

# Porównanie zużycia gazów anestetycznych oraz stabilności znieczulenia przy użyciu automatycznej i ręcznej kontroli przebiegu znieczulenia

## Comparison of anaesthetic gas consumption and stability of anaesthesia using automatic and manual control over the course of anaesthesia

Tomasz Skalec<sup>1</sup>, Agnieszka Górecka-Dolny<sup>1</sup>, Stanisław Zieliński<sup>1, 2</sup>, Mirosław Gibek<sup>1</sup>,  
Łukasz Stróżecki<sup>2</sup>, Andrzej Kübler<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> *Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu*

<sup>2</sup> *Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu*

### Abstract

**Background:** The automatic control module of end-tidal volatile agents (EtC) was designed to reduce the consumption of anaesthetic gases, increase the stability of general anaesthesia and reduce the need for adjustments in the settings of the anaesthesia machine. The aim of this study was to verify these hypotheses.

**Methods:** The course of general anaesthesia with the use of the EtC module was analysed for haemodynamic stability, depth of anaesthesia, end-expiratory concentration of anaesthetic, number of ventilator key presses, fentanyl supply, consumption of volatile agents and anaesthesia and operation times. These data were compared with the data obtained during general anaesthesia controlled manually and were processed with statistical tests.

**Results:** Seventy-four patients underwent general anaesthesia for scheduled operations. Group AUTO-ET ( $n = 35$ ) was anaesthetized with EtC, and group MANUAL-ET ( $n = 39$ ) was controlled manually. Both populations presented similar anaesthesia stability. No differences were noted in the time of anaesthesia, saturation up to MAC 1.0 or awakening. Data revealed no differences in mean EtAA or the fentanyl dose. The AUTO-ET group exhibited fewer key presses per minute,  $0.0603 \text{ min}^{-1}$ , whereas the MANUAL-ET exhibited a value of  $0.0842 \text{ min}^{-1}$ ;  $P = 0.001$ . The automatic group consumed more anaesthetic and oxygen per minute (sevoflurane  $0.1171 \text{ mL min}^{-1}$ ; IQR: 0.0503; oxygen  $1.8286 \text{ mL min}^{-1}$ , IQR: 1,3751) than MANUAL-ET (sevoflurane  $0.0824 \text{ mL min}^{-1}$ , IQR: 0.0305; oxygen  $1,288 \text{ mL min}^{-1}$ , IQR: 0,6517) ( $P = 0.0028$  and  $P = 0.0171$ , respectively).

**Conclusion:** Both methods are equally stable and safe for patients. The consumption of volatile agents was significantly increased in the AUTO-ET group. EtC considerably reduces the number of key presses.

Anestezjologia Intensywna Terapia 2017, tom 49, numer 1, 37–43

**Key words:** anaesthesia, general; anaesthetic, volatile, sevoflurane; automatic control

**Słowa kluczowe:** znieczulenie, ogólne; anestetyk, wziewny, sewofluran; kontrola automatyczna

**Należy cytować anglojęzyczną wersję:** Skalec T, Górecka-Dolny A, Zieliński S, Gibek M, Stróżecki Ł, Kübler A. Comparison of anaesthetic gas consumption and stability of anaesthesia using automatic and manual control over the course of anaesthesia. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2017, vol. 49, no 1, 34–39. doi: 10.5603/AIT.2017.0008.

Technika znieczulenia ogólnego z wykorzystaniem małych przepływów gazów (*minimal/low-flow anaesthesia*) znana jest od lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Stosowanie tej metody ma na celu zmniejszenie zużycia świeżych gazów anestetycznych i ograniczenie kosztów znieczulenia ogólnego, ale również utrzymanie stałej temperatury i wilgotności mieszaniny wdychowej [1–3]. Wpłynęło to korzystnie na rozwój technologii medycznych, czego efektem stało się wprowadzenie nowoczesnych parowników oraz układów zamkniętych w aparatach do znieczuleń [4, 5].

Kolejnym krokiem do udoskonalenia tego typu postępowania było wprowadzenie aparatów do znieczuleń z modułami kontroli gazów w mieszaninie oddechowej. Urządzenia te na bieżąco analizują skład mieszaniny oddechowej, zarówno wdychowej jak i wydechowej, i na zasadzie zamkniętej pętli regulują przepływy poszczególnych składników. Moduły te zostały wykorzystane w aparatach Zeus (Draeger Medical, Lubeck, Niemcy) [6] oraz Aisys Carestation (GE, Madison, USA) [7]. Użycie modułów kontroli automatycznej (EtC, *end tidal control*) ma na celu zarówno ograniczenie zużycia gazów anestetycznych, jak i zwiększenie stabilności znieczulenia przez płynne zmiany przepływu poszczególnych składników mieszaniny oddechowej. Wprowadzenie modułów zakłada ograniczenie konieczności ciągłych korekt w ustawieniach parametrów oddechowych co potencjalnie zwiększa bezpieczeństwo znieczulanych pacjentów [8, 9].

Celem prezentowanego badania była weryfikacja hipotezy, że zastosowanie EtC zmniejsza zużycie świeżych gazów w układzie z zastosowaniem małych przepływów gazów przy zachowaniu podobnej stabilności znieczulenia ogólnego ocenianej poprzez reakcję układu krążenia i pomiar głębokości znieczulenia przy wykorzystaniu indeksu bispektralnego (BIS, *bispectral index*). Oceniano również, czy wprowadzenie modułu kontroli gazów zmniejszy liczbę ingerencji manualnych korygujących parametry znieczulenia.

## METODYKA

W badaniu porównywano przebieg znieczulenia ogólnego u 74 pacjentów poddanych planowym zabiegom w obrębie jamy brzusznej oraz operacjom tarczycy. Do badania zostały zakwalifikowane osoby ocenione od 1 do 3 punktów według systemu punktowego Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologów (ASA, *American Society of Anaesthesiologists*) oceniającego przedoperacyjny stan fizyczny pacjenta. Pacjenci wymagający znieczulenia złożonego z równoczesnym wykorzystaniem cewnika zewnątrzoponowego lub innej techniki znieczulenia regionalnego nie byli kwalifikowani do protokołu badawczego. Z badania wykluczono chorych, u których czas zabiegu był krótszy niż 15 minut. Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, w opinii nr KB — 675/2015, zaakceptowała projekt badania. Z uwagi

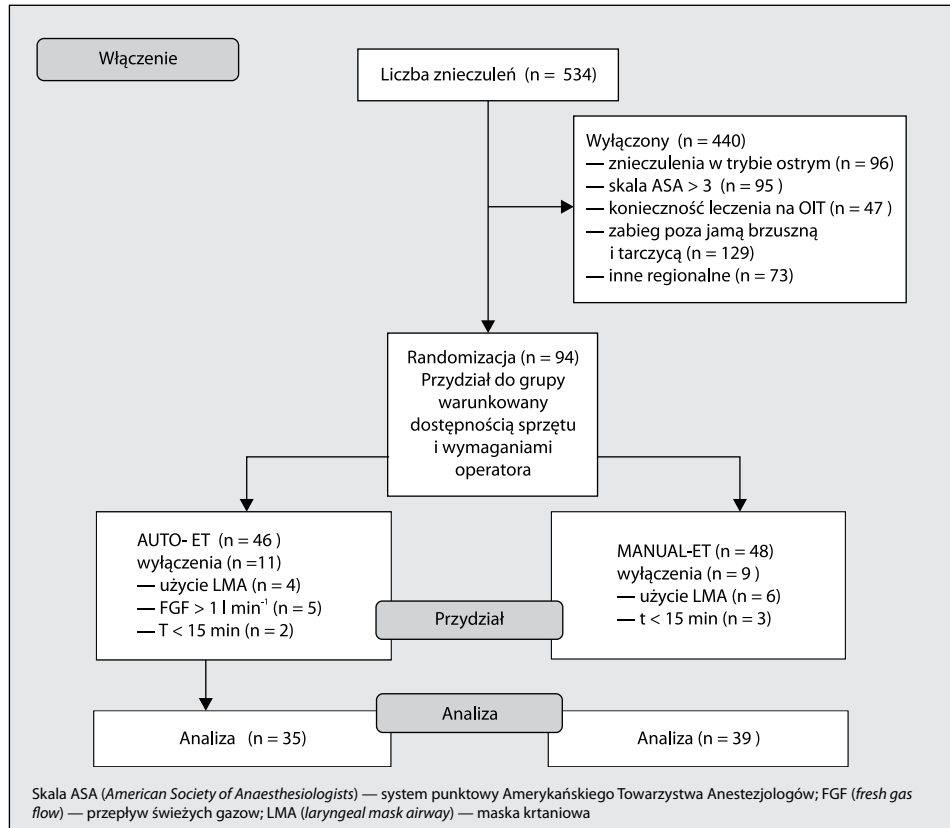
na szeroko stosowane w praktyce klinicznej obie metody prowadzenia znieczulenia oraz obserwacyjny charakter badania nie była wymagana zgoda pacjentów.

W badaniu wykorzystano dwa stanowiska do znieczuleń z użyciem aparatu GE Aisys Carestation. Aparaty te pozwalają w sposób elektroniczny sterować parownikiem anestetyku wziewnego z dokładnością do 0,1 vol%. Jedno ze stanowisk znieczulenia było wyposażone w moduł EtC służący do zautomatyzowanej kontroli stężenia gazów anestetycznych w mieszaninie oddechowej na podstawie pomiaru końcowo-wydechowego stężenia poszczególnych składników tej mieszaniny. W drugim aparacie stężenie gazów anestetycznych sterowane było ręcznie.

Chorych biorących udział w badaniu podzielono na dwie grupy: AUTO-ET — 35 osób poddawanych znieczuleniu ogólnemu z użyciem aparatu wyposażonego w moduł EtC; MANUAL-ET — 39 osób poddawanych znieczuleniu z ręczną kontrolą stężenia gazów.

Pacjentów operowanych poddawano znieczuleniu ogólnemu z indukcją dożylną, intubacją tchawicy oraz podtrzymaniem wziewnym znieczulenia, przy użyciu mieszaniny powietrza, tlenu oraz sewofluranu. Do indukcji dożylnej znieczulenia używano propofol (2 mg kg<sup>-1</sup>), fentanyl (1,5 µg kg<sup>-1</sup>) oraz rokuronium (0,6 mg kg<sup>-1</sup>). Do kondukcji stosowano podane poniżej schematy przepływu gazów. W grupie MANUAL-ET początkowy przepływ świeżych gazów (FGF, *fresh gas flow*) wynosił 4 l min<sup>-1</sup>, a anestetyku wziewnego 4 vol%, do czasu osiągnięcia w końcowo-wydechowej mieszaninie gazów MAC 1,0 należnego do wieku chorego. Po uzyskaniu żądanego poziomu wysycenia anestetykiem, redukowano przepływy do 1 l min<sup>-1</sup> dla świeżych gazów, a stężenie sewofluranu korygowano na bieżąco, aby utrzymywać MAC na poziomie 1,0. W grupie AUTO-ET, znieczulanej z użyciem modułu EtC, od początku prowadzenia znieczulenia wziewnego docelowe parametry świeżych gazów ustalano na poziomie małych przepływów (1 l min<sup>-1</sup>), a stężenie sewofluranu w powietrzu wydechowym równym MAC 1,0 należnym dla wieku. Sterowanie parownikiem oraz powietrzem i tlenem odbywało się automatycznie. W obu przypadkach stosowano standardowe metody wentylacji w trybie objętościowo-zmiennym, TV 6 ml kg<sup>-1</sup>, częstość oddechów 12 min<sup>-1</sup>, z utrzymaniem EtCO<sub>2</sub> w granicach 35–40 mm Hg, a EtO<sub>2</sub> w granicach 35–40%. Po zakończonym znieczuleniu notowano zużycie gazów anestetycznych, tlenu i powietrza.

W czasie badania przebieg znieczulenia ogólnego rejestrowano za pomocą protokołu, w którym poza danymi demograficznymi oraz rodzajem zabiegu, zapisywano wartość skurczowego ciśnienia tętniczego, wartość indeksu bispektralnego oraz końcowo-wydechowe stężenie anestetyku wziewnego. Dodatkowo notowano częstość dokonywanych przez anestezjologa zmian w przepływie gazów i stężeniu anestetyku wziewnego oraz podaż bolusów fentanylu. Te



Rycina 1. Przebieg badania

wszystkie czynności na potrzeby badania oznaczono jako interwencje. Powyższe dane rejestrowano w pięciominutowych odstępach. Kolejnymi z analizowanych elementów badania były czas potrzebny do uzyskaniażądanego stężenia sewofluranu (EtAA), czas od zakończenia podaży gazu do otwarcia oczu oraz ekstubacji chorego, całkowity czas zabiegu i znieczulenia. Rejestrowano również zużycie świeżych gazów (tlenu, powietrza) i anestetyku wziewnego.

Zebrane dane poddano badaniu ilościowemu z użyciem pakietu Statistica 10.0 (StatSoft, Tulsa, USA). Analiza mocy badania wykazała wystarczającą liczebność grupy. Wobec odrzucenia przez test W Shapiro-Wilka hipotezy o normalności rozkładu badanych zmiennych ilościowych w analizie zastosowano nieparametryczny test *U* Manna-Whitneya. Rozkład zmiennych jakościowych badano, stosując tabele wielodzzielcze i test  $\chi^2$ .

## WYNIKI

Przebieg badania przedstawiono na rycinie 1. Obie populacje pacjentów prezentowały podobny profil demograficzny oraz ocenę w skali ASA (tab. 1).

Mediana czasu znieczulenia w grupie AUTO-ET wyniosła 105 min, a w grupie MANUAL-ET 125 min, i nie różniły się statystycznie między sobą. Nie wykazano również różnic statystycznych w zakresie czasów niezbędnych do osiągnięcia

Tabela 1. Ocena według skali *American Society of Anesthesiologists* (ASA) oraz profil demograficzny obu grup; n (%) lub mediany (IQR)

	MANUAL-ET	AUTO-ET
Kobiety	28 (73,68%)	27 (77,14%)
Mężczyźni	10 (26,32%)	8 (22,86%)
ASA 1	8 (20,51%)	12 (34,29%)
ASA 2	27 (69,23%)	15 (42,86%)
ASA 3	3 (10,26%)	8 (22,86%)
Wiek (lata)	61 (24)	57 (28)
Masa ciała (kg)	75 (24)	65 (18)

żądanego EtAA. Podobnie nie zaobserwowano różnic statystycznych w okresie budzenia. Mediana czasu do otwarcia oczu i ekstubacji po zakończeniu podaży anestetyku wziewnego w obu grupach nie różniły się statystycznie i wynosiły dla grupy odpowiednio MANUAL-ET 15 min oraz 15 min, a dla grupy AUTO-ET 15 min i 20 min. W tabeli 2 porównano odstępy czasowe, które zarejestrowano podczas badania w obu populacjach.

W badaniu nie wykazano różnic statystycznych w stabilności przebiegu znieczulenia w obu grupach. Zarówno parametry hemodynamiczne w postaci wartości skurczowego ciśnienia tętniczego i jego współczynnika zmienności,

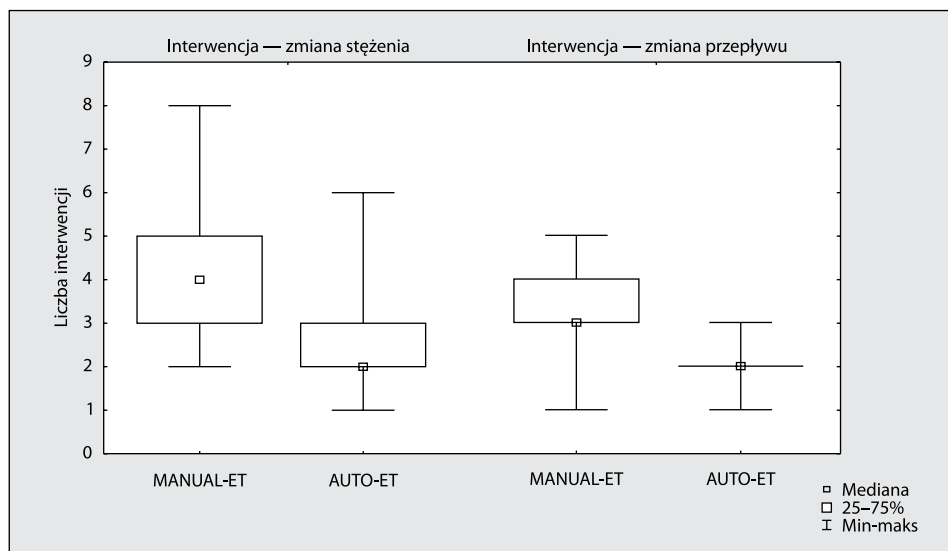
**Tabela 2.** Odstępy czasowe zarejestrowane w obu grupach badanych

	MANUAL-ET Mediana (IQR)	AUTO-ET Mediana (IQR)	p
Czas znieczulenia (min)	125 (65)	105 (60)	0,199
Czas zabiegu (min)	80 (60)	65 (65)	0,321
Czas do uzyskania MAC 1,0 dla sewofluranu (min)	10 (3)	10 (5)	0,074
Czas od zakończenia podaży sewofluranu do otwarcia oczu (min)	15 (10)	15 (5)	0,107
Czas od zakończenia podaży sewofluranu do ekstubacji (min)	15 (10)	20 (10)	0,056

**Tabela 3.** Wartości parametrów hemodynamicznych, indeksu bispektralnego i poziomu EtAA anestetyku wziewnego

	MANUAL-ET Mediana (IQR)	AUTO-ET Mediana (IQR)	p
SAP	117 (15)	114 (20)	0,491
Współczynnik zmienności SAP	0,1587 (0,0670)	0,1378 (0,0736)	0,278
BIS	48 (13)	48 (5)	0,144
Współczynnik zmienności BIS	0,4367 (0,1156)	0,4782 (0,1276)	0,198
Poziom EtAA	1,3043 (0,3587)	1,4095 (0,5928)	0,218
Współczynnik zmienności EtAA	0,4739 (0,1769)	0,5246 (0,4728)	0,685
Podaż fentanylu	3 (2)	3 (1)	0,470

SAP (systolic arterial pressure) — skurczowe ciśnienie tętnicze; BIS (bispectral index) — indeks bispektralny

**Rycina 2.** Liczba interwencji (zmian stężenia anestetyku i zmian przepływu gazów) w obu grupach

jak i głębokość znieczulenia mierzona z użyciem indeksu bispektralnego wykazywały podobne wartości w obu populacjach. Nie udowodniono również różnic statystycznych w poziomie końcowowydychowego stężenia anestetyku podczas znieczulenia, ani częstości podawania bolusów fentanylu. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.

W grupie pacjentów znieczulanych z wykorzystaniem modułu EtC zaobserwowano istotnie mniejszą liczbę interwencji (zmian przepływu gazów i stężenia anestetyku wziewnego) w porównaniu z grupą MANUAL-ET. Również

w przeliczeniu na całkowity czas znieczulenia liczba interwencji wykonywanych przez anestezjologa w grupie AUTO-ET była istotnie mniejsza. Wyniki zobrazowano na rycinach 2 i 3.

Obserwacje dokonane w grupie AUTO-ET wykazały większe całkowite zużycie tlenu oraz anestetyku wziewnego w porównaniu z grupą MANUAL-ET. Różnice te były przy tym statystycznie istotne w przeliczeniu na czas znieczulenia. Pacjenci z grupy AUTO-ET zużyli natomiast mniejszą ilość powietrza niż grupa, w której znieczulenie było sterowa-

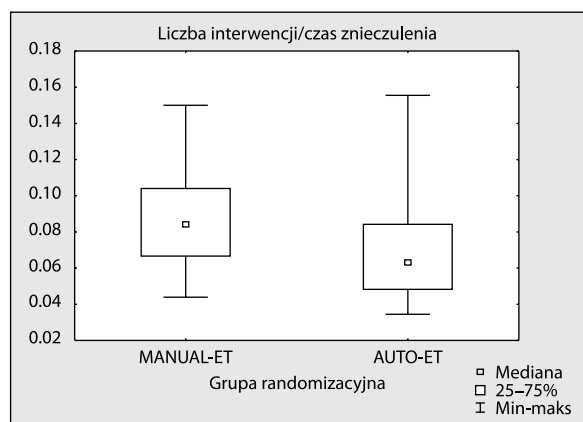
ne ręcznie. Różnica ta nie była jednak znamienna. Wyniki przedstawiono w tabelach 4 i 5.

## DYSKUSJA

Wynik przeprowadzonego badania wykazał, że zarówno metoda automatycznej kontroli gazów oddechowych, jak i znieczulenie prowadzone ręcznie, charakteryzują się podobnym poziomem stabilności. Nie obserwowano różnic w zachowaniu układu krążenia oraz BIS, co świadczy o zbliżonym poziomie głębokości znieczulenia w obu grupach badanych. Wyniki dotychczasowych badań są jednak niejednoznaczne w zakresie czasów wysycania anestetykiem i budzenia chorego ze znieczulenia. Rezultaty podobne do niniejszych otrzymał Lortat-Jacob [6] w badaniu z użyciem aparatu Zeus. Z analizy przeprowadzonej w obu grupach pacjentów wynikało, że nie ma różnic w czasie osiągnięcia

żądanego poziomu wysycenia anestetykiem wziewnym oraz wybudzenia pacjenta ze znieczulenia. Odpowiednio dobrany sposób podaży anestetyku w początkowej fazie znieczulenia sterowanego ręcznie jest równie skuteczny co algorytm sterujący znieczuleniem zautomatyzowanym. Wynik badania przeprowadzone przez Lortat-Jacob i wsp. [6] ponownie potwierdza wyniki otrzymane przez zespół autorów niniejszej pracy. Badacze wykazali również brak różnic w czasach budzenia do otwarcia oczu i ekstubacji pomiędzy metodą automatyczną a znieczuleniem sterowanym ręcznie. W sprzeczności z wynikami własnymi stoi jednak rezultat badania przeprowadzonego przez Lucangelo i wsp. [8]. Zespół ten wykazał, że wymagane stężenie anestetyku wziewnego było szybciej osiąganym w grupie pacjentów, u których znieczulenie sterowano ręcznie. Rezultat wynikał z innej metodologii badania. W badaniu Lucangelo moduł kontroli automatycznej w sposób skokowy dobierał wymagane przepływy, co wydłużyło czas wysycania. Wynik badania wykonanego przez Struysa i wsp. [10] wykazał natomiast szybsze uzyskanie żądanego poziomu anestetyku wziewnego w grupie z automatycznym pomiarem EtAA. Przeprowadzono je jednak z modelem *in-vitro* ograniczonym do układu oddechowego, nieuwzględniającym fazy redystrybucji anestetyku. Lucangelo uzyskał takie same czasy wybudzenia chorych ze znieczulenia ogólnego, zarówno w grupie sterowanej ręcznie, jak i automatycznie, co potwierdza wyniki autorów niniejszej pracy.

Podobnie niejednoznaczne są wyniki badań w zakresie analizy zużycia tlenu, powietrza oraz sewofluranu w grupie znieczulanej z wykorzystaniem modułu EtC. Niniejsze obserwacje nie wykazały zmniejszenia zużycia



Rycina 3. Liczba interwencji w przeliczeniu na czas znieczulenia

Tabela 4. Całkowite zużycie gazów anestetycznych oraz liczba interwencji w czasie znieczulenia

	MANUAL-ET mediana (IQR)	AUTO-ET mediana (IQR)	p
Zużycie sewofluranu (ml)	11,0 (7,0)	11,0 (11,0)	0,354
Zużycie tlenu (l)	165,0 (47,0)	209,0 (96,0)	0,014
Zużycie powietrza (l)	96,0 (43,0)	77,00 (51,0)	0,239
Liczba zmian przepływu gazów	3 (1)	2 (0)	< 0,0001
Liczba zmian stężenia anestetyku wziewnego	4 (2)	2 (1)	< 0,0001
Liczba interwencji	10 (3)	7 (2)	< 0,0001

Tabela 5. Zużycie anestetyku wziewnego (ml) i gazów (l) oraz liczba interwencji w przeliczeniu na czas znieczulenia (min)

	MANUAL-ET mediana (IQR)	AUTO-ET mediana (IQR)	p
Zużycie sewofluranu (ml)/ czas znieczulenia (min)	0,0824 (0,0305)	0,1171 (0,0503)	0,003
Zużycie tlenu (l)/ czas znieczulenia (min)	1,2880 (0,6517)	1,8286 (1,3752)	0,017
Zużycie powietrza (l)/ czas znieczulenia (min)	0,7579 (0,3081)	0,6615 (0,4)	0,348
Liczba interwencji/ czas znieczulenia (min)	0,0842 (0,0373)	0,0632 (0,0359)	0,001

tych gazów. Stoi to w sprzeczności z innymi badaniami dotyczącymi modułów kontroli automatycznej [6, 7, 9]. W badaniu przeprowadzonym przez Lortat-Jacob i wsp. [6] stosowano desfluran w mieszaninie z podtlenkiem azotu, który dzięki swoim właściwościom mógł wpłynąć na zmniejszenie zużycia desfluranu. Dodatkowo badacze ci wykluczyli pacjentów, u których czas zabiegu był krótszy niż godzina, czyli okres, w którym zużycie anestetyku wziewnego jest największe z uwagi na fazę wysycania. Zdecydowanie szersze spektrum czasów znieczulenia przyjęli badacze z Liverpoolu [7]. Zespół ten odrzucał jedynie pacjentów, których czas znieczulenia nie przekraczał 10 minut. Nie stosowali oni jednak jednolitego schematu indukcji i podrzymania znieczulenia sterowanego ręcznie, pozostawiając dużą dowolność anestezjologowi przeprowadzającemu znieczulenie. Dodatkowo osoba przeprowadzająca znieczulenie miała swobodny wybór między anestetykami wziewnymi. Stosowano zarówno desfluran, jak i sewofluran. Trudno więc mówić w tym wypadku o standardowej metodzie znieczulenia z kontrolą ręczną. W niniejszej pracy stosowano bardziej ustandaryzowany algorytm kontroli manualnej, co miało z pewnością wpływ na uzyskane wyniki. Podobne do rezultatów własnych otrzymał zespół kierowany przez De Cooman [11]. Wykazał on większe zużycie anestetyku wziewnego w czasie znieczuleń z wykorzystaniem modułu do automatycznej kontroli końcowo-wydechowego stężenia anestetyku wziewnego. Protokół tego badania zakładał jednak wyższy poziom końcowo-wydechowego anestetyku w grupie znieczulanej z modułem automatycznym, co mogło się przyczynić do tego wyniku. Dodatkowo badanie nie uwzględniało monitorowania wartości BIS, nieznane były więc głębokości i adekwatność znieczulenia u pacjentów poddawanych zabiegom. W niniejszym badaniu, stosując takie same przepływy gazów i założone stężenia anestetyku wziewnego w obu grupach, uzyskano zbieżny wynik z zespołem De Cooman. Przypuszczalną przyczyną większego zużycia anestetyku wziewnego przy stosowaniu EtC może być algorytm sterujący modułem w aparacie AISYS. Z powodu braku dostępu do procedur sterujących automatyczną kontrolą anestetyku wziewnego nie można jednak w sposób obiektywny zweryfikować tego poglądu.

Z obserwacji autorów pracy wynika, że wykorzystanie modułu automatycznej kontroli w znaczący sposób zmniejsza liczbę interwencji wykonywanych przez anestezjologa w czasie znieczulenia ogólnego. Podobne wyniki otrzymali inni badacze [6–9]. Zwłaszcza Kennedy i wsp. [9] w swojej dziesięcioletniej obserwacji dotyczącej zautomatyzowanej kontroli anestetyku wziewnego stwierdzili, że w znamienny sposób zmniejsza ona ilość dodatkowego wysiłku anestezjologicznego w przeprowadzeniu znieczulenia oraz potencjalnie zwiększa bezpieczeństwo

znieczulanego pacjenta. Moduł kontroli automatycznej nie zmienia jednak ilości podawanych analgetyków opioidowych w trakcie zabiegu. Świadczy to o odpowiednim wysyceniu organizmu anestetykiem wziewnym oraz stabilności głębokości znieczulenia. Do podobnych wniosków doszedł Lortat [6], jednak w jego badaniu analgetykiem był remifentanyl stosowany w postaci wlewu kontrolowanego stężeniem docelowym.

## WNIOSKI

1. Znieczulenia ogólne kontrolowane ręcznie oraz z użyciem modułu automatycznej kontroli anestetyków są jednakowo stabilne i bezpieczne dla pacjentów, zapewniając odpowiednią głębokości znieczulenia i stabilności układu krążenia.
2. Zużycie anestetyku oraz tlenu było istotnie większe w grupie znieczulanej z użyciem modułu automatycznej kontroli anestetyków.
3. Wykorzystanie modułu ETC w sposób znamienny zmniejsza liczbę interwencji anestezjologa w czasie znieczulenia.

## PODZIĘKOWANIA

1. Źródło finansowania — brak.
2. Konflikt interesów — brak.
3. Prezentacja: wstępne dane z tego badania zostały przedstawione w formie plakatu w trakcie Międzynarodowego Kongresu Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii w Wiśle, 14–18.09.2014 r.

## Piśmiennictwo:

1. Eger E, White P, Bogetz M. Clinical and Economic Factors Important to Anaesthetic Choice for Day-Case Surgery. *Pharmacoeconomics*. 2000; 17(3): 245–262, doi: [10.2165/00019053-200017030-00003](https://doi.org/10.2165/00019053-200017030-00003).
2. Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, et al. Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anaesthesia. *Can J Anaesth*. 2012; 59(8): 785–797, doi: [10.1007/s12630-012-9736-2](https://doi.org/10.1007/s12630-012-9736-2), indexed in Pubmed: [22653840](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22653840/).
3. Lockwood GG. Measuring the costs of inhaled anaesthetics dagger. *British Journal of Anaesthesia*. 2001; 87(4): 559–563, doi: [10.1093/bja/87.4.559](https://doi.org/10.1093/bja/87.4.559).
4. Schober P, Loer SA. An innovative anaesthesia machine: the closed system. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2005; 18(6): 640–644, doi: [10.1097/01.aco.0000188418.77140.53](https://doi.org/10.1097/01.aco.0000188418.77140.53), indexed in Pubmed: [16534305](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16534305/).
5. Schober P, Loer SA. Closed system anaesthesia—historical aspects and recent developments. *Eur J Anaesthesiol*. 2006; 23(11): 914–920, doi: [10.1017/S0265021506000871](https://doi.org/10.1017/S0265021506000871), indexed in Pubmed: [16780617](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16780617/).
6. Lortat-Jacob B, Billard V, Buschke W, et al. Assessing the clinical or pharmaco-economical benefit of target controlled desflurane delivery in surgical patients using the Zeus anaesthesia machine. *Anaesthesia*. 2009; 64(11): 1229–1235, doi: [10.1111/j.1365-2044.2009.06081.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2009.06081.x), indexed in Pubmed: [19825059](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19825059/).
7. Singaravelu S, Barclay P. Automated control of end-tidal inhalation anaesthetic concentration using the GE Aisys Carestation™. *Br J Anaesth*. 2013; 110(4): 561–566, doi: [10.1093/bja/aes464](https://doi.org/10.1093/bja/aes464), indexed in Pubmed: [23293274](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23293274/).
8. Lucangelo U, Garufi G, Marras E, et al. End-tidal versus manually-controlled low-flow anaesthesia. *J Clin Monit Comput*. 2014; 28(2): 117–121, doi: [10.1007/s10877-013-9516-8](https://doi.org/10.1007/s10877-013-9516-8), indexed in Pubmed: [24114079](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24114079/).
9. Kennedy RR, French RA. A ten-year audit of fresh gas flows in a New Zealand hospital: the influence of the introduction of automated agent delivery and comparisons with other hospitals. *Anaesth Intensive Care*. 2014; 42(1): 65–72, indexed in Pubmed: [24471666](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24471666/).

10. Struys MM, Kalmar AF, De Baerdemaeker LEC, et al. Time course of inhaled anaesthetic drug delivery using a new multifunctional closed-circuit anaesthesia ventilator. In vitro comparison with a classical anaesthesia machine. *Br J Anaesth.* 2005; 94(3): 306–317, doi: [10.1093/bja/aei051](https://doi.org/10.1093/bja/aei051), indexed in Pubmed: [15591326](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15591326/).
11. De Cooman S, De Mey N, Dewulf BBc, et al. Desflurane Consumption During Automated Closed-circuit Delivery is Higher Than When a Conventional Anesthesia Machine is Used With a Simple Vaporizer-O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O Fresh Gas Flow Sequence. *BMC Anesthesiol.* 2008; 8: 4, doi: [10.1186/1471-2253-8-4](https://doi.org/10.1186/1471-2253-8-4), indexed in Pubmed: [18637180](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18637180/).

**Adres do korespondencji:**

*Tomasz Skalec  
I Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny  
ul. Borowska 213, 50–556 Wrocław  
e-mail: t.skalec@gmail.com*

*Otrzymano: 30.06.2016 r.  
Zaakceptowano: 4.12.2016 r.*