

Submitted: 05.10.2014

Accepted: 10.10.2014

## Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Badanie ultrasonograficzne w anestezjologii i intensywnej terapii

Standards of the Polish Ultrasound Society. Ultrasound examination in anesthesiology and intensive care

Paweł Andruszkiewicz

*II Department of Anesthesiology and Intensive Care, Central Teaching Hospital, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland*

*Correspondence: Paweł Andruszkiewicz, MD, PhD, II Department of Anesthesiology and Intensive Care, Central Teaching Hospital, Medical University of Warsaw, Banacha 1a, 02-097 Warsaw, Poland, e-mail: pawel\_andruszkiewicz@cyberia.pl, tel.: +48 22 599 20 02*

DOI: 10.15557/JoU.2014.0042

### Słowa kluczowe

anestezjologia,  
intensywna terapia,  
standardy badania

### Streszczenie

Pracę przygotowano na podstawie *Standardów badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego* (2011) i zaktualizowano, opierając się na najnowszych doniesieniach z piśmiennictwa. Specyfiką zastosowania różnych aplikacji ultrasonografii w anestezjologii i intensywnej terapii jest wykorzystanie tej metody obrazowania zarówno w diagnostyce, jak i w celu wspomagania niektórych inwazyjnych procedur (np. kaniulacji naczyń, znieczulenia regionalnego). Badania ultrasonograficzne wykonywane przez anestezjologa na oddziale intensywnej terapii nie mają charakteru szczegółowego, lecz są ukierunkowane na identyfikację patologii prowadzącej do stanu zagrożenia życia. Powtarzanie badania w odstępach czasowych ułatwia monitorowanie efektywności wdrożonego leczenia. W diagnostyce wykorzystywane są często uproszczone protokoły, które pozwalają usystematyzować badanie. Powinny być one w miarę możliwości zweryfikowane przez kompetentnego w tej technice obrazowej lekarza. Ze względu na specyfikę pracy anestezjologa oraz ograniczenia powierzchniowe sali operacyjnej i oddziału intensywnej terapii najlepiej sprawdzają się mobilne, odporne na uszkodzenia aparaty ultrasonograficzne, gotowe do pracy w krótkim czasie od uruchomienia. Rosnąca liczba wskazań powoduje, że uzasadnione jest dysponowanie aparatem wyposażonym w trzy podstawowe głowice (liniowa, convex i sektor), a w ośrodkach o wyższym poziomie referencyjności również w głowicę przezprzełykową. Specyfika niektórych procedur wykonywanych pod kontrolą ultrasonografu wymaga zachowania odpowiednich procedur bezpieczeństwa, np. w trakcie kaniulacji naczyń konieczne jest przestrzeganie pełnej jałowości.

**Key words**

anesthesiology,  
intensive care,  
standards

**Abstract**

This article has been prepared on the basis of the Ultrasonography Standards of the Polish Ultrasound Society (2011) and updated based on the latest findings and reports. Various applications of ultrasonography are used in anesthesiology and intensive therapy both for diagnosis and as a supportive tool during invasive procedures (such as vascular cannulation or regional anesthesia). Ultrasound examinations performed by anesthesiologists in intensive care units are not detailed scans, but they are focused on immediate identification of pathologies that lead to life-threatening conditions. Performing repeated US exams in time intervals enables a physician to monitor the effectiveness of the instituted treatment. Many simplified protocols are used in clinical practice which help to systemize the examination. Focused US examination should be verified by a physician competent in this imaging method as soon as possible. Due to the specificity of anesthesiologists' practice and spatial limitations of operating rooms and intensive care units, portable robust ultrasound equipment with short power-on to scanning time is preferable. A growing number of indications show that ultrasound machine should be equipped with three basic transducers (linear, convex and sector), and in higher-reference centers with a transesophageal probe. The specificity of certain procedures guided by ultrasonography requires adherence to safety measures, e.g. full sterility condition during vein cannulation.

**Wprowadzenie**

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie możliwościami wykorzystania różnych aplikacji ultrasonografii w codziennej pracy anestezjologów i intensywiści<sup>(1-3)</sup>. Ta metoda obrazowania może być zastosowana zarówno w diagnostyce, jak i w celu wspomagania niektórych inwazyjnych procedur (np. kaniulacji naczyń, znieczulenia regionalnego)<sup>(2-5)</sup>.

Charakter badań wykonywanych w warunkach bloku operacyjnego i oddziały intensywnej terapii (OIT), na który składają się pilność wskazań i ograniczenia powierzchniowe, powoduje, że najlepiej sprawdzają się przenośne, odporne na uszkodzenia aparaty, które są gotowe do pracy w krótkim czasie od uruchomienia<sup>(2,3)</sup>. Płaska klawiatura, ułatwiająca szybkie i skuteczne procedury dezynfekcyjne, przyczynia się do zmniejszenia ryzyka przenoszenia infekcji między badanymi pacjentami OIT. Ze względu na konieczność przenoszenia aparatu wymagane jest zasilanie akumulatorowe. Coraz szersze spektrum badań ultrasonograficznych wykonywanych na OIT powoduje, że uzasadnione jest wyposażenie aparatu w głowice umożliwiające badanie jamy brzusznej oraz serca i naczyń. Ultrasonograf (USG) musi mieć pamięć wewnętrzną pozwalającą na archiwizację wykonywanych badań.

**Rodzaje badań ultrasonograficznych wykonywanych przez anestezjologów**

1. Obrazowanie w trakcie cewnikowania centralnych naczyń żylnych i naczyń obwodowych.
2. Obrazowanie w trakcie znieczulania splotów nerwowych i nerwów obwodowych.
3. Echokardiografia w resuscytacji krążeniowo-oddechowej (protokół *focused echocardiographic evaluation in life support*, FEEL).
4. Echokardiografia w stanach zagrożenia życia i urazach:

**Introduction**

In the recent years, the interest in using various applications of ultrasonography in daily practice of anesthesiologists and intensivists has increased<sup>(1-3)</sup>. This imaging modality can be used in diagnostics and as a supportive tool during certain invasive procedures (such as vascular cannulation or regional anesthesia)<sup>(2-5)</sup>.

Due to the specificity of examinations performed in operating rooms and intensive care units (ICUs), i.e. urgency and spatial limitations, the best ultrasound equipment is portable, robust – with short power-on to scanning time<sup>(2,3)</sup>. Flat keyboard, facilitates rapid and effective disinfection and decreases the risk of transmission of infection between patients examined in ICUs. Since, portability of equipment is often required, battery powered backup power supply is essential. A growing spectrum of ultrasound examinations performed in ICUs demonstrates that ultrasound system should be equipped with transducers that enable examination of the abdominal cavity, heart and blood vessels. A US system must have a data storage system allowing archiving of the performed examinations.

**Types of ultrasound examinations conducted by anesthesiologists**

1. Imaging during catheterization of the central veins and peripheral vessels.
2. Imaging during anesthetizing nerve plexuses and peripheral nerves.
3. Echocardiography in cardiopulmonary resuscitation (focused echocardiographic evaluation in life support, FEEL protocol).
4. Echocardiography in life-threatening conditions and injuries:
  - focused assessment transthoracic echocardiography, FATE protocol;

- protokół *focused assessment transthoracic echocardiography*, FATE;
  - protokół *echo-guided life support*, EGLS;
  - protokół *bedside lung ultrasonography in emergency*, BLUE;
  - protokół *extended focused assessment with sonography for trauma*, EFAST.
5. Ultrasonografia płuc i opłucnej.
  6. Echokardiografia przezprzelykowa.

## Obrazowanie w trakcie cewnikowania centralnych naczyń żylnych

Cewnikowanie centralnych naczyń żylnych przy pomocy ultrasonografii pozwala na wprowadzenie donaczyniowe kaniuli pod kontrolą wzroku w czasie rzeczywistym. Wykorzystanie USG zmniejsza ryzyko niepowodzeń i powikłań kaniulacji<sup>(2,3,6,7)</sup>.

### Aparatura

- Do kontroli kaniulacji naczyń najlepiej nadaje się mały, przenośny aparat USG. Nie jest wymagana opcja dopplerowska.
- Głowica liniowa szerokopasmowa o częstotliwości powyżej 5 MHz. Długość czoła głowicy nie powinna przekraczać 50 mm (optymalnie poniżej 40 mm). Do kaniulacji dzieci optymalna jest głowica liniowa (typu hokej).
- Sprzęt dodatkowy: jałowy rękaw na głowicę ultrasonografu, jałowy żel (saszetka), zestaw do kaniulacji, zestaw jałowych serwet.

### Przygotowanie do badania

Po uzyskaniu świadomej zgody pacjenta układa się go w pozycji Trendelenburga (płasko z głową w dół). Wskazane jest dokładne badanie ultrasonograficzne okolicy planowanego wkłucia jeszcze przed sterylnym przygotowaniem pola operacyjnego (*prescanning*) celem wykluczenia anomalii anatomicznych uniemożliwiających kaniulację. Jałowe pole operacyjne przygotowuje się w sposób typowy. W miejscu kaniulacji należy znieczulić skórę środkiem miejscowo znieczulającym, na głowicę nałożyć jałowy rękaw i umocować go szczelnie okleiną lub gumką, tak aby między głowicą a skórą nie było powietrza. Na przygotowane pole operacyjne nakłada się niewielką ilość jałowego żelu.

### Technika wykonania kaniulacji centralnego naczynia żylnego

Głowica, trzymana ręką niedominującą, jest układana w płaszczyźnie poprzecznej do przebiegu naczynia. Po uwidocznieniu na środku ekranu właściwego naczynia za pomocą dominującej ręki wykonywana jest kaniulacja. Igłę wprowadza się około 1 cm od środka czoła głowicy pod kątem 45° (tzw. projekcja *out-of-plane*). Na ekranie

- echo-guided life support, EGLS protocol;
  - bedside lung ultrasonography in emergency, BLUE protocol;
  - extended focused assessment with sonography for trauma, EFAST protocol.
5. Lung and pleura ultrasound.
  6. Transesophageal echocardiography.

## Ultrasound imaging during central venous catheterization

Ultrasound-guided central venous catheterization enables vein cannulation in real-time under visual control. US guidance decreases the risk of failure and complications of these procedures<sup>(2,3,6,7)</sup>.

### Equipment

- The best US equipment for this purpose is small sized and portable. Doppler options are not required.
- A linear broadband transducer with the frequency above 5 MHz is used. The length of transducer footprint should have less than 50 mm (optimally below 40 mm). A linear probe (hockey-type) is optimal for US guided cannulation procedures in children.
- Additional equipment: sterile sleeve for ultrasound probe, sterile gel (sachet), cannulation kit, set of sterile drapes.

### Preparation for examination

When an informed consent has been obtained from the patient, he or she is placed in the Trendelenburg position (flat head-down). It is recommended to perform a detailed ultrasound examination of the area of the planned cannulation before sterile prepping (*prescanning*) to rule out anatomic anomalies that could prevent successful cannulation. A sterile operating field is prepared in a conventional manner. The skin should be infiltrated with local anesthetic at the site of cannulation. The sterile sleeve should be placed on the transducer and fixed tightly with a band or tie to eliminate air between the skin and transducer. A small amount of sterile ultrasound gel is applied to the prepared operating field.

### Technique of central venous cannulation

The transducer, held in the non-dominant hand, is applied transversely to the course of the vessel. When the vessel has been visualized in the center of the monitor, cannulation is performed with the dominant hand. The needle is inserted approximately 1 cm from the footprint of the transducer at 45° angle (so-called *out-of-plane view*). Bending of the tissues and movement of a bright point (tip of the needle) towards the lumen of the vessel can be seen on the screen. Following aspiration

obserwuje się uginanie tkanek i przesuwanie świecącego punktu (zakończenia igły) w kierunku światła naczynia. Po aspiracji krwi potwierdzającej śródnaczyniowe położenie igły dalszą część procedury wykonuje się w sposób typowy. Po jej zakończeniu należy potwierdzić ultrasonograficznie prawidłowe położenie kaniuli w świetle właściwego naczynia. Opisany jest również dostęp w płaszczyźnie podłużnej, gdy igła wprowadzana jest wzdłuż osi głowicy<sup>(2,3,6,7)</sup>.

## Dokumentacja

Przeprowadzenie kaniulacji centralnego naczynia żylnego należy udokumentować w historii choroby pacjenta, opisując wybrany dostęp naczyniowy i kaniulowane naczynie. Za każdym razem należy również wykonać kontrolne badania radiologiczne klatki piersiowej.

## Obrazowanie w trakcie znieczulania spłotów nerwowych i nerwów obwodowych

Wykorzystanie ultrasonografii do znieczulenia miejscowego pozwala na zwiększenie skuteczności blokady i zmniejszenie odsetka powikłań<sup>(4)</sup>.

## Aparatura

- Podczas znieczulenia miejscowego najlepiej sprawdza się przenośny aparat USG z opcją kolorowego dopplera i następującymi minimalnymi parametrami: minimum 256 odcieni szarości, czuła opcja dopplerowska umożliwiająca uwidocznienie małych prędkości przepływu w naczyniach (poniżej 1 cm/s).
- Głowica liniowa o wysokiej rozdzielczości z najwyższą częstotliwością, co najmniej 10 MHz (do nerwów położonych powierzchniowo). Długość czoła głowicy nie powinna przekraczać 50 mm (optymalnie poniżej 40 mm). Ewentualnie głowica convex z najwyższą częstotliwością, co najmniej 8 MHz (do nerwów położonych głębiej).
- Sprzęt dodatkowy: jałowy rękaw na głowicę ultrasonograficzną, żel jałowy (saszetka), igła do znieczulenia miejscowego (25–150 mm, zależnie od rodzaju blokady).

## Przygotowanie do znieczulenia

Znieczulenie przy pomocy środków miejscowo znieczulających może wiązać się z rzadkimi lecz bardzo niebezpiecznymi powikłaniami. Dlatego każde stanowisko, na którym odbywa się takie znieczulenie, musi być wyposażone w odpowiedni zestaw resuscytacyjny (uzupełniony właściwą dawką 20% Intralipidu)<sup>(4,5)</sup> oraz sprzęt, monitorowanie i leki określone w rozporządzeniu Ministerstwa Zdrowia<sup>(8)</sup>. Przed znieczuleniem należy rozpocząć monitorowanie parametrów życiowych pacjenta i zabezpieczyć obwodowy dostęp żylny.

of blood, which confirms intravascular position of the needle, the further part of the procedure is performed in a conventional way. After the completion of the procedure, correct placement of the cannula inside the vessel should be confirmed. The access in the longitudinal plane (when the needle is inserted along the axis of the transducer), has also been reported<sup>(2,3,6,7)</sup>.

## Documentation

Central venous cannulation procedure must be documented in patient medical record, with specification of the selected vascular access and catheterized vein. The control chest X-ray is required.

## Ultrasound imaging during anesthetizing nerve plexuses and peripheral nerves

Ultrasound guidance during regional anesthesia helps to increase the efficacy of the blockade and decreases the rate of complications<sup>(4)</sup>.

## Equipment

- The most suitable ultrasound equipment for regional anesthesia procedures is a portable system with following parameters: color Doppler option, at least 256 shades of gray and sensitive Doppler option that enables visualization of slight flow velocities in vessels (below 1 cm/s).
- A high-frequency linear probe with the highest frequency of at least 10 MHz is used (for the nerves located superficially). The footprint length of the transducer should have less than 50 mm (optimally below 40 mm). Alternatively, a convex probe with the highest frequency of at least 8 MHz can be used (for nerves at deeper localizations).
- Additional equipment: sterile sleeve for the ultrasound probe, sterile gel (sachet), needle for regional anesthesia (25–150 mm, dependently on the type of the blockade).

## Preparation for anesthesia

Regional anesthesia is associated with rare but very serious complications. Therefore, wherever RA procedures are performed necessary monitoring and safety procedures must be provided (including resuscitation kit and adequate amount of Intralipid 20%)<sup>(4,5)</sup>. Standards of monitoring and equipment are specified in the Regulation of the Polish Minister of Health<sup>(8)</sup>. Prior to the procedure, vital signs monitoring must be instituted and peripheral venous access secured.

## Technika wykonania blokady splotu nerwowego lub nerwu obwodowego

Wskazane jest dokładne badanie ultrasonograficzne okolicy planowanego znieczulenia jeszcze przed sterylnym przygotowaniem pola operacyjnego, które następnie wykonuje się w sposób typowy. Miejsce wkłucia igły należy wcześniej znieczulić środkiem miejscowo znieczulającym, a na głowicę nałożyć jałowy rękaw i umocować go szczelnie okleiną lub gumką, tak aby między głowicą a skórą nie było powietrza. Na przygotowane pole operacyjne nakładana jest niewielka ilość jałowego żelu. Głowicę, trzymaną ręką niedominującą, układa się prostopadle do płaszczyzny znieczulanego nerwu. Igłę wprowadza się pod kontrolą wzroku w płaszczyźnie podłużnej (*in-plane*) lub poprzecznej (*out-of-plane*), tak aby jej koniec znalazł się w bezpośredniej bliskości splotu lub nerwu. Po wykonaniu aspiracji podaje się dawkę środka miejscowo znieczulającego. Warunkiem rozpoczęcia i kontynuowania iniekcji jest uwidocznienie końca igły i rozsuwanie się bezdechowej otoczki płynu wokół nerwu. W trakcie wstrzykiwania leku konieczna jest wielokrotna aspiracja celem wykluczenia śródnaczyniowego położenia końca igły! Każdy wzrost ciśnienia iniekcji, raportowany przez pielęgniarkę, powinien spowodować weryfikację położenia igły, która może znajdować się śródnerwowo. Celowe wydaje się równoczesne stosowanie stymulacji nerwowo-mięśniowej (technika *dual-guidance*)<sup>(4)</sup>.

### Dokumentacja

Rodzaj i przebieg znieczulenia musi być odnotowany w karcie znieczulenia.

### Badanie echokardiograficzne w trakcie resuscytacji (FEEL)

Wykorzystanie echokardiografii w trakcie prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej pozwala na różnicowanie prawdziwego zatrzymania krążenia i zespołu minimalnego rzutu serca oraz wykrycie tzw. odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia (hipowolemia, zatorowość płuc, odma pętna i tamponada osierdzia)<sup>(9)</sup>. Wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji z 2010 roku dopuszczają włączenie badania echokardiograficznego do algorytmu zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych (*advanced life support*, ALS) pod warunkiem minimalizowania przerw w uciśnięciach klatki piersiowej<sup>(10)</sup>. Badanie FEEL nie ma charakteru szczegółowego badania echokardiograficznego!

### Aparatura

- Na potrzeby echokardiografii w resuscytacji wymagany jest aparat USG z opcją specjalistyczną służącą do badania serca. Ze względu na potrzebę szybkiego przemieszczenia aparatu do pacjenta najlepiej sprawdzają się w takich okolicznościach aparaty przenośne (z własnym zasilaniem prądem stałym), odporne na uszkodzenia mechaniczne i zalanie cieczą. Czas od włączenia do pełnej gotowości

## Technique of performing nerve plexus or peripheral nerve blockade

It is recommended to perform a detailed ultrasound examination of the area of the planned needle insertion before sterile prepping (prescanning) The latter is performed in a conventional way. The skin is infiltrated with local anesthetic. The sterile sleeve should be placed on the transducer and fixed tightly with a band or tie to eliminate air between the skin and transducer. A small amount of sterile ultrasound gel is applied to the prepared operating field. The transducer, held in the non-dominant hand, should be applied perpendicularly to the plane of the anesthetized nerve. The needle is inserted in either longitudinal (*in-plane*) or transverse (*out-of-plane*) plane under visual control and further advanced until it is seen in close proximity to the nerve. After aspiration, a dose of a local anesthetic is administered. Injection can be started and continued provided that the needle tip and extension of the anechoic fluid halo around the nerve are visible. Repeated aspirations during LA administration are crucial to ensure that the needle tip is not located in the vessel! Each increase in pressure during injection reported by a nurse may indicate intraneural needle tip position and must result in immediate cessation of injection. Simultaneous (dual-guidance technique)<sup>(4)</sup> – peripheral nerve stimulation seems to be purposeful during these procedures.

### Documentation

The type of a blockade and course of anesthesia must be documented in anesthetic chart.

### Echocardiography during life support (FEEL)

Echocardiography during cardiopulmonary resuscitation enables differentiation between genuine cardiac arrest and minimal cardiac output syndrome, and detection of so-called reversible causes of arrest (hypovolemia, pulmonary embolism, tension pneumothorax and pericardial tamponade)<sup>(9)</sup>. The algorithm of advanced life support (ALS) of the European Resuscitation Council guidelines 2010 allow echocardiographic exam provided the intervals between chest compressions are reduced<sup>(10)</sup>. The FEEL protocol is not a detailed echocardiographic examination!

### Equipment

- For the echo exam in life support a US system with a dedicated mode for cardiac examination is required. Since it may be necessary to move the equipment quickly to the patient's bedside, it needs to be portable (with its own battery-power supply), and robust. The short power-on to scanning is desirable. Due to the specific character of the examination (10 seconds in the interval between chest compressions), it must be possible to store the

powinien być jak najkrótszy. Ze względu na specyfikę badania (10 sekund w przerwie uciskania klatki piersiowej) konieczna jest możliwość zapisu badania w formie kilkusekundowych pętli z możliwością odtwarzania.

- Głowica sektorowa o częstotliwości w przedziale 1,5–4 MHz, najlepiej wyposażona w obrazowanie w trybie harmonicznym.

## Przygotowanie

Po rozpoznaniu zatrzymania krążenia zaawansowane czynności resuscytacyjne prowadzone są zgodnie z aktualnym algorytmem ALS Europejskiej Rady Resuscytacji ([www.prc.krakow.pl](http://www.prc.krakow.pl))<sup>(10)</sup>. W celu minimalizowania przerw w uciskaniu klatki piersiowej potrzebna jest dobra koordynacja działań w zespole resuscytacyjnym. Operator musi rozpocząć badanie w chwili rozpoczęcia 10-sekundowej przerwy w uciskaniu klatki piersiowej (co 2 minuty w rytmie *pulseless electrical activity*, PEA).

## Technika

Badanie echokardiograficzne wykonuje się w projekcji podżebrzowej czterojamowej. W razie niedostępności okna podżebrzowego lub wątpliwości klinicznych wskazane jest rozszerzenie badania o projekcje koniuszkowe lub przykostkowe, choć ich uzyskanie w warunkach resuscytacji jest trudniejsze. Po 10 sekundach zespół ponownie podejmuje resuscytację lub wdraża leczenie wykrytych przyczyn prowadzących do zatrzymania krążenia. Przy utrzymaniu się rytmu aktywności elektrycznej bez tętna (PEA) badanie echo powtarza się co 2 minuty (co 5 cykli). Priorytetem w prowadzeniu resuscytacji jest konieczność wykonywania prawidłowych uciśnień klatki piersiowej. Niedopuszczalne jest wydłużanie przerw (bez uciskania klatki piersiowej) w celu np. zakończenia diagnostyki echokardiograficznej<sup>(10)</sup>.

## Dokumentacja

Przebieg resuscytacji musi być odnotowany w historii choroby pacjenta. Należy udokumentować wykorzystanie echokardiografii, zastosowaną projekcję i typ arytmii. Jeżeli obserwowano kurczliwość serca (PEA rzekome), konieczna jest ocena pod kątem potwierdzenia lub wykluczenia odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia (hipowolemia, zatorowość płuc, tamponada osierdzia, odma opłucnowa). Badanie powinno być zarejestrowane w pamięci aparatu i w miarę możliwości ocenione przez lekarza kardiologa.

## Inne badania ultrasonograficzne wykonywane na OIT

Protokół FAST (*focused assessment with sonography in trauma*, FAST) jest opisany szczegółowo w rozdziale *Badanie USG w medycynie ratunkowej, mnogich*

examination in the form of several-second loops that can be replayed.

- A sector probe with the frequency ranging from 1.5–4 MHz is recommended, preferably equipped with a harmonic imaging mode.

## Preparation

Following cardiac arrest diagnosis, advanced life support is instituted in accordance with the current ALS algorithm of the European Resuscitation Council ([www.prc.krakow.pl](http://www.prc.krakow.pl))<sup>(10)</sup>. A good coordination of activities within the resuscitation team is necessary in order to reduce intervals between chest compressions. The operator must start the echo examination as soon as the 10-second interval between chest compressions begins (every 2 minutes in the pulseless electrical activity, PEA).

## Technique

Echocardiography is performed in the subcostal four-chamber view. If the subcostal window is not available or if there are clinical doubts, the examination may be extended to include apical or parasternal views, but it is more challenging during CPR. After 10 seconds, the team recommences CPR or implements treatment to reverse detected cause of cardiac arrest. If pulseless electrical activity persists, echocardiography is repeated every 2 minutes (every 5 cycles). However, performing correct, good quality chest compressions is priority in CPR. It is unacceptable to prolong the intervals (between chest compressions), e.g. to complete the echocardiographic examination<sup>(10)</sup>.

## Documentation

The course of CPR must be documented in the patient's medical history. If used, echocardiographic findings must be described with information about view used. If heart contractions are observed (pseudo-PEA), it is necessary to rule out any reversible causes of cardiac arrest (hypovolemia, pulmonary embolism, pericardial tamponade, pneumothorax). The examination should be stored in the system memory and, if possible, assessed by a cardiologist.

## Other ultrasound examinations performed in ICUs

The FAST protocol (focused assessment with sonography in trauma) is discussed in details in the chapter: *US examination in emergency medicine, multiple body injuries and in patients in critical condition in the Ultrasonography Standards* prepared by the Polish Ultrasound Society<sup>(1,2,6)</sup>. The FATE protocol is a screening cardiac examination dedicated, for rapid identification of pathologies leading to severe hemodynamic disorder (e.g. tamponade,

obrażeniach ciała i u osób krytycznie chorych w Standardach badań ultrasonograficznych opracowanych przez Polskie Towarzystwo Ultrasonograficzne<sup>(1,2,6)</sup>. Protokół FATE jest badaniem skriningowym serca ukierunkowanym na szybką identyfikację patologii prowadzących do wystąpienia ciężkich zaburzeń hemodynamicznych (np. tamponada, upośledzenie funkcji skurczowej serca, stan wypełnienia łożyska naczyniowego, odma lub płyn w opłucnej)<sup>(11)</sup>. Badanie FATE nie ma charakteru szczegółowego badania echokardiograficznego!

## Aparatura

Opisana powyżej w sekcji dotyczącej badania FEEL.

## Technika

Badanie jest wykonywane w typowych projekcjach echokardiograficznych: przmostkowych w osi długiej i krótkiej lewej komory (PLAX i PSAX), koniuszkowej czterojamowej, trójjamowej i dwujamowej (AP4C, AP3C, AP2C) oraz podmostkowych (SC). Dodatkowo obustronnie oceniana jest projekcja opłucnowa. W tym celu głowicę przykładana się do bocznej powierzchni klatki piersiowej ze znacznikiem skierowanym dogłowo.

## Opis

Badanie FATE powinno zostać udokumentowane w historii choroby pacjenta. Należy odnotować warunki badania i wykorzystywane projekcje, podać wymiary jam serca, grubość ściany lewej komory, orientacyjną globalną kurczliwość serca. Przebieg badania powinien być zarejestrowany w pamięci aparatu i oceniony jak najszybciej przez wykwalifikowanego specjalistę.

Coraz większą popularność przy badaniu pacjentów we wstrząsie zyskuje w ostatnim czasie opracowany w Kanadzie protokół EGLS<sup>(12)</sup>.

Badanie płuc i opłucnej jest opisane szczegółowo w rozdziale Standardów badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego<sup>(1)</sup>. Wykonuje się je w OIT w stanach zagrożenia życia zwykle w oparciu o uproszczony protokół BLUE lub jego modyfikacje<sup>(2,3,13)</sup>.

Echokardiografia przezprzelykowa jest opisana szczegółowo w rozdziale Standardów badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego<sup>(1)</sup>. Badanie wykonuje się zwykle w trakcie zabiegów kardiochirurgicznych oraz u pacjentów z zaburzeniami hemodynamicznymi na bloku operacyjnym i OIT<sup>(2,14)</sup>.

contractile disorders, filling the vascular bed, pneumothorax, pleural fluid)<sup>(11)</sup>. The FATE examination is not a detailed echocardiography!

## Equipment

As described above in the section concerning the FEEL protocol.

## Technique

The examination is performed in conventional echocardiographic views: parasternal long and short axes of the left ventricle (PLAX and PSAX), apical four-chamber, three-chamber and two-chamber (AP4C, AP3C, AP2C) as well as substernal (SC). Additionally, the pleural view is assessed bilaterally. For this purpose, the transducer is applied to the lateral aspect of the chest with the marker turned cephalically.

## Description

The FATE examination should be documented in the patient's history. The conditions of the examination and assessed views should be noted as well as the dimensions of the heart chambers, thickness of the left ventricular wall and approximate global heart contractility. The course of the examination should be stored in the system memory and assessed by a qualified specialist as soon as possible.

The EGLS protocol, created recently by the Canadian team, is gaining popularity for examining patients in shock<sup>(12)</sup>.

The assessment of the lungs and pleura is discussed in greater detail in the *Ultrasonography Standards of the Polish Ultrasound Society*<sup>(1)</sup>. It is performed in ICUs in life-threatening conditions. Usually, a simplified BLUE protocol or its modifications are used<sup>(2,3,13)</sup>.

Transesophageal echocardiography is discussed in greater detail in the chapter of the *Ultrasonography Standards of the Polish Ultrasound Society*<sup>(1)</sup>. The examination is usually performed during cardiac surgeries and in patients with hemodynamic instability in operating rooms and ICUs<sup>(2,14)</sup>.

## Conflict of interests

*The author do not report any financial or personal links with other persons or organizations, which might negatively affect the content of this publication and claim authorship rights to this publication.*

## Konflikt interesów

*Autor nie zgłasza żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

## Piśmiennictwo / References

1. Jakubowski W (ed.): Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa – Zamość 2011.
2. Sobczyk D, Andruszkiewicz P, Andres J (eds.): Ultrasonografia w stanach zagrożenia życia i intensywnej terapii. Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2012.
3. Lichtenstein D: Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill. Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2010: 117.
4. Marhofer P. Ultrasound Guidance in Regional Anaesthesia. OUP, Oxford 2010.
5. Sites BD, Chan VW, Neal JM, Weller R, Grau T, Koscielniak-Nielsen ZJ *et al.*: The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine and the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee Recommendations for Education and Training in Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: 74–80.
6. Noble V, Nelson B: Manual of Emergency and Critical Care Ultrasound. Cambridge University Press, Cambridge 2011: 203–211.
7. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD *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 Echocardiogr* 2011; 24: 1291–1318.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie standardów postępowania medycznego w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą. Dz.U. 2013 poz. 15 z dnia 20.12.2012.
9. Breitzkreutz R, Walcher F, Seeger FH: Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 2007; 35: 150–161.
10. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB *et al.*: European Resuscitation Guidelines for Resuscitation 2010. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2010; 81: 1305–1352.
11. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB: Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol* 2004; 21: 700–707.
12. Lanctôt JF, Valois M, Beaulieu Y: EGLS: Echo-guided life support. An algorithmic approach to undifferentiated shock. *Crit Ultrasound J* 2011; 3: 123–129.
13. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW *et al.*: International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577–591.
14. Otto CM: Textbook of Clinical Echocardiography. Saunders Elsevier, Philadelphia 2009: 448–468.