

Wpływ intubacji dooskrzelowej przy użyciu różnych środków zwiotczających na wybrane parametry krążeniowo-oddechowe



The influence of endobronchial intubation using various muscle relaxant agents on chosen haemodynamic and respiratory parameters

Hanna Misiótek¹, Marek Tombarkiewicz², Katarzyna Rutkowska¹, Ewa Podwińska¹

¹Zakład Anestezjologii Klinicznej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii ŚUM, Zabrze

²Samodzielny Publiczny Zespół Zakładów Opieki Zdrowotnej, Szpital im. Stefana Niewirowicza, Staszów

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2009; 6 (1): 49–56

Streszczenie

Wstęp: Coraz większa liczba dostępnych w praktyce klinicznej niedepolaryzujących środków zwiotczających spowodowana jest poszukiwaniem idealnego środka do intubacji, który mógłby zastąpić chlorek suksametonium, wycofywany powoli z powszechnego, rutynowego użycia.

Cel pracy: Ocena porównawcza wybranych parametrów wentylacyjnych i hemodynamicznych podczas intubacji dooskrzelowej.

Materiał i metody: Prowadzone badania miały charakter prospektywny, randomizowany i wykonywane były metodą podwójnej ślepej próby.

Wyodrębniono 3 grupy chorych znieczulanych z wentylacją jednym płucem, przy użyciu rurki dooskrzelowej typu Robertshawa.

Grupa I – do zwiotczenia zastosowano rocuronium w dawce 1,0 mg/kg⁻¹ m.c., a następnie kontynuowano wlew ciągły z przepływem 5–10 mcg/kg/min⁻¹.

Grupa II – do zwiotczenia zastosowano cisatracurium w dawce 0,1 mg/kg⁻¹ m.c., a następnie wlew ciągły 1–1,5 mcg/kg/min⁻¹.

Grupa III – do zwiotczenia zastosowano chlorek suksametonium w dawce 1,5 mg/kg⁻¹ m.c., po wcześniejszej prekuraryzacji środkiem niedepolaryzującym pankuronium, który następnie stosowano w dawce podtrzymującej 8–10 mcg/kg/min⁻¹ we wlewie ciągłym.

Analizie poddano: dane demograficzne, częstość akcji serca, skurczowe ciśnienie systemowe i ośrodkowe ciśnienie żyłne w określonych punktach czasowych oraz obecność zaburzeń rytmu serca w trakcie laryngoskopii oraz po zaintubowaniu pacjenta. Oceniane parametry wentylacyjne stanowiły wartości: wydechowego dwutlenku węgla, szczytowego ciśnienia w drogach oddechowych, średniego ciśnienia oddechowego i ciśnienia *plateau* mierzonego w określonych punktach czasowych.

Wyniki: W zakresie parametrów demograficznych badane grupy były jednorodny. W grupie III stwierdzono skurcz oskrzeli

Abstract

Background: The growing number of non-depolarizing relaxants available in clinical practice is due to the constant search for an ideal intubation agent which could replace suxamethonium chloride, being withdrawn from routine use due to contraindications to its administration. That became a basis for undertaking research aimed at a comparative evaluation of: chosen ventilation and haemodynamic parameters during endobronchial, intubation, performed using various muscle relaxant agents.

Material and Methods: The conducted research had prospective and randomized character and was carried out by means of a double blind probe. 3 groups of patients were distinguished, anesthetized with one lung ventilation, using the Robertshaw tube.

Group I – rocuronium was used for the muscle relaxation in 1.0 mg/kg⁻¹ dose, and infusion was continued with 5-10 mcg/kg/min⁻¹.

Group II – cisatracurium was used for the muscle relaxation in 0.1 mg/kg⁻¹ dose, and then infusion 1-1.5 mcg/kg/min⁻¹.

Group III – suxamethonium chloride was used for the muscle relaxation in 1.5 mg/kg⁻¹, after previous precurarization with a non-depolarizing drug, pancuronium, which was then used in IV infusion.

Anaesthetic technique and dosing of the remaining general anaesthetics in all groups were standardized. The following parameters were analyzed: initial demographic data, heart rate frequency, systolic blood pressure and central venous pressure in determined time intervals, presence of heart rate disorder/arrhythmia during laryngoscopy and after intubation, expiratory values of CO₂, peak pressure values in respiratory tract, mean respiratory pressure and plateau pressure in determined time intervals.

Results: In demographic parameters the studied groups were homogeneous. In 21% of patients in group P a bronchospasm

Adres do korespondencji: dr hab. n. med. Hanna Misiótek, Zakład Anestezjologii Klinicznej, ul. 3 Maja 13–15, 41-800 Zabrze, tel./faks +48 32 370 16 17, e-mail: katanestz@sum.edu.pl

w badaniu osłuchowym (21%), co stanowiło znamienne większy odsetek. Stwierdzono istotną różnicę w wartościach średnich ciśnień oddechowych w 5. minucie wentylacji obu płuc między badanymi grupami. Badanie zależności pomiędzy wartościami ciśnienia oddechowego a wartościami ETCO_2 wykazało znamienne dodatnią korelację obu tych parametrów w 5. minucie wentylacji TLV i 15. minucie wentylacji OLV jedynie w grupie III.

Wnioski: Użycie wybranych środków zwiotczających do intubacji oskrzela pozostaje bez wpływu na zachowanie się parametrów hemodynamicznych, jedynie zastosowanie chlorku suksametonium w celu wykonania intubacji wybranego oskrzela powoduje wzrost oporów w drogach oddechowych, co pośrednio przekłada się na gorszą eliminację dwutlenku węgla.

Słowa kluczowe: intubacja dooskrzelowa, układ krążenia, wentylacja, środki zwiotczające.

Wstęp

Znieczulenie do większości operacji torakochirurgicznych wymaga ograniczenia mobilności pola operacyjnego. Dokonać tego można, stosując wentylację jednego płuca (ang. *one lung ventilation* – OLV) [1–4]. Jednym ze sposobów zapewniających wentylację różnicową płuc jest intubacja z zastosowaniem rurki dwuświatłowej [5, 6].

Wykonanie intubacji wybranego oskrzela umożliwiając środki zwiotczające mięśnie szkieletowe, z których jedynym stosowanym klinicznie środkiem wywołującym blok depolaryzujący jest chlorsukcynylocholina. Wywołuje ona najkrócej trwający blok i jest zalecana do tzw. trudnych intubacji. Jednak stosowanie jej skutkować może pojawieniem się wielu objawów ubocznych. Efektem pobudzenia cholinergicznym zwojów autonomicznych może być powstawanie zaburzeń rytmu serca o charakterze bradykardii zatokowej aż do asystolii, rytmów węzłowych i komorowych zaburzeń rytmu, skurczów przedwczesnych, a nawet migotania komór. Mechanizm ich powstawania wiąże się z przesunięciami jonów potasu z przestrzeni wewnątrzkomórkowej do pozakomórkowej.

Ze względu na możliwość powstawania niebezpiecznych powikłań po podaniu chlorsukcynylocholinie coraz częściej w celu wykonania intubacji tchawicy i dalszego podtrzymania zwiotczenia w trakcie zabiegu stosuje się niedepolaryzujące środki zwiotczające. Rokuronium (Esmeron) jest aminosteroidową pochodną charakteryzującą się najszybszym wystąpieniem działania, co oznacza, że intubacja możliwa jest już po 60–150 sekundach od podania dawki intubacyjnej ($2 \times \text{ED}_{95}$) $0,6 \text{ mg/kg}^{-1}$ m.c., i średniotugim czasem trwania zwiotczenia, tj. około 35 minut. W dawce do $4 \times \text{ED}_{95}$ nie powoduje uwalniania histaminy, natomiast stwierdzono nieznaczny (do 10%) wzrost częstości akcji serca [7, 8].

Cisatrakurium (Nimbex) jest izomerem atrakurium o strukturze benzyloizochinolinowej, umożliwiającym intubację dotchawiczą po 120–180 sekundach od podania dawki intubacyjnej ($2 \times \text{ED}_{95}$) $0,1 \text{ mg/kg}^{-1}$ m.c. i działającym około 45 minut. Pomimo swej budowy chemicznej nie powoduje zależnego od dawki i szybkości podawania uwalniania histaminy.

was noted after a performed intubation, which was a significantly greater percentage in comparison to other groups. A significant difference in mean respiratory pressure values in the 5th minute of ventilation of both lungs was noted among the groups. A comparative study between the respiratory pressure values and ETCO_2 values indicated a significant positive correlation of both these parameters in the 5th minute of TLV ventilation and in the 15th minute of OLV ventilation only in group P.

Conclusion: The examined relaxants (rocuronium, cisatracurium and suxamethonium chloride) provide appropriate and comparable haemodynamic conditions. The use of suxamethonium chloride for the purpose of endobronchial intubation performance causes an increase of airway obturation. That indirectly results in worse CO_2 elimination.

Key words: endobronchial intubation, circulatory system, ventilation, muscle relaxants.

miny. Nie ma działania wagołitycznego i sympatyko-mimetycznego, przez co nie ma w szerokim zakresie dawek wpływu na układ krążenia. Eliminacja cisatrakurium z ustroju polega na samoistnej w fizjologicznych dla organizmu warunkach pH i temperatury, nieenzymatycznej degradacji tzw. eliminacji Hoffmana, do nieaktywnych metabolitów: laudanozyny i związków akrylatowych, rozkładanych przez nieswoiste esterazy osoczowe do alkoholi [7, 9].

Coraz większa liczba dostępnych w praktyce klinicznej niedepolaryzujących środków zwiotczających spowodowana jest poszukiwaniem idealnego środka do intubacji. Do intubacji rurkami dwuświatłowymi polecane jest użycie suksametonium, stanowiące standard trudnej intubacji, do którego odnosi się każdy nowo wprowadzany środek zwiotczający.

Cel pracy

Celem pracy jest ocena porównawcza wybranych parametrów wentylacyjnych i hemodynamicznych podczas intubacji dooskrzelowej, dokonywanej przy użyciu różnych środków zwiotczających.

Materiał i metody

Prowadzone badania miały charakter prospektywny, randomizowany i wykonywane były metodą podwójnej ślepej próby. Zostały zaakceptowane przez Komisję Bioetyczną Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Przeprowadzono je u 70 chorych obojga płci, zakwalifikowanych do zabiegu resekcji mięszu płuca z wentylacją jednym płucem.

Wyodrębniono 3 grupy chorych wentylowanych przy użyciu rurki dooskrzelowej typu Robertshowa. Podział na grupy podyktowany był rodzajem środka zwiotczającego, dzięki któremu osiągnięto blokadę mięśni poprzecznie prążkowanych, a rodzaj użytego środka był losowany i nie był znany lekarzowi wykonującemu intubację.

We wszystkich grupach intubacja wykonywana była rurką dwuświatłową (Bronchocath, Mallinckrodt, Irlandia), zawsze do lewego oskrzela.

Grupa I (n=24) – do zwiótczenia mięśni poprzecznie prążkowanych zastosowano rocuronium (Esmeron N.V. Organon, Holandia) w dawce 1,0 mg/kg⁻¹ m.c., a następnie kontynuowano wlew ciągły z przepływem 5–10 mcg/kg/min⁻¹.

Grupa II (n=23) – do zwiótczenia mięśni poprzecznie prążkowanych zastosowano cisatracurium (Nimbex, Glaxo-SmithKline, Wielka Brytania) w dawce 0,1 mg/kg⁻¹ m.c., a następnie wlew ciągły 1–1,5 mcg/kg/min⁻¹.

Grupa III (n=23) – do zwiótczenia mięśni poprzecznie prążkowanych zastosowano chlorsukcynylocholinę (Chlorsuccyllin, Jelfa, Polska) w dawce 1,5 mg/kg⁻¹ m.c., po wcześniejszej prekuraryzacji środkiem niedepolaryzującym – pankuronium (Pavulon, N.V. Organon, Holandia). Pancuronium stosowano następnie w dawce podtrzymującej 8–10 mcg/kg/min⁻¹ we wlewie ciągłym.

Technika znieczulenia i dawkowanie pozostałych środków znieczulenia ogólnego we wszystkich grupach były ujednolicone.

W celu ciągłego monitorowania ciśnienia tętniczego metodą bezpośrednią, przed indukcją znieczulenia ogólnego zakładana była w znieczuleniu miejscowym kaniula do tętnicy promieniowej po stronie operowanej. Następnie dokonywano kaniulacji żyły podobojczykowej po stronie operowanej, z umiejscowieniem końcówki cewnika w żyłę główną górną, w celu oceny ośrodkowego ciśnienia żylnego.

Do indukcji znieczulenia ogólnego stosowano propofol (Diprivan 1%, AstraZeneca, Wielka Brytania) w systemie docelowej kontrolowanej infuzji (ang. *Target Controlled Infusion* – TCI) z zastosowaniem pompy infuzyjnej Orchestra Base Primea (Fresenius Vial, Francja) do osiągnięcia osoczowego stężenia 4 mcg · ml⁻¹. Podanie wybranego środka zwiótczającego następowało wówczas, kiedy monitor głębokości snu (Index Bispektralny BIS A-2000 XP, ASPECT MEDICAL SYSTEMS, USA) wskazał wartość bezwzględną 40–65. Następnie podawano wybrany środek zwiótczający. W celu ostatecznej kontroli prawidłowego usytuowania i wizualizacji rurki stosowany był bronchofiberoskop intubacyjny (Fiberoskop FI – 9BS PENTAX, Varimed, Polska).

Znieczulenie ogólne podtrzymywane było propofolem metodą TCI w stężeniu osoczym 2,5–3 mcg/kg⁻¹, a analgezja prowadzona była metodą zewnątrzoponową przy użyciu bupiwakainy (Marcaina, Astra Zeneca, Wielka Brytania) w stężeniu 0,25% w przepływie ciągłym 8–10 ml/h⁻¹. W trakcie całego znieczulenia stosowano ujednolicony sposób nawodnienia we wszystkich grupach badanych, przetaczając 4–6 ml/kg⁻¹ m.c./h⁻¹ płynów infuzyjnych. Stosunek objętości koloidów (6-procentowy Voluven, Fresenius Kabi, Polska) do krystaloidów (0,9-procentowy roztwór NaCl) wyniósł 1:3.

Podaż środka zwiótczającego mięśnie poprzecznie prążkowane wstrzymywano już po zamknięciu klatki piersiowej (zamknięcie międzyżebra), a wlew propofolu wstrzymywano podczas zaszywania tkanki podskórnej.

Z badań wykluczono chorych w wieku <18 lat i >70 lat, z nadwagą (BMI >30), z uszkodzeniem dróg oddechowych oraz brakiem możliwości wizualizacji szpary głośni przy laryngoskopii, z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc w wywiadzie, potwierdzoną gorączką, niewydolnością nerek i/lub wątroby.

Analizie poddano następujące parametry:

- wyjściowe dane demograficzne (wiek, płeć, masa ciała, BMI, wzrost, przedoperacyjne badanie spirometryczne),
- częstość akcji serca (ang. *Heart Rate* – HR) w uderzeniach/min⁻¹ w określonych punktach czasowych: przed indukcją (HR 0), przed intubacją (HR 5), w trakcie intubacji (HR 10) i po intubacji w określonych odstępach czasowych (HR 15, 20, 30, 45, 60),
- skurczowe ciśnienie tętnicze (ang. *Systolic Blood Pressure* – SBP) w mmHg w określonych punktach czasowych: przed indukcją (SBP 0), przed intubacją (SBP 5), w trakcie intubacji (SBP 10) i po intubacji w określonych odstępach czasowych (SBP 15, 20, 30, 45, 60),
- ośrodkowe ciśnienie żyłne (ang. *Central Venous Pressure* – CVP) w cmH₂O w określonych punktach czasowych: przed intubacją (CVP 0), po intubacji (CVP 1), a następnie w odstępach 30-minutowych (CVP 30, 60),
- pulsoksymetrię (SpO₂) w %, w określonych punktach czasowych: przed indukcją (SpO₂ 0), przed intubacją (SpO₂ 5), w trakcie intubacji (SpO₂ 10) i po intubacji w określonych odstępach czasowych (SpO₂ 15, 20, 30, 45, 60),
- obecność zaburzeń rytmu serca w trakcie laryngoskopii oraz po zaintubowaniu pacjenta,
- wartości wydechowe dwutlenku węgla (ETCO₂) w mmHg w następujących punktach czasowych: po intubacji z wentylacją obupłucną (ETCO₂ 1), po 5 minutach wentylacji jednym płucem (ETCO₂ 5), po 10, 30 i 60 minutach wentylacji jednym płucem (ETCO₂ 10, 30, 60),
- wartości szczytowego ciśnienia w drogach oddechowych (ang. *Peak Inspiratory Pressure* – PIP) w cmH₂O, średniego ciśnienia oddechowego (ang. *Mean Inspiratory Pressure* – MIP) w cmH₂O i ciśnienia *plateau* (ang. *Plateau Pressure* – PP) określano po 5 minutach wentylacji obupłucnej (TLV 5), po 5 minutach wentylacji jednym płucem (OLV 5), kolejne pomiary po 15 i 30 minutach (OLV 15, OLV 30),
- ocenę ewentualnych powikłań intubacji (skurcz oskrzeli, krwawienie z dróg oddechowych).

Ocena statystyczna

Testem Lillieforsa sprawdzono rozkłady zmiennych ilościowych. Do zmiennych o rozkładach zbliżonych do normalnego zastosowano analizę wariancji, w innym przypadku zastosowano analizę wariancji rang Kruskala-Wallisa. W przypadku stwierdzenia różnic między grupami zastosowano odpowiednie testy *post hoc*. Zmienne jakościowe porównywano testem Chi² Pearsona. Do obliczeń zastosowano pakiet Statistica 6.0 PL.

Wyniki

Spośród 75 zakwalifikowanych chorych 70 (93,3%) ukończyło badania, a 5 chorych (6,6%) zostało wykluczonych w trakcie ich prowadzenia, zgodnie z założonym protokołem. U 3 chorych (1 w grupie I i 2 w grupie II), wystąpiły trudności z utrzymaniem prawidłowej wentylacji podczas przejścia z TLV na OLV, mimo dwukrotnej korekty ułożenia rurki w oskrzeli przy pomocy bronchofiberoskopu. U 1 chorego

Tab. I. Dane demograficzne badanych chorych w poszczególnych grupach

Grupa		I (n=24)	II (n=23)	III (n=23)
płeć	K	12 (50%)	10 (43%)	9 (39%)
	M	12 (50%)	13 (57%)	14 (61%)
wiek (lata)		59,8±11	53,7±11	55,3±13
wzrost (m)		1,67±0,1	1,71±0,1	1,65±0,1
masa ciała (kg)		75,7±10	72,4±9	74,8±10
BMI (%)		27,1±4	24,8±3	27,8±4
ASA	I	1 (4%)	3 (13%)	1 (4%)
	II	18 (75%)	15 (65%)	14 (61%)
	III	5 (21%)	5 (22%)	8 (35%)
FEV ₁ % N		89,2±24	79,4±20	94,4±19
VC% N		87,3±19,0	76,1±19	98,2±17

w grupie III zanotowano znaczne obniżenie ciśnienia tętniczego (>30%) w stosunku do parametrów wyjściowych, z koniecznością zastosowania amin katecholowych. U 1 chorej

w grupie III podczas zmiany pozycji ciała na boczną doszło do wysunięcia kaniuli z tętnicy promieniowej i czasowego braku możliwości rejestracji danych z pomiaru bezpośredniego ciśnienia tętniczego. Odsetki chorych wykluczonych w trakcie prowadzenia badań były zbliżone we wszystkich badanych grupach.

W zakresie parametrów demograficznych, ryzyka znieczulenia w skali ASA, jak również w zakresie przedoperacyjnych wartości spirometrycznych nie stwierdzono istotnych różnic (tab. I).

U 21% chorych w grupie III stwierdzono skurcz oskrzeli w badaniu osłuchowym po wykonanej intubacji, co stanowiło znamienne większy odsetek stwierdzenia tego powikłania w porównaniu z pozostałymi grupami badanych (tab. II).

Stwierdzono istotną różnicę w wartościach średnich ciśnień oddechowych w 5. minucie wentylacji obu płuc między badanymi grupami, gdzie w grupie III średnia wartość tego ciśnienia wynosiła 6,70 cmH₂O i była znamienne wyższa w stosunku do grupy I i II (tab. III).

Pomimo iż stwierdzono różnice statystyczne w pierwszym pomiarze saturacji między badanymi grupami, wartości te mieściły się w granicach przyjętych norm klinicznych. Wartości akcji serca w poszczególnych punktach czasowych między badanymi grupami nie różniły się statystycznie. Zanotowano natomiast znamienne obniżanie wartości tego parametru

Tab. II. Ocena działań ubocznych związanych ze znieczuleniem w poszczególnych grupach

Grupa	I (n=24)	II (n=23)	III (n=23)	p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
skurcz oskrzeli po intubacji	0	2 (9%)	5 (22%)	NS	<0,05	NS
pokrzywka skórna	0	0	1 (4%)	NS	NS	NS

Tab. III. Wybrane wartości wentylacyjne w poszczególnych grupach

Grupa	I (n=24)		II (n=23)		III (n=23)		p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
	śr.	(min.–maks.)	śr.	(min.–maks.)	śr.	(min.–maks.)			
MIP TLV 5	5,3	(2–10)	5,1	(3–9)	6,7	(4–10)	NS	<0,05	<0,05
MIP OLV 5	6,1	(3–10)	6,0	(2–10)	9,7	(2–18)	NS	NS	NS
MIP 15	7,2	(4–10)	7,2	(3–28)	7,4	(4–15)	NS	NS	NS
MIP 30	7,46	(4–11)	7,4	(5–24)	7,6	(4–10)	NS	NS	NS
PIP TLV 5	20,0	(11–37)	18,7	(11–43)	22,1	(11–38)	NS	NS	NS
PIP OLV 5	23,4	(12–34)	23,0	(17–45)	27,7	(16–38)	NS	NS	NS
PIP 15	26,6	(15–38)	24,0	(12–37)	26,4	(15–39)	NS	NS	NS
PIP 30	27,2	(14–38)	25,1	(19–34)	27,4	(17–40)	NS	NS	NS
PP TLV 5	14,5	(9–25)	15,5	(9–28)	18,1	(8–35)	NS	NS	NS
PP OLV 51	8,3	(8–33)	18,9	(12–31)	20,3	(12–34)	NS	NS	NS
PP 15	20,4	(9–34)	20,0	(14–33)	21,4	(13–34)	NS	NS	NS
PP 30	19,8	(7–32)	21,2	(15–32)	22,6	(13–38)	NS	NS	NS
częstość oddechów	9,7	(9–10)	10,1	(9–11)	10,0	(10–10)	NS	NS	NS

Tab. IV. Wartości częstości akcji serca (uderzenia/min)

pkt czasowy	I (n=24)		II (n=23)		III (n=23)		p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
	śr.	SD	śr.	SD	śr.	SD			
0	82,8	17,0	77,3	13,8	83,4	10,7	NS	NS	NS
5	81,4	11,5	81,3	16,4	85,1	12,6	NS	NS	NS
10	78,3	9,8	79,5	14,6	82,9	14,2	NS	NS	NS
15	76,0 *	12,1	79,0	14,6	79,5	13,6	NS	NS	NS
20	76,0 **	12,3	76,5	15,2	82,1	13,9	NS	NS	NS
30	77,8	12,6	77,0	12,9	80,3	11,6	NS	NS	NS
45	75,5 *	11,8	75,4	11,4	80,5	12,4	NS	NS	NS
60	73,4 **	12,9	75,5	12,3	80,1	13,5	NS	NS	NS

* $p=0,05$; ** $p=0,01$.**Tab. V.** Wartości skurczowego ciśnienia tętniczego (SBP) w mmHg

pkt czasowy	I (n=24)		II (n=23)		III (n=23)		p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
	śr.	SD	śr.	SD	śr.	SD			
0	124,4	17,8	123,1	18,4	127,3	23,3	NS	NS	NS
5	113,0 *	19,4	120,1	21,9	120,6	21,1	NS	NS	NS
10	109,4 **	20,7	115,4	18,3	114,1 *	25,0	NS	NS	NS
15	106,9 **	18,8	106,7 **	20,5	115,1 *	24,3	NS	NS	NS
20	110,0 *	21,0	110,9 *	20,3	116,2 *	21,2	NS	NS	NS
30	111,4 *	19,9	114,9	22,2	124,1	21,9	NS	<0,05	NS
45	107,2 **	15,8	114,0	20,6	123,0	22,9	NS	<0,01	NS
60	102,8 ***	16,6	114,9	18,4	122,2	19,7	<0,05	<0,001	NS

* $p=0,05$; ** $p=0,01$; *** $p=0,001$.

względem wartości wyjściowej w grupie chorych, gdzie do zwiótczenia zastosowano Esmeron (tab. IV).

U chorych we wszystkich grupach badanych zanotowano obniżenie wartości skurczowego ciśnienia tętniczego w stosunku do wartości wyjściowych. Najbardziej znamienne wartości uzyskano w grupie I. W porównaniach między grupami istotnie niższe wartości tego parametru uzyskano w grupie I w stosunku do grupy III, w 4., 5. i 6. punkcie pomiarowym. Ponadto w ostatnim punkcie pomiarowym zanotowano również znamienne różnice między grupą I i II, przy czym niższe wartości uzyskano w grupie I (tab. V).

Wartości ośrodkowego ciśnienia żylnego (ang. *central venous pressure* – CVP) stopniowo wzrastały we wszystkich grupach względem wartości wyjściowych, zdecydowanie osiągając najbardziej znamienne statystyczne wyniki w grupie I (tab. VI).

W grupie I znamienne obniżyły się wartości $ETCO_2$ względem wartości wyjściowej. W grupie III zanotowano

tylko znamienne obniżenie w ostatnim punkcie pomiarowym. Natomiast w porównaniu międzygrupowym najniższe wartości uzyskano w grupie I w stosunku do grupy III we wszystkich punktach pomiarowych z wyjątkiem wyjściowego (tab. VII).

Ocena korelacji wybranych parametrów

Badanie zależności pomiędzy wartościami średniego ciśnienia oddechowego a wartościami $ETCO_2$ wykazało znamienne dodatnią korelację obu tych parametrów w 5. minucie wentylacji TLV i 15. minucie wentylacji OLV jedynie w grupie III (ryc. 1.).

Wartości ciśnienia *plateau* były wyraźnie związane z wartościami SpO_2 w większości punktów pomiarowych, co wykazała istotnie ujemna korelacja pomiędzy wspomnianymi parametrami. Dla przeprowadzenia badania korelacji wartość SpO_2 oceniano po 15 minutach od oceny wartości ciśnienia *plateau* (ryc. 2.).

Tab. VI. Wartości ośrodkowego ciśnienia żylnego w wybranych punktach czasowych (CVP) w cmH₂O

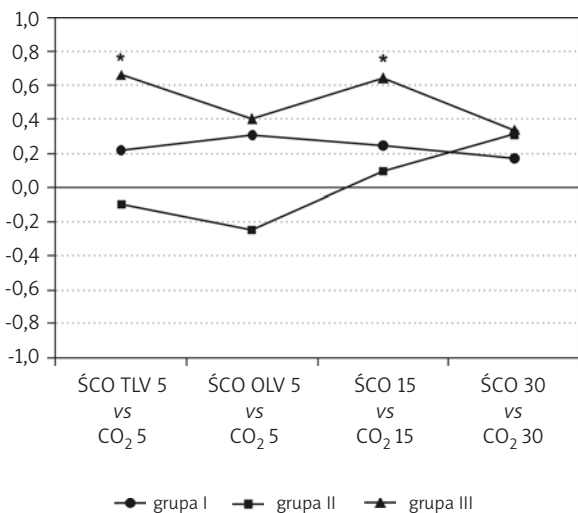
pkt czasowy	I (n=24)		II (n=23)		III (n=23)		p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
	śr.	SD	śr.	SD	śr.	SD			
0	3,46	2,98	4,13	4,12	4,17	2,77	NS	NS	NS
1	4,83	2,84	4,70	3,25	5,48	2,59	NS	NS	NS
30	7,13 ***	2,94	5,48	2,89	6,35 **	2,85	NS	NS	NS
60	7,75 ***	3,59	6,43 **	3,58	6,43 **	3,23	NS	NS	NS

*p=0,05; **p=0,01; ***p=0,001.

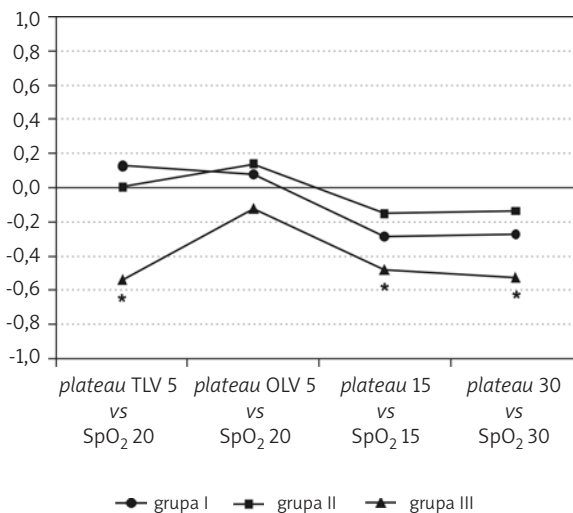
Tab. VII. Wartości wydechowego CO₂ w wybranych punktach czasowych (ETCO₂ w mmHg)

pkt czasowy	I (n=24)		II (n=23)		III (n=23)		p (I vs II)	p (I vs III)	p (II vs III)
	śr.	SD	śr.	SD	śr.	SD			
1	30,0	5,5	30,4	3,3	32,6	5,0		NS	
5	27,9 *	3,9	29,7	3,2	31,4	5,8	NS	<0,05	NS
15	26,1 ***	3,9	29,2	3,3	30,8	4,7	<0,01	<0,001	NS
30	27,0 **	3,4	28,8	4,1	30,0 **	3,8	NS	<0,01	NS

*p=0,05; **p=0,01; ***p=0,001.



Ryc. 1. Korelacja MIP i CO₂ w badanych grupach (w tych samych punktach czasowych)



Ryc. 2. Korelacja PC i SpO₂ w badanych grupach (zależność z wyprzedzeniem 15 minut)

Dyskusja

W rozważaniach nad sposobem znieczulenia do operacji otwarcia klatki piersiowej największej uwagi poświęca się rodzajom wentylacji, sposobom rozdziału płuc podczas operacji czy wreszcie doborowi odpowiedniego anestetyku, zarówno o działaniu ogólnym, jak i miejscowym [10].

Zdecydowanie najmniej uwagi w piśmiennictwie poświęcają badacze zajmujący się problemami znieczulenia w torakochirurgii, znaczeniu doboru odpowiedniego środka

umożliwiającego zwiotczenie mięśni poprzecznie prążkowanych. Czy w związku z tym faktem należy zwracać uwagę na stosowany środek zwiotczający i czym się kierować przy próbie wyboru optymalnego w omawianej grupie znieczulonych? Celowość stosowania zwiotczenia mięśni poprzecznie prążkowanych w torakoanestezji jest niepodważalna. Wynika to z bezwzględnej konieczności stosowania wentylacji zastępczej podczas operacji otwarcia klatki piersiowej, z dodatkowym utrudnieniem, jakim jest metoda wentylacji jednego

płuca. Wiąże się to nierozdzielnie z ciągle powszechnym użyciem specjalnych rurek intubacyjnych, dwuświatłowych, zapewniających intubację wybranego oskrzela.

Ogromne znaczenie dla uzyskania prawidłowych parametrów wentylacyjnych, oddechowych i hemodynamicznych mają dobre warunki podczas przeprowadzania zabiegu intubacji [11–13]. Nie ulega wątpliwości, że ewentualna rezygnacja z użycia środków zwiotczających jest bezzasadna. Rodzi się pytanie, czym kierować się przy wyborze omawianych środków. Chorzy kwalifikowani do operacji torakochirurgicznych, obejmujących resekcję płuca, oskrzeli czy zabiegi pozapłucne w obrębie klatki piersiowej to grupa wysokiego ryzyka znieczulenia. Obciążenia wynikają z choroby podstawowej obejmującej miąższ płuca, a także z często towarzyszących schorzeń, jak: choroba wieńcowa, uogólniona miażdżyca, nadciśnienie tętnicze. W codziennej praktyce obserwuje się nierozdzielność współwystępowania schorzeń układu krążenia i oddechowego. Ogromne znaczenie przypisuje się również odpowiednim sposobom wybudzania chorych ze znieczulenia ogólnego. Przedłużona zastępcza wentylacja mechaniczna po zabiegu, a co za tym idzie opóźniona rehabilitacja oddechowa, to rodzaj „porażki” anestezjologa znieczulającego do operacji płuc. Celem naszym – torakoanestezjologów – jest zatem szybkie rozintubowanie chorego przy powrocie odpowiedniej siły mięśniowej umożliwiającej sprawne oddychanie, kaszel i odkrztuszenie wydzieliny z drzewa oskrzelowego. Wszystko to czyni, że niebagatelnym staje się odpowiedni dobór nie tylko leków anestetycznych, ale również zwiotczających, aby zminimalizować odsetek powikłań i tak towarzyszących tej trudnej dziedzinie anestezji.

Standardowym środkiem zwiotczającym, zalecanym do tzw. „trudnych intubacji”, do którego odnosimy wszystkie inne, nowe leki, jest sukcyntylocholina. Intubacja oskrzela jest uważana za procedurę wymagającą doskonałych warunków intubacyjnych, stąd w podręcznikach torakoanestezji sugerowane jest stosowanie właśnie sukcyntylocholiny [14]. Z drugiej strony pamiętać należy, iż pomimo minimalnego efektu uwalniania histaminy, środek ten może wyzwalać reakcje anafilaktoidalne i anafilaksję u pacjentów z nadwrażliwością na ten czynnik [14]. Efekty uboczne pod postacią między innymi bradykardii zatokowej, rytmów węzłowych czy komorowych zaburzeń rytmu serca wynikają z agonistycznej aktywności w autonomicznym układzie nerwowym poprzez stymulację receptorów muskarynowych lub/i receptorów cholinergicznych węzła zatokowego. Z kolei komorowe zaburzenia rytmu, wyjątkowo migotanie komór, to efekt wzmożonej wrażliwości komory na aminy katecholowe. Bodziec laryngoskopii, intubacji, hipoksja czy hiperkapnia wzmagają ryzyko powstania niemierności. Pojawienie się drżeń mięśniowych po zastosowaniu tego „środka” skutkuje bólami mięśniowymi w okresie pooperacyjnym. Wszystko to stanowi o rodzających się wątpliwościach nad niezaprzeczalnością wskazań do używania tego środka [14].

W badaniu własnym wykazano znamienne wyższe średnie ciśnienie w drogach oddechowych po 5 minutach wentylacji obu płuc właśnie w grupie, w której zastosowano sukcyntylocholinę. Wspomniany wzrost ciśnienia w drogach

oddechowych dodatkowo korelował ze wzrostem wydechowego CO₂ i obniżeniem saturacji krwi tętniczej (ryc. 1). Skurcz oskrzeli miał miejsce najpewniej w wyniku zastosowania farmakologicznej konfiguracji leków zwiotczających: pankuronium – sukcyntylocholina – pankuronium.

Celowość stosowania do zwiotczenia mięśni poprzecznie prądkowanych środków aminosteroidowych, pozbawionych właściwości uwalniania histaminy, wydaje się zasadna w torakoanestezji. Wynika to z faktu, że chorzy poddawani operacjom resekcji miąższu płuca cierpią na nadwrażliwość drzewa oskrzelowego oraz częste występowanie zespołów przewlekłej obturacji oskrzeli. Rokuronium, przedstawiciel omawianej grupy środków, w krótkim czasie (90 s) zapewnia dobre warunki do intubacji, co stanowi niebagatelną zaletę przy utrudnionych intubacjach rurkami o podwójnym świetle i stanowić może alternatywę do stosowania chlorsukcyntylocholiny w tych właśnie sytuacjach klinicznych [7].

Wyniki pracy własnej potwierdzają wątpliwości innych badaczy, dotyczące wpływu stosunkowo wysokiej, bo ponad 1 mg/kg⁻¹ m.c., dawki rokuronium na stabilność krążenia systemowego. Zarówno Li Wan Po i wsp. [15], jak i Cheng i wsp. [16] zaobserwowali wazodylatację i przejściowe obniżenie rzutu serca, stosując tak wysokie dawki rokuronium. W pracy własnej na zastosowane wysokie dawki rokuronium chorzy zareagowali znamienym obniżeniem ciśnienia systemowego i częstością akcji serca, wykazanych zarówno w porównaniu wewnątrzgrupowym, jak i w porównaniu z pozostałymi grupami badanych, co stanowi potwierdzenie wyników uzyskanych przez cytowanych powyżej autorów (tab. IV–VII).

Nie można wykluczyć dodatkowego wpływu na stan krążenia zastosowanej w badaniu własnym analgezji zewnątrzoponowej, która w zabiegach otwarcia klatki piersiowej, przebiegających z silnym bólem śród- i pooperacyjnym jest uznaną metodą znieczulenia. Stosowanie tej metody jest powszechne, mimo że powoduje znaczne rozszerzenie naczyń w rejonie objętym blokadą [17–19].

Doświadczenia w torakoanestezji nie zwalniają nas ze stosowania znieczulenia zewnątrzoponowego, zważywszy choćby na fakt rozszerzenia naczyń wieńcowych i wzrostu utlenowania mięśnia sercowego, przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia tlenu przez serce. W przeprowadzonej metaanalizie udowodniono na dużym materiale 1173 chorych, przeprowadzonej przez Beattiego i wsp. [20], znamienne mniejszą częstość występowania zawału serca w okresie okołoperacyjnym w przypadkach zastosowania tej techniki. Ponadto wysokie znieczulenie zewnątrzoponowe niweluje negatywny wpływ wentylacji mechanicznej na układ sercowo-naczyniowy, co udowodnił Elovsson i wsp. [21]. Te informacje nabierają szczególnego znaczenia wobec wspomnianych obciążeń ze strony układu krążenia i oddechowego w grupie chorych poddawanych operacjom płuc.

Znieczulenie do operacji resekcji płuca, z wentylacją jednego płuca, wiąże się z destabilizacją układu krążenia. Spowodowana lekami anestetycznymi (w tym zwiotczającymi) supresja układu współczulnego może być przyczyną spadku rzutu minutowego serca i obniżenia ciśnienia systemowego.

Zastosowanie wentylacji jednego płuca ogranicza napływ żylny do serca i może zwiększać obciążenie następcze prawej komory, poprzez zamknięcie drobnych odgałęzień tętnicy płucnej. Konsekwencją wzrostu ciśnienia w tętnicy płucnej jest rozdęcie prawej komory, niedomykalność zastawki trójdzielnnej i przesunięcie przegrody międzykomorowej w lewo. W ten sposób obniżone zostaje obciążenie wstępne lewej komory i jej podatność rozkurczowa [22].

W wynikach oceny parametrów hemodynamicznych w pracy własnej szczególnie znamienny wzrost ośrodkowego ciśnienia żylnego, notowany we wszystkich grupach badanych, stanowi potwierdzenie doniesień z piśmiennictwa i nie jest wynikiem wpływu żadnego z badanych środków zwiotczających. Stanowi raczej potwierdzenie znanej z praktyki reguły odnoszącej się do tej techniki znieczulenia i zastosowanego trybu wentylacji. Przy wentylacji jednego płuca spada jego podatność, co implikuje zawsze wzrost ośrodkowego ciśnienia żylnego (tab. VI) [23].

Intubacja dotchawicza, szczególnie rurką dwuświatłową, połączona z laryngoskopią może indukować wystąpienie tachykardii, zaburzeń rytmu serca wzrostu ciśnienia tętniczego. Przyczyną takiego stanu rzeczy może być między innymi zbyt płytkie znieczulenie, ze wszystkimi jego składowymi, w tym stopnia zwiotczenia. W badaniu własnym wyeliminowano wpływ tego rodzaju przyczyny, zakładając metodycznie monitorowanie głębokości znieczulenia metodą oceny indeksu bispektralnego, utrzymywanego przez cały okres badania na poziomie 40–50 oraz monitorowaniem przewodnictwa nerwowo-mięśniowego.

Przy zastosowaniu zalecanej do intubacji dawki 1 mg/kg⁻¹ m.c. lub wyższej można osiągnąć bardzo dobre warunki do intubacji już po około 60 s [24], niestety działaniem ubocznym takiej dawki było obniżenie ciśnienia systemowego.

W badaniu własnym jako trzeci środek zwiotczający stosowano cisatrakurium w dawce powszechnie uznanej za standardową. Melloni i wsp. [25] na podstawie dużego materiału badawczego (177 chorych) uzyskali w grupie chorych, u których zastosowano cisatrakurium, zachęcające wyniki do stosowania tego środka zwiotczającego dla pacjentów wysokiego ryzyka kardiologicznego oraz w wieku podeszłym [25]. Stabilność parametrów pracy serca i ciśnienia tętniczego uzyskano również w wynikach pracy własnej, w grupie chorych znieczulanych cisatrakurium.

Wnioski

Badane środki zwiotczające (rocuronium, cisatrakurium i suksametonium) zapewniają porównywalne warunki hemodynamiczne podczas intubacji oskrzela. Zastosowanie suksametonium w celu wykonania intubacji oskrzela powoduje wzrost oporów w drogach oddechowych, co przekłada się na gorszą eliminację dwutlenku węgla.

Piśmiennictwo

- Theissen IL, Meissner A. [Hypoxic pulmonary vasoconstriction] *Anesthesist* 1996; 45: 643-652.
- Slinger P, McRae K, Winton T, Sander A, Zamora JE, Salpeter MJ. *Anesth Analg*. 1998; 86: SCA40.
- Sentürk M, Layer M, Pembeci K, Tokar A, Akpir K, Wiedemann K. [A comparison of the effects of 50% oxygen combined with CPAP to the non-ventilated lung vs. 100% oxygen on oxygenation during one-lung ventilation] *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2004; 39: 360-364.
- Slinger PD, Kruger M, McRae K, Winton T. Relation of the static compliance curve and positive end-expiratory pressure to oxygenation during one-lung ventilation. *Anesthesiology* 2001; 95: 1096-1102.
- Brzeziński K, Nestorowicz A. Problemy znieczulenia do zabiegów wideotorakoskopii *Anest Inten Ter* 1994; 26: 55-58.
- Fujiwara M, Abe K, Mashimo T. The effect of positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure on the oxygenation and shunt fraction during one-lung ventilation with propofol anesthesia. *J Clin Anesth* 2001; 13: 473-477.
- Larsen R. *Anestezjologia*. Red. wyd. pol. Andrzej Kübler, wyd. 2., Urban & Partner, Wrocław 2003, 142-150.
- Heier T, Caldwell JE. Rapid tracheal intubation with large-dose rocuronium: a probability-based approach. *Anesth Analg* 2000; 90: 175-179.
- Mencke T, Becker C, Schreiber JU, Fuchs-Buder T. A longer pretreatment interval does not improve cisatracurium precurarization. *Can J Anaesth* 2002; 49: 640-641.
- Schwarzkopf K, Schreiber T, Preussler NP, Gaser E, Hüter L, Bauer R, Schubert H, Karzai W. Lung perfusion, shunt fraction, and oxygenation during one-lung ventilation in pigs: the effects of desflurane, isoflurane, and propofol. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003; 17: 73-75.
- Balci AE, Eren N, Eren S, Ulkü R. Surgical treatment of post-traumatic tracheobronchial injuries: 14-year experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22: 984-989.
- Hofmann HS, Rettig G, Radke J, Neef H, Silber RE. Iatrogenic ruptures of the tracheobronchial tree. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 649-652.
- Wagner DL, Gammage GW, Wong ML. Tracheal rupture following the insertion of a disposable double-lumen endotracheal tube. *Anesthesiology* 1985; 63: 698-700.
- Kaplan JA. *Thoracic Anesthesia Churchill Livingstone An Imprint of Elsevier Science (USA) Philadelphia* 2003, 143-144.
- Li Wan Po A, Girard T. Succinylcholine: still beautiful and mysterious after all these years. *J Clin Pharm Ther* 2005; 30: 497-501.
- Cheng CA, Aun CS, Gin T. Comparison of rocuronium and suxamethonium for rapid tracheal intubation in children. *Paediatr Anaesth* 2002; 12: 140-145.
- Breivik H. Prolonged postoperative epidural analgesia: how to make it work safely and effectively. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1996; 109: 173-174.
- Mahon SV, Berry PD, Jackson M, Russell GN, Pennefather SH. Thoracic epidural infusions for post-thoracotomy pain: a comparison of fentanyl-bupivacaine mixtures vs. fentanyl alone. *Anaesthesia* 1999; 54: 641-646.
- Sato T, Nishie H, Naito H i wsp. Clinical practice of epidural anesthesia for surgery with thoracotomy – our practice. *Hiroshima Journal of Anesthesia* 1998; 34: 191-193.
- Beattie WS, Badner NH, Choi PT. Meta-analysis demonstrates statistically significant reduction in postoperative myocardial infarction with the use of thoracic epidural analgesia. *Anesth Analg* 2003; 97: 919-920.
- Elowsson P, Norlén K, Jakobson S. Continuous positive pressure ventilation during epidural blockade – effects on cardiac output distribution. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001; 45: 95-103.
- Brodsky JB, Fitzmaurice B. Modern anesthetic techniques for thoracic operations. *Word J Surg* 2001; 25: 162-166.
- Magder S. Central venous pressure monitoring. *Curr Opin Crit Care* 2006; 12: 219-227.
- Schmidt J, Irouschek A, Muenster T, Hemmerling TM, Albrecht S. A priming technique accelerates onset of neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles. *Can J Anaesth* 2005; 52: 50-54
- Melloni C, Devivo P, Launo C, Mastronardi P, Novelli GP, Romano E. Cisatracurium versus vecuronium: a comparative, double blind, randomized, multicenter study in adult patients under propofol/fentanyl/N₂O anesthesia. *Minerva Anesthesiol* 2006; 72: 299-308.