

©Borgis

*Mariusz Kujawski, Beata Zaborska, Maria Referowska, Anna Żuk, Paweł Lewandowski, Piotr Kokowicz, Andrzej Budaj

Zastosowanie kompleksowej ultrasonografii w intensywnej terapii kardiologicznej

Application of complex ultrasonography in acute cardiac care

Klinika Kardiologii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Szpital Grochowski, Warszawa
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. med. Andrzej Budaj

Słowa kluczowe

intensywna terapia, ultrasonografia, naczynia, powikłania

Keywords

intensive care, ultrasonography, vessels, complications

Streszczenie

Współczesne oddziały intensywnej terapii kardiologicznej, lecząc ciężko chorych pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi i wieloma chorobami współwystępującymi, często w starszym wieku, wymagają precyzyjnych i łatwych do zastosowania przy łóżku chorego metod wizualizacyjnych. Takimi podstawowymi metodami obrazowania są echokardiografia, ultrasonografia naczyniowa i ultrasonografia narządowa. Echokardiografia spełnia ważną rolę w diagnostyce i leczeniu wielu zagrożeń sercowo-naczyniowych, takich jak: ostra niewydolność serca, tamponada serca, ostre zespoły wieńcowe, wady zastawkowe serca, zatorowość płucna itp. Ultrasonografia naczyń jest przydatna przy zakładaniu wkłuczeń żylnych i tętniczych, jak również w ocenie zaawansowania choroby zakrzepowo-zatorowej czy miażdżycy naczyń tętniczych. Ważnym zastosowaniem tej metody jest kontrola dostępu naczyniowego przed interwencjami przezskórnymi oraz po zabiegu, w razie podejrzenia powikłań miejscowych lub zaburzeń ukrwienia kończyny. Incydenty neurologiczne wnikające przebieg ostrych stanów kardiologicznych lub ich leczenie stanowią przesłankę nie tylko do neuroobrazowania, ale również do badania USG tętnic dogłównych. Ultrasonografia klatki piersiowej jest wystarczająco rzetelną metodą w różnicowaniu płynu w jamie opłucnowej, odmy opłucnowej czy obrzęku płuc jako przyczyn nagłej duszności. Dostępność sondy typu convex w aparatach zasadniczo wykorzystywanych jako echokardiografy daje możliwość identyfikacji wodobrzusza i wstępnego różnicowania przyczyn anurii. Umożliwia też ocenę guzów, krwiaków, ropni, torbieli oraz różnicowanie struktur anatomicznych.

Summary

Modern intensive cardiac care units, treating critically ill cardiovascular patients with multiple comorbidities, often elderly, require precise and easy to use at the bedside visualization methods. These basic imaging techniques are: echocardiography, vascular ultrasonography and organ ultrasonography. Echocardiography plays a prominent role in the guideline-based diagnosis and treatment of many major cardiovascular emergencies, such as: acute heart failure, cardiac tamponade, acute coronary syndromes, valvular heart disease, pulmonary embolism, etc. Vascular ultrasonography is a useful method to guide arterial and venous access, as well as to examine progress of the venothromboembolism or atherothrombosis. Important application of this method is the control of vascular access before percutaneous interventions or after procedures, in case of suspected local complications or limb ischemia. Neurological episodes complicating acute cardiac conditions and their treatment require not only neuroimaging, but also ultrasonography of cranial arteries.

Thoracic ultrasonography is a sufficiently reliable method to differentiate pleural effusion, pneumothorax and pulmonary oedema as causes of acute dyspnoea.

Availability of convex type probe in basically used as echocardiographic equipment enables identification of ascites and preliminary differentiation of causes of anuria. It enables also the assessment of tumors, hematomas, abscesses, cysts and differentiation of anatomical structures.

Adres/address:

*Mariusz Kujawski
Klinika Kardiologii CMKP,
Szpital Grochowski
ul. Grenadierów 51/59, 04-073 Warszawa
tel. +48 (22) 810-17-38
mariusz_kujawski@interia.pl

WSTĘP

Zadaniem intensywnej terapii kardiologicznej jest stworzenie optymalnych warunków do szybkiej dia-

gnostyki i skutecznego leczenia pacjentów z zagrożeniami życia ze strony chorób sercowo-naczyniowych. Jednym z najważniejszych narzędzi dla osiągnięcia

tego celu jest zastosowanie przy łóżku chorego kompleksowej ultrasonografii, składającej się z echokardiografii, ultrasonografii naczyniowej i ultrasonografii ogólnej.

ECHOKARDIOGRAFIA

Echokardiografia, pozwalając na szybką i nieinwazyjną ocenę morfologii i funkcji serca, stała się niezbędnym narzędziem diagnostycznym w oddziałach intensywnej terapii kardiologicznej. Wykonanie badania w stanie nagłym wymaga dobrego warsztatu i wysokich kwalifikacji, tak aby pomimo trudności technicznych i ograniczonego czasu uzyskać wynik, który pozwoli na podjęcie kluczowych decyzji diagnostycznych i terapeutycznych.

ORIENTACYJNE BADANIE ULTRASONOGRAFICZNE W STANACH NAGŁYCH

W ostatnich latach zaproponowano wiele skróconych protokołów ultrasonograficznego badania serca i narządów klatki piersiowej wykorzystywanych w stanach nagłych. Jednym z nich jest protokół FATE (Focus Assessed Transthoracic Echo). Jego cele zostały określone następująco: wyklucz wyraźną patologię, oceń grubość ścian i wymiary jam serca, oceń kurczliwość, uwidocznij obustronnie opłucną, odnieś uzyskane informacje do sytuacji klinicznej. Ponadto ważnymi celami badania „fokusowego” jest ocena wolemii, potwierdzenie lokalizacji elektrod oraz współpraca podczas nakłucia osierdzia (1). Nawet orientacyjne

badanie u wielu chorych wnosi istotne informacje dla rozpoznania i prowadzenia leczenia.

RESUSCYTACJA

Ekstremalną sytuacją kliniczną jest nagłe zatrzymanie krążenia (NZK). Standardy postępowania w czasie NZK obejmują wykonanie badania echo w celu najszybszego rozpoznania/wykluczenia: tamponady, ostrej dysfunkcji skurczowej lewej lub prawej komory, hipowolemii, zatorowości płucnej, powikłań mechanicznych zawału serca i odmy prężnej. Wykonując badanie należy przestrzegać podstawowych zasad: nie przeszkadzać zespołowi prowadzącemu resuscytację; podlegać osobie kierującej czynnościami wg algorytmu ALS; czas akwizycji obrazów nie może przekraczać 5 s, jeśli dokonujemy jej podczas przerwy w masażu; wykorzystywać projekcje podmostkowe, które umożliwiają uzyskanie względnie diagnostycznych obrazów, a w najmniejszym stopniu ingerują w zabiegi resuscytacyjne; natychmiast przekazywać informacje o wszelkich zmianach obrazu, np. o powrocie/braku funkcji skurczowej, tworzeniu się skrzepelin w jamach serca zespołowi prowadzącemu zabiegi resuscytacyjne (1, 2).

BÓL W KŁATCE PIERSIOWEJ I DUSZNOŚĆ

Ból w klatce piersiowej i duszność to nierzadko współistniejące, najczęstsze objawy chorób serca zagrożających życia. Diagnostykę różnicową wybranych stanów przy użyciu TTE przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Diagnostyka różnicowa najczęstszych przyczyn bólu w klatce piersiowej i duszności przy użyciu echokardiografii przezklatkowej.

Przyczyna	Objawy echokardiograficzne	Uwagi
Ostry zespół wieńcowy	Odcinkowe zaburzenia kurczliwości (akineza/akineza ze ścięciem < 6 mm i podwyższoną echogenicznością, hipokineza, dyskineza). Obecność powikłań mechanicznych zawału.	Najwyższa wartość badania w trakcie bólu.
Ostry zespół aortalny Rozwarstwienie aorty	Poszerzenie aorty. Dodatkowe, ruchome niezależnie od ruchu ścian echo w świetle aorty. Istotna niedomykalność aortalna. Płyn/tamponada z obecnością skrzepiny w osierdziu.	Dynamiczny wzrost śmiertelności z każdą kolejną godziną opóźnienia leczenia. Negatywne badanie przezklatkowe wymaga dalszej diagnostyki (tomografia komputerowa/badanie przezprzełykowe/rezonans magnetyczny).
Ostra zatorowość płucna	Powiększenie prawych jam serca, dysproporcja jam – dominuje serce prawe. Objaw 60/60 (czas akceleracji < 60 ms; gradient niedomykalności trójdzielnej < 60 mmHg). Odcinkowe zaburzenia kurczliwości wolnej ściany prawej komory – objaw McConnella. Amplituda ruchu pierścienia zastawki trójdzielnej (TAPSE) < 17 mm. Materiał zatorowy w jamach prawego serca.	Prawidłowy obraz TTE nie wyklucza zatorowości płucnej. Brak cech ostrego przeciążenia prawego serca u chorego we wstrząsie wyklucza zator płucny jako przyczynę niestabilności.
Ostra niewydolność krążenia	Powiększenie wymiarów lewej i/lub prawej komory. Wysokie ciśnienie napełniania. Istotny przerost ścian lewej komory w kardiomiopatii przerostowej lub w ciężkim nadciśnieniu tętniczym. Zawężanie w drodze odpływu lewej komory. Obecność mechanicznych powikłań zawału. Ciężkie wady zastawkowe.	Pełna ocena morfologii i funkcji jam oraz zastawek serca ze względu na mnogość i różnorodność przyczyn dekomensacji krążenia.
Tamponada serca	Późnorozkurczowe i wczesnorozkurczowe zapadanie się ściany prawego przedsionka. Wczesnorozkurczowe zapadanie się wolnej ściany prawej komory. Poszerzenie i zniesienie podatności oddechowej żyły głównej dolnej. Objaw tańczącego serca „swinging heart”.	Monitorowanie perikardiocentezy i ewentualnej obecności płynu po odbarczeniu osierdzia.

WSTRZĄS

Wstrząs hipowolemiczny

Do rozwoju wstrząsu hipowolemicznego dochodzi na skutek krytycznego zmniejszenia objętości krwi krążącej (krwawienie, odwodnienie, utrata płynów do przestrzeni pozanaczyniowej), co prowadzi do zmniejszenia powrotu żylnego i spadku obciążenia wstępnego.

Objawami echokardiograficznymi wstrząsu hipowolemicznego są: zmniejszona objętość końcowo-rozkuczowa i końcowoskurczowa lewej komory, zazwyczaj małe wymiary komór, hiperkineza skurczu komór, frakcja wyrzutowa (EF) > 70%; przemieszczenie skurczowe płaszczyzny pierścienia trójdzielnego (TAPSE) > 30 mm, wąska (< 10 mm) żyła główna dolna, często całkowicie zapadająca się podczas wdechu (2, 3).

Opracowano szereg parametrów echokardiograficznych pozwalających na monitorowanie obciążenia wstępnego i przewidywanie odpowiedzi na płynoterapię, m.in. dynamika całki przepływu w drodze odpływu z lewej komory (VTI LVOT). Ocena tych parametrów jest jednak trudna, szczególnie u pacjentów ze współistniejącą patologią układu oddechowego lub u chorych wentylowanych mechanicznie.

Wstrząs dystrybucyjny. Sepsa

Pacjenci z wcześniejszą chorobą serca, powiększoną i uszkodzoną lewą komorą, rozwijający wstrząs septyczny, stanowią wyzwanie diagnostyczne.

W przebiegu wstrząsu może dochodzić do przejściowej uogólnionej hipokinezy, niemniej jednak parametry objętości wyrzutowej i pojemności minutowej pozostają podwyższone. U 30% chorych dochodzi do dysfunkcji skurczowej prawej komory z jej względnym powiększeniem, wzrostem ciśnienia i oporu w łożysku płucnym (2, 3). Diagnostyka i monitorowanie chorych we wstrząsie septycznym oznacza konieczność ustalenia źródła infekcji, w tym potwierdzenia/wykluczenia w TTE i badaniu przezprzełykowym (TEE) infekcyjnego zapalenia wsierdza, zarówno zastawek natywnych, jak również protez zastawkowych, bądź wegetacji na wszczepionych urządzeniach, np.: elektrodach układów stymulujących, ICD, CRT-D.

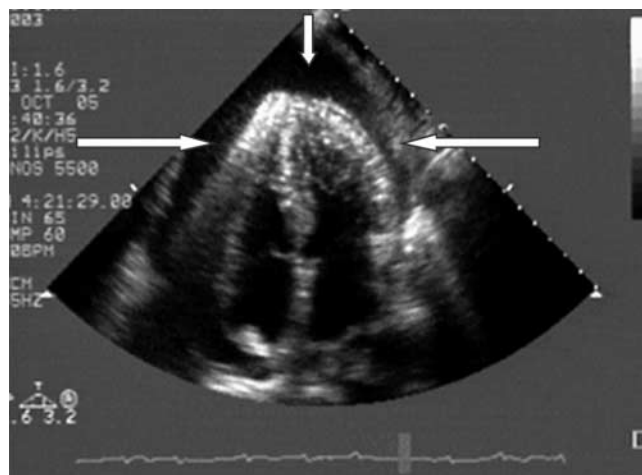
Wstrząs obturacyjny

Obecność czynników mechanicznych upośledzających napełnianie lub wyrzut komór serca oraz przepływ w dużych naczyniach stanowią przyczyny wstrząsu obturacyjnego.

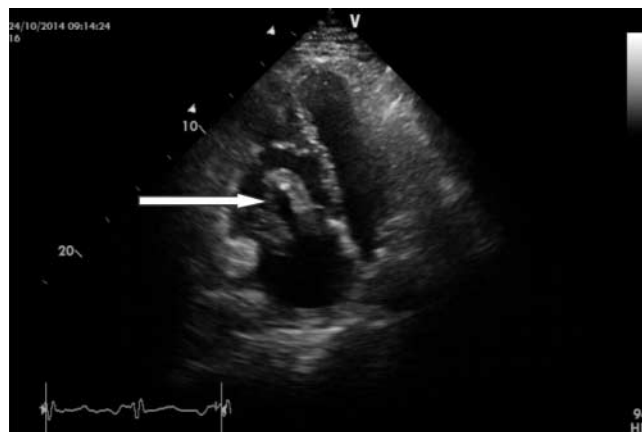
TTE umożliwia identyfikację czynników upośledzających napełnianie komór, takich jak tamponada, skrzepliny wewnątrzsercowe, oraz czynników upośledzających wyrzut z komór, takich jak: masywna ostra zatorowość płucna, ciężka stenoz aortalna lub obturacja drogi odpływu z lewej komory (ryc. 1, 2) (2, 3).

Wstrząs kardiogeny

We wstrząsie kardiogenym serce jako pompa nie jest w stanie zapewnić pojemności minutowej niezbędnej dla pokrycia potrzeb tkankowych.



Ryc. 1. Badanie TTE. Projekcja koniuszkowa czterojamowa. Duża objętość płynu w worku osierdziowym, zwłaszcza od strony koniuszka (strzałki) u pacjenta z tamponadą.



Ryc. 2. Badanie TTE. Projekcja koniuszkowa czterojamowa. Powiększone, dominujące prawe jamy serca. Wygięta w stronę lewej komory przegroda międzykomorowa świadczy o przeciążeniu ciśnieniowym prawej komory. W drodze napływu prawej komory widoczne dodatkowe, ruchome echo odpowiadające skrzeplinie (strzałka) u pacjenta z ostrą zatorowością płucną.

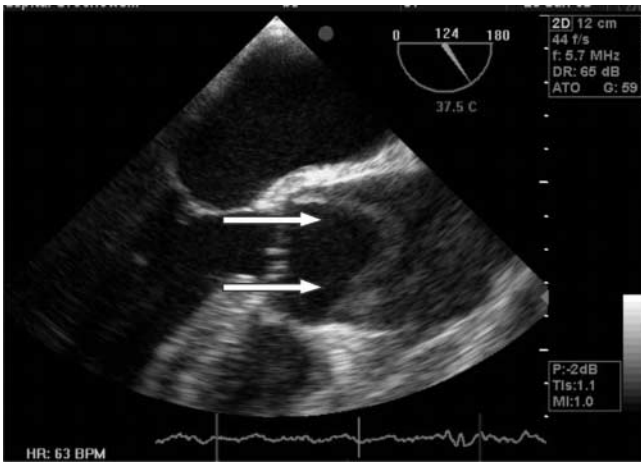
Najczęstsze przyczyny wstrząsu obejmują: dysfunkcję skurczową lewej komory w przebiegu świeżego zawału serca (z możliwymi powikłaniami mechanicznymi), tachy-/bradyarytmie, kardiomiopatie, ostre wady zastawkowe serca i/lub dysfunkcje protez zastawkowych, zapalenie mięśnia sercowego, urazy klatki piersiowej z urazem mięśnia sercowego oraz rozwarstwienie aorty (ryc. 3).

POWIKŁANIA ZAWAŁU SERCA

Kluczowe w postępowaniu z nagłą i/lub dynamiczną pogłębiającą się niestabilnością hemodynamiczną u chorego z ostrym zespołem wieńcowym, obok badania klinicznego, jest pilne wykonanie TTE w celu jak najszybszego wykluczenia/potwierdzenia powikłań zawału serca.

Dysfunkcja lewej komory

W TTE obserwujemy odcinkowe zaburzenia kurczliwości, a także globalne upośledzenie funkcji lewej komory. Istotne implikacje kliniczne niesie stwierdzenie



Ryc. 3. Badanie echokardiograficzne przezprzetykowe (TEE). Dodatkowe, ruchome echo w opuszcze aorty (strzałki) odpowiadające odwarstwionej błonie wewnętrznej w rozwarstwieniu aorty.

nie sąsiadujących segmentów akinetycznych i hiperkinetycznych, potencjalnie zagrażających pęknięciem mięśnia sercowego.

Przy małych wymiarach jam komór, szczególnie lewej komory, nawet niewielki spadek objętości wyrzutowej jako skutek upośledzenia kurczliwości może prowadzić do pogorszenia stanu hemodynamicznego, nierzadko z rozwinięciem wstrząsu.

Z powodu zamknięcia tętnicy unaczyniającej mięśnie brodawkowe może dojść do rozwoju ciężkiej, czynnościowej niedomykalności mitralnej, dodatkowo zmniejszającej objętość wyrzutową. Użytecznym pojedynczym parametrem odpowiadającym zmniejszonej objętości wyrzutowej lewej komory jest VTI LVOT < 15 cm (3, 4). Istotne upośledzenie funkcji skurczowej lewej komory przeważnie doprowadza do podwyższenia ciśnienia napełniania, co dodatkowo pogarsza warunki jej funkcjonowania. Przemawiają za tym: podwyższenie stosunku E/A napływu mitralnego (> 2), uśrednione E/E' > 13, a także charakterystyczne zmiany w napływie z żył płucnych.

Istotna jest również ocena geometrii lewej komory. We wczesnych dobach zawału serca może dochodzić do niekorzystnego remodelingu lewej komory (3, 4).

Zawał prawej komory

Zawał prawej komory najczęściej towarzyszy zawałowi ściany dolnej lewej komory. Wiąże się ze znaczącym pogorszeniem rokowania. TTE pozwala na rozpoznanie dysfunkcji odcinkowej i globalnej prawej komory oraz pośrednio ocenę ciśnień w prawych jamach serca.

Pęknięcie wolnej ściany serca

Pęknięcie mięśnia sercowego to najpoważniejsze powikłanie charakteryzujące się wysoką śmiertelnością. Obraz kliniczny może obejmować:

- masywne ostre pęknięcie z powstaniem hemopericardium, tamponady oraz następowym NZK,
- pęknięcie podostre ze stopniowym przesiękaniem krwi do jamy osierdzia,

- powstanie tętniaka rzekomego, w którym nowa/falszywa ściana powstaje ze skrzepliny i osierdzia.

Nowy szmer nad sercem, zwłaszcza z nagłym pojawieniem się płynu/krwii w worku osierdziowym u chorego ze świeżym zawałem serca musi nasuwać podejrzenie pęknięcia mięśnia sercowego. Uwidocznienie miejsca pęknięcia jest trudne, niekiedy niemożliwe. Należy wykorzystać projekcje niestandardowe oraz użyć kolorowego Dopplera dla przeszukiwania obszarów mięśnia podejrzewanych o pęknięcie (3, 4).

Pęknięcie przegrody międzykomorowej

Do tego powikłania dochodzi zarówno w zawałach ściany dolnej, jak i ściany przednio-bocznej (w obrębie segmentu koniuszkowego przegrody). Kanał/szczelina pęknięcia mogą być wielopłaszczyznowe, dlatego przy podejrzeniu pęknięcia przegrody należy zobrazować wszystkie jej segmenty, posługując się wszystkimi dostępnymi, także zmodyfikowanymi projekcjami, używając kolorowego Dopplera w celu poszukiwania przecieku. Funkcja skurczowa lewej komory zwykle jest hiperkinetyczna z dużą frakcją wyrzutową przy równocześnie niskich parametrach VTI LVOT, objętości wyrzutowej i pojemności minutowej (3, 4). Możemy zaobserwować cechy zwiększonego przepływu przez pień płucny i spływu z żył płucnych. Pojawiają się także cechy nadciśnienia płucnego i rozwijającej się dysfunkcji prawej komory. Przykład pęknięcia przegrody międzykomorowej przedstawia rycina 4.



Ryc. 4. Badanie TTE. Projekcja koniuszkowa czterojamowa. Około-zawałowe pęknięcie przegrody międzykomorowej części tylnej na granicy segmentu podstawnego i środkowego (strzałka).

Ostra niedomykalność mitralna

Wystąpienie niedomykalności mitralnej (MR), nawet małej, w świeżym zawałe serca jest czynnikiem pogarszającym rokowanie. Do powstania MR może dochodzić w wyniku remodelingu (lokalnego i/lub globalnego) lewej komory lub w wyniku dysfunkcji bądź pęknięcia mięśnia brodawkowego. Wówczas rozpoznanie cepowatego płątka mitralnego z uwidocznieniem dodatkowego stożkowego echa fragmentu mięśnia związanego ze strunami ścięgniastymi

i wpadającego w skurczu do lewego przedsionka zawsze świadczy o ciężkiej niedomykalności mitralnej. Należy pamiętać, że mała/umiarkowana wada rejestrowana w spoczynku nie wyklucza progresji do ciężkiej czynnościowej niedomykalności indukowanej niedokrwieniem, np. podczas wysiłku, i może tłumaczyć nawracające obrzęki płuc u niektórych chorych. Co istotne, wtórna MR ulega także zmniejszeniu u chorych wentylowanych mechanicznie dodatnim ciśnieniem (3, 4).

ZABIEGI HEMODYNAMICZNE I ELEKTROFIZJOLOGICZNE

Szczególną grupą chorych wymagającą diagnostyki echokardiograficznej są pacjenci poddawani zabiegom interwencyjnym. Echokardiografia umożliwia rozpoznanie powikłań związanych z zabiegami diagnostycznymi i leczniczymi na tt. wieńcowych oraz zabiegami elektrofizjologii związanymi z elektrostymulacją i ablacjami. Pozwala to na wdrożenie odpowiedniego postępowania leczniczego.

Echokardiografia stała się narzędziem niezbędnym na każdym etapie postępowania z chorym w stanie krytycznym – od ustalenia rozpoznania po monitorowanie efektów leczenia.

ULTRASONOGRAFIA NACZYNIOWA

Ultrasonografia (USG) naczyń zajmuje niekwestionowane miejsce wśród metod diagnostycznych wykorzystywanych w intensywnej terapii kardiologicznej. Badania obejmują łożyska żyłne i tętnicze.

Ultrasonografia naczyń żylnych

KANIULACJA ŻYŁ CENTRALNYCH

Częstość pomyślnej kaniulacji żył centralnych, tj. żyły szyjnej wewnętrznej (ŻSzW), podobojczykowej (ŻP) lub udowej (ŻU) przy użyciu techniki „na ślepo” wynosi 60-95%, a odsetek powikłań 5-19% (5). Występują one istotnie częściej w przypadku niekorzystnych warunków anatomicznych u chorego (skrajna masa ciała, wady rozwojowe, np. przetwiała żyła główna górna lewa), w razie współistnienia określonych chorób (koagulopatie, rozedma) i trudnych okoliczności zabiegu (tryb nagły, wentylacja mechaniczna), a także przy ponad trzech próbach nakłucia wykonanych przez tego samego operatora (6-krotny wzrost ryzyka powikłań) (6). Przy wizualizacji i cewnikowaniu naczynia szczególnie istotne znaczenie dla operatora ma odpowiednia orientacja głowicy (ryc. 5). Spośród sond ultradźwiękowych wykorzystywanych do oceny dostępu naczyniowego preferuje się głowice liniowe o częstotliwość ≥ 7 MHz. Posługiwanie się badaniem USG do kaniulacji naczyń ma największą wartość, gdy odbywa się w czasie rzeczywistym, tj. podczas wprowadzania igły do naczynia. Obrazowanie statyczne pozwala na ocenę drożności żyły, wykluczenie ewidentnych anomalii anatomicznych oraz identyfikację i zaznaczenie miejsca nakłucia skóry nad kaniulowanym później naczyniem (5).



Ryc. 5. Obraz naczyń szyjnych prawych przy prawidłowej orientacji znacznika na głowicy (wizualizacja przez operatora stojącego z tyłu głowy chorego). Lewa – lewa strona chorego, Prawa – prawa strona chorego, ŻSzW – żyła szyjna wewnętrzna, TSz – tętnica szyjna

KANIULACJA ŻYŁY SZYJNEJ WEWNĘTRZNEJ

Tradycyjne podejście do nakłucia ŻSzW („na ślepo”) wiąże się z około 7,0-19,4% prawdopodobieństwem niepowodzenia (5). Anomalie i warianty anatomiczne ŻSzW mogą dotyczyć nawet 36% pacjentów. Nieprawidłowości stwierdzane już w statycznym badaniu USG, takie jak: zakrzepnięta ŻSzW, przetwiała żyła główna górna lewa czy niewielki kaliber ŻSzW (średnica < 7 mm w ocenie USG), sugerują wybór alternatywnego dostępu naczyniowego (5). Korzyści z kaniulacji ŻSzW pod kontrolą USG dokumentuje praca Troianos i wsp. (tab. 2) (7). USG podnosi bezpieczeństwo cewnikowania ŻSzW w szczególności u chorych: a) z niesprzyjającą anatomią szyi (otyłość, krótka szyja), b) z zaburzeniami krzepnięcia, c) niewspółpracujących, d) z hipowolemią lub wstrząsem, e) niezdolnych do przyjęcia pozycji leżącej na plecach, f) po wcześniejszych interwencjach w okolicy szyi (np. radioterapii) (5). Podsumowując, kaniulacja ŻSzW pod kontrolą USG z obrazowaniem w czasie rzeczywistym przyczynia się do usprawnienia i zwiększenia skuteczności zabiegu oraz ograniczenia ryzyka powikłań.

KANIULACJA ŻYŁY PODOBOJCZYKOWEJ

Ogólne korzyści z cewnikowania żyły podobojczykowej (ŻP) w porównaniu z ŻSzW obejmują m.in.: niższe ryzyko zakażeń oraz większy komfort chorego (5). Niezamierzone nakłucie jednoimiennej tętnicy występuje

Tabela 2. Korzyści z kaniulacji ŻSzW pod kontrolą USG (7).

Kaniulacja ŻSzW		
	Metoda „na ślepo”	Metoda z wykorzystaniem USG
Nakłucie tętnicy	8,43%	1,39%
Krwiak (tkanek miękkich)	8,4%	0,4%
Krwiak opłucnej	1,7%	0
Odma opłucnowa	2,4%	0
Pierwsza skuteczna kaniulacja	54%	73%
Liczba prób do kaniulacji	2,8	1,4
Czas do kaniulacji (s)	117	61

statystycznie rzadziej niż w przypadku kaniulacji ŻSzW i nie wiąże się z konsekwencjami neurologicznymi. Główne czynniki sprzyjające powikłaniom kaniulacji ŻP to: skrajna wartość indeksu masy ciała (BMI < 20 kg/m² lub > 30 kg/m²), przebyte złamanie obojczyka lub żebra, przebyta radioterapia okolicy dostępu naczyniowego oraz wcześniejsze cewnikowanie ŻP (5). Identyfikują one chorych, którzy mogą skorzystać z nakłucia pod kontrolą USG. Porównanie dwóch metod kaniulacji ŻP, dokonane przez Gualtieriego i wsp. w prospektywnym, randomizowanym badaniu wykazało przewagę cewnikowania ŻP pod kontrolą USG w stosunku do tradycyjnej techniki (tab. 3) (8). Do nakłucia zaleca się korzystanie z mniejszej, łatwiejszej w manewrowaniu głowicy, np. microconvex.

Tabela 3. Korzyści z kaniulacji ŻP pod kontrolą USG (8).

	Kaniulacja w oparciu o punkty anatomiczne	Kaniulacja w oparciu o USG
Odsetek mniej poważnych powikłań	11%	1%
Liczba prób do skutecznej kaniulacji	2,5	1,4
Odma opłucnowa	4,8%	0
Liczba wykorzystanych zestawów do kaniulacji	1,4	1

Przy okazji kaniulacji centralnych naczyń żylnych warto również wspomnieć o cewnikowaniu tętnic obwodowych pod kontrolą USG, szczególnie pomocnym u chorych otyłych lub z cechami hipoperfuzji obwodowej oraz po wcześniejszej nieskutecznej próbie kaniulacji naczynia. Udokumentowano większą skuteczność i skrócenie procedury kaniulacji tętnicy promieniowej w oparciu o USG (5).

Eksperti w cewnikowaniu naczyń pod kontrolą USG sugerują, by przed dopuszczeniem do samodzielnego przeprowadzania zabiegów osoba szkoląca się wykonała co najmniej 10 procedur pod nadzorem doświadczonego operatora (5).

Czteropunktowe ultrasonograficzne badanie uciskowe żył kończyn dolnych

Ultrasonograficzne badanie uciskowe żył (CUS) stanowi jedną z podstawowych metod diagnostyki żylnych

choroby zakrzepowo-zatorowej (ŻChZZ), a dodatkowo zyskuje na znaczeniu u chorych ze względnymi przeciwwskazaniami do angio-TK klatki piersiowej.

W przypadku wstępnego podejrzenia zatorowości płucnej (ZP) CUS można, teoretycznie, ograniczyć do czterech okolic anatomicznych – pachwin i dołów podkolanowych, jednak wartość CUS wyraźnie wzrasta dzięki pełnej ocenie układu żył głębokich (9, 10). Rozstrzygającym kryterium diagnostycznym zakrzepicy żył głębokich jest niepełna kompresja żyły, tj. brak pełnego zetknięcia się ścian żyły przy ucisku głowicą naczynia zobrazonego w przekroju poprzecznym (11). Czteropunktowe badanie uciskowe żył kończyn dolnych jest pomocną metodą we wstępnej diagnostyce ŻChZZ, prowadzonej w ramach ostrego dyżuru, chociaż należy dążyć do wykonania pełnego badania USG żył kończyn dolnych, dodatkowo z oceną żył biodrowych i żyły głównej dolnej.

Ultrasonografia naczyń tętnicznych

Badanie ultrasonograficzne naczyń tętnicznych w opcji CD (Color-Doppler) jest niezwykle przydatnym narzędziem codziennej pracy w oddziałach intensywnej terapii kardiologicznej. USG tętnic obejmuje diagnostykę stanów nagłych z dominującymi objawami neurologicznymi (udar mózgu, przemijające napady niedokrwienia – TIA, nagłe zaniewiedzenie, rozwarstwienie tętnic szyjnych) oraz powikłania po zabiegach kardiologii interwencyjnej (tętniaki rzekome, przetoki tętniczko-żyłne, niedrożności, krwiaki).

Ultrasonografia tętnic domózgowych u chorych z objawami udaru mózgu lub przejściowego niedokrwienia ośrodkowego układu nerwowego obejmuje głównie ocenę przyczyn wystąpienia objawów neurologicznych, tj. niedrożność tętnicy, obecność skrzepliny czy rozwarstwienie ściany naczynia. Niezwykle istotne jest rozróżnienie niedrożności tętnicy od jej krytycznego zwężenia, gdyż determinuje to dalsze postępowanie terapeutyczne (w niedrożności operacja jest przeciwwskazana). Badanie ma na celu głównie wyodrębnienie chorych z istotnym zwężeniem w obrębie naczyń domózgowych, którzy odniosą korzyści z leczenia operacyjnego.

Rozwarstwienia tętnic szyjnych stanowią przyczynę 0,4-2,5% udarów w populacji ogólnej, natomiast 5-20% u pacjentów, u których doszło do udaru przed 45. rokiem życia. W przypadku rozwarstwienia aorty, do rozwarstwienia tętnic szyjnych wspólnych dochodzi w 15% przypadków (12). Objawy rozwarstwienia tętnic szyjnych to: nagłe zaniewiedzenie, niedowład połowicy, objaw Hornera, a także bóle głowy i szyi. Dzięki badaniu ultrasonograficznemu możliwe jest uwidocznienie rozwarstwienia, ocena drożności światła oraz widma przepływu przez uszkodzone naczynie. W przypadku wytworzenia skrzepliny możliwa jest również jej wizualizacja.

Tętnice obwodowe

Badania ultrasonograficzne w sali intensywnej opieki kardiologicznej obejmują również ocenę naczyń ob-

wodowych. Wskazaniem do przeprowadzenia oceny ultrasonograficznej naczyń tętniczych kończyny górnej i dolnej stanowią: ocena zmian w naczyniach u pacjentów z objawami niedokrwienia kończyn, monitorowanie pacjentów po zabiegach angioplastyki tętnic wieńcowych oraz ablacji podłoża zaburzeń rytmu, a także monitorowanie ewentualnych powikłań po tych zabiegach. Najczęściej występujące powikłania po kaniulacji naczyń tętniczych to: jatrogeny tętniak rzekomy, przetoka tętniczo-żylna, dyssekcja tętnicy, niedrożność tętnicy lub jej istotne hemodynamiczne zwężenie. Nie do przecenienia jest ocena ultrasonograficzna krwiaków powstających na skutek interwencji naczyniowych lub podawania leków (heparyny drobnocząsteczkowe). Na podstawie USG można określić ich rozmiary, objętość, ocenić przepływy, a także kwalifikować do odpowiedniej metody leczenia. Nawet w przypadkach zagrożenia utraty kończyny na skutek ostrego niedokrwienia, ultrasonografia z opcją CD jest użytecznym, nieinwazyjnym badaniem pierwszego rzutu, dostarczającym wystarczających informacji do niezwłocznego podjęcia decyzji terapeutycznych.

ULTRASONOGRAFIA OGÓLNA

Jednym z najczęstszych praktycznych zastosowań ultrasonografii ogólnej w intensywnej opiece kardiologicznej jest wizualizacja płynu w jamie otrzewnej i opłucnej, kwalifikacja do torakocentezy oraz kontrola przebiegu tej procedury. Badanie z użyciem głowicy convex może ułatwić diagnostykę różnicową przyczyn oligurii czy anurii. Badanie to umożliwia różnicowanie struktur anatomicznych oraz ocenę guzów, krwiaków, ropni i torbieli.

Wiele uwagi poświęca się ostatnio ultrasonograficznej ocenie miąższu płucnego. Wykazano przydatność różnych artefaktów stwierdzanych w obrazie USG płuc w ramach diagnostyki określonych stanów

chorobowych układu oddechowego i krążenia. Artefakty te w większości przypadków są opisywane przez różne litery alfabetu, np. linie B to hiperechogeniczne pionowe linie powstające na granicy poszerzonych przez płyn (obrzękniętych) przegród międzypłatowych i otaczającego je powietrza (3). Udowodniono związek między liczbą tych linii a nasileniem niewydolności serca, klasą czynnościową NYHA (13) i stężeniem peptydów natriuretycznych we krwi (14). Podsumowując, ogólne badanie USG w warunkach intensywnej terapii jest szeroko wykorzystywane do oceny narządów jamy brzusznej oraz wykonywania zabiegów. Być może warto podjąć próbę jego rozszerzenia o badanie USG płuc pod kątem różnicowania przyczyn ostrej niewydolności oddechowej i monitorowania leczenia chorych ze zdekompensowaną niewydolnością serca.

PODSUMOWANIE

Echokardiografia, ultrasonografia naczyniowa i ultrasonografia ogólna jako przyłóżkowe metody nieinwazyjne są bardzo przydatnymi narzędziami służącymi do diagnostyki, a także leczenia w intensywnej terapii kardiologicznej. Zaletami tych metod są: możliwość nieograniczonego powtarzania badania oraz całkowita nieszkodliwość dla chorego. Dobrej klasy aparaty echokardiograficzne (TTE, TEE) rozszerzone o sondę naczyniową i sondę typu convex stanowią zasadnicze i niezwykle użyteczne wyposażenie oddziałów intensywnej terapii kardiologicznej. Także przenośne aparaty USG mogą być bardzo przydatne. Lekarze pracujący (dyżurujący) w oddziałach intensywnej terapii kardiologicznej powinni mieć co najmniej w podstawowym zakresie posługiwać się metodami ultrasonograficznymi. Jest to jedno z wymagań jakościowych nowoczesnej intensywnej terapii.

PIŚMIENNICTWO

1. Neskovic AN, Hegendorff A, Lancellotti P et al.: Emergency echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging recommendations. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013; 14: 4-9.
2. Lancellotti P, Price S, Edvardsen T et al.: The use of echocardiography in acute cardiovascular care: Recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2015; 4: 3-5.
3. Sobczyk D, Andruszkiewicz P, Andres J (red.): *Ultrasonografia w stanach zagrożenia życia i intensywnej terapii*. Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2012.
4. Klisiewicz A, Szymański P, Hoffman P (red.): *Ostry dyżur echokardiograficzny*. Medipage, Warszawa 2009.
5. Troianos CA, Hartman G, Glas K et al.: Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiograph* 2011; 24: 1291-1318.
6. McGee DC, Gould MK: Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003; 348: 1123-1133.
7. Troianos CA, Jobes DR, Ellison N: Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *Anesth Analg* 1991; 72: 823-826.
8. Gualtieri E, Deppe S, Sipperly M et al.: Subclavian venous catheterization: greater success for less experienced operators using ultrasound guidance. *Crit Care Med* 1995; 23: 692-697.
9. Elias A, Colombier D, Victor G et al.: Diagnostic performance of complete lower limb venous ultrasound in patients with clinically suspected acute pulmonary embolism. *Thromb Haemost* 2004; 91(1): 187-195.
10. Righini M, Le Gal G, Aujesky D et al.: Complete venous ultrasound in outpatients with suspected pulmonary embolism. *J Thromb Haemost* 2009; 7(3): 406-412.
11. Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G et al.: Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2014; 35: 3033-3073.
12. Krzanowski M, Plichta A: *Atlas ultrasonografii naczyń*. Wyd. II, Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2000: 113.
13. Frassi F, Gargani L, Gligorova S et al.: Clinical and echocardiographic determinants of ultrasound lung comets. *Eur J Echocardiograph* 2007; 8: 474-479.
14. Gargani L, Frassi F, Oldati F et al.: Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnoea: a comparison with natriuretic peptides. *Eur J Heart Fail* 2008; 10: 70-77.