

W Polsce/*In Poland*

Echokardiografia w praktyce klinicznej – Standardy Sekcji Echokardiografii Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2007

Opracowane przez zespół:

prof. Jarosław D. Kasprzak – Uniwersytet Medyczny w Łodzi
prof. Piotr Hoffman – Instytut Kardiologii w Warszawie
dr hab. Edyta Płońska – Pomorska Akademia Medyczna w Szczecinie
dr hab. Andrzej Szyszka – Uniwersytet Medyczny w Poznaniu
dr n. med. Wojciech Braksator – Akademia Medyczna w Warszawie
dr n. med. Andrzej Gackowski – Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
dr n. med. Michał Plewka – Uniwersytet Medyczny w Łodzi
prof. Jarosław Drożdż – Uniwersytet Medyczny w Łodzi
prof. Zbigniew Gąsior – Śląska Akademia Medyczna w Katowicach
prof. Piotr Pruszczyk – Akademia Medyczna w Warszawie
dr hab. Anna Klisiewicz – Instytut Kardiologii w Warszawie
dr hab. Mirosław Kowalski – Instytut Kardiologii w Warszawie
dr hab. Piotr Podolec – Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Kardiol Pol 2007; 65: 1142-1162

Spis treści

1. Wstęp	1143
2. Wymagania wobec pracowni echokardiografii	1143
3. Echokardiografia przezklatkowa	1144
3.1. Technika badania	1144
3.2. Projekcje echokardiograficzne i zakres badania	1144
3.3. Ocena doplerowska serca	1145
3.4. Opis echokardiograficznego badania przezklatkowego	1146
3.5. Badanie skrócone (ukierunkowane) przenośnym echokardiografem	1147
4. Echokardiografia przezprzelykowa	1147
4.1. Wskazania do badania przezprzelykowego	1147
4.2. Technika badania	1147
4.3. Projekcje echokardiograficzne	1148
4.4. Opis echokardiograficznego badania przezprzelykowego	1149
5. Echokardiografia obciążeniowa	1149
5.1. Zasady wykonywania	1149
5.2. Wskazania do badań obciążeniowych	1150
6. Zaawansowane techniki echokardiograficzne	1151
6.1. Echokardiografia trójwymiarowa	1151
6.2. Echokardiografia kontrastowa	1152
6.3. Tkankowa echokardiografia doplerowska	1153
6.4. Echokardiografia wewnątrzsercowa	1153

7. Wskazania do badania echokardiograficznego	1154
7.1. Stabilna choroba niedokrwienna serca	1154
7.2. Ostre zespoły wieńcowe	1154
7.3. Niewydolność serca	1155
7.4. Pierwotne i wtórne kardiomiopatie	1155
7.5. Nabyte zastawkowe wady serca	1156
7.6. Ocena pacjenta ze sztuczną zastawką	1156
7.7. Infekcyjne zapalenie wsierdzia	1157
7.8. Wrodzone wady serca	1157
7.9. Nadciśnienie tętnicze	1158
7.10. Choroby osierdzia	1158
7.11. Poszukiwanie źródeł zatorowości tętniczej	1159
7.12. Zator tętnicy płucnej i nadciśnienie płucne	1159
7.13. Choroby aorty piersiowej	1160
7.14. Omdlenia	1160
7.15. Ocena echokardiograficzna sportowców	1161
7.16. Ocena echokardiograficzna schorzeń ogólnoustrojowych	1161
8. Telekonsultacje echokardiograficzne i rejestracja cyfrowa	1161
9. Perspektywy echokardiografii	1162

1. Wstęp

Mimo szybkiego postępu technologii medycznych i ekspansji metod obrazowych w diagnostyce chorób układu krążenia, 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 jest metodą niezastąpioną z wielu względów – wysokiej trafności diagnostycznej, bezpieczeństwa dla pacjenta oraz szerokiej dostępności przy niskim koszcie badania.

Ta szczególna pozycja echokardiografii wymusza aktualizację standardów stosowania metody w kontekstach klinicznych. Po raz pierwszy Sekcja Echokardiografii Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego (SEPTK) podjęła się tego zadania w roku 1999, publikując „Standardy echokardiografii klinicznej” (*Kardiologia Polska* 1999; 51: 173-87).

Rola rekomendacji A.D. 2007 jest ściśle praktyczna – pragniemy, aby ułatwiły one podejmowanie decyzji dotyczących wskazań do badania oraz pomogły ujedynolicić podstawowe wymogi z nim związane. Oczekujemy, że rekomendacje będą wspierać codzienne decyzje kliniczne, ułatwią właściwą organizację pracowni oraz będą użyteczne podczas kontaktów z Narodowym Funduszem Zdrowia.

Układ obecnych rekomendacji jest zbliżony do poprzednich – podobnie jak 8 lat temu, priorytetem 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 również najnowszych zagadnień – jak na przykład telekonsultacja. Warto podkreślić, iż obecne rekomendacje konstruowano w taki sposób, aby były spójne z zaleceniami *European Association of Echocardiography*, z polskim nazewnictwem echokardiograficznym (*Kardiologia Polska* 2005; 62: 275-8), a zarazem z systemem akredytacji echokardiograficznej SEPTK, funkcjonującym od ponad 2 lat.

2. Wymagania wobec pracowni echokardiografii

Zgodnie z wymogami akredytacji SEPTK, wyposażenie pracowni różni się zależnie od jej klasy, jednak każda pracownia echokardiografii, niezależnie od klasy, powinna być kierowana przez lekarza posiadającego akredytację SEPTK.

Powierzchnia pracowni powinna mieć nie mniej niż 20 m². Pomieszczenie powinno spełniać normy BHP w zakresie klimatyzacji i zaciemnienia. Aparaty echo-

kardiograficzne powinny być wyposażone w opcje obrazowania harmonicznego oraz doplera kolorowego, doplera fali pulsacyjnej i fali ciągłej. Optymalnie na jednym aparacie należy wykonywać nie więcej niż 2500 badań rocznie. W celu zapewnienia odpowiedniej jakości, aparat powinien być systematycznie konserwowany i raz do roku serwisowany. Wskazane jest, by pacjenci mogli zapoznać się z krótką informacją na temat badania echokardiograficznego.

Badanie echokardiograficzne musi być rejestrowane w zakresie odpowiadającym ostatecznym wnioskom i archiwizowane. Należy dążyć do archiwizacji cyfrowej. Optymalnie, w skład pracowni powinien wchodzić oddzielny pokój, w którym badania byłyby analizowane i konsultowane.

Na standardowe badanie przezklatkowe należy zarezerwować nie mniej niż 30 min, 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 przezprętykowe 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 naszym kraju, badanie powinien wykonywać i interpretować lekarz kardiolog/kardiolog dziecięcy (lub specjalista chorób wewnętrznych po szkoleniu odpowiadającym wymogom akredytacyjnym). Kwalifikacje operatora są określone w zasadach akredytacji indywidualnej Sekcji Echokardiografii.

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 odległych od okien akustycznych (np. na plecach pacjenta). Jeżeli w typowych miejscach przyłożenia sondy znajdują się naklejone wcześniej elektrody lub opatrunki, należy je w miarę możliwości usunąć.

Standardowe badanie przezklatkowe rozpoczyna się od ułożenia pacjenta na lewym boku, z lewą ręką umieszczoną pod głową, a prawą ułożoną wzdłuż tułowia; optymalizacja obrazu wymaga kontroli położenia pacjenta 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 lewą ręką; można również zastosować ustawienie odwrotne.

- Projekcje przymostkowe uzyskuje się w większym przechyleniu ciała pacjenta na lewy bok, ustawiając sondę w okolicy czwartego międzyżebra przy lewym brzegu mostka.
- Projekcje koniuszkowe uzyskuje 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 uzyskuje 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.
- W rzadkich sytuacjach konieczne jest ułożenie pacjenta na prawym boku (np. podczas badania w projekcji przymostkowej prawostronnej, podczas badania pacjenta z destrukcją lub ze znacznym przemieszczeniem śródpiersia na stronę prawą).

W niektórych sytuacjach, gdy optymalne ułożenie ciała pacjenta i prawidłowe ustawienie sondy nie jest możliwe (pacjenci unieruchomieni w pozycji na wznak, chorzy z ranami na klatce piersiowej itd.), badanie musi być wykonane z pominięciem niektórych z wymienionych zasad. Jeżeli wskutek tego nie jest możliwe uzyskanie dostatecznej jakości obrazów, trzeba to 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 preferowanej przez operatora kolejności:

1. 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.
2. 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.
3. Koniuszkowa:
- a) czterojamowa;
 - b) trójjamowa;
 - c) dwujamowa;
 - d) pięcioletnia.
4. Podmostkowa:
- a) czterojamowa;
 - b) pięcioletnia;
 - c) poprzeczna na poziomach: zastawki aortalnej, zastawki mitralnej oraz mięśni brodawkowatych;
 - d) czołowa;
 - e) ukierunkowana na żyłę główną;
 - f) ukierunkowana na aortę brzuszną.
5. Nadmostkowa w osi długiej i poprzecznej tętna aorty.

Obrazowanie w przedstawianych projekcjach umożliwia przede wszystkim ocenę:

- ad 1a) wymiarów tętnicy głównej, lewego przedsionka, wymiarów jamy i grubości ścian lewej komory, morfologii i czynności zastawki mitralnej i aortalnej;
- ad 1b) morfologii i czynności zastawki pnia płucnego, drogi odpływu prawej komory i pnia płucnego;
- ad 1c) morfologii zastawki trójdzielnej i jej czynności, jamy prawego przedsionka i napływowej części prawej komory;
- ad 2a, b) zastawki trójdzielnej i obu pni tętniczych, morfologii prawej komory i pnia płucnego oraz przegrody międzyprzedsionkowej;
- ad 2c, d) aparatu mitralnego oraz grubości ścian i kurczliwości lewej komory;
- ad 3a) zastawki trójdzielnej i mitralnej oraz kurczliwości lewej i prawej komory;
- ad 3b) zastawki mitralnej, dostępnego fragmentu aorty wstępującej, lewego przedsionka i kurczliwości lewej komory;
- ad 3c) zastawki mitralnej, lewego przedsionka i kurczliwości lewej komory;
- ad 3d) drogi odpływu lewej komory i zastawki aorty;
- ad 4a) przegrody międzyprzedsionkowej, obu zastawek przedsionkowo-komorowych, napływowej przegrody międzykomorowej;
- ad 4b) odpływowej przegrody międzykomorowej, zastawki aorty i części wstępującej aorty;
- ad 4c) drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego i jego zastawki, tętnic płucnych, lewej komory, aorty piersiowej i brzusznej – w zależności od płaszczyzny badania;

- ad 4d) drogi odpływu prawej komory, pnia płucnego i jego zastawki;
- ad 4e) żyły głównej dolnej i żył wątrobowych;
- ad 4f) aorty brzusznej;
- ad 5) aorty wstępującej, tętna, 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 oraz badania dopplerowskiego omówione są w rekomendowanych przez SEPTK podręcznikach.

3.3. Ocena dopplerowska serca

Badanie dopplerowskie obejmuje:

- rejestrację przepływów metodą kolorowego doplera. 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 (dopler tkankowy – spektralny).

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

Do podstawowej oceny dopplerowskiej zalicza się:

- pomiary prędkości przepływów przez ujścia zastawkowe i ocenę przepływów zwrotnych (niedomykalności) – dopler fali ciągłej;
- ocenę napętniania lewej komory (dopler fali pulsacyjnej, rejestracja na szczycie płatków zastawki mitralnej) i przepływu w żyłach płucnych (dopler fali pulsacyjnej);
- zapis prędkości niezbędnych do obliczeń hemodynamicznych, np. równania ciągłości (dopler fali pulsacyjnej);
- ocenę przepływów w dostępnych odcinkach aorty (cieśń, aorta brzuszna);
- mapowanie nieprawidłowych przepływów – w razie stwierdzenia nieprawidłowych przepływów konieczne jest poszerzenie badania dopplerowskiego danej pato-

logii. Szczegółowa metodyka takiego badania wykacza poza ramy niniejszego opracowania.

3.4. Opis echokardiograficznego badania przezklatkowego

Opis badania powinien zawierać następujące informacje:

- nazwę aparatu oraz opcje wykorzystane przy badaniu (na przykład dopler tkankowy);
- opis warunków technicznych badania (jakość okna akustycznego, przyczyny utrudniające lub uniemożliwiające interpretację);
- wymiary następujących struktur:
 - lewej komory (r, s),
 - lewego przedsionka (s),
 - aorty wstępującej powyżej opuszki (d),
 - prawej komory (r),
 - przegrody międzykomorowej i tylnej ściany lewej komory (r),
 - pnia płucnego (d),
 - u chorych z cechami niewydolności serca lub nadciśnienia płucnego – szerokości i zmienności oddechowej wymiaru żyły głównej dolnej,
 z zaznaczeniem norm lub komentarzem dotyczącym nieprawidłowych wymiarów. Wartości rozkurczowe (r) oceniane są na szczycie załamka R elektrokardiogramu, a skurczowe (s) – na ramieniu zstępującym załamka T. Dopuszczalny jest pomiar struktur serca zarówno w prezentacji dwuwymiarowej, jak i jednowymiarowej (M-mode, o ile możliwe jest ustawienie kursora we właściwy anatomicznie sposób);
- wyniki oceny dopplerowskiej pomiarów prędkości przez wszystkie zastawki. W wypadku 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 napętniania;
 - morfologię i czynność zastawek serca;
 - w wypadku pacjentów z nadciśnieniem płucnym – szacunkową ocenę wartości ciśnień w krążeniu płucnym;
 - ocenę osierdzia;
 - dodatkowe informacje istotne dla ostatecznego rozpoznania i/lub leczenia (np. wnioski płynące z porównania stanu obecnego z wynikami wcześniej wykonanych badań);
 - wnioski;

- czytelny podpis lub pieczętkę identyfikującą badającego.

UWAGI:

- Zalecamy określenie ilościowe frakcji wyrzutowej lewej komory. Podstawową metodą oceny jest dwupłaszczyznowa metoda Simpsona lub, w wypadku doświadczonego echokardiografisty, ocena wizualna obrazu dwuwymiarowego. Nie zalecamy metody Teichholza, szczególnie przy obecności zaburzeń kurczliwości.
- Do wstępnej oceny niedomykalności zastawek zalecamy postępowanie się kolorowym doplerem i zastosowanie skali półilościowej: niedomykalność śladowa, mała, umiarkowana, duża (istotna). Jeśli stosuje się skalę 4-stopniową (I–IV), stopień I odpowiada niedomykalności małej, II – umiarkowanej, III – umiarkowanej/dużej (ang. *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 doplerze.
- W razie podejrzenia istotnych hemodynamicznie zaburzeń czynności zastawek należy określić patomechanizm wady. W wypadku zwężenia zastawki należy określić jej pole, gradient maksymalny i średni. W wypadku istotnej niedomykalności (szczególnie zastawki mitralnej) wskazane jest opisanie szerokości talii fali zwrotnej i innych ilościowych wskaźników nasilenia wady. U chorych, u których rozważane są wskazania do leczenia operacyjnego, zalecane jest obliczanie objętości oraz frakcji fali zwrotnej i efektywnego pola niedomykalności, o ile istnieje taka możliwość.
- U wielu zdrowych osób wykrywane są śladowe niedomykalności prawidłowych zastawek serca. Zaliczamy do nich, wykrywane kolorowym doplerem, niedomykalność zastawki pnia płucnego, zastawki trójdzielnej i protosystoliczną zastawki mitralnej. Proponujemy uwzględnianie ich w opisie jako *fizjologiczna/śladowa fala zwrotna*.
- Płyn w jamie osierdzia oceniamy, podając w kilku lokalizacjach szerokość separacji blaszek osierdzia mierzoną w fazie rozkurczu sąsiadującej jamy serca.
- W wypadku pacjentów z objawami nasilonej niewydolności serca, u których stwierdza się cechy asynchronii skurczu lewej komory, należy to zaznaczyć w opisie i rozważyć dokonanie szczegółowej analizy synchronii pracy serca.

U dzieci lub u osób dorosłych 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 (przetrzywały 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 razie stwierdzenia odchyleń od normy należy dokładnie opisać rodzaj patologii. Nieprawidłowy przepływ należy określić, podając jego charakter, kierunek, prędkość i obliczyć gradient ciśnień.

3.5. Badanie skrócone (ukierunkowane) przerośnym echokardiografem

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

Badanie skrócone może być wykonane za pomocą echokardiografu standardowego lub przerośnego. Przerośne echokardiografy (ang. *handheld echocardiographs*) są to zminiaturyzowane, przerośne, zasilane baterią urządzenia, umożliwiające uzyskiwanie obrazów dwuwymiarowych i kolorowego doplera oraz cyfrową rejestrację badania w formacie DICOM. Zalecane jest wykorzystywanie urządzeń pozwalających dodatkowo na zapis w trybie doplera fali ciągłej i pulsacyjnej. Niektóre przerośne echokardiografy dysponują zaawansowanymi technikami rejestracji i obróbki obrazu i przystosowane są do wykonywania badań przezprętykowych i wewnątrzsercowych.

Badanie skrócone jest szczególnie uzasadnione w sytuacjach nagłego zagrożenia życia. Najczęstsze wskazania kliniczne do wykonania skróconego badania echokardiograficznego to:

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

Ponadto badanie za pomocą echokardiografu przerośnego jest przydatne jako badanie przesiewowe, 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, istotnie wpływające na interpretację badania. Opis nie musi zawierać pomiarów niepowiązanych z celem badania, musi jednak zawierać ukierunkowaną odpowiedź na dominujący problem kliniczny.

Wymagane kwalifikacje operatora oceniającego badania przyłóżkowe są takie same jak w standardowym szkoleniu echokardiograficznym.

4. Echokardiografia przezprętykowa

4.1. Wskazania do badania przezprętykowego

Badania przezklatkowe (TTE) i przezprętykowe (TEE) należy traktować jako wzajemnie się uzupełniające. Ostateczną decyzję o przeprowadzeniu badania podejmuje kardiolog, który je wykonuje.

Podstawowe wskazania do badania przezprętykowego to:

- niedostateczna jakość obrazowania przezklatkowego;
- ocena źródeł zatorowości sercopolodnej. Badanie przed kardiowersją jest wskazane, jeśli nie ma możliwości standardowego przygotowania przeciwwkrzepliwego pacjenta, u którego czas trwania migotania lub trzepotania przedsionków wynosi ponad 48 godz.;
- podejrzenie zapalenia wsierdzia, szczególnie u chorego z protezą zastawki;
- podejrzenie dysfunkcji protezy zastawki;
- ocena przed walwuloplastyką i zabiegami naprawczymi, zwłaszcza zastawki mitralnej;
- wady wrodzone serca, szczególnie ocena przegrody międzyprzedsionkowej;
- guzy serca;
- ocena chorób aorty piersiowej i chorób innych naczyń (zatorowość płucna, ocena żył płucnych, nieprawidłowości proksymalnych tętnic wieńcowych);
- monitorowanie śródoperacyjne zabiegów kardiologicznych lub zabiegów 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. Przeprowadza się je w pracowni klasy B lub C z zabezpieczeniem reanimacyjnym (defibrylator); może być wykonywane jako procedura ambulatoryjnego.

ryjna. Badanie powinno być wykonywane przez lekarza z akredytacją indywidualną lub pod jego nadzorem, zawsze w obecności drugiej osoby (pielęgniarka, szkolący się lekarz). Przed badaniem nie zaleca się profilaktyki antybiotykowej infekcyjnego zapalenia wsierdza.

Badania nie należy wykonywać u pacjentów, którzy spożyli posiłek w ciągu poprzedzających 6 godz. oraz gdy istnieje podwyższone ryzyko perforacji przetyku lub masywnego krwawienia z przewodu pokarmowego (guzy, uchyłki, żyłaki przetyku). 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 – celowy jest zapis wideo całości procedury.

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

- kontrolę ciągłości powłoki gastrokopu z testem izolacji elektrycznej wg zaleceń producenta;
- ocenę ruchomości końcówki sondy i zachowanej płynnej zmiany ustawienia przetwornika.

Przygotowanie pacjenta do badania obejmuje:

- uzyskanie świadomej zgody od pacjenta po szczegółowym poinformowaniu go o przebiegu badania;
- zebranie wywiadu (ostatni posiłek, schorzenia przetyku, uczulenie na lidokainę);
- zapewnienie dostępu dożylnego, przyklejenie elektrod do zapisu EKG;
- usunięcie protez z jamy ustnej i miejscowe znieczulenie gardła 10% roztworem lidokainy w aerozolu;
- ułożenie pacjenta w na lewym boku, z lewą ręką pod głowę, założenie ustnika;
- stosowanie sedacji poprawia komfort badania i ułatwia zebranie danych diagnostycznych. Zalecany jest midazolam (dożylnie 0,05–0,1 mg/kg m.c.) albo diazepam (dożylnie 0,1–0,2 mg/kg m.c.). Sedacja jest konieczna u chorych niespokojnych lub z podejrzeniem rozwarstwienia aorty;
- pacjenta należy poinformować o konieczności pozostania na czczo przez 1,5 godz. po badaniu.

Badanie rozpoczyna się od oceny głównej przyczyny skierowania. Sondę należy wprowadzać, nie forsując wyuczalnego oporu, szczególnie 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, a następnie optymalizację obrazu przez dostosowanie kąta płaszczyzny przekroju i zmianę pozycji głowicy.

Przy ocenie przecieków wewnątrzsercowych (szczególnie drożnego otworu owalnego) wskazane jest wykonanie badania z zastosowaniem kontrastu w warunkach próby Valsalvy (jej wykonanie może być trudne w wypadku gębokiej sedacji).

Po badaniu należy mechanicznie oczyścić sondę i umyć ją bieżącą, chłodną wodą. Dezynfekcja obejmuje minimum 15-minutowe zanurzenie w zalecany przez producenta sondy środku dezynfekującym, zwykle aldehydzie glutarowym, następnie umycie bieżącą, chłodną wodą.

4.3. Projekcje echokardiograficzne

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

- płaszczyzna poprzeczna – 0°. Orientacja obrazu:
 - lewa strona serca po prawej stronie sektora,
 - tylna strona serca u góry sektora;
- płaszczyzna podłużna – 90°. Orientacja obrazu:
 - górna część serca po prawej stronie sektora,
 - tylna część serca u góry sektora;
- płaszczyzna pośrednia prawa 30–50°;
- płaszczyzna pośrednia lewa 100–130°.

Standardowo stosowane są projekcje:

- Przeprzętkowa niska (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 trójdzielną, zatoki wieńcowej.
- Przeprzętkowa środkowa (głębokość wprowadzenia sondy ok. 30 cm od zębów). W płaszczyźnie poprzecznej uzyskuje się projekcję czterojamową, w płaszczyźnie podłużnej – dwujamową z uszkiem lewego przedsionka, w płaszczyźnie pośredniej lewej – trójjamową.
- Przeprzętkowa wysoka (głębokość wprowadzenia sondy ok. 25–30 cm od zębów). W płaszczyźnie poprzecznej można uwidocznić zastawkę aorty i oba przedsionki. W płaszczyźnie pośredniej prawej uzyskamy dokładnie poprzeczny przekrój przez zastawkę aorty. Nad zastawką znajduje się lewy przedsionek oddzielony z lewej strony przez przegrodę od prawego przedsionka. Pod zastawką aortalną, od lewej do prawej strony znajdują się: zastawka trójdzielną, 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 żyła główna górna, a na godzinie 10.00 – żyła główna dolna. Wsuwając sondę nieco nad poziom płatków aortalnych, można w płaszczyźnie pośredniej prawej uwiocznąć 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° i zagięciu końcówki do przodu uzyskamy obraz uszka lewego przedsionka, a nad nim ujście żyły płucnej górnej lewej.

- Przeżołądkowa podwpustowa (głębokość wprowadzenia sondy ok. 35–40 cm od zębów). Po przygięciu końcówki do przodu, w płaszczyźnie poprzecznej uwiocznimy lewą komorę w krótkiej osi na poziomie mięśni brodawkowatych. W płaszczyźnie podłużnej uzyskamy obraz lewej komory, lewego przedsionka i jego uszka. Po małej rotacji sondy w prawo można uwiocznąć drogę odpływu lewej komory z zastawką aortalną. Prawe jamy serca uwiocznimy po znacznej rotacji głowicy w prawo. W płaszczyźnie poprzecznej uzyskamy obraz prawej komory, zwiększając kąt płaszczyzny do 30°, uwiocznimy w osi krótkiej zastawkę trójdzielną, zwiększając kąt do 90°, uzyskamy projekcję dwujamową prawokomorową, a przy większym odchyleniu płaszczyzny uwiocznimy drogę odpływu prawej komory z zastawką płucną.
- Przeżołądkowa pięciojamowa (głębsze wprowadzenie sondy do żołądka niż w projekcji podwpustowej i mocniejsze zgięcie do przodu). W płaszczyźnie poprzecznej uzyskamy projekcję pięciojamową, zaś zwiększając kąt płaszczyzny, uwiocznimy lewą komorę w projekcji trójjamowej.
- Aortalna (odwrócenie gastrokopu przetwornikiem w stronę grzbietową – o ok. 180°). Zmieniając głębokość sondy w przetyku, uwiocznimy w płaszczyźnie poprzecznej i podłużnej część zstępującą i łuk aorty piersiowej. Badając aortę o krętym przebiegu, należy odpowiednio manewrować sondą i dostosowywać płaszczyznę przekroju.

4.4. Opis echokardiograficznego badania przezprzełykowego

Opis badania powinien zawierać wyczerpujące odpowiedzi na pytania znajdujące się w skierowaniu. Jeżeli wykryte zmiany patologiczne można uwiocznąć tylko w określonej projekcji (szczególnie gdy odbiega ona od projekcji standardowych), należy dokładnie określić pozycję głowicy (głębokość, odgięcie końcówki, kąt płaszczyzny przekroju).

Ponadto w standardowym opisie badania należy uwzględnić ocenę lewego przedsionka i jego uszka, przegrody międzyprzedsionkowej, zastawek serca oraz

aorty piersiowej. Badanie powinno zawierać opis zastosowanej premedykacji i ewentualnych problemów w czasie procedury.

5. Echokardiografia obciążeniowa

5.1. Zasady wykonywania

Echokardiografia obciążeniowa jest 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).

Badanie wykonuje się w celu:

- identyfikacji niedokrwienia i żywotności mięśnia sercowego;
- ustalenia rokowania chorego związanego z decyzjami terapeutycznymi (rewaskularyzacją, zabiegowym leczeniem wad serca, resynchronizacją, przeszczepem serca, obciążającym zabiegiem chirurgicznym);
- oceny hemodynamicznej zaawansowania wady zastawki mitralnej lub aortalnej;
- oceny rezerwy wieńcowej (gałąź międzykomorowa przednia, rzadziej tylna).

Echokardiografia obciążeniowa wymaga:

- dużego doświadczenia operatora – 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 mogą być wykonywane w pracowniach niższych klas spełniających powyższe wymogi.

Wysiłkowe badanie echokardiograficzne jest fizjologiczne, tanie i najbardziej bezpieczne. Wadą testu jest utrudniona rejestracja w trakcie wysiłku lub zmniejszona czułość związana z opóźnieniem rejestracji w wypadku badań powysiłkowych (przemieszczenie pacjenta z bieżni/ergometru na leżankę). Badanie wymaga dostatecznej tolerancji pacjenta na wysiłek fizyczny (osiągnięcie submaksymalnej częstości pracy serca).

Alternatywą dla badania wysiłkowego są próby farmakologiczne. W celu oceny niedokrwienia i żywotno-

ści w Polsce najczęściej jest wykonywany test dobutaminowy. Najczęstszy schemat podawania dobutaminy to wlew dożylny od dawki 5 do 40 mg/kg/min (zwiększając dawkę co 3 min – do 5, 10, 20, 30, 40 mg/kg/min). W razie niedostatecznej dla wieku i płci odpowiedzi chronotropowej podaje się dożylnie atropinę (0,25–1 mg, niekiedy do 2 mg – w razie nieosiągnięcia submaksymalnej częstości pracy serca). Test jest tani i bezpieczny. Wadą próby z dobutaminą są głównie działania niepożądane leku, tj. zaburzenia rytmu. Poważne powikłania, jak śmierć lub zawał serca, zdarzają się w trakcie tego testu niezwykle rzadko, jednak częściej niż podczas testów wysiłkowych i dipirydamolowych. Przeciwwskazaniem do dobutaminy jest wywiad w kierunku groźnych arytmii komorowych.

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

Test z adenozyzną wykonuje się rzadko. Lek jest drogi, a próba ma niską czułość w wykrywaniu choroby wieńcowej, zwłaszcza jednonaczyniowej. Adenozyne podaje się w dawce 0,14 µg/kg/min przez 6 min. Test adenozynowy i dipirydamolowy umożliwia pomiar rezerwy wieńcowej.

Inne odmiany echokardiografii obciążeniowej nie są stosowane rutynowo. Test z ergonowiną służy do rozpoznawania naczynioskurczowej postaci choroby wieńcowej. Stosowany jest rzadko z powodu kontrowersji odnośnie do jego bezpieczeństwa. Ergonowinę podaje się w bolusie 0,05 mg co 5 min aż do łącznej dawki 0,35 mg.

Rzadko stosowany z powodu półinwazyjności i gorszej tolerancji jest test szybkiej stymulacji przezprętkowej lewego przedsionka. U części pacjentów pojawia się blok przedsionkowo-komorowy II° uniemożliwiający osiągnięcie punktu końcowego. W stałej stymulacji serca szybka stymulacja kontrolowana programatorem zewnętrznym serca może stanowić test z wyboru. Stymulację rozpoczyna się zwykle od częstotliwości 100/min lub o 10 większej niż własny rytm pacjenta, a następnie zwiększa się o 10/min aż do wartości 150/min lub do częstotliwości odpowiadającej 85% tętna maksymalnego dla wieku. Każdy etap trwa 3 min. Testy szybkiej stymulacji mają dobrą dokładność w diagnostyce choro-

by wieńcowej (szczególnie przy stymulacji AAI/DDD), a do zalet należy niski koszt i bezpieczeństwo (w każdej chwili można zaprzestać stymulacji i wrócić do wyjściowych warunków hemodynamicznych).

5.2. Wskazania do badań obciążeniowych

Ocena niedokrwienia

Echokardiografia obciążeniowa jest zalecana w diagnostyce choroby wieńcowej u pacjentów z pośrednim prawdopodobieństwem choroby, z utrudnioną interpretacją EKG:

- blok lewej odnogi pęczka Hisa,
- zespół WPW,
- stała stymulacja u pacjentów zależnych od rozrusznika,
- cechy EKG przerostu i przeciążenia lewej komory,
- spoczynkowe obniżenie ST ponad 0,5 mm,
- wątpliwy wynik elektrokardiograficznej próby wysiłkowej.

Test farmakologiczny jest badaniem z wyboru przy braku możliwości przeprowadzenia próby wysiłkowej lub 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 pacjentów po koronarografii ważne wskazanie stanowi ocena istotności granicznego zwężenia tętnicy wieńcowej. Wartość diagnostyczna prawidłowego technicznie echokardiogramu obciążeniowego nie ustępuje scyntygrafii perfuzyjnej. Uzupełnieniem metody jest ocena rezerwy wieńcowej, możliwa u ok. 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. Test interpretuje się jako dodatni dla oceny niedokrwienia mięśnia sercowego, 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 liczbą zajętych segmentów, ciężkością asynergii i czasem do pojawienia się niedokrwienia.

Przeciwwskazania do badania i wskazania do przeważania testu są takie jak podczas standardowych prób wysiłkowych.

Echokardiograficzne badanie obciążeniowe pozwala na ocenę niedokrwienia, gdy:

- pojawi się dodatni wynik echokardiograficzny testu lub
- chory osiągnie submaksymalną częstość pracy serca (85% maksimum dla wieku) lub maksymalne obciążenie stresorem dla danego typu testu.

Ocena żywotności miokardium

Jest stosowana przy planowaniu rewaskularyzacji u chorych z dysfunkcją lewej komory przy braku innych wskazań do zabiegu. W tym celu najczęściej stosuje się test dobutaminowy małej dawki – 5, 10, 20 mg/kg/min, oceniając obniżenie wskaźnika kurczliwości. Zazwyczaj test powinien jednak obejmować ocenę niedokrwienia w tych obszarach (protokół standardowy). Poprawę funkcji komory po rewaskularyzacji chirurgicznej obserwowano przy poprawie funkcji co najmniej 4 segmentów miokardium o 1°. Przyrost frakcji wyrzutowej o ponad 1/4 wartości wyjściowej prognozuje dobry efekt u kandydatów do resynchronizacji terapeutycznej lewej komory.

Ocena rokowania

Wykazano znaczenie prognostyczne wielkości wskaźnika zaburzeń kurczliwości lewej komory, ilości zajętych asynergią segmentów lewej komory oraz wielkości frakcji wyrzutowej, objętości końcowoskurczowej i końcoworozkurczowej lewej komory w czasie spoczynku i na szczycie obciążenia. Wartość prognostyczna dodatniego wyniku testu obciążeniowego jest większa niż rezultatu wysiłkowego badania EKG. Wynik ujemny testu echokardiograficznego wskazuje na bardzo dobre rokowanie u chorego.

Wyniki badania echokardiograficznego obciążeniowego są używane do oceny ryzyka powikłań sercowo-naczyniowych, a także ustalenia ryzyka operacyjnego przed planowanym dużym zabiegiem chirurgicznym (np. torakochirurgia, chirurgia naczyniowa). Dodatni wynik testu powinien ukierunkować dalszą diagnostykę niedokrwienia i leczenie inwazyjne.

Echokardiografia obciążeniowa w wadach serca

Echokardiografia obciążeniowa jest stosowana w hemodynamicznej ocenie wad zastawkowych serca przy kwalifikacji zabiegowej. W trakcie próby echokardiograficznej możliwa jest ocena funkcji uszkodzonej zastawki w warunkach zbliżonych do codziennej aktywności. Ocenia się parametry funkcji lewej i prawej komory (frakcja wyrzutowa, objętości) i ocenianej zastawki (pole, gradienty przezastawkowe, 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 nastąpi

nasilenie spoczynkowych obszarów zaburzeń kurczliwości mięśnia sercowego, lub/i wystąpią objawy odpowiadające typowym dla danej wady serca zaburzeniom hemodynamicznym.

W wypadku zwężenia zastawki aortalnej u pacjentów z dysfunkcją lewej komory i niskim gradientem przezastawkowym badanie umożliwia potwierdzenie istotności wady. Do kwalifikacji do leczenia operacyjnego niezbędne jest potwierdzenie rezerwy kurczliwości mięśnia sercowego – rokowanie okotooperacyjne jest znacznie lepsze, gdy nastąpi poprawa kurczliwości ze wzrostem objętości wyrzutowej o 20% lub więcej. W celu oceny rezerwy kurczliwości mięśnia sercowego analizuje się dane rejestrowane podczas wlewu z dobutaminą w małej dawce (etapy 5, 10, 20 mg/kg/min po 3–5 min każdy lub do momentu osiągnięcia przyśpieszenia czynności serca o 10/min).

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

6. Zaawansowane techniki echokardiograficzne

6.1. Echokardiografia trójwymiarowa

Trójwymiarowe zbiory danych mogą być rejestrowane przez ścianę klatki piersiowej (dedykowane sondy matrycowe – badanie 3D w czasie rzeczywistym – lub techniki bramkowane) oraz przezprzetykowo 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 3D jest najbardziej dokładną spośród ultradźwiękowych metod ilościowych, co potwierdzono dla oceny wielkości i funkcji jam serca oraz pól powierzchni zastawek mitralnej i aortalnej. Szczególną opcją echokardiografii 3D jest dynamiczna prezentacja przestrzenna (ang. *volume rendering*), która uwidacznia strukturę serca *en face*, w perspektywie, jaką kardiochirurg uzyskuje po torakotomii. Ułatwia to planowanie leczenia zabiegowego. Trójwymiarowy zbiór danych jest bardziej kompletny od standardowej rejestracji i w pełni dostępny do analizy dowolnych projekcji. Stanowi także doskonałe narzędzie edukacyjne w rękach echokardiografisty.

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

- zaawansowaną ocenę ilościową (objętości, pola, odległości), gdy potrzebna jest maksymalna dokładność pomiaru lub nie jest on możliwy 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.

6.2. Echokardiografia kontrastowa

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

Bezpieczeństwo współcześnie stosowanych kontrastów echokardiograficznych jest zadowalające, chociaż niektóre środki mają ograniczenia dotyczące ostrej fazy zawału, stanów z towarzyszącą niestabilnością hemodynamiczną. Przeciwwskazane jest podawanie kontrastu, zwłaszcza I generacji, przy znaczącym przecieku prawo-lewym. Działania niepożądane są rzadkie i łagodne, najczęściej mają postać przemijających zaburzeń smaku lub miejscowego działania drażniącego.

Z klinicznego punktu widzenia środki kontrastowe można podzielić na dwie 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 pomiędzy strzykawkami) płynów do wstrzyknięć, np. 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 stronę lewą lub ubytku („negatywnego”) kontrastu po stronie prawej w wypadku przecieku lewo-prawego. Do tej grupy wskazań należy wykrywanie drożnego otworu owalnego w badaniu przepływowym – za diagnostyczne uznaje się przejście na stronę lewą 3–5 pęcherzyków w czasie do 5 cykli serca od pojawienia się kontrastu w prawym przedsionku w warunkach próby Valsalvy lub kaszlu;
- identyfikacja przetrwałej żyły głównej górnej lewej i innych zaburzeń spływu systemowego;
- kontrastowanie prawych jam serca – określenie granic wsierdza, guzów i skrzeplin wewnątrzsercowych.

Środki kontrastowe przechodzące przez krążenie płucne cechują się średnią wielkością mikropęcherzyków poniżej 7 mm, co zapewnia podwyższoną stabilność w układzie krążenia. Stabilizacja mikropęcherzyków uzyskiwana jest 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 na wzmocnienie sygnału echokardiograficznego z lewostronnych struktur serca. Do zarejestrowanych środków kontrastowych użytecznych w echokardiografii należą: Sonovue, Optison, Definity/Luminy i Levovist (trwają prace nad kilkoma kolejnymi). Kontrasty tej grupy mogą być też przygotowywane poprzez sonikację („mieszanie” wspomagane przez ultradźwięki) – np. kontrastów koronarograficznych celem podania dowieńcowego.

Ze względu na znaczenie rokownicze i diagnostyczne echokardiograficznej oceny wizualnej perfuzji, w doświadczonych ośrodkach jest możliwe jej kliniczne wykorzystanie. Wymagane jest zastosowanie dedykowanych trybów bramkowania lub czasu rzeczywistego.

Echokardiografia kontrastowa z użyciem substancji kontrastowych przechodzących przez krążenie płucne jest wskazana we wszystkich uprzednio wymienionych sytuacjach oraz:

- u pacjentów ze złą jakością obrazu – kontrastowanie lewostronnych jam serca celem poprawy określenia granicy wsierdza (i umożliwienia pełnej oceny odcinkowej i całkowitej czynności serca) lub uwidocznienia mas wewnątrzsercowych. Metoda jest rutynowo zalecana w echokardiografii obciążeniowej u pacjentów ze złą jakością obrazu;
- wzmocnienie niedostatecznie czytelny sygnału doplerowskiego z lewostronnych jam serca;

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

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

6.3. Tkankowa echokardiografia dopplerowska

Tkankowa echokardiografia dopplerowska (dopler tkankowy, TDE) wykorzystuje sygnał dopplerowski o niskiej prędkości i wysokiej amplitudzie pochodzący z ruchu tkanek serca w trybie doplera pulsacyjnego oraz kolorowego. Metoda doplera pulsacyjnego wobec wyższej rozdzielczości czasowej określa maksymalną prędkość ruchu tkanki. Technika znakowana kolorem umożliwia jednoczesną rejestrację prędkości w dużym obszarze serca przy ich niewielkim niedoszacowaniu. Prędkości miokardialne tworzą w warunkach fizjologii gradient z największymi wartościami w segmentach podstawnych, a najmniejszymi w koniuszkowych. Poza segmentami miokardium technikę doplera tkankowego stosuje się także do oceny ruchu pierścieni zastawek przedsionkowo-komorowych, co odpowiada globalnej funkcji włókien podłużnych danej ściany. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość określenia za pomocą takiego pomiaru globalnej funkcji mięśnia serca, co potwierdziła korelacja prędkości ruchu pierścienia mitralnego z frakcją wyrzutu 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 i podjąć decyzję o zastosowaniu terapii resynchronizującej. TDE jest także przydatna do różnicowania kardiomiopatii restrykcyjnej od konstrykcji osierdziowej.

Tkankowa echokardiografia dopplerowska nie znajduje obecnie zastosowania w różnicowaniu struktur serca. Brak możliwości oceny segmentów koniuszkowych oraz liczne zakłócenia wartości spowodowane wpływem przemieszczenia i rotacji całego serca sprawiły, że TDE przestała być wykorzystywana do oceny niedokrwienia. Krytyka metody doprowadziła do pojawienia się jej pochodnych z obrazowaniem regionalnego odkształcenia (ang. *strain/strain rate imaging*). Przetomem ostatnich lat jest ocena odkształcenia regionalnego miokardium za pomocą automatycznego śledzenia markerów aku-

stycznych (ang. *speckle tracking echocardiography*, STE). Przewaga tej techniki nad techniką dopplerowską wynika ze znacznej redukcji wpływu artefaktów na jakość uzyskiwanych zbiorów danych oraz charakterystyki wolnej od wpływu kąta padania wiązki ultradźwięków. Możliwe zastosowania obejmują identyfikację żywotności mięśnia serca za pomocą pomiaru wielkości regionalnego odkształcenia skurczowego i poskurczowego w warunkach spoczynku oraz obciążenia. Innym potencjalnym zastosowaniem jest bardziej precyzyjna, niż w wypadku techniki prędkości miokardialnych, definicja asynchronii. Parametry odkształcenia regionalnego znajdują też zapewne zastosowanie w diagnostyce przedklinicznych okresów chorób mięśnia sercowego oraz w monitorowaniu skuteczności prowadzonej terapii. Praktyczne zastosowanie parametrów odkształcenia miokardium będzie zależało od w pełni automatycznych algorytmów analizy, co uczyni ją bardziej praktyczną z punktu widzenia klinicysty. Rutynowe wykorzystanie TDE i jej pochodnych zalecane jest w pracowniach echokardiografii klas A, B i C w następujących wskazaniach:

- ocena funkcji rozkurczowej serca (ocena ciśnień napełniania i różnicowanie pseudonormalizacji napływu mitralnego);
- różnicowanie konstrykcji osierdziowej i restrykcji mięśniowej;
- ocena lokalnych zaburzeń funkcji miokardium, także w przedklinicznych stadiach schorzeń (np. kardiomiopatii), w uzasadnionych klinicznie sytuacjach;
- 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 8–10F i częstotliwości obrazowania ok. 10 MHz, wprowadzane drogą naczyń krwionośnych do serca. Głowice te mogą współpracować z niektórymi standardowymi systemami echokardiograficznymi i stanowią wygodniejszą dla pacjenta alternatywę dla monitorowania przezprętkowego zabiegów kardiologii interwencyjnej.

Wskazania do badania mogą stanowić:

- monitorowanie zabiegów kardiologii interwencyjnej:
 - implantacje zapinek w ubytki przegród serca,
 - cewnikowanie transseptalne, 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 metody jest jednak niewielkie z powodu wysokich kosztów jednorazowych głowic. W związku z tym wskazania są względne i wybór metody monitorowania wymaga indywidualnych decyzji. Nie jest wskazane stosowanie metody do prostych zabiegów elektroterapii, np. implantacji kardiostymulatorów.

7. Wskazania do badania echokardiograficznego

7.1. Stabilna choroba niedokrwienna serca

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

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

- 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 badania echokardiograficznego.

Wskazania do oceny efektów leczenia to:

- kontrola funkcji skurczowej lewej komory po zabiegach rewaskularyzacji,
- ocena funkcji lewej komory u chorych z dysfunkcją lewej komory leczonych zachowawczo.

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

Ocena rokowania:

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

Wykazano bardzo silną, odwrotnie proporcjonalną zależność między funkcją skurczową lewej komory a odległym przeżyciem – frakcja wyrzutowa poniżej 35% wiąże się z roczną śmiertelnością ponad 3%. U chorych ze współistniejącym nadciśnieniem tętniczym i cukrzycą echokardiografia spoczynkowa jest przydatna w rozpoznawaniu przerostu mięśnia oraz dysfunkcji skurczowej i/lub rozkurczowej, które są czynnikami ryzyka powikłań

sercowo-naczyniowych. Po wykonaniu echokardiogramu w celu oceny rokowania nie ma wskazań do regularnego powtarzania badania.

W razie trudności diagnostycznych u pacjentów z pośrednim prawdopodobieństwem choroby wieńcowej wskazane jest wykonanie obrazowego testu diagnostycznego, np. echokardiografii obciążeniowej (rozdział 5). Testy farmakologiczne są badaniem z wyboru, jeśli nie jest możliwe wykonanie lub interpretacja próby wysiłkowej EKG.

Ocena spoczynkowa pacjenta ze stabilną chorobą niedokrwienną serca może być przeprowadzona w pracowniach klasy A, B lub C.

7.2. Ostre zespoły wieńcowe

Rola echokardiografii w diagnostyce ostrych zespołów wieńcowych zwiększa się. Skrócone badanie echokardiograficzne może być wykonane u chorego z bólem w klatce piersiowej już w izbie przyjęć. Brak zaburzeń kurczliwości pozwala wykluczyć rozległy zawał serca.

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

U pacjenta z ostrym zespołem wieńcowym badanie powinno być wykonane przy przyjęciu. Może mieć charakter badania skróconego, jeżeli czynnik czasu odgrywa istotną rolę w postępowaniu, przy czym badanie pełne powinno być wykonane w ciągu 48 godz., jeśli nie zostało przeprowadzone przy przyjęciu.

Wskazania do badania echokardiograficznego:

- Jeśli jest potrzebne do rozpoznania ostrego zespołu wieńcowego – w szczególności w razie niediagnostycznego elektrokardiogramu, bloku lewej odnogi pęczka Hisa, stymulacji elektrycznej serca, podejrzenia zawału prawej komory lub ściany tylnej. Nową, przygotowywaną do opublikowania w 2007 r., globalna definicja zawału serca wg ESC/AHA/ACC/WHF/WHO zwiększa rolę badań obrazowych (w tym echokardiografii) w rozpoznawaniu zawału serca. Definicja zakłada rozpoznanie zawału, gdy istnieją dowody w badaniach obrazowych na nową utratę żywotnego miokardium lub nowe regionalne zaburzenia kurczliwości przy obecności biochemicznych wskaźników martwicy miokardium.
- Różnicowanie innych przyczyn bólu w klatce piersiowej (zwłaszcza ostre rozwarstwienie aorty, płyn wysiękowy w osierdziu, masywna zatorowość płucna, zwężenie zastawki aortalnej, kardiomiopatia przerostowa).

- Wystąpienie objawów wstrząsu, niestabilności hemodynamicznej i niewydolności serca.
- Rekomendowane jest rutynowe wykonywanie skróconego badania echokardiograficznego u wszystkich chorych kierowanych do pierwotnej angioplastyki wieńcowej, jeśli nie spowoduje to istotnego opóźnienia leczenia inwazyjnego. W skróconym badaniu 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.
- Wystąpienie powikłań po leczeniu inwazyjnym zawału serca.
- Zawsze przy podejrzeniu 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.
- Jeśli nie ma zmian w naczyniach wieńcowych, charakterystyczny obraz echokardiograficzny poszerzenia i akinezy/dyskinezy koniuszkowych segmentów lewej komory z hiperkinezą segmentów podstawnych jest typowy dla kardiomiopatii stresowej (zespół tako-tsubo).
- Dodatkowo należy wykonać kontrolne skrócone badanie echokardiograficzne w razie wystąpienia cech ostrej niewydolności serca, nowego szmeru nad sercem i podejrzenia dorzutu zawału i powikłań mechanicznych.
- U wszystkich chorych przyjmowanych ze wstępnym rozpoznaniem ostrego zespołu wieńcowego, przed wypisaniem ze szpitala wskazane jest 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

Wykonanie echokardiogramu jest rekomendowane u wszystkich pacjentów z klinicznymi objawami niewydolności serca i stanowi rozstrzygające badanie diagnostyczne.

Wskazanie do badania stanowi:

- stwierdzenie po raz pierwszy klinicznych objawów niewydolności serca,
- wątpliwości kliniczne dotyczące skuteczności leczenia niewydolności serca,

- pogorszenie obrazu klinicznego po okresie stabilizacji lub poprawy,
- kwalifikacja do wszczęcia stymulatora resynchronizującego,
- kwalifikacja do przeszczepienia serca,
- podejrzenie dysfunkcji serca i/lub reakcji odrzucania u biorcy przeszczepu serca.

Badania mogą być wykonywane w pracowni klasy A lub B, ale wskazania do resynchronizacji i przeszczepienia serca powinny zostać ustalone na podstawie badania w pracowni klasy C.

7.4. Pierwotne i wtórne kardiomiopatie

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

- diagnostykę u osób z klinicznym podejrzeniem choroby;
- zaostrenie dolegliwości lub pojawienie się nowych objawów chorobowych;
- badania przesiewowe krewnych chorego z kardiomiopatią, która może mieć tło genetyczne;
- badania przesiewowe krewnych osób zmarłych nagle w młodym wieku;
- badania kontrolne związane ze zmianą stanu pacjenta wg wskazań klinicznych.

Szczególne wskazania do badania echokardiograficznego to:

- wyłącznie w pracowniach klasy C:
 - kwalifikacja chorych 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 szeregu badań dodatkowych (potwierdzenie niskiej wartości maksymalnego zużycia tlenu w badaniu spiroergometrycznym), z badaniami inwazyjnymi wyłącznie (ocena nieodwracalności oporów płucnych przekraczających 4 jednostki Wooda);
- w pracowniach klasy B i C:
 - kwalifikacja do procedur leczenia inwazyjnego kardiomiopatii przerostowej z zawężeniem drogi odpływu lewej komory;
 - identyfikacja rzadszych postaci kardiomiopatii: arytmogennej kardiomiopatii prawej komory, kardiomiopatii restrykcyjnej, rozpoznanie 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 mogą być wykonywane w pracowni typu A.

Szczegółowe wskazania w razie podejrzenia wady nabytej zastawki to:

- kliniczne objawy zwężenia lub niedomykalności zastawki,
- konieczność oceny zaawansowania wady,
- badania kontrolne pacjentów z rozpoznaną wadą zastawkową:
 - w razie pojawienia się nowych objawów lub dolegliwości,
 - u bezobjawowych chorych w okresach określonych w szczegółowych wytycznych,
- ocena kompensacji wady po zejściu w ciężę pacjentki z rozpoznaną wcześniej wadą,
- wskazanie (niezbyt częste) do badania obciążeniowego może stanowić wada mitralna (ocena nasilenia wady i ciśnień płucnych) lub aortalna (w wypadku zwężenia z niskim gradientem i dysfunkcją lewej komory),
- wskazania do badania przezprzetykowego są najczęstsze w wadach zastawki mitralnej:
 - szczegółowa ocena zaawansowania wady,
 - kwalifikacja do przeszkronej plastyki balonowej,
 - monitorowanie śródoperacyjne zabiegów chirurgicznych, szczególnie naprawczych.

Rozpoznanie wady może zostać wykonane w pracowni klasy A, natomiast ostateczna kwalifikacja zabiegowa (także obejmująca badania obciążeniowe lub przezprzetykowe) – w pracowni typu B lub C.

7.6. Ocena pacjenta ze sztuczną zastawką

Ocena pacjenta po wszczepieniu sztucznej zastawki serca powinna obejmować okresową kontrolę kliniczną oraz echokardiograficzną w pracowni od klasy A, z ewentualnym uściśleniem oceny (badania obciążeniowe lub przezprzetykowe) w pracowni typu B lub C.

Pierwsze badanie kliniczne i echokardiograficzne powinno być wykonane przed wypisaniem pacjenta ze szpitala po wszczepieniu sztucznej zastawki serca. Kolejne badania kontrolne zależą od stanu klinicznego pacjenta. Badanie echokardiograficzne powinno być wykonane zawsze przy podejrzeniu dysfunkcji wszczepionej zastawki serca.

Przed przystąpieniem do badania echokardiograficznego należy ustalić rodzaj zabiegu, typ oraz rozmiar (numer) wszczepionej zastawki oraz wartości podane

przez producenta: efektywne pole zastawki oraz maksymalny i średni gradient przez zastawkę.

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

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

Wszystkie typy sztucznych zastawek serca wykazują, w porównaniu z zastawkami naturalnymi, podwyższony gradient oraz tzw. „fizjologiczne” lub „konstrukcyjne” fale zwrotne. „Konstrukcyjna” fala zwrotna przez sztuczną zastawkę serca charakteryzuje się: krótkim czasem trwania, małą prędkością przepływu przez zastawkę, jest najczęściej centralna, symetryczna (zastawki dwudyskowe) i wąska. Patologiczna fala zwrotna trwa dłużej, jest szersza, ma dużą prędkość i zazwyczaj jest ekscentryczna.

Dysfunkcja sztucznej zastawki serca może być spowodowana:

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

W razie podejrzenia dysfunkcji sztucznej zastawki, poza badaniem klinicznym, dokładnym osłuchiwaniem i wykonaniem echokardiografii przezklatkowej, należy rozważyć wykonanie skopii rentgenowskiej i echokardiografii przezprzetykowej.

Echokardiografia przezprzetykowa pozwala na dokładne określenie lokalizacji fali zwrotnej i nieprawidłowych struktur okołozastawkowych (skrzeplina, łuszczyka, wegetacja).

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

7.7. Infekcyjne zapalenie wsierdzia

Badanie echokardiograficzne jest podstawowym badaniem potwierdzającym rozpoznanie zapalenia wsierdzia u pacjentów z objawami klinicznymi i laboratoryjnymi procesu zapalnego, z uwzględnieniem obiektywnie potwierdzonych nieprawidłowości w badaniu klinicznym serca, radiogramie lub EKG. Badanie echokardiograficzne nie powinno być stosowane jako badanie przesiewowe w diagnostyce stanów gorączkowych u pacjentów bez silnych czynników ryzyka zapalenia wsierdzia. U pacjentów z podejrzeniem zapalenia wsierdzia i sztuczną zastawką próg kwalifikacji do badania powinien być obniżony i obejmować niewyjaśnione stany gorączkowe o niejednoznacznym obrazie klinicznym.

Wskazania do echokardiografii w infekcyjnym zapaleniu wsierdzia:

- badanie echokardiograficzne przezklatkowe:
 - poszukiwanie zmian morfologicznych (m.in. wegetacji) na zastawkach u osoby z klinicznym podejrzeniem zapalenia wsierdzia;
 - podejrzenie zapalenia wsierdzia u osoby ze sztuczną zastawką, z utrzymującymi się lub nawracającymi stanami gorączkowymi lub w razie pojawienia się nowego szmeru;
 - ocena czynnościowego znaczenia wady serca u osoby z rozpoznaniem zapalenia wsierdzia;
 - poszukiwanie następstw i powikłań procesu infekcyjnego (np. ropień, perforacja płątka, przetoka wewnątrzsercowa);
 - ponowna ocena echokardiograficzna u osoby z objawami wskazującymi na wysokie prawdopodobieństwo zapalenia wsierdzia (np. utrzymujące się lub nawracające gorączki, pogorszenie stanu ogólnego, nowy szmer nad sercem, utrzymująca się bakteremia);
 - kontrola w trakcie antybiotykoterapii u osób z ciężkim przebiegiem choroby oraz po zabiegu operacyjnym.
- badanie echokardiograficzne przezprzetykowe:
 - określenie zaawansowania patologii zastawkowej u osób z objawami zapalenia wsierdzia i niediagnostycznym obrazem w badaniu przezklatkowym (szczególnie często u pacjentów ze sztuczną zastawką);
 - poszukiwanie następstw i powikłań zapalenia wsierdzia (wegetacje, ropień, perforacja płątka, przetoka wewnątrzsercowa) w celu określenia rokowania i dalszego sposobu leczenia;
 - ponowna ocena przezprzetykowa (po 48 godz. do 7 dni) przy negatywnym wyniku badania poprzedniego i utrzymujących się klinicznych objawach zapalenia wsierdzia;

- ocena przedoperacyjna u osoby z rozpoznaniem zapalenia wsierdzia;
- śródoperacyjne badanie przezprzetykowe przy operacji lub reoperacji zastawkowej z powodu infekcyjnego zapalenia wsierdzia.

Echokardiograficzna diagnostyka infekcyjnego zapalenia wsierdzia w wypadku zastawki naturalnej może być rozpoczęta w pracowni klasy A. Diagnostyka echokardiograficzna u chorego ze sztuczną zastawką powinna być prowadzona w pracowni klasy B i C; w zakresie monitorowania zabiegu – w pracowni typu C.

7.8. Wrodzone wady serca

Dorośli z wrodzoną wadą serca najczęściej są już zdiagnozowani przez kardiologów dziecięcych. Kardiolog dorosłych może zetknąć się z chorymi:

- nieleczonymi zabiegowo:
 - wcześniej niediagnostowanymi,
 - ze względu na brak wskazań,
- po korekcji (chirurgicznej lub przeszskórnej):
 - z dobrym efektem bezpośrednim i odległym,
 - z istotnymi resztkowymi zaburzeniami czynnościowymi,
- po zabiegach paliatywnych (chirurgicznych lub przezskórnych):
 - do dalszego leczenia zabiegowego,
 - do dalszego leczenia zachowawczego.

U dorosłych z wadą wrodzoną serca spotyka się:

- wady przeciekowe niesinicze na poziomie:
 - przedsionków,
 - komór,
 - pni tętniczych,
- wady przeciekowe sinicze:
 - z wstępnie zmniejszonym przepływem płucnym,
 - zespół Eisenmengera,
- wady zastawkowe:
 - zastawek przedsionkowo-komorowych,
 - zastawek pni tętniczych,
- inne patologie:
 - żył systemowych,
 - żył płucnych,
 - pni tętniczych (w tym skorygowana transpozycja pni tętniczych).

Pełne badania echokardiograficzne dorosłych z wadą wrodzoną serca wykonywane są w pracowniach klasy B i C przez kardiologów mających doświadczenie w ocenie dorosłych z wrodzoną wadą serca:

- objawy wady wrodzonej serca w badaniu przedmiotowym, radiologicznym klatki piersiowej, nieprawidłowy zapis EKG;

- nowe objawy u chorego z wcześniej rozpoznaną wadą wrodzoną serca;
- brak pewności co do wcześniejszego rozpoznania, stopnia zaburzeń czynnościowych i morfologicznych;
- ocena ewentualnej progresji wady, gdy taka możliwość istnieje, na podstawie znajomości historii naturalnej wady.

Dorośli z wrodzoną wadą serca po leczeniu zabiegowym

Dorośli po leczeniu zabiegowym wrodzonej wady serca wymagają okresowej klinicznej kontroli kardiologicznej, której częścią jest badanie echokardiograficzne. Leczenie chirurgiczne wad wrodzonych związane jest zwykle z obecnością resztkowych zaburzeń o różnym stopniu zaawansowania czynnościowego (przecieki, zwężenia i niedomykalności zastawkowe, zwężenia dróg odpływu obu komór, homografitów lub konduktów). Praktycznie jedynie zamknięcie przetrwałego przewodu tętniczego i niektórych ubytków przegrody międzyprzedsionkowej prowadzi do całkowitego wyleczenia.

Badania echokardiograficzne dorosłych po zabiegowym leczeniu wrodzonych wad serca wykonywane są w pracowniach klasy C. Wskazaniem do badania echokardiograficznego w tej grupie chorych są:

- kliniczne objawy powikłań bezpośrednio po leczeniu zabiegowym,
- kliniczne objawy powikłań leczenia zabiegowego,
- ocena późnych następstw zależnie od wady i sposobu leczenia operacyjnego, na podstawie objawów klinicznych i znajomości odległych następstw leczenia danym sposobem oraz ich przewidywanej progresji, 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.

Wskazaniem do badania echokardiograficznego **nie jest**:

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

7.9. Nadciśnienie tętnicze

Echokardiografia nie należy do rutynowych badań diagnostycznych u pacjenta z nadciśnieniem tętniczym. Według wytycznych ISH/ESC przerost mięśnia (wskaź-

nik masy lewej komory powyżej 125 g/m² u mężczyzn i 110 g/m² u kobiet) jest wyrazem uszkodzenia narządów docelowych wg WHO, a choroba wieńcowa lub dysfunkcja lewej komory i niewydolność serca wyrazem chorób towarzyszących nadciśnieniu – ich wykrycie może zatem modyfikować ryzyko globalne i sposób postępowania. Wprawdzie Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego rekomenduje wykonanie badania echo, ale jego rola u bezobjawowych chorych z nadciśnieniem tętniczym nie jest ustalona. Analiza funkcji skurczowej u chorych 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, szczególnie przy podejrzeniu (EKG, RTG) przerostu mięśnia lewej komory i niewydolności serca. Ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej jest konieczna w wypadku współistnienia choroby niedokrwiennej serca lub innych zmian w sercu i ma znaczenie rokownicze. Ocena masy mięśnia lewej komory ani jej regresji pod wpływem leczenia nie należy do rutynowego badania chorych z nadciśnieniem tętniczym.

Wskazania do echokardiografii u pacjentów z nadciśnieniem stanowią:

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

Badania pacjentów z nadciśnieniem tętniczym wykonywane są w pracowniach od klasy A.

7.10. Choroby osierdzia

Echokardiografia jest podstawową metodą oceny 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.

Ważniejsza od określenia objętości wysięku jest identyfikacja tamponady serca. Obecność nawet dużej separacji blaszek osierdzia nie jest równoznaczna z tamponadą, którą rozpoznaje się w wypadku obecności

cech zwiększonego ciśnienia osierdziowego. Jednym z objawów echokardiograficznych tamponady jest rozkurczowe zapadanie się 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 dużej ilości płynu w worku osierdziowym można zaobserwować objaw tzw. „tańczącego serca”, czyli balotowania serca w worku osierdziowym.

W zaciskającym zapaleniu stwierdzamy zwiększoną grubość i echogenność blaszek osierdza. Charakterystyczną cechą zapalenia przewlekłego jest także kołysanie się przegrody międzykomorowej oraz, podobnie jak w wypadku tamponady serca, zwiększona zmienność oddechowa przepływów żylnych i przedsionkowo-komorowych. Różnicowanie pomiędzy konstrykcją osierdziową a kardiomiopatią restrykcyjną ułatwia dopler tkankowy, wykazujący duże prędkości ruchu w chorobie osierdza.

Wskazania do badania echokardiograficznego stanowią:

- podejrzenie płynu w worku osierdziowym i kontrola jego objętości,
- podejrzenie tamponady serca,
- monitorowanie naktucia worka osierdziowego,
- podejrzenie zaciskającego zapalenia osierdza.

Badania schorzeń osierdza wykonywane są w pracowniach od klasy A.

7.11. Poszukiwanie źródeł zatorowości tętniczej

Choroby serca i aorty stanowią 20–50% wszystkich przyczyn zatorowości mózgowej i obwodowej, są częstszą jej przyczyną w populacji ludzi młodszych. Badanie echokardiograficzne jest podstawową metodą rozpoznania potencjalnych sercowych źródeł zatorowości i może być wykonane w pracowniach od klasy A. Wykluczenie zatorowości sercopolodnej wymaga w uzasadnionych przypadkach badania przezprzetykowego w pracowni klasy B lub C. Nie ma bezwzględnych wskazań do wykonania echokardiograficznego badania przezprzetykowego u pacjentów z udarem lub zatorem w trakcie jego leczenia. Wobec braku rozpoznanych przyczyn udaru badanie przezprzetykowe może być wykonane u osoby po przebytych udarach 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).

Pacjenci z udarem niedokrwinnym, u których znane są choroby układu krążenia mogące być przyczyną zatorowości (np. wada zastawkowa, migotanie przedsionków,

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

Wskazania:

- niedokrwienność udaru mózgu u osób poniżej 45. roku życia,
- niedokrwienność udaru mózgu u pozostałych pacjentów, u których w wykonanych dotychczas zgodnie ze standardami badaniach nie stwierdzono jego przyczyny,
- jeśli od wyniku badania zależy decyzja terapeutyczna, np. antykoagulacja,
- zator tętnicy obwodowej lub trzewnej u pacjentów w każdym wieku.

7.12. Zator tętnicy płucnej i nadciśnienie płucne Zatorowość płucna

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

Stwierdzenie ruchomych skrzeplin w jamach prawego serca lub w tętnicach płucnych potwierdza zatorowość płucną u osoby z jej klinicznym podejrzeniem. Echokardiografia przezprzetykowa pozwala na uwidocznienie skrzeplin tętnic płucnych u większości chorych z zatorowością płucną przebiegającą z przeciążeniem prawej komory. Ultrasonografia żył kończyn dolnych umożliwia znalezienie skrzeplin w większości przypadków zatorowości płucnej, potwierdzając jej podejrzenie.

Monitorowanie ustępowania przeciążenia prawej komory umożliwia ocenę skuteczności leczenia trombolitycznego, a po 3–6 mies. leczenia przeciwzakrzepowego pozwala na wyodrębnienie chorych zagrożonych rozwojem przewlekłego nadciśnienia płucnego o etiologii zakrzepowo-zatorowej.

Wskazania do badania echokardiograficznego w zatorowości płucnej stanowią:

- kliniczne podejrzenie zatorowości płucnej,
- ocena czynności prawej komory celem stratyfikacji ryzyka u pacjentów z rozpoznaną zatorowością płucną,
- monitorowanie leczenia trombolitycznego,
- ocena ustępowania przeciążenia prawej komory po 3–6 mies. leczenia przeciwzakrzepowego celem identyfikacji chorych zagrożonych rozwojem przewlekłego nadciśnienia płucnego o etiologii zakrzepowo-zatorowej.

Badanie wykonujemy w pracowniach klasy A, wskazana jest weryfikacja w pracowni klasy B lub C.

Nadciśnienie płucne

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

Echokardiografia pozwala na ocenę wskaźników prognostycznych (przesiek w worku osierdziowym, rozstrzeń prawego przedsionka, wskaźnik Tei oraz wskaźnik asymetrii lewej komory).

Wskazania do badania echokardiograficznego w nadciśnieniu płucnym stanowią:

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

Badanie wykonujemy w pracowniach klasy A, wskazana jest weryfikacja w pracowni klasy B lub C.

7.13. Choroby aorty piersiowej

Echokardiografia przezklatkowa w większości przypadków określa morfologię i wymiary poszerzonej aorty wstępującej oraz stopień towarzyszącej niedomykalności aortalnej. Badanie przezprzetykowe jest dokładniejsze, ale w razie znacznego poszerzenia aorty może być mniej bezpieczne. Echokardiografia przezklatkowa jest podstawowym narzędziem pozwalającym uwidocznić rozwarstwienie aorty. Jej czułość w rozpoznawaniu rozwarstwienia obejmującego aortę wstępującą waha się od 77 do 80%, a swoistość od 93 do 96%. Wstępnej oceny aorty można dokonać w pracowniach od klasy A, a oceny przezprzetykowej – w pracowniach klasy B i C.

W wypadku klinicznego podejrzenia rozwarstwienia aorty należy dążyć do postawienia rozpoznania metodą echokardiografii przezklatkowej. W razie wątpliwości rozpoznanie powinno być zweryfikowane tomografią komputerową lub badaniem przezprzetykowym, które cechuje się bardzo wysoką czułością (99–100%), lecz niższą swoistością (ok. 89%). Badanie przezprzetykowe powinno być wykonywane w ośrodkach współpracujących z kardiologią (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 badaniu przezklatkowym uwidoczono odwarstwioną błonę wewnętrzną. Ocena zmian morfologicznych ściany aorty wymaga stosowania

echokardiografii przezprzetykowej. Krwiak śródścienny występuje u 12–29% pacjentów z podejrzeniem rozwarstwienia aorty. Może przejść w rozwarstwienie aorty w 28–47% przypadków, z pęknięciem ściany aorty u 21–47% chorych. Rozpoznanie może zostać postawione w pracowni klasy B i C.

Alternatywą dla badania przezprzetykowego w wypadku ostrych zespołów aortalnych, pacjentów po urazie klatki piersiowej lub przy ocenie efektów chirurgicznego leczenia rozwarstwienia i tętniaka aorty jest ocena przez doświadczoną w badaniach serca i naczyń pracownię tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego.

Wskazania do badania echokardiograficznego w chorobach aorty piersiowej stanowią:

- diagnostyka ostrego zespołu aortalnego:
 - rozwarstwienie aorty: klasyczne, jatrogenne, zlokalizowane;
 - krwiak śródścienny;
 - penetrujące owrzodzenie;
- podejrzenie tętniaka aorty;
- podejrzenie pourazowego uszkodzenia aorty;
- okresowe badanie pacjentów z rozpoznaniem poszerzeniem aorty;
- ocena aorty przy podejrzeniu lub obecności zespołu Marfana;
- ocena 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 przyczyn omdleń związanych ze strukturalną chorobą serca, która może być powodem groźnych arytmii i/lub upośledzenia rzutu serca. Nie ma zgodności co rutynowego stosowania echokardiografii w diagnostyce omdleń, zwłaszcza u pacjentów bez objawów choroby serca pomiędzy omdleniami. Nieprawidłowości ujawnione w badaniu echokardiograficznym mogą być jedyną bądź jedną z kilku przyczyn zastąbić, mogą też współistnieć bez związku przyczynowego. Pewne rozpoznanie przyczyny omdlenia w echokardiogramie stanowi zwężenie zastawki aortalnej, zawężająca kardiomiopatia przerostowa i śluzak lewego przedsionka (lub inne rzadsze masy patologiczne).

Wskazania do badania echokardiograficznego:

- omdlenie u osoby z podejrzeniem choroby serca,
- omdlenie w trakcie i/lub po zaprzestaniu wysiłku,
- omdlenie u osoby wykonującej szczególnie zawód (np. pilot),
- omdlenie o nierozpoznanym mechanizmie i etiologii, u osoby bez cech choroby serca w wywiadzie i badaniu przedmiotowym.

Badania wykonywane są w pracowniach od klasy A, wątpliwości diagnostyczne rozstrzygane na poziomie pracowni klasy B, po dyskusji klinicznej (kardiolog, neurolog, inne specjalności). W razie podejrzenia zatorowości sercowo-pochodnej celowa może być ocena przezprętykowa.

7.15. Ocena echokardiograficzna sportowców

Jedynym standardowym badaniem serca u sportowców jest EKG, wykonywane na początku kariery oraz kontrolnie w cyklu rocznym lub półrocznym. Jego przydatność kliniczną w ograniczaniu ryzyka nagłej śmierci sercowej sportowców potwierdza kilkudziesięcioletnia obserwacja.

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

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

Badanie sportowców bezobjawowych jest kontrowersyjne. Tworzone są obecnie polskie standardy oceny sportowców na podstawie doświadczeń Centralnego Ośrodka Medycyny Sportowej i Polskiego Komitetu Olimpijskiego. Badania echokardiograficzne sportowców może wykonać pracownia klasy A z doświadczeniem w badaniu sportowców, w razie stwierdzenia nieprawidłowości konieczna jest weryfikacja w pracowni klasy B lub C.

7.16. Ocena echokardiograficzna schorzeń ogólnoustrojowych

Jest wiele sytuacji klinicznych związanych ze schorzeniami ogólnoustrojowymi, w których ocena echokardiograficzna jest użyteczna. W sytuacjach związanych z obciążeniem dla układu krążenia, jak np. ocena przed dużym zabiegiem chirurgicznym, o wykonaniu badania echokardiograficznego decyduje internista lub kardiolog i anestezjolog na podstawie indywidualnej, wnikliwej oceny pacjenta.

Częste wskazanie do echokardiografii stanowią:

- **choroby tkanki łątecznej:**
 - standardowe badanie w diagnostyce każdego chorego z podejrzeniem lub rozpoznaniem tocznia rumieniowatego układowego, celem ustalenia kryteriów diagnostycznych choroby;
 - ocena zajęcia serca w diagnostyce pacjentów z podejrzeniem lub rozpoznaniem zespołem antyfosfolipidowym, sklerodermią oraz zespołem Churga i Straussa;

- określenie czynnościowego znaczenia nieprawidłowości układu krążenia stwierdzanych badaniem klinicznym u osób z podejrzeniem lub rozpoznaną chorobą układową tkanki łątecznej;
- ocena progresji wcześniej stwierdzonego zajęcia układu sercowo-naczyniowego;
- monitorowanie leczenia w wybranych przypadkach zajęcia układu sercowo-naczyniowego (np. monitorowanie ilości płynu osierdziowego w przebiegu tocznia rumieniowatego układowego i sklerodermii, ocena ciśnienia płucnego w sklerodermii);
- poszukiwanie źródeł zatoru u chorych z powikłaniami ze strony centralnego układu nerwowego (TIA, udar niedokrwienny, mnogie mikrozatory lub inne postacie zespołów mózgowo-naczyniowych) i płuc (zatorowość płucna, nadciśnienie płucne);
- **przewlekła niewydolność nerek i przeszczep nerek** (badanie echokardiograficzne u pacjentów dializowanych powinno być wykonywane po 15–20 godz. od zakończenia dializy):
 - określenie czynnościowego znaczenia nieprawidłowości układu krążenia stwierdzanych badaniem klinicznym lub ocena progresji wcześniej stwierdzonego 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;
 - u każdego chorego z rozpoznaną *de novo* niewydolnością nerek;
 - u każdego chorego włączanego *de novo* do programu przewlekłej dializoterapii oraz co 2 lata w okresie leczenia nerkozastępczego hemodializą;
 - u każdego chorego włączanego *de novo* do programu przewlekłej dializoterapii oraz co 3 lata w okresie leczenia nerkozastępczego dializą otrzewnową;
 - u każdego chorego kwalifikowanego do przeszczepienia nerki;
- **kwalifikacja do przeszczepienia wątroby;**
- **kwalifikacja i monitorowanie po terapii lekami o udokumentowanej kardiotoksyczności (np. antracykliny).**

Badania wykonywane w pracowniach od klasy A.

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 i pozwala na integrację danych z wielu urządzeń, w tym z echokardiografów. Skalibrowane obrazy zapisane w standardzie DICOM umożliwiają dokonywanie pomiarów sto-

sowanych w echokardiografii w dowolnym momencie po ich akwizycji. Szpitalne sieci komputerowe pozwalają na zintegrowanie informacji administracyjnych o pacjentach z danymi obrazowymi. Dzięki temu możliwe jest archiwizowanie różnego typu danych medycznych – tekstowych lub obrazowych – w sposób, który zapewnia łatwy dostęp do nich nawet po wielu latach od rejestracji. Stwarza to wiele nowych możliwości ich wykorzystania – na przykład do śledzenia postępu choroby, ponownej analizy obrazów w wypadku podejrzenia nieprawidłowej interpretacji badania, w celach prawnych, orzecznictwowych i in. Takie sposoby archiwizacji obrazów echokardiograficznych wymaga rozpowszechnienia.

W ostatnim okresie pojawiły się możliwości przesyłania siecią internetową obrazów zapisanych w standardzie DICOM na dowolną odległość. Daje to możliwość konsultowania 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, wskaźniki i narzędzia pomiarowe, mogą oni dyskutować nad rozpoznaniem i decydować o dalszym postępowaniu. Może to mieć szczególne znaczenie dla chorych w ciężkim stanie, co do których waży się decyzja o leczeniu zabiegowym, a transport jest obciążony dużym ryzykiem powikłań.

Warunkiem poprawności takiej telekonsultacji jest prawidłowa akwizycja obrazów podczas badania. Należy ją przeprowadzić zgodnie z wymienionymi powyżej zasadami i z zapewnieniem ochrony poufności przesyłanych danych. Zestaw filmów i obrazów przedstawionych do telekonsultacji powinien być poszerzony o dodatkowe projekcje, które w możliwie najbardziej czytelny sposób uwidaczniają stwierdzane nieprawidłowości. Po wstępnej telekonsultacji możliwe jest ukierunkowanie badania, pozwalające na uzyskanie dodatkowych obrazów, które mogą zostać ocenione podczas kolejnej sesji telekonsultacyjnej. Prowadzone obecnie prace mają na celu 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 postępowaniem technologicznym i wdrażaniem nowych metod terapii. Oprócz znacznej poprawy jakości obrazowania, rysuje się perspektywa rozdzielenia w ramach metody szeroko dostępnego badania podstawowego, często ukierunkowanego, wykonywanego miniaturowymi osobistymi echokardiografami jako rozszerzenie badania fizykalnego, oraz badania zaawansowanego, obejmującego wszechstronną analizę czynnościową i morfologiczną serca i wielkich naczyń przy użyciu echokardiografów wysokiej klasy. Postęp w technologii sond matrycowych prowadzi do zwiększenia wykorzystania trybów rejestracji trójwymiarowej. Rozpoczęto się też wyodrębnianie 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). W związku z tym, konieczne staje się określenie wymogów szkolenia dla tych kategorii obrazowania, które muszą w każdej sytuacji opierać się na doświadczeniu w zakresie echokardiografii ogólnej i bogatej wiedzy ogólnokardiologicznej.

Kierunki rozwoju metody to zwiększanie zakresu dostępnej ilościowej oceny parametrów funkcji serca oraz obiektywizacja i automatyzacja oceny bardziej złożonych parametrów (np. funkcji skurczowej miokardium). Opracowywane są metody obrazowania parametrycznego (integrującego informacje anatomiczne i czynnościowe – np. kodowane kolorem tryby analizy synchronii serca bazujące na przetwarzaniu informacji o prędkości ruchu miokardium) i komputerowego wspomaganie oceny kurczliwości (duże nadzieje budzi niedoplerowska ocena ruchu mięśnia bazująca na śledzeniu markerów akustycznych – STE). Metody te podlegają intensywnej weryfikacji klinicznej i już obecnie stanowią dostępną opcję w systemach echokardiograficznych.