

# Ocena głębokości znieczulenia podczas wziewnej i dożylniej indukcji znieczulenia ogólnego

## Assessment of the depth of anaesthesia during inhalational and intravenous induction of general anaesthesia

Liudmila Hasak, Maria Wujtewicz, Radosław Owczuk

*Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Gdański Uniwersytet Medyczny*

### Abstract

**Background:** Tracheal intubation is one of the strongest stimuli during general anaesthesia and may result in an insufficient depth of anaesthesia. The aim of the study was to compare the clinical evaluation of the depth of anaesthesia with an evaluation using entropy during inhalational and intravenous induction of general anaesthesia.

**Methods:** This study involved 60 patients undergoing elective surgery under general anaesthesia. Patients were divided into two groups, group E (etomidate induction) and group S (sevoflurane induction). The systolic arterial pressure (SAP), heart rate (HR), response entropy (RE), and state entropy (SE) were determined at the following seven measurement points: before anaesthesia induction, at the loss of consciousness (LOC) point, before tracheal intubation, immediately after intubation, and 2 min., 4 min. and 6 min. after tracheal intubation. An increase in HR and/or SAP of more than 20% and/or the occurrence of lacrimation and/or perspiration in response to tracheal intubation was considered a marker of inadequate anaesthesia in the clinical evaluation. The depth of anaesthesia was considered insufficient according to entropy monitoring if the RE and SE were above 60.

**Results:** In clinical evaluation, insufficient anaesthesia in response to tracheal intubation was observed in all the patients in group E and in more than half of the patients in group S. At the same time, the majority of patients in both groups had entropy values that did not exceed the recommended value as an appropriate level of anaesthesia.

**Conclusions:** We found a discrepancy in the evaluation of the depth of anaesthesia based on clinical criteria compared with evaluations based on entropy values during both intravenous and inhalational induction of general anaesthesia.

**Key words:** entropy, depth of general anaesthesia, induction of general anaesthesia, inhalational, intravenous, etomidate, sevoflurane, tracheal intubation

**Słowa kluczowe:** entropia, głębokość znieczulenia ogólnego, indukcja znieczulenia ogólnego, wziewna, dożylna, etomidat, sewofluran, intubacja tchawicy

Anestezjologia Intensywna Terapia 2014, tom XLVI, nr 4, 289–294

Wiarygodna ocena głębokości anestezji w okresie wprowadzenia do znieczulenia ogólnego jest trudna. Zastosowanie środka zwiotczającego mięśnie poprzecznie prążkowane w celu ułatwienia intubacji tchawicy oraz pobudzenie

układu autonomicznego, nierzadko towarzyszące intubacji, mogą przyczynić się do mylnej interpretacji głębokości znieczulenia ogólnego. W badaniu *National Audit Project* (NAP 5), mającym na celu zidentyfikowanie przypadków

Należy cytować angielską wersję artykułu z:

Hasak L, Wujtewicz M, Owczuk R: Assessment of the depth of anaesthesia during inhalational and intravenous induction of general anaesthesia. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2014; 46: 274–279

niezamierzonego powrotu świadomości podczas znieczulenia ogólnego (*awareness*), przeprowadzonym w 2011 roku w Wielkiej Brytanii, oszacowano, że 47% wszystkich zarejestrowanych przypadków miało miejsce podczas indukcji znieczulenia ogólnego lub bezpośrednio po niej, ale przed manipulacjami chirurgicznymi [1].

Jedną z dostępnych metod monitorowania poziomu znieczulenia ogólnego jest entropia, oparta na analizie aktywności bioelektrycznej kory mózgu. Entropię charakteryzują dwa parametry: SE (*state entropy*) zawierający głównie sygnał EEG i odzwierciedlający stan kory mózgu oraz RE (*response entropy*) zawierający, oprócz sygnału EEG, sygnał EMG pochodzący z mięśni czoła [2]. Wartości obu parametrów w zakresie 40–60 uważane są za wykładnik właściwego poziomu snu anestetycznego z małym prawdopodobieństwem wystąpienia *awareness* [3, 4].

Celem pracy było porównanie ocenianej za pomocą parametrów klinicznych głębokości znieczulenia z oceną za pomocą entropii podczas wziewnej i dożylniej indukcji znieczulenia ogólnego.

## METODYKA

Projekt uzyskał akceptację lokalnej komisji bioetycznej (NKEBN/78/2008). Przeprowadzone badanie miało charakter prospektywny. Zakwalifikowano do niego 70 chorych powyżej 18. roku życia, obojga płci, ocenionych na I–III według skali ASA, poddanych operacjom w znieczuleniu ogólnym. Chorych losowo przydzielano do grupy S (wziewna indukcja z użyciem sewofluranu) lub do grupy E (dożylna indukcja z użyciem etomidatu). Nie kwalifikowano do badania chorych z zaburzeniami ze strony ośrodkowego układu nerwowego, nadużywających alkohol lub środki odurzające, z przeciwwskazaniami do podania etomidatu lub do przeprowadzenia wziewnej indukcji znieczulenia, chorych z wykonaną blokadą centralną oraz tych, u których przewidywano trudną intubację. Założono także wtórne wyłączenie z badania chorych, u których podejmowane będą co najmniej dwie próby intubacji tchawicy.

Wszystkim chorym w premedykacji podawano doustnie midazolam w dawce 0,05–0,1 mg kg<sup>-1</sup>. Środkiem wprowadzającym do znieczulenia ogólnego w grupie E był etomidat w dawce 0,3 mg kg<sup>-1</sup>. Chorych w grupie S wprowadzano do znieczulenia sewofluranem metodą jednej lub trzech pojemności życiowych. W obu grupach podczas indukcji podawano 1–2 µg kg<sup>-1</sup> fentanylu oraz 0,15 mg kg<sup>-1</sup> cisatrakurium. Intubację tchawicy u wszystkich chorych przeprowadzano po 3 minutach od podania cisatrakurium. Do momentu intubacji chorzy byli wentylowani przez maskę twarzową z użyciem 100% tlenu (grupa E) lub mieszaniną sewofluranu i 100% tlenu, tak aby stężenie końcowo-wydechowe sewofluranu wynosiło około 1,5 MAC dla wieku (grupa S). Po intubacji tchawicy w obu grupach rozpoczy-

nano wentylację płuc mieszaniną oddechową zawierającą 30% tlenu i 70% powietrza, a także sewofluran w stężeniu końcowo-wydechowym około 1 MAC.

W sposób ciągły monitorowano parametry życiowe oraz parametry entropii. Analizowano wartości częstości akcji serca (HR, *heart rate*), skurczowego ciśnienia tętniczego mierzonego metodą inwazyjną (SAP, *systolic arterial pressure*) oraz wartości RE i SE w następujących punktach pomiarowych: T<sub>1</sub> — przed indukcją znieczulenia, T<sub>2</sub> — w momencie utraty świadomości i odruchu rzęsowego (LOC, *loss of consciousness*), T<sub>3</sub> — bezpośrednio przed intubacją tchawicy, T<sub>4</sub> — po intubacji tchawicy, T<sub>5</sub> — po 2 minutach, T<sub>6</sub> — po 4 minutach oraz T<sub>7</sub> — po 6 minutach od intubacji tchawicy. Anestezjolog oceniał głębokość znieczulenia na podstawie zmian hemodynamicznych, jak również wystąpienia łzawienia i/lub pocenia się. Jednocześnie rejestrowano w odpowiednich punktach pomiarowych wartości parametrów RE i SE, które były niewidoczne dla znieczulającego anestezjologa.

Zmiany hemodynamiczne w odpowiedzi na intubację tchawicy uznawano za istotne, gdy obserwowano zwiększenie HR i/lub SAP powyżej 20% od wartości zarejestrowanych przed wykonaniem laryngoskopii i intubacji tchawicy. Takie zmiany hemodynamiczne, a także wystąpienie łzawienia i/lub pocenia w odpowiedzi na intubację tchawicy uznawano za wykładnik niedostatecznego poziomu znieczulenia w ocenie klinicznej. Hipotensję określono jako spadek SAP poniżej 90 mm Hg. Leczone ją przyspieszeniem wlewu podawanych płynów. Wartości RE i SE powyżej 60 przemawiały za niewystarczającą głębokością snu, a wartości poniżej 40 o zbyt niskim jego pogłębieniu.

Ostateczna analiza statystyczna została przeprowadzona u 60 chorych. Trzech chorych wyłączono z powodu braku możliwości wykonania inwazyjnego pomiaru ciśnienia tętniczego, 3 z powodu „trudnych dróg oddechowych” oraz 4 w związku z przerwą w wyświetlaniu parametrów entropii na monitorze.

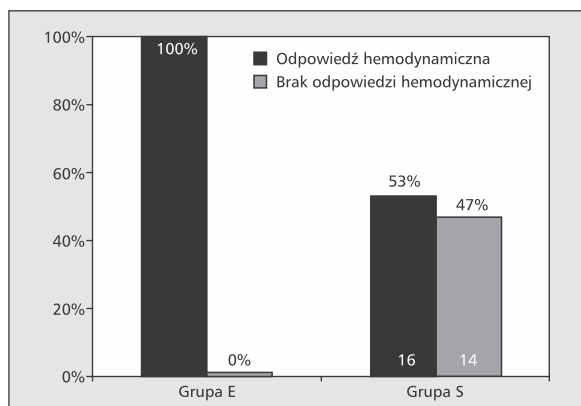
Do analizy wykorzystano pakiet Statistica for Windows 9,1 (Statsoft, Tulsa, USA). Charakter rozkładu danych oceniano za pomocą testu *W* Shapiro i Wilka. W zależności od rozkładu stosowano test *t*-Studenta lub *U* Manna-Whitneya, a dane odpowiednio przedstawiano w postaci średniej ± SD lub mediany (rozstępu ćwiartkowego). Dane w skali interwałowej doprowadzono do normalności rozkładu za pomocą wyliczenia logarytmów dziesiętnych uzyskanych wartości, a następnie porównywano przy użyciu testu ANOVA z testem *post-hoc* HSD Tukeya. Dane jakościowe porównywano testem  $\chi^2$  lub testem Fishera. Znamienność statystyczną przyjęto dla  $p < 0,05$ .

## WYNIKI

Charakterystykę grup badanych przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Charakterystyka badanych pacjentów

	Grupa E (n = 30)	Grupa S (n = 30)	Wartość p
Wiek (lata)	60,5 (52–67)	50,5 (42–65)	0,12
Masa ciała (kg)	72,5 ± 11,9	75,9 ± 15,3	0,34
Płeć (K/M)	16/14	14/16	0,60
Skala ASA (I/II/III)	2/24/4	5/18/7	0,23

**Rycina 1.** Odpowiedź hemodynamiczna na intubację tchawicy w grupie E i grupie S (wewnątrz słupków — liczba chorych)

W obu grupach obserwowano zmniejszanie się wartości parametrów hemodynamicznych i entropii do momentu zabezpieczenia dróg oddechowych.

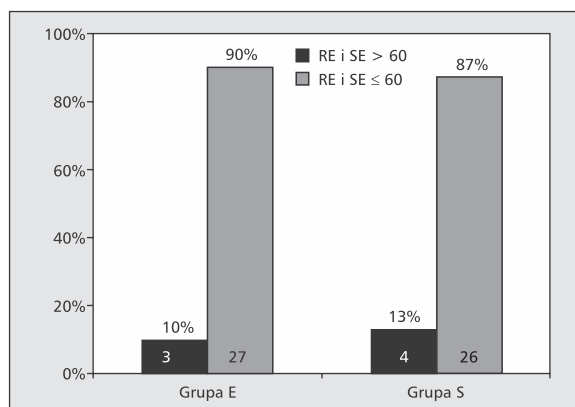
W odpowiedzi na intubację tchawicy obserwowano istotne zmiany hemodynamiczne u wszystkich chorych w grupie E i u ponad połowy chorych w grupie S ( $p = 0,0001$ ), co przedstawia rycina 1.

Wśród chorych z istotnymi zmianami hemodynamicznymi tylko u niewielkiego odsetka chorych w obu grupach stwierdzono wartości RE i SE większe niż 60 (ryc. 2).

Odpowiedź hemodynamiczna była bardziej nasilona w grupie E. Nie wykazano w grupach istotnych zmian RE i SE w odpowiedzi na intubację tchawicy, chociaż ich wartości po intubacji były większe w grupie E. Analizowane parametry w obu grupach w poszczególnych punktach pomiarowych pokazano w tabeli 2.

Wystąpienie łzawienia i/lub pocenia w odpowiedzi na intubację tchawicy stwierdzono u 17% chorych w grupie E i u 3% chorych w grupie S ( $p = 0,19$ ). U tych chorych stwierdzono również istotne zmiany hemodynamiczne, natomiast wartości RE i SE u żadnego z nich nie przekroczyły 60.

Hipotensję stwierdzono przed intubacją tchawicy u 10% chorych w grupie E i u 43% chorych w grupie S ( $p = 0,007$ ), a po intubacji tchawicy u odpowiednio 7% i 33% chorych ( $p = 0,02$ ). Procent chorych, u których wartości SE były mniej-

**Rycina 2.** Procentowy udział chorych, u których stwierdzono istotne zmiany hemodynamiczne w odpowiedzi na intubację tchawicy, w zależności od wartości RE i SE w grupie E i grupie S (wewnątrz słupków — liczba chorych)

sze niż 40 w poszczególnych punktach pomiarowych przedstawia rycina 3.

## DYSKUSJA

Zapewnienie choremu właściwej głębokości znieczulenia ogólnego jest dla anestezjologa niezmiernie ważnym zadaniem. Zbyt głęboka anestezja może się wiązać z niestabilnością układu krążenia, przedłużonym budzeniem, zaburzeniem funkcji poznawczych i być może ze zwiększoną śmiertelnością pooperacyjną [5, 6]. Zbyt płytka natomiast może prowadzić do niezamierzonego powrotu świadomości podczas znieczulenia, a w konsekwencji być przyczyną trwałych zmian u chorego w postaci zaburzeń snu, drażliwości, stanów lękowych, prowadzić do rozwoju zespołu stresu pourazowego, a także inicjować pozwy sądowe skierowane przeciwko anestezjologom [7]. Podczas wprowadzenia chorego do znieczulenia ogólnego, moment laryngoskopii i intubacji tchawicy jest okresem, w którym może nastąpić spłylenie osiągniętej wcześniej głębokości znieczulenia ogólnego [8].

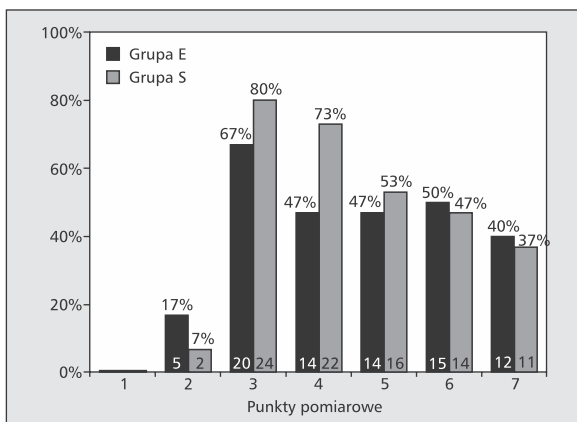
W pracy własnej do momentu instrumentalnego zabezpieczenia dróg oddechowych obserwowano u chorych stopniowe zmniejszanie się wartości parametrów hemodynamicznych oraz parametrów entropii, podobnie jak w pracach innych autorów [9, 10]. W odpowiedzi na intubację tchawicy w obu grupach wykazano istotne zmiany hemodynamiczne. Stwierdzono większy wzrost skurczowego ciśnienia tętniczego w grupie wprowadzanej dożylnie w porównaniu z grupą wziewną, co obserwowali również w swojej pracy Karpel i wsp. [11].

Wujtewicz [12] wykazała, że podanie w premedykacji midazolamu powoduje mniejszą odpowiedź hemodynamiczną na intubację tchawicy, w porównaniu z chorymi,

**Tabela 2.** Analizowane parametry (średnie  $\pm$  SD)

Parametr	Punkt pomiarowy						
	T1	T2 (LOC)	T3	T4	T5	T6	T7
HR (min <sup>-1</sup> )							
Grupa E	70,6 $\pm$ 13,0	63,8 $\pm$ 9,5	60,3 $\pm$ 10,9	81,2 $\pm$ 17,6 <sup>§</sup>	73,1 $\pm$ 15,1	66,8 $\pm$ 17,8	62,6 $\pm$ 10,3
Grupa S	72,6 $\pm$ 13,5	75,7 $\pm$ 15,3*	62,8 $\pm$ 10,5 <sup>§</sup>	80,3 $\pm$ 17,6 <sup>§</sup>	72,8 $\pm$ 17,5	64,7 $\pm$ 10,6	61,3 $\pm$ 9,9
SAP (mm Hg)							
Grupa E	145,6 $\pm$ 16,0	133,7 $\pm$ 18,0	116,7 $\pm$ 22,2 <sup>§</sup>	167,3 $\pm$ 24,7 <sup>§</sup>	141,5 $\pm$ 26,6	116,6 $\pm$ 22,0	106,5 $\pm$ 15,8
Grupa S	143,1 $\pm$ 25,9	124,8 $\pm$ 25,5 <sup>§</sup>	98,9 $\pm$ 19,0* <sup>§</sup>	121,2 $\pm$ 33,4* <sup>§</sup>	112,9 $\pm$ 26,0*	104,2 $\pm$ 20,1	98,8 $\pm$ 17,3
RE							
Grupa E	96,6 $\pm$ 3,9	78,2 $\pm$ 28,7 <sup>§</sup>	39,2 $\pm$ 10,3 <sup>§</sup>	46,3 $\pm$ 15,3	44,0 $\pm$ 10,7	42,6 $\pm$ 9,7	44,3 $\pm$ 10,8
Grupa S	97,3 $\pm$ 2,1	82,3 $\pm$ 21,3 <sup>§</sup>	31,2 $\pm$ 12,3 <sup>§</sup>	34,5 $\pm$ 15,4*	38,1 $\pm$ 13,2	44,3 $\pm$ 13,7	46,0 $\pm$ 12,8
SE							
Grupa E	87,2 $\pm$ 3,2	69,8 $\pm$ 26,1 <sup>§</sup>	37,2 $\pm$ 9,9 <sup>§</sup>	41,7 $\pm$ 13,9	42,1 $\pm$ 10,5	41,6 $\pm$ 9,4	42,9 $\pm$ 10,0
Grupa S	88,2 $\pm$ 2,0	75,4 $\pm$ 20,8	29,9 $\pm$ 12,0 <sup>§</sup>	30,9 $\pm$ 12,2*	36,7 $\pm$ 12,4	43,0 $\pm$ 13,4	45,1 $\pm$ 12,5

LOC (*loss of consciousness*) — utrata świadomości; \* $p < 0,05$  pomiędzy grupą E i grupą S w badanym punkcie pomiarowym; <sup>§</sup> $p < 0,05$  w stosunku do poprzedniego pomiaru w badanej grupie; objaśnienia pozostałych skrótów w tekście



**Rycina 3.** Procent chorych, u których wartości SE były mniejsze niż 40 w poszczególnych punktach pomiarowych w grupie E i grupie S (wewnątrz słupków — liczba chorych)

którym podawano placebo. W pracy własnej wszyscy chorzy otrzymali midazolam w premedykacji, a różnice w odpowiedzi hemodynamicznej pomiędzy grupami wydają się wynikać przede wszystkim z rodzaju indukcji znieczulenia ogólnego.

Każdemu przypadkowi wystąpienia łzawienia i/lub pocenia u chorych towarzyszyły istotne zmiany hemodynamiczne. Odpowiedź hemodynamiczna u tych chorych była istotnie większa w porównaniu z chorymi bez tego typu reakcji. Podobną zależność obserwowali również badacze z Francji [13].

Zgodnie z założonymi w metodyce kryteriami, niedostateczny w ocenie klinicznej poziom znieczulenia w odpowiedzi na intubację tchawicy wykazano u wszystkich chorych w grupie indukcji dożylną i u ponad połowy cho-

rych w grupie indukcji wziewnej. Wiadomo, że odpowiedź hemodynamiczna wywodzi się z podkorowego poziomu układu nerwowego (pień mózgu i podwzgórze), a anestetyki dożylne, jak na przykład etomidat, w odróżnieniu od wziewnych, nie powodują supresji tych obszarów [14]. Może to tłumaczyć wystąpienie istotnych zmian hemodynamicznych u wszystkich chorych wprowadzanych do znieczulenia ogólnego za pomocą etomidatu. Wspomniani badacze francuscy, stosując te same kryteria kliniczne, wykazali po intubacji tchawicy 65% przypadków chorych „za płytko znieczulonych” [13]. Stosowali oni wlew remifentanylu, a więc możliwe, że ten mniejszy odsetek chorych, w stosunku do obserwowanego w grupie dożylną w pracy własnej, mógł wynikać z osłabienia reakcji hemodynamicznej na intubację tchawicy, wywołanej przez ciągły wlew remifentanylu [15]. Inni autorzy wykazali, że ani zastosowanie sewofluranu w stężeniu 1 MAC podczas indukcji dożylną, ani utrzymywanie końcowo-wydechowego stężenia sewofluranu na poziomie 2 MAC przed intubacją tchawicy nie zabezpiecza w pełni przed wzmoczoną reakcją hemodynamiczną w odpowiedzi na jej intubację [16, 17]. W pracy własnej u chorych w grupie indukcji wziewnej stężenie sewofluranu przed intubacją utrzymywano na poziomie 1,5 MAC, a istotną odpowiedź hemodynamiczną stwierdzono u ponad połowy chorych.

W żadnej z grup nie obserwowano zwiększenia wartości parametrów entropii w odpowiedzi na intubację tchawicy. Gao i wsp. [18], wprowadzając chorych do znieczulenia ogólnego drogą dożylną, także nie stwierdzili istotnego wzrostu SE i RE w odpowiedzi na intubację. Z kolei inni autorzy obserwowali wzrost jednego lub obu parametrów entropii [19, 20].

Parametr RE odzwierciedla zarówno sygnał EEG kory mózgu, jak i sygnał EMG pochodzący z mięśni czoła. Parametr

SE natomiast zawiera głównie sygnał EEG i bardzo niewielką część EMG w zakresie pomiędzy 30 i 32 Hz częstotliwości. Środki zwiotczające mięśnie poprzecznie prążkowane przez hamowanie aktywności mięśni mogą więc wpływać na oba parametry entropii [21]. W pracy własnej wykazano większe wartości RE i SE po intubacji tchawicy w grupie indukcji dożylniej w porównaniu z grupą wprowadzaną wziewnie. Wszyscy chorzy w badaniu własnym otrzymali cisatrakurium, a więc obserwowana różnica pomiędzy grupami nie mogła wynikać z wpływu cisatrakurium. Inni badacze wykazali, że sewofluran działając na poziomie rdzenia kręgowego może tłumić reakcję motoryczną i przez to modyfikować wartości parametrów entropii [22, 23]. Tłumaczyć to może mniejsze wartości RE i SE obserwowane po intubacji tchawicy w pracy własnej w grupie chorych wprowadzanych wziewnie.

U większości chorych, u których w odpowiedzi na intubację tchawicy stwierdzono niedostateczny poziom znieczulenia ogólnego w ocenie klinicznej, wartości parametrów entropii nie przekraczały górnej wartości uznanej za właściwy poziom anestezji, a nawet u około połowy chorych w grupie E i u ponad połowy w grupie S wskazywały na bardzo głęboki sen anestetyczny. Wystąpieniu łzawienia i/lub pocenia u chorych również nie towarzyszył wzrost wartości parametrów entropii. Podobnie w pracach innych autorów, mimo obserwowanej u chorych wyraźnej odpowiedzi hemodynamicznej na intubację tchawicy, parametry entropii u większości chorych pozostawały w zalecanych granicach [13, 18]. Potwierdza to, że odpowiedź hemodynamiczna obserwowana w odpowiedzi na intubację tchawicy niekoniecznie musi wskazywać na niedostateczny poziom snu anestetycznego chorego.

Niepokojące są doniesienia, że nadmierna głębokość znieczulenia może być związana ze zwiększoną chorobowością i śmiertelnością długoterminową znieczulanych chorych, a także powodować znaczne osłabienie funkcji poznawczych u chorych w wieku podeszłym [24, 25]. U osób w wieku podeszłym wskazuje się na długoterminowość ubytków poznawczych, nawet przy wydawałoby się prawidłowej głębokości znieczulenia ogólnego ocenionej na podstawie wartości indeksu bispektralnego dla populacji ogólnej [5]. Sugeruje się, że w tej grupie chorych poziom znieczulenia na podstawie tych wartości może nie być optymalny [26].

W pracy własnej zbyt głęboki poziom anestezji w ocenie entropii podczas całego okresu badania obserwowano u ponad 60% badanych chorych w grupie indukcji dożylniej i u 80% w grupie indukcji wziewnej. Oceniono to na podstawie parametru SE, ponieważ z jednej strony, zawiera on głównie sygnał EEG kory mózgu chorego, a z drugiej zaś mniejszy wpływ na ten parametr niż na wartość RE ma sewofluran, który stosowano w grupie indukcji wziewnej [22]. W ocenie klinicznej za wskaźnik zbyt głębokiego poziomu

znieczulenia może służyć hipotensja. Stwierdzono ją u 10% chorych w grupie indukcji dożylniej i u 43% w grupie indukcji wziewnej. Większy odsetek chorych z hipotensją w grupie indukcji wziewnej wynikać może z działania sewofluranu na układ sercowo-naczyniowy. U tych chorych niskie skurczowe ciśnienie tętnicze mogło zmniejszać wartości RE i SE poprzez redukcję perfuzji mózgowej, o czym wypowiadają się inni autorzy [27, 28]. Niewykluczone, że mogło się to zdarzyć w pracy własnej.

Mimo uznania przydatności monitorów opartych na analizie EEG do oceny głębokości snu anestetycznego opisywane są w literaturze przypadki błędnej interpretacji głębokości znieczulenia [29–31]. Nie jest więc zalecane znaczne modyfikowanie dawki anestetyków tylko na podstawie wartości tych parametrów [10]. Ciągła ocena kliniczna stanu chorego przez anestezjologa podczas zabiegu operacyjnego nadal pozostaje nieodzownym elementem monitorowania śródoperacyjnego, pomimo jej małej swoistości w kontekście przydatności do oceny głębokości znieczulenia ogólnego [32, 33].

Przedstawione badanie wiąże się z określonymi ograniczeniami, jak szeroki zakres wiekowy grupy badanej, który wynosił od 26. do 79. roku życia, brak rozmowy pooperacyjnej z chorymi w celu wykrycia ewentualnych incydentów wybudzenia śródoperacyjnego, możliwy wpływ na parametry entropii stosowanych w indukcji lub przyjmowanych przez chorego leków. Pewnym ograniczeniem badania mogą być także wybrane kryteria niedostatecznej anestezji w ocenie klinicznej. W wielu pracach autorzy posługują się jednak różnymi kryteriami klinicznymi, co utrudnia porównanie wyników.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono rozbieżność w ocenie głębokości znieczulenia w ocenie klinicznej i za pomocą entropii zarówno podczas dożylniej, jak i wziewnej indukcji znieczulenia ogólnego.
2. Wystąpienie wzmożonej odpowiedzi hemodynamicznej w postaci istotnego zwiększenia częstości akcji serca i/lub ciśnienia tętniczego oraz wystąpienie łzawienia i/lub pocenia w odpowiedzi na intubację tchawicy niekoniecznie wskazuje na niedostateczny poziom snu anestetycznego chorego.

## Piśmiennictwo:

1. Pandit JJ, Cook TM, Jonker WR, O'Sullivan E; 5<sup>th</sup> National Audit Project (NAP5) of the Royal College of Anaesthetists and the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. A national survey of anaesthetists (NAP5 Baseline) to estimate an annual incidence of accidental awareness during general anaesthesia in the UK. *Anaesthesia* 2013; 68: 343–353.
2. Bein B: Entropy. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2006; 20: 101–109.
3. Datex-Ohmeda. *Quick Guide Entropy™*. GE Healthcare 2010.
4. Vakkuri A, Yli-Hankala A, Talja P et al.: Time-frequency balanced spectral entropy as a measure of anesthetic drug effect in central nervous

- system during sevoflurane, propofol, and thiopental anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 145–153.
5. Ballard C, Jones E, Gauge N *et al.*: Optimised anaesthesia to reduce post-operative cognitive decline (POCD) in older patients undergoing elective surgery, a randomised controlled trial. *PLoS One* 2012; 7: e37410.
  6. Monk TG, Weldon BC: Anesthetic depth is a predictor of mortality: it's time to take the next step. *Anesthesiology* 2010; 112: 1070–1072.
  7. Domino K, Posner K, Caplan R, Cheney F: Awareness during anesthesia: a Closed Claim Analysis. *Anesthesiology* 1999; 90: 1053–1061.
  8. Errando C, Sigl J, Robles M *et al.*: Awareness with recall during general anaesthesia: a prospective observational evaluation of 4001 patients. *Br J Anaesth* 2008; 101: 175–185.
  9. Gruenewald M, Zhou J, Schloermerkemper N *et al.*: M-Entropy guidance vs. standard practice during propofol-remifentanyl anaesthesia: a randomized controlled trial. *Anaesthesia* 2007; 62: 1224–1229.
  10. White PF, Tang J, Romero GF *et al.*: A comparison of state and response entropy versus bispectral index values during the perioperative period. *Anesth Analg* 2006; 102: 160–167.
  11. Karpel E, Misiewska-Kaczur A, Woźnica R: Przydatność kliniczna indukcji znieczulenia ogólnego metodą wziewną z zastosowaniem sefowfluranu. *Anestezjol Intens Ter* 2005; 37: 159–164.
  12. Wujtewicz MA: Ocena wpływu premedykacji na wybrane parametry odpowiedzi układu autonomicznego podczas indukcji znieczulenia ogólnego. Praca doktorska, 2007, Gdańsk.
  13. Weil G, Passot S, Servin F, Billard V: Does spectral entropy reflect the response to intubation or incision during propofol-remifentanyl anesthesia? *Anesth Analg* 2008; 106: 152–159.
  14. Mi WD, Sakai T, Takahashi S, Matsuki A: Haemodynamic and electroencephalograph responses to intubation during induction with propofol or propofol/fentanyl. *Can J Anaesth* 1998; 45: 19–22.
  15. Zhang GH, Sun L: Peri-intubation hemodynamic changes during low dose fentanyl, remifentanyl and sufentanyl combined with etomidate for anesthetic induction. *Chin Med J (Engl)* 2009; 122: 2330–2334.
  16. Coppens MJ, Versichelen LF, Mortier EP, Struys MM: Do we need inhaled anaesthetics to blunt arousal, haemodynamic responses to intubation after i.v. induction with propofol, remifentanyl, rocuronium? *Br J Anaesth* 2006; 97: 835–841.
  17. Nakayama M, Kanaya N, Edanaga M, Namiki A: Hemodynamic and bispectral index responses to tracheal intubation during isoflurane or sevoflurane anesthesia. *J Anesth* 2003; 17: 223–226.
  18. Gao JD, Zhao YJ, Xu CS *et al.*: Evaluation of entropy for monitoring the depth of anesthesia compared with bispectral index: a multicenter clinical trial. *Chin Med J (Engl)* 2012; 125: 1389–1392.
  19. Kawaguchi M, Takamatsu I, Masui K, Kazama T: Effect of landiolol on bispectral index and spectral entropy responses to tracheal intubation during propofol anaesthesia. *Br J Anaesth* 2008; 101: 273–278.
  20. Aho AJ, Yli-Hankala A, Lyytikäinen LP, Jäntti V: Facial muscle activity, Response Entropy, and State Entropy indices during noxious stimuli in propofol-nitrous oxide or propofol-nitrous oxide-remifentanyl anaesthesia without neuromuscular block. *Br J Anaesth* 2009; 102: 227–233.
  21. Liu N, Chazot T, Huybrechts I, Law-Koune JD, Barvais L, Fischler M: The influence of a muscle relaxant bolus on bispectral and datex-ohmeda entropy values during propofol-remifentanyl induced loss of consciousness. *Anesth Analg* 2005; 101: 1713–1718.
  22. Takamatsu I, Ozaki M, Kazama T: Entropy indices vs the bispectral index™ for estimating nociception during sevoflurane anaesthesia. *Br J Anaesth* 2006; 96: 620–626.
  23. Guerrero JL, Matute E, Alsina E, Del Blanco B, Gilsanz F: Response entropy changes after noxious stimulus. *J Clin Monit Comput* 2012; 26: 171–175.
  24. Leslie K, Myles PS, Forbes A, Chan MTV: The effect of bispectral index monitoring on long-term survival in the B-Aware Trial. *Anesth Analg* 2010; 110: 816–822.
  25. Kertai MD, Palanca BJ, Pal N; B-Unaware Study Group: Bispectral index monitoring, duration of bispectral index below 45, patient risk factors, and intermediate-term mortality after noncardiac surgery in the B-Unaware Trial. *Anesthesiology* 2011; 114: 545–556.
  26. Owczuk R: Guidelines for general anaesthesia in the elderly of the Committee on Quality and Safety in Anaesthesia, Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2011; 43: 123–128.
  27. Lobo FA, Schraag S: Limitations of anaesthesia depth monitoring. *Curr Opin Anaesthesiol* 2011; 24: 657–664.
  28. Kurata J: Deep hypnosis as a sign of “imbalance” in balanced anesthesia. *Anesth Analg* 2010; 110: 663–665.
  29. Yli-Hankala A: Awareness despite low spectral entropy values. *Anesth Analg* 2008; 106: 1585.
  30. Avidan MS, Zhang L, Burnside BA *et al.*: Anesthesia awareness and the bispectral index. *N Engl J Med* 2008; 358: 1097–1108.
  31. Hart SM, Buchannan CR, Sleight JW: A failure of M-Entropy to correctly detect burst suppression leading to sevoflurane overdosage. *Anaesth Intensive Care* 2009; 37: 1002–1004.
  32. Ziętkiewicz M, Nestorowicz A: Intraoperative awareness-recommendations of the Committee on Quality and Safety in Anaesthesia, Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2012; 44: 57–62.
  33. Rozporządzenie MZ z dnia 20 grudnia 2012 roku w sprawie standardów postępowania medycznego w anestezjologii i intensywnej terapii dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą. Dz. U. 13.15 z dnia 07.01.2013.

**Adres do korespondencji:**

dr n. med. *Liudmila Hasak*  
*Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii*  
*Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego*  
*ul. Dębinki 7, 80-950 Gdańsk*  
*e-mail: ludmilahasak@gumed.edu.pl*

Otrzymano: 30.05.2014 r.

Zaakceptowano: 30.07.2014 r.