



Ultrasonografia w rękach anestezjologa

W DIAGNOSTYCE I MONITOROWANIU UKŁADU KRĄŻENIA NA BLOKU OPERACYJNYM I W OAIIT

W ostatnich latach przyłóżkowa, holistyczna ultrasonografia stała się nieodzownym narzędziem w rękach anestezjologa na oddziale intensywnej terapii i bloku operacyjnym. Wśród wielu niezwykle przydatnych zastosowań tej metody diagnostycznej kluczową rolę odgrywa wykorzystanie USG w ocenie funkcji układu krążenia.

Monitorowanie funkcji układu krążenia ma fundamentalne znaczenie w trakcie leczenia chorych hospitalizowanych na oddziale intensywnej terapii (OIT) i bloku operacyjnym (1-3). Niewydolność serca, hipowolemia i przeciążenie płynami należą do wiodących przyczyn zgonów w OAIIT.

Dlatego informacje uzyskiwane w oparciu o wiarygodną metodę monitorowania układu krążenia mogą ułatwić podejmowanie właściwych decyzji terapeutycznych i tym samym wpływać na wynik leczenia.

W ostatnich latach ukazało się wiele prac, które zakwestionowały przydatność znaczącej liczby stosowanych dotąd inwazyjnych metod monitorowania, takich jak np. pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego (OCŻ) czy ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej. Wykazano również, że coraz powszechniej stosowane od niedawna techniki oparte na termodylucji przepływowej i bioimpedancji mają wiele ograniczeń (4, 5). Ultrasonografia umożliwia przyłóżkową i wszechstronną diagnostykę funkcji układu krążenia. ▶

**PAWEŁ
ANDRUSZKIEWICZ**

Oddział Anestezjologii
i Intensywnej Terapii,
Instytut Gruźlicy
i Chorób Płuc, Warszawa,
Sekcja Ultrasonografii
i Intensywnej Terapii
PTAIIT, CRITICALUSG

- Pozyskane w trakcie badania informacje mogą stanowić znakomite uzupełnienie badania fizykalnego i inwazyjnych badań układu krążenia. Do niedawna badanie echokardiograficzne wykonywane było wyłącznie przez kardiologów. Od kilku lat po tę metodę diagnostyczną sięgają również anesteziolodzy i lekarze medycyny ratunkowej. Zwykle lekarze tych specjalności dokonują ultrasonograficznej oceny serca, aby zidentyfikować przyczynę ostrej niewydolności krążenia, gdy nie jest możliwa natychmiastowa pomoc wykwalifikowanego echokardiografisty. Trafnie postawiona w oparciu o badanie echo diagnoza może zmienić postępowanie terapeutyczne i losy chorego.

Echokardiografia przyłóżkowa ultrasonografia serca?

W piśmiennictwie dotyczącym wykorzystania przyłóżkowej ultrasonografii w diagnostyce serca panuje pozornie pewien chaos nomenklatury. Obok znanego wszystkim określenia „echokardiografia” pojawiają się takie pojęcia, jak: ultrasonografia *point-of-care* (POC), *critical care echocardiography* (CCE), *focused cardiac ultrasound* (FoCUS), *point-of-care cardiac ultrasound* (PoCUS) (6, 7).

Większość ekspertów zajmujących się tematem zgadza się, że echokardiografia to szczegółowe badanie serca, wykonywane zwykle przez kardiologa (echokardiografistę) przy pomocy wysokiej klasy aparatu USG w trybie planowym.

Ultrasonografia serca w trybie POC/FoCUS/PoCUS/CCE to uproszczone badanie ukierunkowane na wykrycie patologii, która może być odpowiedzialna za wystąpienie stanu zagrożenia życia. Badanie wykonywane jest przez klinicystę (nierzadko niekardiologa) doskonale zaznajomionego z problemami zdrowotnymi chorego, a nie przez specjalistę od technik obrazowych, którego wiedza o badanym pacjencie jest bardzo ograniczona.

Klinicysta stawia sobie w trakcie badania konkretne, osadzone w kontekście klinicznym pytania diagnostyczne, a pozyskane za pomocą USG informacje stanowią uzupełnienie innych wykonanych badań. Badanie w trybie *point-of-care* wykonywane jest w miejscu, gdzie przebywa chory, a więc przyłóżkowo. To bardzo ważne, gdy ciężki stan pacjenta wyklucza przewożenie go do pracowni diagnostycznej. Przyłóżkowy charakter badania, wynikający często z pilności wskazań, oznacza niestety, że często jest ono wykonywane w nieoptymalnych warunkach (złe oświetlenie, wymuszona pozycja badanego), w oparciu o uproszczony protokół. Ze względu na charakter wskazań badanie ultrasonograficzne serca *point-of-care* musi być dostępne w szpitalu natychmiast, o każdej porze. W czasach gdy coraz częściej posługujemy się skrótami i krótkimi komunikatami tweetera, dostępność ultrasonografii w trybie POC opisywana jest często kodem 24/7, tzn. badanie jest dostępne przez 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu.

Uproszczony charakter badania w trybie POC powoduje, że podczas obrazowania korzysta się wyłącznie z podstawowej opcji 2D, wzbogaconej czasem użyciem kolorowego Dopplera.

Sprzęt

Bez wątpienia jedną z najważniejszych przyczyn, która spowodowała rozwój przyłóżkowej ultrasonografii, była rewolucja technologiczna aparatów ultrasonograficznych.

Sprzęt wykorzystywany jeszcze stosunkowo niedawno był duży, stacjonarny, a jakość uzyskiwanych obrazów pozostawiała wiele do życzenia.

W ostatnich latach na rynku pojawiły się aparaty mobilne wyposażone w układ jezdny umożliwiający łatwe przewożenie. Dostępne są również systemy przenośne o wymiarach laptopa, a nawet systemy zminiaturyzowane, w których głowicę USG można podłączyć do smartfona lub tabletu. Trzeba jednak pamiętać, że miniaturyzacja wiąże się jednocześnie z ograniczeniem rozdzielczości i tym samym obniżeniem jakości obrazowania. Wprowadzenie ultramobilnych kieszonkowych systemów umożliwia diagnostykę obrazową wszędzie tam, gdzie zachodzi taka potrzeba.

Na bloku operacyjnym i oddziale intensywnej terapii często zdarzają się jednak sytuacje, w których przeszkodą w obrazowaniu USG nie jest dostępność aparatu, ale ograniczenia wynikające z utrudnionego dostępu do pacjenta. Przykładem takich sytuacji mogą być: duże opatrunki założone na brzuchu i klatce piersiowej, prowadzenie wentylacji zastępczej czy wreszcie odbywający się zabieg operacyjny (3, 8). W takich sytuacjach nieocenioną przydatność diagnostyczną może mieć badanie przezprzełykowe (ang. *transoesophageal echocardiography* – TOE/TEE). Ze względu na bliskość serca i charakterystykę głowicy badanie przezprzełykowe umożliwia wyraźnie lepszą jakość obrazowania w porównaniu do badania przeklatkowego. W ostatnich latach pojawiły się na rynku jednorazowe głowice, które można pozostawiać w przełyku przez kilkadziesiąt godzin.

Wychodząc naprzeciw potrzebom klinicystów wykonujących badania ultrasonograficzne, producenci stworzyli pakiety optymalnych ustawień (tzw. presety) technicznych dostosowanych do potrzeb konkretnych badań. Dotychczas czasochłonna i wymagająca doświadczenia procedura wyboru właściwych nastawień została tym samym bardzo uproszczona.

Bardzo ważny jest wybór aparatu ultrasonograficznego, który spełnia wymagania oddziału. Ze zrozumiałych powodów decyzja o zakupie musi być wypracowana wspólnie przez zespół anesteziologiczny i menadżerów odpowiedzialnych za politykę finansową szpitala. Często wybór najtańszego dostępnego sprzętu jest złym rozwiązaniem. W dłuższej perspektywie niezawodny aparat renomowanej firmy, z dobrym serwisem i możliwościami rozbudowy, jest znacznie tańszą inwestycją. Z drugiej strony zakup niezwykle kosztownego aparatu z rozbudowanymi funkcjami,

których nie będzie się wykorzystywać w praktyce, jest również chybioną inwestycją.

Kompetencje w zakresie ultrasonografii przyłożkowej

Uproszczony charakter badania ultrasonograficznego serca wykonywanego przez anestezjologa w trybie *point-of-care* nie oznacza przyzwolenia na brak kompetencji osób wykonujących badania. Trzeba pamiętać, że badanie wykonywane jest u pacjentów w stanie zagrożenia życia, a postawione rozpoznanie wpływa na wybór terapii. Błędne wnioski mogą prowadzić do niewłaściwych decyzji klinicznych i w efekcie powodować katastrofalne skutki. Dlatego kluczową kwestią jest posiadanie przez badającego umiejętności gwarantujących odpowiedni standard badania (7-9).

Uzyskanie kompetencji to nie tylko nabycie umiejętności wykonania badania ultrasonograficznego, ale również postawienie trafnego rozpoznania i wdrożenie właściwego leczenia. Sprawdzonej sposobem zapewnienia odpowiedniego poziomu kompetencji jest uzyskiwanie certyfikacji renomowanych towarzystw medycznych. Procedura edukacyjna obejmuje udział w teoretycznych i praktycznych szkoleniach, określoną liczbę wykonanych samodzielnie badań i zdanie egzaminu końcowego. Należy jednak podkreślić, że szkolenie anestezjologów z przyłożkowej

ultrasonografii serca musi uwzględniać specyfikę wykonywanych przez nich badań i powinno różnić się od typowego szkolenia kardiologa. Np. wymóg 500 samodzielnych badań echokardiografii przezklatkowej i 75 echokardiografii przezprzełykowej wykonanych w ciągu 3 lat, określany obecnie przez Polskie Towarzystwo Kardiologiczne (PTK), jest całkowicie nierealny dla anestezjologów, dla których ultrasonografia jest tylko jednym z narzędzi używanych w codziennej praktyce. Warto również zauważyć, że możliwość ubiegania się o certyfikację PTK mają obecnie wyłącznie kardiolodzy (10). Dostrzegając rosnącą rolę ultrasonografii POC w pracy anestezjologów, Polskie Towarzystwo Anestezjologii i Intensywnej Terapii (PTAiIT) zaakceptowało program uzyskiwania akredytacji przez lekarzy tej specjalizacji.

W 2016 roku Europejskie Towarzystwo Intensywnej Terapii (European Society of Intensive Care – ESICM) wdrożyło program EDEC (*European Diploma in advanced critical care Echocardiography*) zdobywania akredytacji w echokardiografii w intensywnej terapii (11).

Uprozczone protokoły badania

Przez wiele lat badania ultrasonograficzne były wykonywane wyłącznie przez lekarzy specjalizujących się w technikach obrazowych: radiologów (ultrasonografia) i kardiologów (echokardiografia). Jednym z czynników, który stanowił ograniczenie dla szer-

R E K L A M A

bk medical

BK5000 - ULTRASONOGRAF STWORZONY DLA CHIRURGII

- doskonale obrazowanie - bez konieczności regulacji
- mały, wygodny w użytkowaniu rozmiar
- szybki czas uruchamiania
- szeroki wybór specjalistycznych głowic - w pełni sterylizowalnych
- pilot ułatwiający pracę systemu - w pełni sterylizowalny
- zaawansowane tryby pracy: elastografia, obrazowanie kontrastowe, wektorowe, 3D.



VARIMED

| varimed@varimed.pl | +48 607 281 303

► szego dostępu do powszechnego wdrożenia tej technologii diagnostycznej do innych specjalności, był wysoki stopień trudności badania. Uproszczone protokoły badania stanowią swoisty drogowskaz – GPS – dla lekarza z mniejszym doświadczeniem w ultrasonografii i w wielu przypadkach wymagają dychotomicznej odpowiedzi na postawione pytanie diagnostyczne – tak/nie. Badanie przyłóżkowe serca wykonane w oparciu o uproszczony protokół nie jest szczegółowym czasochłonnym badaniem echokardiograficznym wykonywanym w trybie planowym przez kardiologa.

Badanie POC jest wykonywane w ciągu kilkudziesięciu sekund, ma charakter przesiewowy i koncentruje się na identyfikacji nieprawidłowości, które mogą stanowić powód wystąpienia stanu zagrożenia życia (8). Można powiedzieć, że w takich przypadkach badanie ultrasonograficzne stanowi uzupełnienie badania fizykalnego układu krążenia (ang. *ultrasound guided physical examination*). Jednym z najczęściej stosowanych w praktyce skróconych protokołów jest FATE (ang. *Focus-Assessed Transthoracic Echo*), opracowany przez Erica Slotha (12).

Protokół obejmuje nie tylko cztery podstawowe projekcje echokardiograficzne (przymostkową w osi długiej i krótkiej, projekcję podmostkową oraz projekcję koniuszkową czterojamową), ale również schematy przyłożenia głowicy do klatki piersiowej oraz opisy istotnych patologii. Duża popularność FATE wynika z powszechnej dostępności do protokołu. Jego twórcy udostępnili go na stronie internetowej, ale również rozsyłają jego „kieszonkową” formę wszystkim zainteresowanym.

Protokół FEEL (ang. *Focused Echocardiographic Evaluation in Life support*) znalazł zastosowanie w resuscytacji krążeniowo-oddechowej (13). Opisuje użycie echokardiografii w działaniach ratunkowych w taki sposób, aby nie zakłócać algorytmu resuscytacji i prowadzenia uciśnięć klatki piersiowej.

EGLS (ang. *Echo-Guided Life Support*) to schemat opisujący sekwencję badania echokardiograficznego u osób z ostrą niewydolnością oddechowo-krążeniową (14). Kolejność przyłożenia głowicy wynika z pilności wykluczenia przyczyn odpowiedzialnych za stan zagrożenia życia. W czterech krokach badania należy wykluczyć: odmę opłucnową, tamponadę osierdzia, zaburzenia funkcji skurczowej serca i ostre przeciążenie prawej komory serca.

Dużym wyzwaniem dla początkującego echokardiografisty jest umiejętność wykonania kompleksowego badania i uniknięcie ryzyka przeoczenia ważnych nieprawidłowości.

Wychodząc naprzeciw takim oczekiwaniom, Sobczyk (15) stworzyła czytelny, łatwy do zapamiętania schemat mnemotechniczny badania echokardiograficznego serca A-F. W protokole kolejnym literom alfabetu przypisane są kolejne oceniane kategorie badania. Przydatność schematu A-F w ocenie ultrasonograficznej serca została potwierdzona w bada-

niach z udziałem anestezjologów i lekarzy medycyny ratunkowej.

Przyłóżkowa ultrasonografia serca w anestezjologii

Ocena funkcji układu krążenia ma dla anestezjologa i intensywyisty fundamentalne znaczenie.

Bardzo często ocena dokonywana przez anestezjologa dotyczy pacjentów w stanie krytycznym, we wstrząsie, a nawet w trakcie zatrzymania krążenia. Jest zatem zrozumiałe, że w takich okolicznościach naznaczonych pilnością i stresem warunki przeprowadzonego badania są skrajnie różne od tych, które panują w przypadku planowej oceny pacjenta.

Z tych samych powodów możliwości diagnostyczne, którymi dysponuje lekarz w trakcie oceny osoby w stanie zagrożenia życia, są zwykle bardzo ograniczone i niejednokrotnie sprowadzają się do prostego badania fizykalnego. W takiej sytuacji zastosowanie przez anestezjologa mobilnego aparatu ultrasonograficznego umożliwia wgląd w anatomię i fizjologię serca, istotnie przyczyniając się do poszerzenia wiedzy o powodach niewydolności krążenia.

Żadna z pozostałych obecnie dostępnych metod obrazowych nie daje tak wszechstronnych i natychmiastowych informacji klinicznych.

Doskonałym przykładem ilustrującym przydatność przyłóżkowej ultrasonografii serca jest resuscytacja krążeniowo-oddechowa (8, 13). Zastosowanie USG umożliwia rozpoznanie tzw. „odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia”, którymi są: odma opłucnowa, tamponada osierdzia, hipowolemia i zatorowość płuc. Szybka identyfikacja wymienionych patologii umożliwia natychmiastowe wdrożenie leczenia przyczynowego (np. drenaż odmy opłucnowej), co znacząco poprawia szanse na przywrócenie krążenia. Rozpoznanie odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia wyłącznie w oparciu o badanie kliniczne jest bardzo trudne.

Innym praktycznie przydatnym dla anestezjologa zastosowaniem ultrasonografii w ocenie funkcji układu krążenia jest ocena stopnia wypełnienia łożyska naczyniowego i obciążenia wstępnego serca (6). To niezwykle ważne informacje kliniczne, które warunkują wybór terapii pomiędzy podażą lub restrykcją płynów czy też włączeniem środków wspierających kurczliwość serca i naczyń obwodowych. Wiarygodność wielu inwazyjnych metod pomiarowych, które były w tym celu stosowane dotychczas, została ostatnio zakwestionowana (np. ośrodkowe ciśnienie żyłne lub ciśnienie zaklinowania w tętnicy płucnej). W wielu badaniach wykazano, że oceniany za pomocą ultrasonografii pomiar zmienności oddechowej wymiaru żyły głównej dolnej wykazuje dobrą korelację z wolemią i pozwala na wskazanie pacjentów, u których przetoczenie płynów poprawi funkcję hemodynamiczną serca. Należy podkreślić, że pomiar, który dostarcza bardzo ważnych informacji klinicznych, zajmuje zaledwie kilkanaście sekund i można się go łatwo nauczyć.

Pośredniej oceny wydolności układu krążenia można dokonać również za pomocą ultrasonografii płuc. Wykazano, że wraz z gromadzeniem się płynu w przestrzeni śródmiąższowej i pęcherzykach płucnych w obrazie USG pojawiają się charakterystyczne artefakty, tzw. linie B. Ich obecność tłumaczy się poszerzeniem przegród międzypłatowych (16).

Uwidocznienie obustronnego rozlanego zespołu śródmiąższowego z licznymi liniami B może przemawiać za obrzękiem płuc i – co wykazano – charakteryzuje się większą czułością i swoistością niż badanie radiologiczne klatki piersiowej. Wykonanie badania ultrasonograficznego klatki piersiowej według protokołu BLUE (*Bedside Lung Ultrasonography in Emergency*) zajmuje zaledwie kilka minut.

W kontekście unikalnych możliwości, jakie daje echokardiografia w ocenie funkcji serca, jest zrozumiałe, że potencjalne spectrum zastosowań tego narzędzia na bloku operacyjnym i oddziale intensywnej terapii jest znacznie większe niż opisano powyżej. Przykładem badań wykraczających już poza zakres podstawowego badania *point-of-care* może być echokardiograficzna ocena funkcji skurczowej i rozkurczowej komór (17). Uzyskane w wyniku badania dane pozwalają nie tylko na określenie zaawansowania schorzenia, ale mogą ułatwić wybór optymalnego znieczulenia i zakresu okołoperacyjnego monitorowania funkcji życiowych (16). Kolejnym ważnym

obszarem, w którym anestezjologowie posługują się echokardiografią, są zabiegi kardiochirurgiczne. Choć w Polsce większość badań śródoperacyjnej echokardiografii przezprzełykowej (TEE – *transesophageal echocardiography*) wykonują kardiologowie, to w Europie Zachodniej jest to głównie domena anestezjologów. W niektórych zabiegach, np. przy wymianie zastawki serca, przebieg i powodzenie zabiegu w istotny sposób zależą od właściwej oceny prawidłowego pozycjonowania zastawki, dokonywanej przez lekarza wykonującego echokardiografię.

Coraz częściej echokardiografia przezprzełykowa wykorzystywana jest również na oddziałach intensywnej terapii. Obrazowanie przy pomocy głowicy umieszczonej wewnątrz przełyku pozwala ominąć przeszkody utrudniające przezklatkowe badania echokardiograficzne, np. opatrunki lub trudności wynikające z prowadzenia wentylacji zastępczej.

Wysokie ryzyko choroby zatorowo-zakrzepowej pacjentów hospitalizowanych w OAIiT uzasadnia potrzebę okresowej oceny żył głębokich pod kątem obecności materiału zatorowego.

Ultrasonografia jest również niezwykle pomocna podczas kaniulacji centralnych naczyń żylnych. Jej wykorzystanie wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka wystąpienia poważnych jatrogennych powikłań (np. odmy opłucnowej lub kolizji z tętnicą). Z tych powodów uznane towarzystwa medyczne rekomendują ▶

R E K L A M A

One solution. Every situation.



Swiss
Quality

HAMILTON
MEDICAL
Intelligent Ventilation since 1983



EKOMARK Sp. z o.o.
www.ekomark.pl
ekomark@ekomark.pl
tel. 22 833 17 34

► wykorzystanie USG podczas kaniulacji żyły szyjnej wewnętrznej (8). Metoda może być również przydatna przy kaniulacji żył obwodowych, gdy nie są one widoczne podczas klasycznego badania (np. u osób otyłych lub długotrwale hospitalizowanych).

W ostatnich latach opublikowano prace, w których opisano wykorzystanie przyłóżkowej ultrasonografii serca w trakcie przedoperacyjnej oceny anestezyjologicznej. Wykazano, że u blisko 20% pacjentów ze zwiększonym ryzykiem kardiologicznym wynik badania echo wpłynął na zmianę okołoperacyjnego postępowania anestezyjologicznego lub chirurgicznego. Do chwili obecnej nie dowiedziono jednak, aby taka modyfikacja postępowania miała wpływ na odsetek powikłań związanych z układem krążenia (18).

Warto podkreślić, że dla anestezjologa badanie ultrasonograficzne nie jest wyłącznie narzędziem diagnostycznym. Obrazowanie USG powtarzane w interwałach czasowych pozwala na ocenę efektywności wdrożonego leczenia lub postępu choroby. Tym samym możemy je uznać za znakomity funkcjonalny monitor funkcji życiowych. Świadomość znaczenia i przydatności ultrasonografii w codziennej pracy anestezjologa powoduje, że szybko rośnie liczba lekarzy,

którzy posługują się tym znakomitym narzędziem w swojej praktyce.

Podsumowanie

W ostatnich latach przyłóżkowa, holistyczna ultrasonografia stała się nieodzownym narzędziem w rękach anestezjologa na oddziale intensywnej terapii i bloku operacyjnym. Wśród wielu niezwykle przydatnych zastosowań tej metody diagnostycznej kluczową rolę odgrywa wykorzystanie USG w ocenie funkcji układu krążenia. Ultrasonografia serca wykonywana jest przez anestezjologów zazwyczaj u osób w stanie zagrożenia życia, stanowiąc element rozszerzonego badania fizykalnego. Bezwzględna diagnostyka pozwala zidentyfikować przyczynę sprawczą i wdrożenie leczenia, które może zdecydować o losach chorego. Szczególną przydatność w takich sytuacjach mają mobilne aparaty USG.

Warunkiem bezpiecznego zastosowania ultrasonografii jest odpowiedni poziom kompetencji lekarzy wykonujących badanie. Umiejętność wykonania badania, prawidłowa interpretacja i wnioskowanie w kontekście obrazu klinicznego to cele, do których powinien zmierzać każdy lekarz pracujący w naszej specjalizacji. □

Piśmiennictwo

- Devereaux P.J., Goldman L., Cook D.J., Gilbert K., Leslie K., Guyatt G.H.: *Perioperative cardiac events in patients undergoing noncardiac surgery: a review of the magnitude of the problem, the pathophysiology of the events and methods to estimate and communicate risk*. „CMAJ”, 2005, 173 (6), 627-34.
- ESC/ESA Non-Cardiac Surgery Guidelines. *The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA)*. „Eur Heart J” 2014, 35, 2383-243.
- De Backer D., Cholley B.P., Slama M., Vieillard-Baron A., Vignon P.: *Hemodynamic monitoring using echocardiography in the critically ill*. Springer, 2011.
- Marik P.E., Monnet X., Teboul J.L.: *Hemodynamic parameters to guide fluid therapy*. „Annals of Intensive Care”, 2011, 1, 1-9.
- Marik P.E., Baram M., Vahid B.: *Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares*. „Chest”, 2008, 134, 172-8.
- Charron C., Repesse X., Bodson L., Au S.M., Vieillard-Baron A.: *Ten good reasons why everybody can and should perform cardiac ultrasound in the ICU*. „Anaesthesiol Intensive Ther”, 2014, 46 (5), 335-8.
- Neskovic A.N., Edvardsen T., Galderisi M. et al.: *Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint*. „European Heart Journal – Cardiovascular Imaging”, 2014, 15, 956-60.
- Andruszkiewicz P., Sobczyk D.: *Ultrasound in critical care*. „Anaesthesiol Intensive Ther”, 2013, 45 (3), 177-81.
- Via G., Hussain A., Wells M., Reardon R., El Barbary M., Noble V. et al.: *International Evidence based recommendations for focused cardiac ultrasound*. „J Am Soc Echocardiogr.”, 2014, 27 (7), 683.e1-683.e33.
- <http://www.echo.ptkardio.pl/akredytacje/> (dostęp: 28.05.2017 r.).
- <http://www.esicm.org/education/edec> (dostęp: 28.05.2017 r.).
- Jensen M.B., Sloth E., Larsen M., Schmidt M.B.: *Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care*. „Eur J Anaesthesiol”, 2004, 21, 700-7.
- Breitkreutz R., Price S., Steiger H. et al.: *Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: A prospective trial*. „Resuscitation”, 2010, 81, 1527-33.
- Lancot J.F., Valois M.: *EGLS: Echo-guided life support*. „Crit Ultrasound J”, 2011, 3, 123-9.
- Sobczyk D., Andruszkiewicz P.: *Simple cardiac ultrasound mnemonic tool for focused examination in emergency*. „Eur J Anaesthesiol”, 2014, 31, 505-6.
- Lichtenstein D., Mezere G.A.: *Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE protocol*. „Chest”, 2008, 134, 117-25.
- Zawadka M., Marchel M., Andruszkiewicz P.: *Diastolic dysfunction of the left ventricle – a practical approach for an anaesthetist*. „Anaesthesiol Intensive Ther”, 2020, 52, 237-244.
- Heiberg J., El-Ansary D., Cauty D.J. et al.: *Focused echocardiography: a systematic review of diagnostic and clinical decision making in anaesthesia and critical care*. „Anaesthesia”, 2016, 71, 1091-1100.