

# Systematyczne podejście do echokardiografii przezprzełykowej na oddziale intensywnej terapii – praktyczny przewodnik dla lekarza intensywy

Wojciech Mielnicki<sup>1,2</sup>, Agnieszka Dyla<sup>1,2</sup>, Justyna Małyszek-Tumidajewicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Anaesthesiology and Intensive Care Unit, District Hospital in Olawa, Poland

<sup>2</sup>Department of Cardiac Surgery, Cardiac and Lung Transplantation, Mechanical Circulatory Support, Silesian Centre for Heart Diseases, Zabrze, Poland

## Streszczenie

Echokardiografia przezprzełykowa (*transesophageal echocardiography* – TEE) stała się użytecznym narzędziem wykorzystywanym w diagnostyce i monitorowaniu pacjentów na oddziałach intensywnej terapii, szczególnie w sytuacjach, gdy echokardiografia przezklatkowa jest trudna do wykonania. Dostarcza wiarygodnych wyników u chorych wentylowanych mechanicznie, szczególnie w pozycji na brzuchu (*prone position*), u chorych otyłych, u pacjentów z opatrunkami pooperacyjnymi w obrębie klatki piersiowej i drenażami jam opłucnych. Pozwala zobrazować głębokie struktury serca i uwidoczniać patologię w ich obrębie. Wnioski z badania mają liczne implikacje diagnostyczne.

W artykule przedstawiono systematyczne podejście do wykonywania badania TEE na oddziale intensywnej terapii, ze szczegółowym opisem projekcji niezbędnych do szybkiej oceny hemodynamicznej krytycznie chorych. Jego treść jest zgodna z wymaganiami *European Diploma in Advanced Echocardiography* (EDEC), a struktura odpowiada doświadczeniom autorów zdobytych w trakcie procesu egzaminacyjnego EDEC. Wykonywanie TEE w określonym schemacie pozwala zdiagnozować większość patologii i umożliwia monitorowanie leczenia na oddziale intensywnej terapii.

**Słowa kluczowe:** echokardiografia przezprzełykowa, TEE, TEE u krytycznie chorych, EDEC, projekcje TEE.

Anestezjologia Intensywna Terapii 2021;  
53, 4: 329–335

Otrzymano: 20.09.2020,  
zaakceptowano: 27.04.2021

## ADRES DO KORESPONDENCJI:

Dr. Agnieszka Dyla, Anaesthesiology and Intensive Care Unit, District Hospital in Olawa, Poland,  
e-mail: a.dyla@zozolawa.wroc.pl

Echokardiografia przezprzełykowa (*transesophageal echocardiography* – TEE) stała się użytecznym narzędziem wykorzystywanym w diagnostyce i monitorowaniu pacjentów na oddziałach intensywnej terapii, szczególnie w sytuacjach, gdy echokardiografia przezklatkowa (*transthoracic echocardiography* – TTE) jest trudna do wykonania. Badanie dostarcza wartościowych informacji również u chorych wentylowanych mechanicznie, otyłych, z opatrunkami na ranach pooperacyjnych w obrębie klatki piersiowej i drenażami jam opłucnych. Jego wykonanie jest też możliwe u chorych wentylowanych w pozycji na brzuchu [1, 2]. Metoda ta pozwala na wizualizację głębokich struktur serca i identyfikację niektórych patologii, takich jak wady strukturalne zastawek, infekcyjne zapalenie wsierdzia czy przetrwały otwór owalny, z czułością wyższą niż TTE. Umożliwia wizualizację żyły głównej górnej, co może być przydatne do przewidywania odpowiedzi na płynoterapię u chorych wentylowanych mechanicznie [1, 3, 4].

Ponadto TEE to narzędzie czulsze w diagnostyce rozwarstwienia aorty [1, 5], skrzeplin w lewym przedsionku oraz określaniu pozycji kaniuli podczas pozaustrojowej oksygenacji membranowej (*extracorporeal membrane oxygenation* – ECMO) [1, 6].

Echokardiografia przezprzełykowa w intensywnej terapii ma wiele zastosowań diagnostycznych. W przeglądzie 20 prac, w których łącznie przebadano 2508 pacjentów, TEE odegrała istotną rolę diagnostyczną w 67,2% przypadków [1, 7]. U 38% [8] do 79% [9] pacjentów wnioski z badania TEE były podstawą do zmiany terapii.

Wykazano, że badanie jest bezpieczne u pacjentów krytycznie chorych. Wśród 2580 badanych wiązało się z ryzykiem powikłań na poziomie 2,6% [7]. Nie stwierdzono także ciężkich powikłań wśród 152 badań wykonywanych przez rezydentów [7, 10].

W artykule przedstawiono systematyczne podejście do wykonywania badania TEE na oddziałach intensywnej terapii, ze szczegółowym opisem projekcji niezbędnych do szybkiej oceny hemody-

namicznej krytycznie chorych pacjentów. Jego treść jest zgodna z wymaganiami *European Diploma in Advanced Echocardiography* (EDEC), a struktura odpowiada doświadczeniom autorów zdobytym w trakcie procesu egzaminacyjnego EDEC.

Program EDEC stanowi część projektu edukacyjnego zatwierdzonego przez Europejskie Towarzystwo Intensywnej Terapii (*European Society of Intensive Care Medicine* – ESICM). Jest to szkolenie w zakresie echokardiografii oferowane osobom, które ukończyły podstawowy kurs echokardiografii w intensywnej terapii (*Critical Care Echocardiography* – CCE) i chciałyby podnieść swoje umiejętności do poziomu zaawansowanego.

Według Amerykańskiego Towarzystwa Echokardiografii na badanie TTE składa się 28 standardowych projekcji, często rozbudowanych o pomiary przepływów metodą Dopplera [10, 11]. Sposób wykonywania badania u krytycznie chorych nie został jeszcze formalnie wystandaryzowany. Rozszerzony protokół badania TEE (zawierający projekcje niestandardowe), zwykle stosowany przez kardiologów, nie jest konieczny do wyciągnięcia wniosków istotnych dla intensywyisty. Celem badania w intensywnej terapii jest ocena chorych niestabilnych hemodynamicznie [10]. Kluczem jest wypracowanie systematycznego podejścia do TEE i wykonywanie badania w powtarzalnej sekwencji. Badanie TEE prezentowane w niniejszym artykule opiera się na „międzynarodowym konsensusie w sprawie nauczania zaawansowanej echokardiografii u krytycznie chorych” (grono eksperckie w echokardiografii na oddziale intensywnej terapii) [12]. Pierwsze badanie wykonywane u pacjenta składa się ze wszystkich projekcji niezbędnych do postawienia diagnozy, podczas gdy następne badania obejmują już tylko obrazy istotne dla monitorowania zmian stanu chorego. Projekcje opisane w niniejszym rozdziale zostały wybrane jako przydatne w monitorowaniu stanu hemodynamicznego chorych we wstrząsie.

W tabelach 1. i 2. zaprezentowano opis badania TEE w intensywnej terapii. Pierwsza tabela została podzielona na trzy sekcje: sposób uzyskania danej projekcji, przykładowe osiągnięte tą drogą obrazy i patologie oraz użyteczność projekcji w ocenie hemodynamicznej. Druga tabela opisuje wizualizację aorty.

## DYSKUSJA

Echokardiografia przezprzełykowa stała się jednym z bardzo uniwersalnych narzędzi służących do diagnostyki i planowania leczenia u krytycznie chorych [7]. W intensywnej terapii jest wykonywana rzadziej niż TTE [13], jakkolwiek ma wiele cech idealnego narzędzia w ocenie hemodynamicznej [6, 14]. Vignon i wsp. [6] wymieniają 10 powodów,

dla których TEE należy wykonywać w warunkach intensywnej terapii. Pozwala ono na dobrą wizualizację struktur serca i naczyń, bez ograniczeń towarzyszących TTE [np. rozedma, wysokie dodatnie ciśnienie końcowowdechowe (*positive end-expiratory pressure* – PEEP) u chorych wentylowanych mechanicznie, otyłość, przewodnienie/przeciążenie płynami, opatrunki na klatce piersiowej i drenaż opłucnowe]. Echokardiografia przezprzełykowa jest wiarygodnym źródłem informacji o przyczynie niewydolności krążenia (np. tamponada serca, zator w proksymalnych odcinkach tętnic płucnych współistniejący z zatorowością płucną itp.). U pacjentów we wstrząsie septycznym dostarcza informacji o głównym mechanizmie niewydolności krążenia (np. hipowolemii, wazoplegii bądź lewo- lub prawokomorowej niewydolności serca) [6, 14]. Umożliwia powtarzalną i sekwencyjną ocenę hemodynamiczną i pomaga przewidzieć odpowiedź na płynoterapię [6]. Ocena hemodynamiczna, prognozowanie odpowiedzi na płyny i diagnozowanie przyczyny wstrząsu są głównymi zadaniami echokardiografii w intensywnej terapii. Klinicysta musi szybko ocenić chorego i zdecydować o procesie terapeutycznym, dlatego często stosowane jest badanie TEE ukierunkowane na cel. Benjamin i wsp. [16] opisali ukierunkowane na cel przezprzełykowe badanie echokardiograficzne z użyciem czterech projekcji. Vieillard-Baron i wsp. [17] opisali pacjentów we wstrząsie septycznym, u których decyzje terapeutyczne podejmowano na podstawie codziennie wykonywanego TEE. Stosowane były rutynowo: projekcja przełykowa środkowa, projekcja żołądkowa poprzeczna na wysokości mięśni brodawkowych oraz projekcja przełykowa środkowa bikawalna celem oceny żyły głównej górnej. To wybiórcze podejście jest wyjątkowo użyteczne w ocenie stanu hemodynamicznego i prognozowaniu odpowiedzi na leczenie [10]. Projekcje opisane w tym artykule opierają się na „międzynarodowym konsensusie w sprawie nauczania echokardiografii w intensywnej terapii na poziomie zaawansowanym” [12]. Klinicysta może użyć dowolnej kombinacji projekcji, poszukując odpowiedzi na istotne dla niego pytania dotyczące stanu chorego. W niniejszym artykule prezentujemy sposób wykonywania przezprzełykowego badania echokardiograficznego w intensywnej terapii w formie tabeli, wraz z krótkimi instrukcjami, jak uzyskać daną projekcję, opisem jej użyteczności w konkretnej sytuacji klinicznej oraz w ocenie hemodynamicznej. Naszym celem nie jest opisanie wszystkich patologii, które mogą być zdiagnozowane w TEE. Lekarzy zainteresowanych tym tematem odsyłamy do szczegółowych publikacji [7, 10, 18]. Prezentujemy tylko jedną, wybraną drogę uzyskania obrazu, która w naszej opinii jest najłatwiejsza i po-

TABELA 1. Projekcje TEE na podstawie zaleceń Rady Ekspertów ds. Echokardiografii na OIT (*Expert Round Table on Echocardiography in ICU*). Międzynarodowy konsensus w sprawie standardu szkolenia w zakresie zaawansowanej echokardiografii na OIT [12]

Jak uzyskać obraz	Użyj obrazu, by zdiagnozować	Ocena hemodynamiczna
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa w osi krótkiej (SAX) na poziomie aorty wstępującej (20–25 cm)</b>		
włóż głowicę do środkowej części przełyku, aby uzyskać projekcję czterojamową (4CH) i wycofuj głowicę w przodozgięciu, póki nie zobaczysz obrazu AV (znaczek „Mercedesa”) kontynuuj wycofywanie: obraz zniknie, a następnie znów się pojawi (rycina 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– masywna zatorowość płucna</li> <li>– patologia aorty wstępującej (np. poszerzenie, tętniak, rozwarstwienie)</li> <li>– cewniki naczyniowe w SVC</li> </ul>	<p>1) odpowiedź na płyny u pacjentów wentylowanych mechanicznie:</p> <p>a) przesunij SVC na środek obrazu i zwiększ kąt do 90°, zmierz zmienność oddechową SVC, korzystając z M-Mode: <math>\Delta SVC = (SV_{\text{cmx}} - SV_{\text{cmn}}) / SV_{\text{cmx}}</math> (rycina 2)</p> <p>b) używając Dopplera pulsacyjnego, umieść bramkę próbkującą tuż nad zastawką płucną i oceń zmienność oddechową prędkości maksymalnej i VTI</p> <p>2) ocena rzutu serca: ocena RVOT VTI jako substytutu rzutu serca, szczególnie gdy VTI z LVOT trudna do uzyskania (niepotwierdzone)</p>
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa zastawki aortalnej w osi krótkiej (ME AV SAX)</b>		
wprowadź głowicę do środkowej części przełyku i uzyskaj 4CH, a następnie wycofuj głowicę, aż zobaczysz AV w 5CH, następnie zwiększ kąt do 30–45°; umieść AV w środku obrazu tak, by widoczne były trzy płatki	<ul style="list-style-type: none"> <li>– patologie AV (np. infekcyjne zapalenie wsierdzia, AVR oraz zastawka dwupłatkowa)</li> <li>– ocena LA (np. poszerzenie, skrzepliny)</li> <li>– defekt AS</li> </ul>	
<b>Droga napływu i odpływu z prawej komory</b>		
z projekcji ME AV SAX zwiększ kąt do 60–75° i zoptymalizuj wygląd TV i PV na obrazie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– patologie TV i PV (np. niedomykalność, infekcyjne zapalenie wsierdzia)</li> <li>– patologie RVOT</li> </ul>	
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa bikawalna</b>		
wprowadź głowicę do ME i uwidocznił projekcję 4CH, a następnie obróć głowicę w prawo, aby umieścić RA w środku obrazu; zwiększ kąt do 90°, by uwidocznili jednocześnie IVC po lewej i SVC po prawej stronie obrazu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– patologie RA (skrzeplina, poszerzenie, samoistne kontrastowanie krwi)</li> <li>– AS (PFO, tętniak, ASD)</li> <li>– umiejscowienie cewnika wewnątrznaczyniowego</li> <li>– umiejscowienie kaniuli ECLS/ECMO</li> </ul>	odpowiedź na płyny: umieść M-Mode prostopadle do SVC i zmierz średnicę SVC w trakcie zmienności oddechowej
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa czterojamowa (4CH) (30–35 cm)</b>		
wprowadź głowicę do ME, aż zobaczysz 4CH (0–10°); zoptymalizuj obraz koniuszka poprzez lekkie tyłozgięcie głowicy (rycina 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– RWMA</li> <li>– przerost LV</li> <li>– poszerzenie RV, przeciążenie</li> <li>– paradoksalny ruch przegrody</li> </ul>	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV (ściany przednio-bocznej, dolno-przegrodowej i koniuszka), czynność skurczowa RV (ściany wolnej), ocena stosunku RV/LV (wymiar, pole, objętość), aby stwierdzić cechy ostrego przeciążenia RV, ocena wysięku osierdziowego color Doppler: patologie MV i TV Doppler pulsacyjny: napływ mitralny, zmierz E i A oraz wylicz E/A, połącz z dopplerem tkankowym, aby ocenić e' i s'
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa dwujamowa (2CH)</b>		
wprowadź głowicę do ME, aż zobaczysz obraz 4CH, zwiększ kąt do 90° i wykonaj tyłozgięcie głowicy tak, by uwidocznili LV z koniuszkiem i LA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– RWMA</li> <li>– przerost LV</li> </ul>	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV (ściana przednia i ściana dolna) color Doppler: patologie MV Doppler pulsacyjny: napływ mitralny, zmierz E i A oraz stosunek E/A
<b>Projekcja przezprzełykowa środkowa zastawki aortalnej w osi długiej (LAX)</b>		
wprowadź głowicę, by wizualizować AV w SAX (30–45°) i zwiększ kąt do 120°, by wizualizować AV w osi długiej (rycina 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ocena korzenia aorty</li> <li>– ocena LVOT (pomiary)</li> <li>– przerost VS</li> <li>– patologie MV (MR, MS, infekcyjne zapalenie wsierdzia)</li> </ul>	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV (ściana przednio-przegrodowa, ściana dolna i tylna), pomiary LVOT do obliczenia rzutu serca color Doppler: choroby zastawek AV i MV

TABELA 1. Cd.

Jak uzyskać obraz	Użyj obrazu, by zdiagnozować	Ocena hemodynamiczna
Projekcja przeżołądkowa środkowa w osi krótkiej (40–45 cm)		
włóż głowicę do żołądka, aż zobaczysz wątrobę na obrazie, wykonaj przodozgięcie głowicą i uwidcznij LV z mięśniami brodawkowatymi w środku obrazu, płaszczyzna 0° (rycina 5)	– RWMA – przerost LV – poszerzenie RV, przeciążenie – paradoksalny ruch przegrody	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV (ściany przedniej, przegrodowej, dolnej i bocznej), objawy przeciążenia ciśnieniowego RV (spłaszczona przegroda, niesferyczna LV), procentowa zmiana pola powierzchni komory FAC = (LVEDA – LVESA)/LVEDA LVEDA – powierzchnia końcoworozkurczowa lewej komory LVESA – powierzchnia końcowoskurczowa lewej komory
Projekcja przeżołądkowa środkowa w osi długiej		
wprowadź głowicę do żołądka i zoptymalizuj obraz, by uzyskać projekcję przeżołądkową środkową w osi krótkiej, następnie zwiększ kąt do 110°–120°, by zobrazować LVOT i AV po prawej stronie obrazu (rycina 6)	– patologie zastawki aortalnej (np. infekcyjne zapalenie wsierdzia, zwężenie)	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV (ściany przednio-przegrodowej i dolno-bocznej) color Doppler: patologie MR i AV Doppler pulsacyjny: a) pomiar zmienności prędkości VTI w LVOT ( $\Delta VA$ ) $\Delta VA = (V_{maxA} - V_{minA}) / V_{maxA}$ $V_{maxA}$ – prędkość maksymalna zmierzona w LVOT $V_{minA}$ – prędkość minimalna zmierzona w LVOT b) pomiar zmienności VTI w LVOT ( $\Delta VTI$ ) podczas testu biernego uniesienia kończyn dolnych (PLR)
Projekcja przeżołądkowa głęboka w osi długiej		
wprowadź głowicę do żołądka, płaszczyzna 0°, ze środkowego lub koniuszkowego obrazu TG SAX, wykonaj przodozgięcie głowicy i powoli wprowadzaj ją w głąb żołądka, aż koniuszek LV będzie widoczny w górnej części obrazu	– patologie zastawki aortalnej (np. infekcyjne zapalenie wsierdzia, zwężenie)	echokardiografia dwuwymiarowa (2D): kurczliwość LV color Doppler: patologie MR i AV Doppler pulsacyjny: a) pomiar zmienności prędkości VTI w LVOT ( $\Delta VA$ ) $\Delta VA = (V_{maxA} - V_{minA}) / V_{maxA}$ $V_{maxA}$ – prędkość maksymalna zmierzona w LVOT $V_{minA}$ – prędkość minimalna zmierzona w LVOT b) pomiar zmienności VTI w LVOT ( $\Delta VTI$ ) podczas testu biernego uniesienia kończyn dolnych (PLR)

wtarzalna. W niektórych przypadkach konieczne jest użycie innej projekcji lub zmiana osi, tak by uzyskane pomiary były wiarygodne. Pacjenci intensywnej terapii prezentują często problemy kardiologiczne, dlatego dużą rolę odgrywa współpraca z kardiologiem, szczególnie w kontekście oceny zastawek, odcinkowych zaburzeń kurczliwości czy kwalifikacji do procedur inwazyjnych. Wypracowanie dobrej współpracy z kardiologami, kardiochirurgami oraz kardioanestezjologami poprawia proces diagnostyczno-terapeutyczny u krytycznie chorych [6]. Prezentowany artykuł jest dedykowany lekarzom intensywnej terapii dysponującym pewną wiedzą z zakresu echokardiografii, przygotowującym się do egzaminu EDEC. Stanowi on jednak duży skrót i nie może być użyty jako podstawowe źródło informacji podczas nauki do egzaminu. Nabycie umiejętności w wykonywaniu TEE tą techniką jest jednym z elementów procesu kształcenia w intensywnej terapii i jest rekomendowane przez towarzystwa intensywnej terapii [12].

Badania echokardiograficzne przezprzełykowe i przezklatkowe wykonywane u pacjentów krytycznie chorych mają wiele wspólnych cech. Wiele projekcji jest podobnych dla obu technik, różnią się jedynie sposobem prezentacji obrazu na ekranie. Sposób oceny struktur serca jest taki sam, a ocena hemodynamiczna opiera się na pomiarach metodą Dopplera. Kompleksowa dyskusja o obu metodach została opublikowana w dwuczęściowej serii artykułów w czasopiśmie „Chest” [10, 19, 20].

Główną różnicą pomiędzy tymi technikami jest metoda uzyskania obrazu. W TEE u krytycznie chorych intensywiści uczy się, jak trzymać głowicę wprowadzaną do przełyku lub żołądka [10]. Głowica znajduje się bliżej struktur serca i pozwala uzyskać obrazy lepszej rozdzielczości. Jedną z głównych wad TEE jest trudność oceny za pomocą metody Dopplera niedomykalności zastawki trójdzielnej (*tricuspid valve regurgitation* – TR), co wynika ze złożoności towarzyszącej uzyskaniu odpowiedniego kąta do pomiarów tą metodą. Stąd w ocenie TR

TABELA 2. Wizualizacja aorty w echokardiografii przezprzełykowej w intensywnej terapii

Projekcja	Jak uzyskać obraz	Użyteczność
projekcja przezprzełykowa środkowa w SAX na poziomie aorty wstępującej	opisane w pierwszym rozdziale	
projekcja przezprzełykowa środkowa w LAX na poziomie aorty wstępującej	włóż głowicę do ME i zoptymalizuj obraz, by uzyskać ME w aorcie wstępującej w SAX, następnie zwiększ kąt odchylenia głowicy do 90° z aortą w środku obrazu w osi długiej	– patologie aorty – zator płucny w prawej PA
projekcja przezprzełykowa środkowa w SAX na poziomie aorty zstępującej	włóż głowicę do ME i obróć głowicę w lewo, aż znajdziesz aortę, wprowadzaj i wycofuj głowicę, by ocenić aortę zstępującą	– patologie aorty – pozycja balona wewnątrzaoortalnego (IABP) – wysięk w lewej jamie opłucnej
projekcja przezprzełykowa środkowa w LAX na poziomie aorty zstępującej	z obrazu ME na poziomie aorty zstępującej w SAX zwiększ kąt do 90–100° i zobrazuj aortę zstępującą w LAX	– patologie aorty – pozycja balona wewnątrzaoortalnego (IABP)
projekcja przezprzełykowa wysoka łuku aorty w SAX	z obrazu ME na poziomie aorty zstępującej w SAX wycofaj głowicę, by uwidocznic AA (0°), a następnie zwiększ kąt do 60–90°, aby uzyskać AA, PV i PA na obrazie	– patologie AA – patologie PV
projekcja przezprzełykowa wysoka łuku aorty w LAX	z obrazu ME na poziomie aorty zstępującej w SAX wycofaj głowicę, by uwidocznic AA (kąt 0°), a następnie zrotuj głowicę nieco w prawo, aorta zmienia swój kształt na owalny	– patologie AA

SAX – obraz w osi krótkiej, LAX – obraz w osi długiej, ME – środkowa część przełyku, AA – łuk aorty, PV – zastawka płucna, PA – tętnica płucna

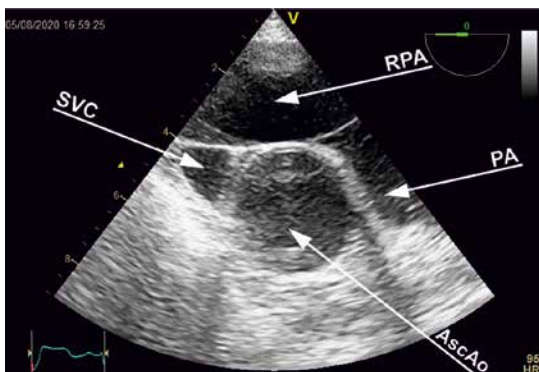
referencyjną metodą pozostaje TTE [10]. Echokardiografia przezprzełykowa ma przewagę nad TTE w sytuacjach, w których badający za pomocą TTE nie może uzyskać dobrej jakości obrazów, w szczególności u chorych wentylowanych mechanicznie, u których istnieje konieczność pilnego zdiagnozowania przyczyny niestabilności hemodynamicznej. Badanie to może być przeprowadzone w czasie krótszym niż 15 minut i jest mniej zależne od umiejętności echokardiograficznych wykonującego niż TTE [6, 21]. Z uwagi na to, że głowica jest ufiksowana w przełyku, manipulacja nią jest łatwiejsza niż w TTE [10]. Choć po pewnym czasie szkolenia wykonywanie TEE może być łatwiejsze niż TTE, to umiejętność wykonywania badania echokardiograficznego przezklatkowego powinna poprzedzać naukę umiejętności wykonywania TEE.

Dane dotyczące liczby badań niezbędnych do nabycia biegłości w wykonywaniu TEE u krytycznie chorych są rozbieżne. Charron i wsp. [22] twierdzą, że wykonanie 31 badań pod nadzorem wystarcza do nabycia odpowiednich umiejętności [10]. Stanowisko panelu ekspertów w zakresie echokardiografii w intensywnej terapii zaleca wykonanie 35 badań dobrej jakości. Stwierdza także, że wymagane może być wykonanie większej liczby badań w przypadku uzyskania nieoptymalnych projekcji [10]. Wykonanie 35 badań jest także potrzebne do spełnienia kryteriów uzyskania Europejskiego Dyplomu w Zaawansowanej Echokardiografii (EDEC). Realizacja programu EDEC wymaga nadzoru kardiologa i intensywy, którzy opanowali umiejętności wykonywania echokardiografii u krytycznie chorych. Jeśli chodzi o TTE, to wymagane jest wykonanie 100 badań, by móc wykonywać je bez nadzoru [12]. W trakcie nauczania TEE optymalna jest współpraca

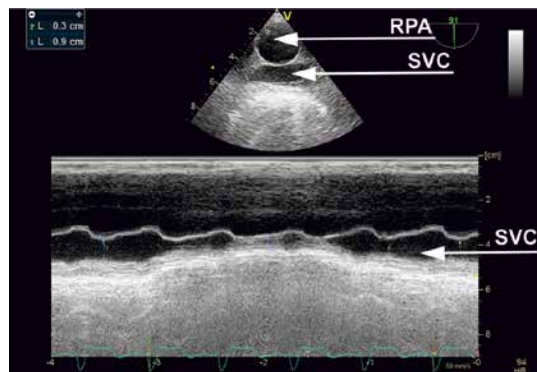
z kardiologiem, który zapewni ekspercką pomoc w uzyskaniu obrazów i ich interpretacji.

Echokardiografia przezprzełykowa u krytycznie chorych jest procedurą małoinwazyjną i może być bezpiecznie wykonywana w warunkach intensywnej terapii. Chorzy są zwykle poddani sedacji i wentylowani mechanicznie, głowicę można więc bezpiecznie wprowadzić pod kontrolą laryngoskopu. Pacjenci są ponadto dobrze monitorowani, więc każda zmiana stanu ogólnego może być szybko wychwycona. Echokardiografia przezprzełykowa u krytycznie chorych jest badaniem bezpiecznym, charakteryzującym się niskim odsetkiem powikłań (2,6%). Najczęściej rejestrowanymi działaniami niepożądanymi były zaburzenia hemodynamiczne, takie jak hipo- lub hipertensja, powierzchowne uszkodzenia śluzówki, hipoksemia, zaburzenia rytmu serca oraz przemieszczenia zgłębników nosowo-żołądkowych i nosowo-jelitowych [7, 18]. Liczba powikłań TEE była jednak wyższa na oddziale ratunkowym. W serii 142 takich badań stwierdzono 18 powikłań (12,6%), w tym: niewydolność oddechową/dekompensację oddechową (7), wymioty (4), hipotensję (3), pobudzenie (2), zgon (1) oraz zaburzenia rytmu serca (1) [23].

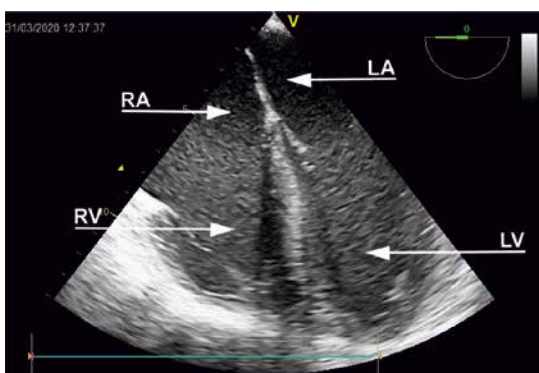
Wykonywanie przezprzełykowego badania echokardiograficznego jest przeciwwskazane u chorych z aktywnym krwawieniem z przewodu pokarmowego, perforacją przewodu pokarmowego i takimi patologiami przełyku, jak zranienie, perforacja, zwężenie, guz czy uchyłek. Względne przeciwwskazania obejmują: naświetlanie okolicy szyi i śródpiersia w wywiadzie, operacje w obrębie przewodu pokarmowego i krwawienie do jego światła, przełyk Barretta, dysfagię w wywiadzie, ograniczenie ruchomości szyi, objawową przepuklinę rozworu przełykowego,



**RYCINA 1.** Projektcja przezprzełykowa środkowa w osi krótkiej na poziomie aorty wstępującej (SAX). Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: SVC – żyła główna górna, PA – tętnica płucna, RPA – prawa tętnica płucna, AscAo – aorta wstępująca



**RYCINA 2.** Ocena zapadalności żyły głównej górnej w trybie obrazowania M-mode. Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: SVC – żyła główna górna, RPA – prawa tętnica płucna



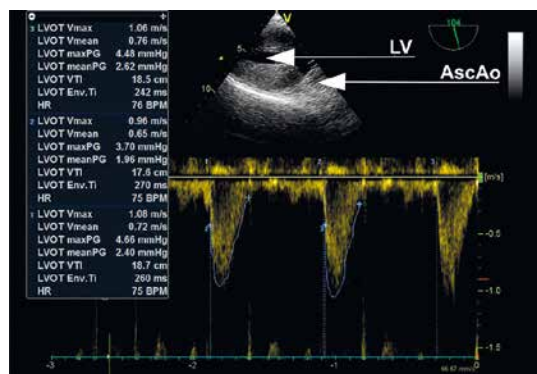
**RYCINA 3.** Projektcja przezprzełykowa środkowa czteroizajmowa. Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: LA – lewy przedsionek, RA – prawy przedsionek, RV – prawa komora, LV – lewa komora



**RYCINA 4.** Projektcja przezprzełykowa środkowa zastawki aortalnej w osi długiej (LAX). Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: LA – lewy przedsionek, LV – lewa komora, RV – prawa komora, AscAo – aorta wstępująca



**RYCINA 5.** Projektcja przezżołądkowa środkowa w osi krótkiej (SAX). Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: LV – lewa komora, RV – prawa komora



**RYCINA 6.** Projektcja przezżołądkowa środkowa w osi długiej. Doppler pulsacyjny drogi odpływu lewej komory w celu określenia całki prędkości przepływu w czasie (VTI). Struktury anatomiczne oznaczone strzałkami: LV – lewa komora, AscAo – aorta wstępująca

żyłki przełyku, koagulopatie, trombocytopenię, czynne zapalenie przełyku oraz czynną chorobę wrzodową żołądka [10, 17]. Gorąco zachęcamy intensywiistów do wykonywania TEE regularnie, pamiętając jednak o ograniczeniach tego badania i przeciwwskazaniach do jego wykonania. Postęp technologiczny i pojawienie się wraz z nim m.in. miniaturowych głowic, ultrasonografii 3D czy

automatycznych pomiarów przepływów będą zwiększały rolę TEE w intensywnej terapii. Badanie to nie zastępuje innych technik zaawansowanego monitorowania hemodynamicznego, dostarczając innych informacji w porównaniu np. z cewnikiem w tętnicy płucnej czy technikami opartymi na termodylucji, zatem te metody nie rywalizują ze sobą, ale się uzupełniają [18].

Systematyczne podejście do TEE w intensywnej terapii przedstawione w tym artykule może być przydatne do nabycia podstawowych umiejętności niezbędnych do opanowania tego badania.

## WNIOSKI

W artykule zaprezentowano systematyczne podejście do badania TEE u krytycznie chorych. Wykonywanie TEE w określonym schemacie pomaga zdiagnozować większość patologii i monitorować proces leczenia. Echokardiografia przezprzełykowa jest szybkim, prostym do wykonania badaniem, niezależnym od techniki wykonującego, które może być skutecznie implementowane na każdym oddziale intensywnej terapii.

## PODZIĘKOWANIA

1. Tłumaczenie na język polski: lek. Aleksander Aszkiewicz, konsultacja tłumaczenia: lek. Iwona Stopczyńska.
2. Źródła finansowania: brak.
3. Konflikt interesów: brak.

## PIŚMIENNICTWO

1. Boissier F, Bagate F, Mekontso Dessap A. Hemodynamic monitoring using trans esophageal echocardiography in patients with shock. *Ann Transl Med* 2020; 8: 791. doi: 10.21037/atm-2020-hdm-23.
2. Mekontso Dessap A, Proost O, Boissier F, Louis B, Roche Campo F, Brochard L. Transesophageal echocardiography in prone position during severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 2011; 37: 430-434. doi: 10.1007/s00134-010-2114-z.
3. Pedersen WR, Walker M, Olson JD, et al. Value of transesophageal echocardiography as an adjunct to transthoracic echocardiography in evaluation of native and prosthetic valve endocarditis. *Chest* 1991; 100: 351-356. doi: 10.1378/chest.100.2.351.
4. Shively BK, Gurule FT, Roldan CA, Leggett JH, Schiller NB. Diagnostic value of transesophageal compared with transthoracic echocardiography in infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 391-397. doi: 10.1016/0735-1097(91)90591-v.
5. Willens HJ, Kessler KM. Transesophageal echocardiography in the diagnosis of diseases of the thoracic aorta: part 1. Aortic dissection, aortic intramural hematoma, and penetrating atherosclerotic ulcer of the aorta. *Chest* 1999; 116: 1772-1779. doi: 10.1378/chest.116.6.1772.
6. Vignon P, Merz TM, Vieillard-Baron A. Ten reasons for performing hemodynamic monitoring using transesophageal echocardiography. *Intensive Care Med* 2017; 43: 1048-1051. doi: 10.1007/s00134-017-4716-1.
7. Hüttemann E, Schelenz C, Kara F, Chatzinikolaou K, Reinhart K. The use and safety of transesophageal echocardiography in the general ICU – a minireview. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 827-836. doi: 10.1111/j.0001-5172.2004.00423.x.
8. Garcia YA, Quintero L, Singh K, et al. Feasibility, safety, and utility of advanced critical care transesophageal echocardiography performed by pulmonary/critical care fellows in a medical ICU. *Chest* 2017; 152: 736-741. doi: 10.1016/j.chest.2017.06.029.
9. Arntfield R, Lau V, Landry Y, Priestap F, Ball I. Impact of critical care transesophageal echocardiography in medical-surgical ICU patients: characteristics and results from 274 consecutive examinations. *J Intensive Care Med* 2020; 35: 896-902. doi: 10.1177/0885066618797271.
10. Mayo PH, Narasimhan M, Koenig S. Critical care transesophageal echocardiography. *Chest* 2015; 148: 1323-1332. doi: 10.1378/chest.15-0260.
11. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr* 2013; 26: 921-964. doi: 10.1016/j.echo.2013.07.009.
12. Expert Round Table on Echocardiography in ICU. International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography. *Intensive Care Med* 2014; 40: 654-666. doi: 10.1007/s00134-014-3228-5.
13. Zielekiewicz L, Muller L, Lakhal K, et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. *Intensive Care Med* 2015; 41: 1638-1647. doi: 10.1007/s00134-015-3952-5.
14. Vincent JL, Rhodes A, Perel A, et al. Clinical review: update on hemodynamic monitoring – a consensus of 16. *Crit Care Lond Engl* 2011; 15: 229. doi: 10.1186/cc10291.
15. Aneman A, Vieillard-Baron A. Cardiac dysfunction in sepsis. *Intensive Care Med* 2016; 42: 2073-2076. doi: 10.1007/s00134-016-4503-4.
16. Benjamin E, Griffin K, Leibowitz AB, et al. Goal-directed transesophageal echocardiography performed by intensivists to assess left ventricular function: comparison with pulmonary artery catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 10-15. doi: 10.1016/s1053-0770(98)90048-9.
17. Vieillard-Baron A, Caille V, Charron C, Belliard G, Page B, Jardin F. Actual incidence of global left ventricular hypokinesia in adult septic shock. *Crit Care Med* 2008; 36: 1701-1706. doi: 10.1097/CCM.0b013e318174db05.
18. Hüttemann E. Transoesophageal echocardiography in critical care. *Minerva Anesthesiol* 2006; 72: 891-913.
19. Narasimhan M, Koenig SJ, Mayo PH. Advanced echocardiography for the critical care physician: part 1. *Chest* 2014; 145: 129-134. doi: 10.1378/chest.12-2441.
20. Narasimhan M, Koenig S, Mayo PH. Advanced echocardiography for the critical care physician: part 2. *Chest* 2014; 145: 135-142. doi: 10.1378/chest.12-2442.
21. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014; 40: 1795-1815. doi: 10.1007/s00134-014-3525-z.
22. Charron C, Prat G, Caille V, et al. Validation of a skills assessment scoring system for transesophageal echocardiographic monitoring of hemodynamics. *Intensive Care Med* 2007; 33: 1712-1718. doi: 10.1007/s00134-007-0801-1.
23. Gendreau MA, Triner WR, Bartfield J. Complications of transesophageal echocardiography in the ED. *Am J Emerg Med* 1999; 17: 248-251. doi: 10.1016/s0735-6757(99)90117-1.