Praktyczne aspekty stosowania dwuświatłowych rurek intubacyjnych

Practical aspects of the use of double lumen tubes

Marek Tombarkiewicz[1], Hanna Misiołek[2], Ewa Kucewicz[2], Hanna Kucia[2], Katarzyna Drużba[2]

[1]Szpitalny Oddział Ratunkowy, Szpital Specjalistyczny św. Łukasza, Końskie
[2]Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii ŚAM, Zabrze

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2006; 3 (4): 400–403

Streszczenie

Autorzy pracy próbują określić i zebrać praktyczne zasady, którymi należy się kierować przy doborze rodzaju i wielkości rurek o podwójnym świetle podczas planowania wentylacji jednym płucem w wybranych procedurach chirurgicznych. W artykule omówiono zasady intubacji rurkami dwuświatłowymi, podkreślając użyteczność bronchofiberoskopii. Zwrócono uwagę na możliwość wystąpienia poważnych powikłań oddechowych i wentylacyjnych w przypadku nieprawidłowego umieszczenia lub przemieszczenia się rurki w drogach oddechowych.

Słowa kluczowe: rurki dwuświatłowe, praktyczne zastosowanie.

Abstract

The authors of the study have tried to assess and collect the numerous practical rules which ought to be used as a reference when choosing the kind and size of double lumen tube for use in one lung ventilation in selected surgical procedures. The rudiments of double lumen tube intubation are described, underlining use of the bronchofiberoscope. The severe respiratory and ventilatory complications connected with malplacement of the tube in the airways are pointed out.

Key words: double lumen tubes, practical use.

Istnieją wskazania względne i bezwzględne do znieczulenia z wentylacją jednego płuca (*One Lung Ventilation* – OLV). Czynnościowe rozdzielenie płuc jest absolutnie wskazane w celu uniknięcia rozprzestrzeniania się infekcji z chorego płuca na drugie, jeszcze zdrowe, w masywnych krwawieniach, w przetoce oskrzelowo-opłucnej, w jednostronnej torbieli olbrzymiej, w urazach klatki z uszkodzeniem oskrzela po jednej stronie, a także podczas zabiegu transplantacji płuc. Względne wskazanie do wentylacji jednego płuca podczas znieczulenia występuje w sytuacjach, w których ułatwia ona przeprowadzenie postępowania chirurgicznego. Należą do nich następujące operacje: tętniak aorty w odcinku piersiowym, resekcje płuca lub płata, resekcje przełyku oraz zabiegi rewaskularyzacji naczyń wieńcowych przez torakotomię [1]. Do dyspozycji anestezjologa przeprowadzającego znieczulenie z wentylacją jednego płuca pozostają dwa rodzaje rurek o podwójnym świetle, do prawo- i lewostronnej intubacji dooskrzelowej (*Double Lumen Tube Right* – DLT-R, *Double Lumen Tube Left* – DLT-L). Wielu autorów dyskutuje nad celowością i trafnością wyboru obu dostępnych rodzajów dwuświatłowych rurek dooskrzelowych. Zdecydowana większość autorytetów w tej dziedzinie skłania się do powszechnego stosowania rurki lewostronnej, głównie z uwagi na większy margines bezpieczeństwa prawidłowego jej ułożenia w przeciwieństwie do rurki prawostronnej. Benumof i wsp. szczegółowo określili margines bezpieczeństwa, czyli położenie, w którym rurka o podwójnym świetle nie powoduje obturacji oskrzela [2]. *In vivo* w obserwacji przez bronchofiberoskop, na zwłokach oraz na modelu płuc, przeanalizowali dokładnie zarówno rurki DLT-L, jak i DLT-R dostępne na rynku, a pochodzące od różnych producentów, i określili marginesy bezpieczeństwa zarówno dla populacji kobiet, jak i mężczyzn. Przyjęli, że u mężczyzn oskrzele główne lewe ma 49±8 mm, a prawe 19±6 mm długości, natomiast u kobiet odpowiednio 44±7 mm i 15±5 mm. Margines bezpieczeństwa dla rurek różnych producentów wynosi 4–8 mm po stronie prawej, a 16–19 mm po stronie lewej. Z kolei przygięcie lub odgięcie głowy chorego po intubacji może spowodować wsunięcie lub wysunięcie rurki nawet o 22 mm.

Hurford i wsp. po wykonaniu 236 intubacji opisali i przeanalizowali odsetek powikłań specyficznych dla intubacji rurkami dwuświatłowymi, zaliczając do nich: hipoksemię – 49%, wzrost wartości szczytowych ciśnień oddechowych – 9%, złą izolację płuc – 7%, powstanie pułapki powietrznej – 2% i uszkodzenie dróg oddechowych – 0,4%. DLT-R zna-

Adres do korespondencji: dr hab. n. med. Hanna Misiołek, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii ŚAM, 41-800 Zabrze, ul. 3-go Maja 13/15, tel./faks +48 32 370 16 17, e-mail: katanestz@slam.katowice.pl

miennie częściej ulegały przemieszczeniu (złemu ułożeniu), co skutkowało gorszą izolacją płuc [3]. Głównym argumentem przemawiającym przeciw używaniu DLT-R jest wysokie ryzyko niedodmy płata górnego płuca prawego, będącej konsekwencją zamknięcia jego światła nieprawidłowo umieszczoną rurką. Wynika to z anatomii drzewa oskrzelowego. Odejście oskrzela płatowego prawego górnego od oskrzela głównego następuje 1–2 cm poniżej rozdwojenia tchawicy. Po stronie lewej ta odległość wynosi 5–8 cm. Okazuje się również, że oskrzele górnopłatowe prawe może odchodzić bezpośrednio od tchawicy. W związku z tym niebezpieczeństwo nieprawidłowego ułożenia się rurki po stronie prawej jest znacznie większe niż po stronie przeciwnej. Ze względu na te anatomiczne zróżnicowania rurki DLT-R mają dodatkowy otwór umożliwiający wentylację płata górnego. Ta złożona konstrukcja rurek wpływa na ich wysoką cenę (prawie dwukrotnie wyższa od DLT-L). Duże prawdopodobieństwo zablokowania odejścia oskrzela do płata górnego obliguje bezwzględnie do bronchofiberoskopowej weryfikacji położenia takiej rurki. Jest jednak wiele sytuacji klinicznych, w których stosowanie DLT-R jest bezwzględnie konieczne. Należą do nich: egzofityczny ucisk powodujący kompresję oskrzela głównego lewego, wewnątrzoskrzelowy guz rosnący do światła oskrzela lewego, uszkodzenie (rozdarcie) tchawicy i oskrzela głównego lewego, lewostronne pneumonektomie, transplantacje lewego płuca, a także operacje tętniaka aorty piersiowej powodującego ucisk na lewe oskrzele główne [1].

Jawier i wsp. stosując zarówno DLT-R, jak i DLT-L w wybranych procedurach torakochirurgicznych, nie wykazali różnic w liczbie powikłań w postaci przemieszczenia czy złego usytuowania. Konkludując, autorzy uważają, że DLT-R mogą być używane w lewostronnych procedurach torakochirurgicznych bez wzrostu ryzyka niedodmy płata górnego płuca prawego [1].

Jak dobierać rozmiar rurki?

Po wyborze rodzaju dwuświatłowej rurki (DLT-L lub DLT-R) należy zastanowić się nad właściwym rozmiarem rurki. Uważa się, że najbardziej odpowiednim postępowaniem jest założenie rurki jak najlepiej dopasowanej do światła tchawicy. Zbyt duża rurka może jednak uszkodzić oskrzele, a zbyt mała łatwo ulega przemieszczeniom w głąb oskrzela i może zamykać wejście do oskrzela płata górnego. Z drugiej strony większa rurka pozwala na skuteczne odsysanie wydzieliny i stawia mniejszy opór dla przepływu powietrza w czasie wentylacji [2].

Istnieje w piśmiennictwie wiele sugestii, dotyczących doboru wielkości rurki do pacjenta. Slinger proponuje prosty sposób dopasowania rozmiaru rurki na podstawie płci i wzrostu. U wszystkich pacjentów o wzroście poniżej 160 cm zaleca zakładanie rurki o rozmiarze 35F, zaś u kobiet powyżej 160 cm intubowanie rurkami 37F. Mężczyznom o wzroście poniżej 170 cm zaleca się rozmiar rurki 39F, natomiast wyższym niż 170 cm – rurkę o rozmiarze 41F [4].

Inną stosowaną regułą w doborze rozmiaru rurki jest posługiwanie się wzorem matematycznym z użyciem odmiennych przeliczników dla kobiet i mężczyzn, uwzględniających szerokość tchawicy. Pomiar szerokości tchawicy wykonuje się na zdjęciu rentgenowskim klatki piersiowej, a otrzymany wynik mnoży przez 0,69 dla mężczyzn lub 0,68 dla kobiet. Otrzymana wielkość jest szerokością oskrzela głównego lewego. Na jej podstawie dobiera się odpowiedni rozmiar rurki (tab. I). Zewnętrzny wymiar oskrzela – 9,5 mm – wymaga zastosowania rurki 35F i odpowiednio: 10 mm – 37F, 10,1 mm – 39F, a 10,6 mm – 41F (wg rurek produkowanych przez firmę *Mallinckrodt*) [5, 6].

Rozmiar rurki powinien uwzględniać obecność nierozprężonego balonu, co oznacza, że powinno się jednak dobrać rurkę o średnicy 1–2 mm mniejszej od szerokości oskrzela. Wymiar oskrzela waha się w przedziale od 9 do 15,5 mm, a rozmiary rurek odpowiednio od 9,3 do 12 mm (zależnie od producenta) [5, 6].

Kolejny algorytm doboru rozmiaru rurki został opracowany przez Chow i wsp. [7]. Opiera się on na szerokości tchawicy. Chorzy o szerokości tchawicy poniżej 15 mm powinni otrzymać rurkę 35F, rurka 37F wskazana jest dla szerokości tchawicy pomiędzy 15 a 16 mm, 39F jest odpowiednia dla wymiaru tchawicy większego od 16 mm, ale mniejszego od 18 mm, zaś rurka 41F jest zarezerwowana dla pacjentów, u których szerokość tchawicy przekracza 18 mm. Chow napotkał w swojej pracy badawczej na problemy doboru odpowiedniej średnicy, a tym samym długości rurki, używając swojego algorytmu dla osobników niższego wzrostu w populacji azjatyckiej.

Brodsky, podejmując dyskusję zainicjowaną artykułami Chow i wsp., wyraził zdanie, że wysokość pacjenta nie ma bezpośredniego związku z wymiarem dróg oddechowych, podkreślając, że jedynym wskaźnikiem doboru rurek pozostaje wymiar dróg oddechowych. Uważa jednocześnie, że jedynym kryterium uznania rurki za zbyt dużą jest brak przecieku powietrza przed uszczelnieniem balonu oskrzelowego [8]. Jest to o tyle istotna informacja, że stosowanie zbyt dużych rurek może powodować uszkodzenie oskrzela (rozerwanie), co w efekcie grozi poważnymi skutkami z zapaleniem śródpiersia i zgonem włącznie [9]. Tym bardziej wydaje się to wysoce prawdopodobne, jeśli spojrzeć na różnicę w wymiarze oskrzelowej końcówki rurki

Tab. I. Zasady doboru wielkości lewej rurki dwuświatłowej [8]

Zmierzona szerokość tchawicy [mm]	Prognozowana szerokość oskrzela lewego [mm]	Zalecana wielkość rurki dwuświatłowej rozmiar [F]	Zewnętrzna średnica [mm]	
			na wysokość tchawicy	lewe światło
≥18	≥12,2	41	14–15	10,6
≥16	≥10,9	39	13–14	10,1
≥15	≥10,2	37	13–14	10,0
≥14	≥8,5	35	12–13	9,5
≥12,5	≥8,5	32	10–11	8,3
≥11	≥7,5	28	9,4	7,4

o podwójnym świetle. Między lewostronną rurką 32F a 41F firmy *Mallincrodt* różnica ta wynosi tylko 2,3 mm.

Regułę matematyczną stosuje się również do oceny głębokości wprowadzenia rurki. U pacjentów o wzroście 170 cm powinna ona być umieszczona na głębokości 28–29 cm. Głębokość należy korygować o 1 cm na każde 10 cm wzrostu [10]. Ze standardów wynika jednak, że tylko ostateczna wizualizacja położenia za pomocą bronchofiberoskopu jest najpewniejszym dowodem prawidłowego położenia i głębokości założonej rurki. Istnieją pewne empiryczne przesłanki, które mogą informować o samoistnym przemieszczeniu się rurki. Takim wskaźnikiem może być zmiana ciśnień wdechowych. Szegedi i wsp. twierdzą, że położenie rurki jest prawidłowe, jeśli ciśnienie szczytowe podczas wentylacji jednego płuca nie przekracza 150% ciśnienia obserwowanego w czasie wentylacji obu płuc [11]. Czułość tej metody wynosi 73%. Zbyt głębokie położenie skutkuje wysokimi ciśnieniami podczas wentylacji lewego płuca, ponieważ górne oskrzele lewego płuca zostaje przymknięte rurką dooskrzelową. Przywrócenie prawidłowego położenia wymaga podciągnięcia rurki o 0,5 cm. Z kolei wysokie ciśnienie pojawiające się w czasie wentylacji prawego płuca świadczy najprawdopodobniej o tym, że rurka jest wprowadzona zbyt płytko i balon oskrzelowy częściowo znajduje się w tchawicy, utrudniając przepływ powietrza do prawego płuca. Poprawa warunków wentylacji następuje wtedy po wsunięciu rurki o 0,5 cm głębiej.

Techniki intubacji dooskrzelowej

Do znieczuleń z wentylacją jednego płuca używa się obecnie prawie wyłącznie rurek dotchawiczych o podwójnym świetle, rzadko natomiast blokerów oskrzela i rurek dooskrzelowych. W praktyce klinicznej najczęściej stosowane są rurki Robertshawa do prawostronnej i lewostronnej intubacji wewnątrzoskrzelowej. Dystalny mankiet uszczelniający DLT-R ma szczelinowaty otwór służący do wentylacji górnego płata płuca prawego. Mankiety są dostępne w rozmiarach 35, 37, 39 i 41F, natomiast rozmiary 29 i 26F służą tylko do intubacji lewostronnej. Rurkę Robertshawa wprowadza się następująco: w pierwszym etapie zagięcie końcówki znajduje się na przedniej powierzchni rurki, natomiast gdy koniec rurki minie szparę głośni, rurkę należy obrócić o 90° (zagięcie rurki przesuwa się wtedy na stronę odpowiedniego oskrzela) i wolno przesuwać w głąb do wybranego oskrzela aż do wyczucia delikatnego oporu. Następnie należy uszczelnić mankiet proksymalny (znajdujący się w tchawicy), otworzyć wylot tchawiczy rurki i kontynuując wentylację przez kanał oskrzelowy, wypełniać mankiet oskrzelowy aż do stwierdzenia braku przecieku powietrza w ramieniu tchawiczym. Przy prawidłowo usytuowanej rurce wystarczą około 2–3 ml powietrza do prawidłowego uszczelnienia rurki w oskrzelu [1].

Takie postępowanie przy intubacji rurką dwuświatłową i konieczność bronchofiberoskopowego potwierdzenia położenia oraz dokonywania ewentualnych repozycji jest podkreślane w wielu doniesieniach [1, 2, 5, 7, 12, 13].

Intubując lewostronną rurką dwuświatłową z użyciem bronchofiberoskopu, wprowadza się go przez lewe światło rurki do lewego oskrzela, a następnie wykorzystując ten przyrząd jako prowadnicę, wprowadza się rurkę do lewego oskrzela. Przez światło tchawicze powinna być widoczna ostroga główna [1]. Przy intubacji rurką prawostronną wsuwa się bronchofiberoskop do prawego oskrzela, a następnie kontroluje położenie, uwidaczniając ostrogę prawego oskrzela głównego poniżej końca rurki. Po przejściu bronchofiberoskopu przez szczelinę wentylacyjną rurki można uwidocznić oskrzele górnopłatowe prawe. Po przełożeniu chorego na bok należy ponownie sprawdzić położenia rurki, osłuchując klatkę piersiową lub najlepiej ponownie używając bronchofiberoskopu. Inoue i wsp. wskazują w swej pracy na zależność między złym ułożeniem rurki a wystąpieniem dużego stopnia hipoksemii podczas znieczulenia z wentylacją jednego płuca. Badając 152 chorych poddanych intubacji rurką dwuświatłową (DLT), podczas weryfikacji bronchofiberoskopowej stwierdzili w 32% przypadków nieprawidłowe położenie końcówki rurki [13]. U większości chorych (59%), u których wystąpiła konieczność repozycji rurki po przełożeniu na bok, podczas śródoperacyjnego kontynuowania wentylacji jednego płuca (OLV) częściej notowano incydenty dyslokacji rurki, dające w efekcie ciężką hipoksemię. Zdaniem autorów tego doniesienia istnieją pewne czynniki predysponujące do przemieszczenia się DLT i następowej hipoksemii podczas OLV. Takie czynniki, jak: rodzaj procedury chirurgicznej, ruchy śródpiersia wywołane siłą grawitacji oraz kompresja – ucisk zawartością jamy brzusznej – mogą zmieniać stosunek między DLT a anatomią dróg oddechowych pacjenta. Z kolei Campos i wsp. zaobserwowali zmianę położenia DLT podczas śródoperacyjnej OLV mimo prawidłowego, początkowego umieszczenia rurki, potwierdzoną użyciem bronchofiberoskopu aż u 12–25% chorych [12].

Chorzy po wcześniejszej torakotomii należą do grupy wysokiego ryzyka wystąpienia problemów z prawidłowym ułożeniem rurki. Mimo że na zdjęciach rentgenowskich nie zauważa się poważnych zmian, to jednak wskutek adhezji płuca do ściany klatki piersiowej może dochodzić do zmiany pozycji struktur anatomicznych w obrębie oskrzela, co spowoduje trudności w dopasowaniu DLT do oskrzela i tchawicy. Inoue i wsp. podkreślają, że błędem w postępowaniu podczas wzrostu ciśnienia szczytowego przy wentylacji z użyciem DLT jest zmiana sposobu wentylacji z objętościowo-zmiennej na ciśnieniowo-zmienną [13]. Pamiętając o tym, że wentyluje się tzw. dobre płuco, można spowodować drastyczne obniżenie objętości oddechowej, co w rezultacie może doprowadzić do powstania niedodmy i hipoksemii [2, 3, 8, 13, 15–17].

Podsumowanie

Zakończona powodzeniem procedura intubacji rurką dwuświatłową to trudny, ale wstępny etap znieczulenia chorego do operacji otwarcia klatki piersiowej, a następnie wentylacji jednego płuca. Prawidłowe ułożenie rurki intubacyjnej w wybranym oskrzelu, potwierdzone w bronchofiberoskopii, zabezpiecza chorego przed wystąpieniem groźnych powikłań zarówno wentylacyjnych, oddechowych, jak i w konsekwencji hemodynamicznych.

Piśmiennictwo

1. Campos JH, Hallam EA, Van Natta T, Kernstine KH. Devices for lung isolation used by anesthesiologists with limited thoracic experience: comparison of double-lumen endotracheal tube, Univent torque control blocker, and Arndt wire-guided endobronchial blocker. Anesthesiology 2006; 104: 261-266.
2. Benumof JL, Parttridge BL, Salvatierra C, Keating J. Margin of safety in positioning modern double-lumen endotracheal tubes. Anesthesiology 1987; 67: 729-738.
3. Hurford WE, Alfille PH. A quality improvement study of the placement and complications of double-lumen endobronchial tubes. J Cardiothorac Vasc Anesth 1993; 7: 517-520.
4. Slinger P. Aview of and through double-lumen tubes. J Cardiothorac Vasc Anesth 2003; 17: 287-288.
5. Brodsky JB, Mackey S, Cannon WB. Selecting the correct size double-lumen tube. J Cardiothorac Vasc Anesth 1997; 11: 924-925.
6. Hannallah MS, Benumof JL, Ruttimann UE. The relationship between left mainstem bronchial diameter and patient size. J Cardiotorac Vasc Anesth 1995; 9: 119-121.
7. Chow MY, Liam BL, Lew TW, Chelliah RY, Ong BC. Predicting the size of double--lumen endobronchial tube based on tracheal diameter. Anesth Analg 1998; 87: 158-160.
8. Brodsky JB, Macario A, Mark JB. Tracheal diameter predicts double-lumen tube size: a method for selecting left double-lumen tubes. Anesth Analg 1996; 82: 861-864.
9. Hofmann HS, Rettig G, Radke J, Neef H, Silber RE. Iatrogenic ruptures of the tracheobronchial tree. Eur J Cardiothorac Surg 2002; 21: 649-652.
10. Brodsky JB, Lemmens HJ. Left double-lumen tubes: clinical experience with 1,170 patients. J Cardiothorac Vasc Anesth 2003; 17: 289-298.
11. Szegedi LL, Bardoczky GI, Engelman EE, d'Hollander AA. Airway pressure changes during one-lung ventilation. Anesth Analg 1997; 84: 1034-1037.
12. Campos JH, Massa FC, Kernstine KH. The incidence of right upper-lobe collapse when comparing a right-sided double-lumen tube versus a modified left double-lumen tube for left-sided thoracic surgery. Anesth Analg 2000; 90: 535-540.
13. Inoue S, Nishimine N, Kitaguchi K, Furuya H, Taniguchi S. Double lumen tube location predicts tube malposition and hypoxaemia during one lung ventilation. Br J Anaesth 2004; 92: 195-201.
14. Robertshaw FL. Low resistance double-lumen endobronchial tubes. Br J Anaesth 1962; 34: 576-579.
15. Hannallah M, Benumof JL, Silverman PM, Kelly LC, Lea D. Evaluation of an approach to choosing a left double-lumen tube size based on chest computed tomographic scan measurement of left mainstem bronchial diameter. J Cardiothorac Vasc Anesth 1997; 11: 168-171.
16. Hagihira S, Takashina M, Mori T, Yoshiya I. One-lung ventilation in patients with difficult airways. J Cardiothorac Vasc Anesth 1998; 12: 186-188.
17. Campos JH. Current techniques for perioperative lung isolation in adults. Anesthesiology 2002; 97: 1295-1301.