np. funkcji skurczowej miokardium). Prowadzi to do opracowywania metod obrazowania parametrycznego (integrującego informacje anatomiczne i czynnościowe, np. kodowane kolorem tryby analizy synchronii serca, bazujące na przetwarzaniu informacji o prędkości ruchu miokardium) i komputerowego wspomagania oceny kurczliwości (duże nadzieje budzi niedoplerowska ocena ruchu mięśnia, której podstawą jest śledzenie markerów akustycznych — *speckle tracking echocardiography*). Metody te podlegają intensywnej weryfikacji klinicznej i obecnie już stanowią dostępną opcję w systemach echokardiograficznych.