

Submitted: 05.10.2014

Accepted: 26.10.2014

Czy echokardiografia przezprzełykowa stanie się standardowym narzędziem anestezjologa do oceny stanu hemodynamicznego pacjenta podczas operacji niekardiologicznych? Opis przypadku i przegląd piśmiennictwa

Will transoesophageal echocardiography become a standard tool for anesthetists to assess haemodynamic status during non-cardiac surgeries? Case report and literature review

Małgorzata H. Starczewska, Orest Stach, Andrzej Kański

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

Correspondence: Małgorzata H. Starczewska, MD, II Department of Anesthesia and Intensive Care, Central Teaching Hospital, Medical University of Warsaw, Banacha 1a, 02-097 Warsaw, Poland, tel.: +48 22 599 2002, email: starczewska@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2014.0046

Słowa kluczowe

echokardiografia przezprzełykowa, monitorowanie hemodynamiczne, znieczulenie, choroba zakrzepowo-zatorowa, zator powietrzny

Streszczenie

Pięćdziesięcioletni mężczyzna bez chorób układu sercowo-naczyniowego w wywiadzie przeszedł planową operację rozszerzonej hemihepatektomii prawostronnej z powodu dużego guza przerzutowego. Mniej więcej dwie godziny po rozpoczęciu operacji wystąpił nagły epizod ciężkiej hipotensji z towarzyszącą głęboką desaturacją oraz istotnym spadkiem ciśnienia końcowo-wydechowego dwutlenku węgla. Wykonano echokardiografię przezprzełykową, która potwierdziła obecność dużego zatoru powietrznego. Pacjenta ułożono w pozycji Trendelenburga, zwiększono stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej do 100% oraz dodatkowo ciśnienie końcowo-wydechowe do 10 cm H₂O. Następnie kontynuowano resuscytację pacjenta z zastosowaniem płynów dożylnych, preparatów krwiopochodnych oraz leków wazopresyjnych pod kontrolą echokardiografii przezprzełykowej. W niniejszej pracy przedstawiamy opis przypadku, w którym śródoperacyjne zastosowanie echokardiografii przezprzełykowej przez wyszkolonego anestezjologa pozwoliło na natychmiastowe zidentyfikowanie przyczyny nagłej hipotensji i hipoksemii. Metoda ta okazała się również przydatnym narzędziem umożliwiającym monitorowanie skuteczności zastosowanego leczenia.

Key words

transoesophageal
echocardiography,
haemodynamic
monitoring,
anaesthesia,
thromboembolism,
venous air embolism

Abstract

A 53-year-old male, with no history of cardiovascular diseases, underwent elective extended right hemihepatectomy for large metastatic tumor. Approximately 2 hours after the start of procedure sudden onset of severe hypotension associated with profound desaturation and significant fall in end-tidal carbon dioxide pressure was noted. Transoesophageal echocardiography was performed and massive air embolism was confirmed. Patient was turned into Trendelenburg position, inspired oxygen was increased to 100% and positive end-expiratory pressure turned up to 10 cm H₂O. Patient was further resuscitated with iv fluids, blood products and vasopressors under surveillance of transoesophageal echocardiography. In this report we present a case in which intraoperative use of transoesophageal echocardiography by trained anaesthetist helped to immediately identify the cause of sudden hypotension and hypoxaemia. Transoesophageal echocardiography was also a valuable tool for direct monitoring of efficacy of instituted treatment.

W ostatniej dekadzie echokardiografia cieszy się stale rosnącym zainteresowaniem wśród lekarzy reprezentujących specjalizacje inne niż kardiologia, takie jak anestezjologia, medycyna ratunkowa czy intensywne terapię. Obecnie echokardiografia przezprzełykowa (*transoesophageal echocardiography*, TOE) jest rutynowo wykonywana przez anestezjologów w trakcie operacji kardiochirurgicznych w celu optymalizacji płynoterapii okołoperacyjnej oraz zastosowania leków inotropowych i wazopresyjnych. Jednak jej rola podczas operacji niekardiochirurgicznych nie jest obecnie jednoznaczna. W niniejszej pracy prezentujemy opis przypadku pacjenta, u którego zastosowano TOE do przeprowadzenia diagnostyki różnicowej śródoperacyjnej hipotensji oraz optymalizacji statusu hemodynamicznego pacjenta.

Opis przypadku

Pięćdziesięcioletni mężczyzna, w II klasie czynnościowej według Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologicznego (*American Society of Anesthesiologists*, ASA), bez chorób układu sercowo-naczyniowego w wywiadzie, przeszedł planową operację rozszerzonej hemihepatektomii prawostronnej z powodu dużego guza przerzutowego we wnęce wątroby (155 × 101 mm w segmentach 4/5/6/8 oraz 108 × 64 mm w segmencie 7). Zdjęcia przedniej i tylnej powierzchni usuniętych segmentów wątroby przedstawione są odpowiednio na ryc. 1 i 2.

W indukcji znieczulenia zastosowano fentanyl i propofol. Intubację dotchawiczą przeprowadzono z zastosowaniem wekuronium. Znieczulenie podtrzymywane było za pomocą sewofluranu i tlenu (frakcja tlenu w mieszaninie wdychowej FiO₂ 0,5). Mniej więcej dwie godziny po rozpoczęciu operacji, przebiegającej uprzednio bez istotnych problemów, zaobserwowano nagły spadek końcowo-wydechowego ciśnienia dwutlenku węgla (EtCO₂) do 2,6 kPa, z towarzyszącą desaturacją do 84%, z następowym spadkiem ciśnienia tętniczego krwi do wartości minimalnej 45/20 mm Hg oraz wzrostem częstości pracy serca do 110 uderzeń/min. W gazometrii krwi tętniczej podstawowe parametry wynosiły: pH – 7,11, pO₂ – 12,6 kPa, pCO₂ – 9,6 kPa, HCO₃⁻ – 18,3 mmol/l i BE – -5,9 mmol/l, co potwierdzało obecność

Over the last decade echocardiography has gained increasing interest amongst medical specialties other than cardiology, like anaesthesia, emergency medicine or intensive care. Currently transoesophageal echocardiography (TOE) is routinely used by anaesthetist during cardiac surgeries to guide perioperative fluid management and use of inotropic or vasopressor support. However its use during non-cardiac surgeries is less established. In this paper we present a case where TOE was used to run differential diagnosis of intraoperative hypotension, as well as helped to guide further haemodynamic optimization of the patient.

Case report

A 53-year-old male, with functional status 2 according to American Society of Anesthesiologists, with no history of cardiovascular diseases, underwent elective extended right hemihepatectomy for large metastatic tumor of the liver hilum (155 × 101 mm in segments 4/5/6/8 and 108 × 64 mm in segment 7). Photographs of the anterior and posterior surface of the resected liver segments are displayed in figs. 1 and 2 respectively.

Anesthesia was induced with fentanyl and propofol. Tracheal intubation was facilitated with vecuronium. Anesthesia was maintained with sevoflurane and oxygen (fraction of inspired oxygen FiO₂ 0,5). Approximately two hours after the start of procedure (previously uneventful) rapid decrease in end-expiratory carbon dioxide pressure (EtCO₂) to 2.6 kPa with desaturation down to 84% and subsequent fall in blood pressure to minimal value of 45/20 mm Hg and raise in heart rate to 110 beats/minute was noted. The arterial blood gas analysis showed pH – 7,11, pO₂ – 12,6 kPa, pCO₂ – 9,6 kPa, HCO₃⁻ – 18,3 mmol/l and BE – -5,9 mmol/l, consistent with mixed acidosis. At that stage surgical team was informed about the emergency.

In order to diagnose the pathology responsible for rapid haemodynamic instability TOE probe was inserted (SonoSite MicroMaxx® 8–3 MHz). Differential diagnosis included venous air embolism (VAE), hypovolaemia due



Ryc. 1. *Przednia powierzchnia usuniętych segmentów wątroby*
Fig. 1. *Anterior surface of the resected liver segments*



Ryc. 2. *Tylna powierzchnia usuniętych segmentów wątroby*
Fig. 2. *Posterior surface of the resected liver segments*

kwasicy mieszanej. Na tym etapie zespół chirurgiczny został poinformowany o zaistniałym stanie.

W celu ustalenia patologii odpowiedzialnej za nagłą niestabilność hemodynamiczną pacjenta wprowadzono głowicę do TOE (SonoSite MicroMaxx® 8–3 MHz). W diagnostyce różnicowej uwzględniono zator powietrzny (*venous air embolism*, VAE), hipowolemię wtórną do masywnego krwawienia oraz

to massive bleeding and inferior vena cava compression related to liver torsion. The mid-oesophageal aortic valve short axis view demonstrated prominent air bubbles in the right atrium (fig. 3). Right ventricle contractility was moderately impaired. There were no air bubbles on left side of the heart and left ventricle contractility was normal. As the VAE was confirmed patient was turned into Trendelenburg position, FiO_2 was increased to 1.0 and

ucisk żyły głównej dolnej związany ze skręceniem wątroby. Projekcja śródkowoprzełykowa w osi krótkiej zastawki aortalnej wykazała wyraźne pęcherzyki powietrza w prawym przedsionku (ryc. 3). Czynność skurczowa prawej komory była umiarkowanie upośledzona. Nie stwierdzono obecności pęcherzyków powietrza w lewym sercu, a czynność skurczowa lewej komory była prawidłowa. Po potwierdzeniu zatoru powietrznego pacjent został ułożony w pozycji Trendelenburga, FiO_2 zwiększono do 1,0, a dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (*positive end-expiratory pressure*, PEEP) do 10 cm H_2O . Zespół chirurgiczny zidentyfikował i zaszył rozdarcie w prawej żyły wątrobowej. W tym czasie kontynuowano resuscytację pacjenta z zastosowaniem płynów dożylnych, preparatów krwiopochodnych oraz leków wazopresyjnych pod kontrolą TOE, w którym obserwowano stopniowe znikanie pęcherzyków powietrza w prawym sercu. Korelowało to z kliniczną poprawą parametrów życiowych oraz wyników badania gazometrycznego (tab. 1).

Po zakończeniu operacji pacjenta przyjęto na oddział intensywnej terapii. Badania pooperacyjne wykazały istotny wzrost stężenia NT-proBNP do 3410 pg/ml, połączony z niewielkim wzrostem stężenia troponiny I do maksymalnej wartości 0,31 ng/ml, bez towarzyszących zmian niedokrwienych w EKG. Chorego z powodzeniem ekstubowano cztery godziny po zabiegu, a następnego dnia odstawiono leki wazopresyjne. Pacjent został wypisany ze szpitala tydzień później.

Dyskusja

Prezentujemy przypadek, w którym śródoperacyjne zastosowanie TOE pozwoliło na niezwłoczne ustalenie przyczyny nagłej hipotensji i hipoksemii. W powyższym przypadku rozmiar usuwanego guza oraz jego lokalizacja w bezpośrednim sąsiedztwie dużych naczyń nie tylko znacznie utrudniały resekcję chirurgiczną, ale również zwiększały prawdopodobieństwo wystąpienia wszystkich poważnych powikłań. Zator powietrzny może doprowadzić do bezpośredniego stanu zagrożenia życia podczas resekcji wątroby. Przedostanie się pęcherzyków powietrza do naczyń krwionośnych zazwyczaj prowadzi do nagłego wystąpienia niestabilności hemodynamicznej ze spadkiem pO_2 i wzrostem pCO_2 . Kliniczne rozpoznanie zatoru powietrznego może być bardzo trudne, gdyż często przypomina on inne, częściej występujące powikłania, takie jak ciężka hipowolemia, niedokrwienie mięśnia sercowego czy też ucisk żyły głównej dolnej związany ze skrętem wątroby⁽¹⁾. Do technik umożliwiających rozpoznanie VAE zaliczane są TOE, echokardiografia przezklatkowa, cewnikowanie tętnicy płucnej i monitorowanie końcowo-wydechowego ciśnienia dwutlenku węgla bądź ośrodkowego ciśnienia żylnego. W chwili obecnej TOE pozostaje najbardziej czułą metodą wykrywania VAE, z progami 0,02–0,19 ml powietrza/kg masy ciała⁽²⁾.

W niedawno opublikowanej pracy Schulmeyer i wsp. wykazali, że badanie TOE wykonywane przez wyszkolonego anestezjologa w trakcie zabiegów niekardiologicznych pozwoliło ustalić przyczynę utrzymującej się hipotensji we wszystkich 42 przypadkach⁽³⁾. Najczęstszą przyczyną hipotensji nieodpowiadającej na podaż standardowego bolusa

positive end-tidal pressure (PEEP) turned up to 10 cm H_2O . Surgical team identified and sutured up a tear of the right hepatic vein. Patient was further resuscitated with intravenous fluids, blood products and vasopressors under surveillance of TOE which demonstrated gradual disappearing of air bubbles from the right heart. This was correlated with clinical improvement of vital parameters and ABG results (tab. 1).

After completion of the surgery patient was admitted to surgical intensive care unit. The post-operative bloods showed significant increase in NT-proBNP concentration up to 3410 pg/ml with only mild elevation of troponin I levels up to maximum value of 0,31 ng/ml with no ischaemic changes on ECG. Patient was successfully extubated 4 hours after the end of surgery and weaned off vasopressors the next day. A week later he was discharged from hospital.

Discussion

We present a case in which intraoperative use of TOE helped to immediately identify the cause of sudden hypotension and hypoxaemia. In this case tumor size and location in close proximity of the large vessels were not only making surgical dissection challenging, but also they were predisposing to all potential major complications. VAE can be a life threatening complication of the liver resection. Air entrainment usually presents as a rapid onset of haemodynamic compromise with fall in pO_2 and rise in pCO_2 . Clinical diagnosis of VAE may be very difficult as it can mimic other, more common conditions like severe hypovolaemia, myocardial ischaemia or inferior vena cava compression related to torsion of the liver⁽¹⁾. The techniques available for detection of VAE include TOE, transthoracic echocardiography (TTE), pulmonary artery catheterization, and monitoring of end-expiratory carbon dioxide tension or central venous pressure. At present TOE remains the most sensitive method



Ryc. 3. Echokardiografia przezprzełykowa, projekcja śródkowoprzełykowa, oś krótka zastawki aortalnej przedstawiająca pęcherzyki powietrza w prawym przedsionku oraz prawidłowy obraz lewej komory bez obecności pęcherzyków powietrza

Fig. 3. TOE mid-oesophageal aortic valve short axis view demonstrating air bubbles in right atrium and normal appearance of the left atrium with no air bubbles

	Po indukcji znieczulenia <i>After induction of anaesthesia</i>	Po wystąpieniu VAE <i>After onset of VAE</i>	Na koniec zabiegu <i>At the end of surgery</i>
FiO ₂	0,5	1,0	0,6
EtCO ₂ (kPa)	4,6	2,6	4,0
pH	7,396	7,115	7,290
pO ₂ (kPa)	19,3	12,6	24,5
pCO ₂ (kPa)	5,6	9,6	6,1
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	25,4	18,3	20,5
BE (mmol/l)	1,2	-5,9	-4,3
Mleczany (mmol/l) <i>Base excess (mmol/l)</i>	0,9	4,8	2,1
Hemoglobina (g/dl) <i>Lactate (mmol/l)</i>	8,5	9,8	7,3

VAE (*venous air embolism*) – zator powietrzny, FiO₂ – frakcja tlenu w powietrzu wdychanym, EtCO₂ – końcowo-wydechowe ciśnienie dwutlenku węgla
VAE – *venous air embolism*; FiO₂ – *fraction of inspired oxygen*; EtCO₂ – *end-tidal carbon dioxide pressure*

Tab. 1. Wyniki kolejnych badań gazometrycznych w trakcie zabiegu

Tab. 1. Serial arterial blood gas results during intraoperative period

płynów i efedryny były, zgodnie z wynikami badania TOE, ciężka hipowolemia (42%), a następnie powikłania zakrzepowo-zatorowe (14%). W dalszej kolejności obserwowano niską frakcję wyrzutową lewej komory serca, niedokrwienie mięśnia sercowego, dynamiczne zawężanie drogi odpływu lewej komory serca powiązane ze skurczowym ruchem płatką zastawki mitralnej do przodu oraz tamponadę serca⁽³⁾. Retrospektywna analiza 22 przypadków, w których TOE zastosowano podczas śródoperacyjnego zatrzymania krążenia u pacjentów poddawanych operacjom niekardiochirurgicznym, wykazała, że TOE pozwoliło potwierdzić podejrzaną pierwotną przyczynę zatrzymania krążenia u 19 pacjentów⁽⁴⁾. Na podstawie wyników badania TOE stwierdzono, że najczęstszym powodem zatrzymania krążenia były incydenty zakrzepowo-zatorowe, które rozpoznano u 9 pacjentów (u 6 pacjentów skrzepliny uwidoczono bezpośrednio, a u pozostałych 3 pacjentów stwierdzono występowanie pośrednich echokardiograficznych objawów zatorowości płucnej)⁽⁴⁾. Innymi stwierdzanymi przyczynami były niedokrwienie mięśnia sercowego (6 pacjentów), tamponada serca (2 pacjentów) oraz ciężka hipowolemia (2 pacjentów)⁽⁴⁾.

W opisywanym przypadku TOE była również przydatnym narzędziem do bezpośredniego monitorowania skuteczności zastosowanego leczenia. Denault i wsp. wykazali, że okołooperacyjne zastosowanie TOE wpływało na sposób postępowania u 40% pacjentów poddanych operacjom niekardiochirurgicznym⁽⁵⁾. Zmiana postępowania w oparciu o wyniki badania TOE wynikała głównie ze zmian we wdrożonym leczeniu (45%), potwierdzenia lub wykluczenia ustalonego rozpoznania (30%) oraz przeprowadzenia nieplanowanych wcześniej interwencji chirurgicznych (18%)⁽⁵⁾. W innym badaniu, opublikowanym w 2004 roku,

of detecting VAE, with a threshold of 0,02–0,19 ml of air per kg body weight⁽²⁾.

Recent paper published by Schulmeyer *et al.* demonstrated that TOE performed by trained anaesthetist during non-cardiac surgeries helped to establish cause of refractory hypotension in all 42 cases⁽³⁾. The most common cause of hypotension unresponsive to standard fluid bolus and ephedrine according to TOE findings were severe hypovolaemia (42%), followed by thromboembolic events (14%). Further diagnoses comprised of low ejection fraction of the left ventricle, myocardial ischaemia, dynamic left outflow tract obstruction, associated with anterior systolic motion of the mitral valve and cardiac tamponade⁽³⁾. Retrospective analysis of 22 cases where TOE was used during intraoperative cardiac arrest in patients undergoing non-cardiac procedures revealed that TOE confirmed suspected primary cause of cardiac arrest in 19 patients⁽⁴⁾. According to the TOE findings the most common cause of cardiac arrest were thromboembolic events which were diagnosed in 9 patients (in 6 patients thrombi were visualised directly and in further 3 patients by indirect echocardiographic signs of pulmonary embolism)⁽⁴⁾. Other listed causes included cardiac ischaemia (6 patients), cardiac tamponade (2 patients) and severe hypovolaemia (2 patients)⁽⁴⁾.

In our case TOE was also a valuable tool for direct monitoring of efficacy of instituted treatment. Denault *et al.* demonstrated that perioperative use of TOE changed management in 40% of patients undergoing non-cardiac surgery⁽⁵⁾. Modifications of management based on TOE findings were mainly related to change in medical

TOE była stosowana w celu optymalizacji statusu hemodynamicznego pacjentów poddawanych operacjom naczyniowym bądź dużym operacjom brzuszным. Na podstawie wyników badania TOE rozpoczęto lub zmodyfikowano stosowanie leków wazodilatacyjnych i wazopresyjnych odpowiednio u 55% i 43% pacjentów⁽⁶⁾. Płynoterapię modyfikowano u 24% chorych⁽⁶⁾. Wpływ ten obserwowano głównie u pacjentów z uprzednio rozpoznanymi regionalnymi zaburzeniami kurczliwości lewej komory, nadciśnieniem płucnym oraz niewydolnością prawokomorową w wywiadzie⁽⁶⁾. We wcześniej cytowanej pracy badanie TOE u pacjentów ze śródoperacyjnym zatrzymaniem krążenia wpłynęło na dalszy sposób postępowania u 18 spośród 22 pacjentów, w tym u 12 pacjentów poddawanych pilnej laparotomii⁽⁴⁾.

Te obiecujące wyniki uzyskane podczas zastosowania TOE w trakcie zabiegów niekardiochirurgicznych znalazły swoje odzwierciedlenie w ostatnich wytycznych Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologicznego (ASA) oraz Towarzystwa Kardioanestezjologicznego (*Society of Cardiovascular Anesthesiologists*, SCA)⁽⁷⁾. W dokumencie tym zalecono zastosowanie TOE w przypadku utrzymującej się hipotensji lub hipoksemii. TOE powinno być również stosowane we wszystkich przypadkach, w których spodziewane jest wystąpienie głębokiej hipotensji zagrażającej życiu. Do wskazań do śródoperacyjnego zastosowania TOE związanych ze stanem pacjenta przed operacją zaliczane jest występowanie potwierdzonych lub podejrzewanych chorób układu sercowo-naczyniowego, które mogą prowadzić do wystąpienia zaburzeń hemodynamicznych, płucnych lub neurologicznych⁽⁷⁾. Warto jednak zaznaczyć, że z uwagi na niewielką liczbę opublikowanych prac – głównie opisy przypadków, serie przypadków oraz badania jednośrodkowe – wszystkie powyższe zalecenia sformułowane zostały na podstawie opinii ekspertów i wymagają dalszych badań⁽⁷⁾.

Wnioski

W niniejszym artykule omówiono przypadek kliniczny, w którym śródoperacyjne zastosowanie echokardiografii przezprzełykowej przez wyszkolonego anestezjologa w trakcie zabiegu resekcji wątroby pozwoliło ustalić przyczynę ciężkiej hipotensji i hipoksemii oraz pozwoliło optymalizować i kontrolować status hemodynamiczny pacjenta. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań w celu oceny efektywności kosztowej powyższej metody oraz wpływu poziomu wykształcenia na jej możliwości diagnostyczne.

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować doktorowi Pawłowi Andruszkiewiczowi za pomoc udzieloną w trakcie opieki nad pacjentem opisanym w niniejszym artykule oraz podczas przygotowywania manuskryptu.

management (45%), confirming or invalidating diagnosis (30%) and performing previously unplanned surgical interventions (18%)⁽⁵⁾. In other study published in 2004 TOE was used to optimize haemodynamic status in patients undergoing vascular or major visceral surgery. Based on TOE findings initiation or change in use of vasodilator and vasopressor therapy was noted respectively in 55% and 43% of patients⁽⁶⁾. Fluid therapy was affected in 24% of patients⁽⁶⁾. These effects were mainly observed amongst patients with pre-existing regional wall motion abnormalities of the left ventricle, pulmonary arterial hypertension and with history of right heart failure⁽⁶⁾. In previously mentioned paper, TOE performed in patients with intraoperative cardiac arrest TOE affected further management in 18 out of 22 patients, including 12 patients who were scheduled for emergency surgical interventions⁽⁴⁾.

These promising results with the use of TOE during non-cardiac surgeries were reflected in the last guidelines of the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists⁽⁷⁾. According to this document it is recommended that TOE should be used during unexplained persistent hypotension or hypoxaemia. TOE should also be utilised in all cases where life-threatening hypotension is anticipated. Patient-related indication for intraoperative use of TOE are known or suspected cardiovascular pathologies which might result in haemodynamic, pulmonary or neurologic compromise. However it is noteworthy, that due to scanty evidence coming from case reports, case series and single centre studies all above recommendations are based on expert opinion and require further investigations⁽⁷⁾.

Conclusions

In this paper we discussed a case where intraoperative use of TOE by trained anaesthetist during liver resection helped to establish cause of severe hypotension and hypoxaemia, as well as guided optimization of patients haemodynamic status. Further investigations are required to assess cost-effectiveness of this method, as well as impact of training level of its diagnostic capabilities.

Acknowledgements

The authors would like to thank dr Pawel Andruszkiewicz for help during management of this case and during preparation of the manuscript.

Conflict of interests

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

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji i/lub prawa autorskie do tej publikacji.

Piśmiennictwo / References

1. Sabsovich I, Abel M, Lee CJ, Spinelli AD, Abramowicz AE: Air embolism during operative hysteroscopy: TEE-guided resuscitation. *J Clin Anesth* 2012; 24: 480–486.
2. Schäfer ST, Lindemann J, Brendt P, Kaiser G, Peters J: Intracardiac transvenous echocardiography is superior to both precordial Doppler and transoesophageal echocardiography techniques for detecting venous air embolism and catheter-guided air aspiration. *Anesth Analg* 2008; 106: 45–54.
3. Schulmeyer C, Farías J, Rajdl E, de La Maza J, Labbé M: Utility of transoesophageal echocardiography during severe hypotension in non-cardiac surgery. *Rev Bras Anesthesiol* 2010; 60: 513–521.
4. Memtsoudis SG, Rosenberger P, Loffler M, Eltzschig HK, Mizuguchi A, Shernan SK *et al.*: The usefulness of transoesophageal echocardiography during intraoperative cardiac arrest in noncardiac surgery. *Anesth Analg* 2006; 102: 1653–1657.
5. Denault AY, Couture P, McKenty S, Boudreault D, Plante F, Perron R *et al.*: Perioperative use of transoesophageal echocardiography by anesthesiologists: impact in noncardiac surgery and in the intensive care unit. *Can J Anaesth* 2002; 49: 287–293.
6. Hofer CK, Zollinger A, Rak M, Matter-Ensner S, Klaghofer R, Pasch T *et al.*: Therapeutic impact of intra-operative transoesophageal echocardiography during noncardiac surgery. *Anaesthesia* 2004; 59: 3–9.
7. Thys DM, Brooker RF, Cahalan MK, Connis RT, Duke PG, Nickinovich DG *et al.*: Practice guidelines for perioperative transoesophageal echocardiography. An updated report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transoesophageal Echocardiography. *Anesthesiology* 2010; 112: 1084–1096.