

Postępowanie anestezyjologiczne podczas endowaskularnego leczenia niepękniętych tętniaków wewnątrzczaszkowych

Anaesthetic management for endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms

Zbigniew Karwacki¹, Małgorzata Witkowska¹, Seweryn Niewiadomski¹, Andrzej Wiatr¹,
 Paweł Bukowski¹, Jolanta Wierzchowska¹, Adam Zapaśnik²

¹Zakład Neuroanestezjologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

²Zakład Neuroradiologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Abstract

Background. Endovascular techniques for treatment of intracranial aneurysms are increasingly commonly applied. In general, the procedures are short, require general anaesthesia and complete immobilisation of patients. The aim of the present study was to assess the usefulness of general anaesthesia with propofol and laryngeal mask airway for endovascular management of intracranial aneurysms based on analysis of haemodynamic stability.

Methods. The study encompassed 26 patients undergoing endovascular treatment of intracranial aneurysms. The mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), bispectral index (BIS), end-tidal CO₂ (E_TCO₂) and haemoglobin saturation with oxygen (SpO₂) were determined at eight measurement points: T₁ — before anaesthesia induction, T₂ — after induction, T₃ — after LMA insertion, T₄ — during arteriography, T₅ — during “coiling”, T₆ — at completion of propofol infusion, T₇ — before LMA removal, T₈ — after LMA removal.

Results. MAP and HR were found significantly reduced between T₂ and T₁. To maintain BIS within the range of 40–60, the following propofol infusion rates (in mg kg b.w.⁻¹ h⁻¹) were required: T₂ — 4.5 ± 0.3; T₃ — 4.6 ± 0.7; T₄ — 4.5 ± 0.8 and T₅ — 4.4 ± 0.6. E_TCO₂ and SpO₂ were not demonstrated to be changed. The mean duration of anaesthesia and of recovery was 64.3 ± 21.8 and 8.9 ± 4.8 min, respectively.

Conclusions. General anaesthesia with propofol and LMA ensures suitable conditions for endovascular treatment of intracranial aneurysms.

Key words: general anaesthesia, intracranial aneurysm; general anaesthesia, interventional neuroradiology; anaesthetics, propofol; artificial airway, laryngeal mask airway

Słowa kluczowe: znieczulenie ogólne, tętniak wewnątrzczaszkowy; znieczulenie ogólne, neuroradiologia interwencyjna; anestetyki, propofol; sztuczna droga oddechowa, maska krtaniowa

Anestezjologia Intensywna Terapia 2013, tom XLV, nr 3, 153–156

Należy cytować angielską wersję artykułu:

Karwacki Z, Witkowska M, Niewiadomski S, et al.: Anaesthetic management for endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 145–148.

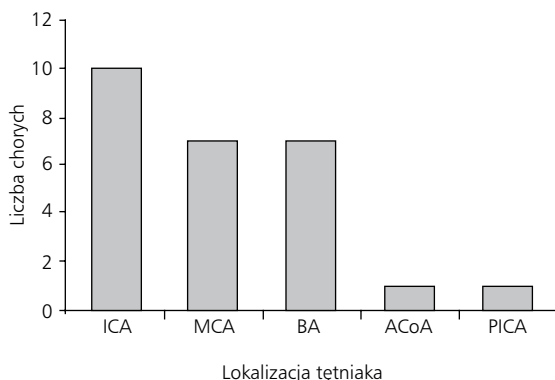
W ostatnich latach w neuroradiologii interwencyjnej coraz szersze zastosowanie ma endowaskularne leczenie chorób naczyniowych ośrodkowego układu nerwowego, w tym tętniaków wewnątrzczaszkowych (ICA, *intracranial aneurysm*) [1]. Wewnątrznaczyniowe leczenie „zimnych” tętniaków wewnątrzczaszkowych jest obciążone bardzo małym ryzykiem wystąpienia powikłań i małą śmiertelnością [2]. W ciągu minionych dziesięciu lat ta metoda leczenia zyskała miano alternatywnej w stosunku do metod inwazyjnych [3]. W większości ośrodków na świecie na lekarzu anesteziologu spoczywa odpowiedzialność za bezpieczeństwo chorego podczas tego typu zabiegów [4]. Zakres działań anesteziologa obejmuje zapewnienie optymalnych warunków działania neuroradiologa, monitorowanie stanu chorego oraz, w przypadku wystąpienia powikłań, wdrożenie działań zmierzających do ograniczenia ich skutków [5, 6].

Celem pracy była przeprowadzona na podstawie analizy stabilności układu krążenia ocena przydatności znieczulenia ogólnego z użyciem propofolu oraz zastosowaniem maski krtaniowej (LMA, *laryngeal mask airway*) podczas endowaskularnego leczenia niepękniętych tętniaków wewnątrzczaszkowych.

METODYKA

Projekt pracy uzyskał akceptację lokalnej komisji bioetycznej. Badaniem objęto 26 chorych (22 kobiety i 4 mężczyzn) z niepękniętym tętniakiem wewnątrzczaszkowym w I grupie według skali *World Federation of Neurological Surgeons* (WFNS), w stanie ogólnym dobrym (ocenionych wg skali ASA na I), zakwalifikowanych do leczenia endowaskularnego. Średni wiek badanych wynosił $54,2 \pm 7,6$ roku, średnia masa ciała $75,4 \pm 14,7$ kg. Rozkład lokalizacji tętniaka w badanej grupie zaprezentowano na rycinie 1.

Czterdzieści minut przed zabiegiem chorzy byli premedykowani midazolamem w dawce $0,3 \text{ mg kg mc.}^{-1}$ po-



Rycina 1. Lokalizacja tętniaka w badanej grupie (ICA — tętnica szyjna wewnętrzna, MCA — tętnica środkowa mózgu, BA — tętnica podstawna mózgu, ACoA — tętnica łącząca przednia, PICA — tętnica tylna dolna mózdzku)

dawanym doustnie. Do indukcji znieczulenia stosowano propofol ($1,5 \text{ mg kg mc.}^{-1}$) i fentanyl ($2 \mu\text{g kg mc.}^{-1}$). Płuca wentylowano 100% tlenem z użyciem maski twarzowej, LMA zakładano po podaniu wekuronium w dawce $0,1 \text{ mg kg mc.}^{-1}$. Do podtrzymania znieczulenia stosowano wlew ciągły propofolu z prędkością pozwalającą utrzymać wartość BIS w zakresie 40–60. Podczas znieczulenia płuca wentylowano mechanicznie mieszaniną tlenu i powietrza w stosunku 1:1. Podczas zabiegu monitorowano w sposób ciągły: indeks bispektralny (BIS, *bispectral index*), średnie ciśnienie tętnicze (MAP, *mean arterial pressure*), częstość akcji serca (HR, *heart rate*), $E_T\text{CO}_2$ oraz przeskórną SpO_2 .

Do analizy włączono wartości wymienionych parametrów uzyskane w ośmiu punktach pomiarowych: T_1 — przed indukcją znieczulenia, T_2 — po indukcji, T_3 — po wprowadzeniu LMA, T_4 — podczas arteriografii, T_5 — podczas wprowadzania spirali wewnątrznaczyniowej, T_6 — koniec infuzji propofolu, T_7 — przed usunięciem LMA, T_8 — po usunięciu LMA.

Podczas zabiegu stosowano wlew ciągły roztworu Ringera z prędkością $5 \text{ mL kg mc.}^{-1} \text{ h}^{-1}$ oraz monitorowano diurezę godzinową. Na początku procedury podawano dożylnie bolus $100 \text{ j. kg mc.}^{-1}$ heparyny, powtarzając co godzinę dawkę 1000 j.

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu GraphPad InStat 3.10 for Windows (GraphPad Software Inc, USA). Dane przedstawiono w postaci średniej \pm SD. Charakter rozkładu danych oceniono za pomocą testu Kolmogorowa-Smirnowa. W zależności od charakteru rozkładu zastosowano odpowiednio testy porównań wielokrotnych Tukeya-Kramera lub Dunna. Znamienność statystyczną przyjęto dla $p < 0,05$.

WYNIKI

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1. Istotne zmiany wartości BIS obserwowano między: T_1 i T_2 oraz T_6 i T_7 . Znotowano również istotne różnice w wartościach MAP i HR między: T_1 i T_2 .

Nie wykazano różnic w zakresie wartości $E_T\text{CO}_2$, SpO_2 oraz średniej prędkości wlewu propofolu (tab. 1).

Średnie wartości czasu trwania znieczulenia i wybudzenia wynosiły odpowiednio $64,3 \pm 21,8$ i $8,9 \pm 4,8$ min.

DYSKUSJA

W piśmiennictwie można znaleźć niewiele pozycji porównujących zastosowanie w neuroradiologii interwencyjnej sedacji i znieczulenia ogólnego [4, 7, 8]. Występowanie skurczu naczyniowego i/lub zwiększonego ciśnienia wewnątrzczaszkowego zwiększa ryzyko powikłań towarzyszących postępowaniu anesteziologicznemu, zmierzającemu poprzez obniżenie ciśnienia systemowego do zabezpieczenia przed pęknięciem tętniaka [7]. Uważa się, że znieczulenie

Tabela 1. Monitorowane parametry (średnie \pm SD)

Parametr	Punkt pomiarowy							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
MAP (mm Hg)	107,1 \pm 19,5	84,2 \pm 14,9*	85,5 \pm 17,2	82,8 \pm 16,9	82,8 \pm 14,6	89,3 \pm 18,7	102,9 \pm 22,4	108,2 \pm 26,4
HR (min ⁻¹)	85,8 \pm 16,5	73,1 \pm 15,0*	71,1 \pm 15,6	67,4 \pm 14,0	66,3 \pm 13,7	70,9 \pm 13,6	79,3 \pm 13,4	80,6 \pm 13,6
SpO ₂ (%)	97,2 \pm 1,1	98,9 \pm 0,7	98,7 \pm 0,8	98,8 \pm 0,9	99,0 \pm 0,3	99,0 \pm 0,7	99,0 \pm 0,5	99,0 \pm 0,7
E _T CO ₂ (mm Hg)	–	–	36,7 \pm 1,5	36,6 \pm 1,9	36,0 \pm 1,7	37,1 \pm 2,1	36,9 \pm 1,7	–
BIS	95,7 \pm 4,1	37,5 \pm 6,6*	48,2 \pm 13,6*	5,6 \pm 9,5	46,0 \pm 8,2	54,6 \pm 14,6	79,1 \pm 9,0*	93,0 \pm 6,4
Prędkość infuzji propofolu (mg kg mc. ⁻¹ h ⁻¹)	–	4,5 \pm 0,3	4,6 \pm 0,7	4,5 \pm 0,8	4,4 \pm 0,6	–	–	–

*istotna różnica ($p < 0,05$) w stosunku do wartości poprzedzającej; objaśnienia skrótów w tekście

ogólne ma w porównaniu z sedacją więcej zalet [4]. Gwarantując bezruch chorego, minimalizuje ryzyko przedziurawienia naczynia. Zapewnia większą stabilność hemodynamiczną oraz eliminuje niebezpieczeństwo wystąpienia zaburzeń drożności górnych dróg oddechowych. Daje osobie operowanej komfort w przypadku wystąpienia powikłań lub przedłużania się procedury [4–6]. Do najważniejszych wad znieczulenia ogólnego zalicza się brak możliwości oceny neurologicznej w trakcie zabiegu oraz prowadzące do wzrostu ciśnienia wewnątrzczaszkowego krążeniowe następstwa laryngoskopii, intubacji i ekstubacji [7].

Użycie LMA pozwala na uniknięcie wywołanego laryngoskopią bezpośrednią, intubacją i ekstubacją pobudzenia autonomicznego układu nerwowego [4, 8]. Nasze spostrzeżenia potwierdzają, że zastosowanie LMA jest optymalną metodą zabezpieczenia drożności górnych dróg oddechowych podczas znieczulenia do endowaskularnego zaopatrzenia tętniaka wewnątrzczaszkowego. Według niektórych autorów alternatywą dla LMA może być urządzenie nadkrtaniowe typu Cobra [9, 10].

Zasadniczym celem postępowania anestezjologicznego podczas indukcji i podtrzymania znieczulenia u chorego z tętniakiem wewnątrzczaszkowym jest utrzymanie na stałym poziomie przezściennego gradientu ciśnień worka tętniaka [5, 7, 8]. Ryzyko pęknięcia tętniaka podczas endowaskularnego leczenia wynosi 2,5% [11], a kończy się zgonem w 1% przypadków [12]. Znieczulenie ogólne z zastosowaniem propofolu lub sewofluranu zapewnia szybką indukcję bez zaburzeń hemodynamicznych, w pełni kontrolowaną głębokość znieczulenia oraz łagodne, krótko trwające wybudzenie [4, 5]. Przewaga propofolu nad sewofluranem wynika z faktu, że ten drugi w stężeniach przekraczających 2 MAC (*minimum alveolar concentration*) powoduje wzrost mózgowego przepływu krwi i upośledza zarówno mechanizm autoregulacji krążenia mózgowego, jak i reaktywność naczyń mózgowych na CO₂ [7]. Nie bez znaczenia są także właściwości neuroprotektoryjne propofolu [13]. Nasze obserwacje wskazują, że połączenie hipnotycznego środka dożylnego, opioidu i niedepolaryzującego

środka zwiotczającego zabezpiecza przed zwiększeniem ciśnienia krwi wywołanym wprowadzeniem LMA.

Podczas angiografii i wypełnianiu worka tętniaka spiralami, poziom stymulacji jest znacznie mniejszy w porównaniu z indukcją znieczulenia. Zastosowany w niniejszej pracy wlew ciągły propofolu okazał się wystarczający do utrzymania odpowiedniego poziomu znieczulenia. Ponadto stosunkowo krótki czas wybudzenia po zastosowaniu wlewu propofolu umożliwia szybką ocenę stanu neurologicznego chorego. U chorych w złym stanie neurologicznym i niestabilnych hemodynamicznie zaleca się połączenie wlewu propofolu, remifentanylu lub sufentanylu w małych dawkach uzupełnione podażą sewofluranu [7].

Kliniczne objawy pęknięcia tętniaka u znieczulonego chorego wynikają z nagłego zwiększenia ciśnienia wewnątrzczaszkowego [7]. Z jednej strony występująca hipertensja, której towarzyszy bradykardia mogą być interpretowane jako skutek niewystarczającej głębokości znieczulenia. Z drugiej strony odruchowa hipotensja może powodować hipoperfuzję prowadzącą do uszkodzeń niedokrwienych. Dlatego podczas wykonywania procedur endowaskularnych standardowe monitorowanie obejmuje EKG, SpO₂, E_TCO₂ oraz pomiar ciśnienia tętniczego ze zwróceniem uwagi na wartość ciśnienia średniego [4, 6].

Według zaleceń należy stosować sztuczną wentylację płuc, pozwalającą na utrzymanie normokapni i prawidłowej oksygencji, co ogranicza występowanie zaburzeń mózgowego przepływu krwi i wzrostu ciśnienia wewnątrzczaszkowego wywołanych obecnością cewnika wewnątrz naczynia [7]. Z kolei spowodowane hipowentylacją rozszerzenie naczyń mózgowych może mieć wpływ na jakość obrazu naczyń mózgowych na monitorze [8].

Dynamiczny rozwój technologii cyfrowych oraz postęp w zrozumieniu elektrofizjologii ośrodkowego układu nerwowego zaowocował wprowadzeniem monitorowania BIS, który jest scalonym numerycznym wskaźnikiem w skali 0–100 odzwierciedlającym korelację zmian elektroencefalogramu ze zmianami stanu świadomości [14]. Utrzymanie BIS w zakresie 40–60 zapewnia głęboki poziom depresji świa-

domości obarczony ryzykiem jej powrotu u znieczulanych chorych [15]. Niniejsze obserwacje w pełni potwierdzają przydatność monitorowania BIS podczas endowaskularnego zaopatrywania tętniaków wewnątrzczaszkowych, zwłaszcza że stwierdzono istotną korelację między jego wartością i stężeniem środków hipnotycznych [15, 16]. Uważa się, że BIS pozwala na prowadzenie kontroli poziomu wyłączenia świadomości [16]. Luginbühl i wsp. [17] stwierdzili, że monitorowanie BIS podczas znieczulenia z użyciem propofolu spowodowało zmniejszenie jego dawki oraz skróciło okres wybudzenia. Szybkie i spokojne wyprowadzenie ze znieczulenia umożliwia nie tylko wczesną ocenę neurologiczną chorego ale również jego bezpieczny transport z pracowni neuroradiologicznej na oddział intensywnego nadzoru.

Należy zwrócić uwagę na pewne ograniczenie niniejszej analizy. Dotyczy ona postępowania anestezyjologicznego podczas endowaskularnego leczenia niepękniętych tętniaków u osób w dobrym stanie ogólnym. Interesujące byłoby analogiczne badanie w grupie osób prezentujących objawy kliniczne towarzyszące krwawieniu podpajęczynówkowemu.

WNIOSEK

Znieczulenie ogólne z użyciem propofolu i zastosowaniem maski krtańowej zapewnia dobre warunki podczas endowaskularnego zaopatrzenia tętniaka śródczaszkowego.

Piśmiennictwo:

1. Young WL, Pile-Spellman J: Anesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Anesthesiology* 1994; 8: 427–452.
2. Standhard H, Boeher-Schwarz H, Gruber A, et al.: Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils. Short- and long-term results of a single-centre series. *Stroke* 2008; 39: 899–904.
3. Roy D, Milot G: Raymond J. Endovascular treatment of unruptured aneurysms. *Stroke* 2001; 32: 1998–2004.
4. Varma MK, Price K, Jayakrishnan V, et al.: Anaesthetic consideration for interventional neuroradiology. *Br J Anaesth* 2007; 99: 75–85.

5. Levy DM, Nowicki RWA: Anaesthesia for treatment of cerebral aneurysms. *CPD Anaesthesia* 2002; 4: 106–114.
6. Lai YC, Manninen PH: Anesthesia for cerebral aneurysms: a comparison between interventional neuroradiology and surgery. *Can J Anaesth* 2001; 48: 391–395.
7. Proiebe H-J: Aneurysmal subarachnoid haemorrhage and the anaesthetist. *Br J Anaesth* 2007; 99: 102–118.
8. Lakhani S, Guhta A, Nahser HC: Anaesthesia for endovascular management of cerebral aneurysms. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 902–913.
9. Wrońska-Seweruka A, Nestorowicz A, Kowalczyk M: Classic laryngeal mask airway vs COBRA-PLA device for airway maintenance during minor urological procedures. *Anesthesiol Intensive Ther* 2009; 41: 61–64.
10. Ratajczyk P, Małachowska B, Gaszyńska E, Gaszyński T: A randomised comparison between Cobra PLA and classic laryngeal mask airway and laryngeal tube during mechanical ventilation for general anaesthesia. *Anesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 20–24.
11. Brilstra EH, Rinkel GJE, van der Graaf Y, et al.: Treatment of intracranial aneurysms by embolization with coils: a systemic review. *Stroke* 1999; 30: 470–476.
12. Sluzewski M, Bosch JA, van Rooij WJ, et al.: Rupture of intracranial aneurysms during treatment with Guglielmi detachable coils: incidence, outcome, and risk factors. *J Neurosurg* 2001; 94: 238–240.
13. Tobias J.D.: Propofol: effects on the central nervous system. *J Intensive Care Med* 2000; 15: 237–241.
14. Hanss R, Bauer M, Bein B, et al.: Bispectral index-controlled anaesthesia for electroconvulsive therapy. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 202–207.
15. Anderson RE, Jakobsson JG: Cerebral state monitor, a new small handheld EEG monitor for determining depth of anaesthesia: a clinical comparison with the bispectral index during day surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 208–212.
16. Johansen JW, Sebel PS: Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology* 2000; 93: 1336–1344.
17. Luginbühl M, Wüthrich S, Petersen-Felix S, et al.: Different benefit of bispectral index (BIS™) in desflurane and propofol anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003; 47: 166–173.

Adres do korespondencji:

dr hab. n. med. Zbigniew Karwacki, prof. nadzw. GUMed
Zakład Neuroanestezjologii
Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii GUMed
ul. Smoluchowskiego 17, 80–214 Gdańsk
e-mail: zkarw@gumed.edu.pl

Otrzymano: 31.03.2013 r.

Zaakceptowano: 28.06.2013 r.