

ARTYKUŁ POGŁĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 02.03.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 06.03.2020

© Akademia Medycyny

Bronchoskopia w OIT *Bronchoscopy at the ICU*

Kamil Radzikowski¹, Krzysztof Karwan², Michał Pirożyński²

¹ Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa

² Centrum Alergologii, Pneumonologii i Medycyny Ratunkowej – Ośrodek Symulacji, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa



Streszczenie

W wielu oddziałach intensywnej terapii w Polsce bronchofiberoskop znalazł się w powszechnym użyciu. Stał się narzędziem, nie tylko wymaganym, lecz także coraz częściej wykorzystywanym. Specyfika oddziału, profil chorych oraz wyjątkowe zagrożenia epidemiologiczne powodują, że bronchofiberoskopia w OIT ma własne wytyczne i obostrzenia. W ostatnich latach krytyczne spojrzenie na wskazania i powikłania bronchoskopii u pacjentów w stanie ciężkim, zaowocowało opracowaniem oddzielnych standardów postępowania u takich chorych. Standardy te dotyczą przede wszystkim kwalifikacji do zabiegu, ze szczególnym uwzględnieniem wskazań oraz pilności. Duży nacisk kładzie się na wpływ samej procedury na parametry wentylacji. Powikłania bronchofiberoskopii u chorych w stanie ciężkim są częstsze i dotyczą 4-10% chorych. Ryzyko hipoksji jest bezpośrednio związane z wyjściowym poziomem saturacji krwi tętniczej. Wymaga to wdrożenia odpowiedniej strategii wentylacyjnej przed zabiegiem. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 57-63.*

Słowa kluczowe: bronchofiberoskopia, intensywna terapia

Abstract

In many intensive care units in Poland, bronchofiberoscopy is widely performed. Bronchofiberoscope has become a tool, not only required, but also increasingly used. The specificity of the ward, the profile of patients and exceptional epidemiological threats, cause that bronchofiberoscopy at the ICU has its own guidelines and restrictions. In recent years, a critical look at the indications and complications of bronchoscopy in severely ill patients has resulted in the development of separate standards for the management of such patients. These standards primarily concern qualifications for procedure, with particular emphasis on indications and urgency. Great emphasis is placed on the impact of the procedure on ventilation parameters. Complications of bronchofiberoscopy in severely ill patients are more common and affect 4-10% of patients. The risk of hypoxia is directly related to baseline arterial blood saturation. This requires the implementation of an appropriate ventilation strategy. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 57-63.*

Keywords: bronchofiberoscopy, intensive care

Wprowadzenie

Od czasu wprowadzenia w 2016 roku rozporządzenia ministra zdrowia „w sprawie standardu

organizacyjnego opieki zdrowotnej w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii” w wielu oddziałach intensywnej terapii w Polsce bronchofiberoskop znalazł się w powszechnym użyciu. Stał się nie tylko

narzędziem wymaganym, lecz także coraz częściej wykorzystywanym. Procedury i zabiegi bronchofiberoskopowe wykonywane przez pulmonologów nie różnią się zasadniczo od procedur przeprowadzanych przez specjalistów anestezjologii i intensywnej terapii. Jednak specyfika OIT, profil chorych oraz wyjątkowe zagrożenia epidemiologiczne powodują, iż anestezjologowie mają własne wytyczne i obostrzenia dotyczące bronchofiberoskopii.

Wskazania do bronchoskopii

Klasykne wskazania do bronchoskopii dzieli się na dwie grupy: wskazania diagnostyczne i terapeutyczne. Wskazania diagnostyczne można dalej podzielić na radiologiczne (jako poszerzenie diagnostyki) oraz kliniczne (gdy objawy sugerują patologie płucne). Szczegółowe omówienie wskazań do bronchoskopii z uwzględnieniem powyższego podziału przedstawia tabela I. Klasykny podział nie zawsze znajduje zastosowanie w praktyce klinicznej. W oddziałach OIT znaczny odsetek badań wykonuje się ze wskazań „mieszanych” diagnostyczno- terapeutycznych [1,2].

Wskazania do bronchofiberoskopii u pacjentów w stanie ciężkim, również u tych wentyloowanych mechanicznie, generalnie nie różnią się od wskazań ogólnych do tego typu procedury. Jednak ze względu wyjściowo gorszy stan ogólny chorych leczonych w oddziałach intensywnej terapii, różnice w postępowaniu wynikają z innych priorytetów. Niezwykle istotnym czynnikiem uwzględnianym przy wyborze

metody diagnostycznej/terapeutycznej jest kryterium pilności badania. W piśmiennictwie wyodrębnia się szczególne wskazania do badania endoskopowego u chorych w stanie ciężkim [3-5].

British Thoracic Society (BTS) w swoich zaleceniach z 2013 roku wyróżniło typowe wskazania do bronchofiberoskopii dla pacjentów OIT [3].

Niedodma płatowa

Patologia ta może dotyczyć zarówno całych płatów, jak i segmentów płuc. Wentylacja mechaniczna, zwłaszcza inwazyjna obciążona jest znacznym ryzykiem powstawania niedodmy. Wynika to przede wszystkim z przedłużonego okresu leżenia w pozycji na plecach (a co za tym idzie innego rozłożenia stref Westa) oraz z ograniczonej możliwości samooczyszczania się dróg oddechowych. W przypadku intubacji bez odsysania podgłośniowego występuje zwiększone ryzyko wentylacyjnego zapalenia płuc.

W związku z powyższym autorzy brytyjskich rekomendacji sprawdzili, na podstawie przeglądu piśmiennictwa, jakie zastosowanie może mieć endoskopowa toaleta drzewa oskrzelowego.

Stwierdzono, iż:

- profilaktyczna bronchoskopia nie powinna być wykonywana u chorych wentyloowanych
- bronchoskopia powinna być wykonywana u niektórych chorych w celach terapeutycznych (i diagnostycznych); w przypadku stwierdzenia niedodmy bronchoskopię wykonuje się w celach leczeni-

Tabela I. Wskazania do bronchoskopii

Table I. Bronchoscopy indications

Wskazania diagnostyczne		Wskazania terapeutyczne
kliniczne	radiologiczne	
<ul style="list-style-type: none"> • uporczywy kaszel • wykrztuszenie ropnej wydzieliny lub mas serowatych • krwioplucie • duszność nietypowym charakterze • dodatkowe szmery oddechowe • cechy zapalenia • nawracające zapalenia dróg oddechowych • kontrola pooperacyjna • podejrzenie urazu dróg oddechowych • podejrzenie choroby nowotworowej • podejrzenie urazu inhalacyjnego (chemicznego, termicznego) dróg oddechowych 	<ul style="list-style-type: none"> • niedodma lub rozedma obturacyjna • rozlane zmiany płucne • zniekształcenie oskrzela • ruch wahadłowy śródpiersia • powiększenie węzłów chłonnych wnek • cień okrągły • przewlekające zapalenie opłucnej 	<ul style="list-style-type: none"> • zalegająca wydzielina • ciało obce • niedodma pooperacyjna • zwężenie oskrzeli • krwawienia • proteinoza • aspiracja szkodliwych substancji

cych lub dla złagodzenia jej objawów [3].

Zespół ostrej niewydolności oddechowej (ARDS – acute respiratory distress syndrome), jako przykład rozsianej niedodmy, został również uwzględniony w wytycznych BTS. Przeanalizowano piśmiennictwo pod kątem przydatności bronchoskopii zarówno w zakresie diagnostyki, jak i ewentualnej terapii. Autorzy brytyjskich wytycznych nie znaleźli wystarczających danych wskazujących na przydatność analizy płynu pozyskanego z BALF w diagnostyce i różnicowaniu stopnia ciężkości ARDS. Badania przeprowadzone przez dr Miller w OIT Kliniki Anestezjologii i Intensywnej Terapii CMKP wykazały obecność korelacji pomiędzy właściwościami fizycznymi surfaktantu płucnego a patogenezą i rokowaniem w ARDS. Powyższe badania nie zostały jednak wykorzystane w praktyce klinicznej [6].

Krwioplucie/krwawienie z dróg oddechowych

Krew w wydzielinie odsysanej z dróg oddechowych lub krew odpływająca przez przytomnego pacjenta są dość częstym zjawiskiem u chorych w OIT. Krwotoki z dróg oddechowych spotykane są znacznie rzadziej. Retrospektywne badania pokazują, iż bronchofibroskopia w sytuacji krwioplucia/krwawienia z dróg oddechowych jest procedurą o mniejszej przydatności w porównaniu do tomografii komputerowej (CT). BTS zaleca badanie endoskopowe tylko wtedy, gdy CT jest niemożliwa do wykonania lub gdy wynik CT jest nie-diagnostyczny. Oczywiście bronchoskopia ratunkowa, celem czasowego zapatrzania krwawienia, nadal ma zasadnicze znaczenie w przypadku krwotoków z dróg oddechowych. Wykonywana jest w trybie pilnym przed zastosowaniem leczenia chirurgicznego lub metod radiologii interwencyjnej [3].

Diagnostyka zakażeń

Respiratorowe zapalenie płuc (VAP – ventilator associated pneumonia) jest jednym z najczęstszych powikłań leczenia w OIT. Szybka i skuteczna diagnostyka mikrobiologiczna jest tematem wielu badań retrospektywnych i prospektywnych. W piśmiennictwie znaleźć można liczne prace na temat skuteczności takich metod małoinwazyjnych jak: płukanie oskrzelowo-pęcherzykowe (BAL – bronchoalveolar lavage), wymazy szczoteczkowe (w teleskopowej osłonie) czy

mini BAL za pomocą cewników (również w teleskopowej osłonie). Autorzy wytycznych brytyjskich, oceniali skuteczność technik małoinwazyjnych w porównaniu do endoskopowego płukania oskrzelowo-pęcherzykowego. Wykazano, iż techniki bronchoskopowe nie wykazują wyższości czułości w porównaniu do metod małoinwazyjnych [3]. Jednak zasadniczym ograniczeniem jest dostępność tych narzędzi (zwłaszcza w warunkach polskich).

Ograniczenia metody BAL u pacjentów z niewydolnością oddechową wynikają z samej techniki badania. Do płukania obszaru jednego subsegmentu płuca należy użyć 100-200 ml izotonicznego roztworu NaCl o temperaturze 37°C [7]. Pozwala to na uzyskanie materiału nie tylko z oskrzeli, ale przede wszystkim z około 5-20 mln pęcherzyków należących do danego subsegmentu. Ta objętość nie wywołuje znacznych zaburzeń gazometrycznych i okazuje się optymalna pod kątem wartości diagnostycznej [8]. Tak duża objętość płynu u chorych wentylowanych mechanicznie może prowadzić do pogłębienia niewydolności oddechowej. Jednak w dostępnym piśmiennictwie zaburzenia gazometryczne przyczyniały się do przedwczesnego przerwania bronchofibroskopii u niewielkiej liczby chorych [9-11]. Z kolei płukanie objętością równą lub mniejszą niż 60 ml skutkuje tym, że pobrany materiał pochodzi prawie wyłącznie z oskrzeli. Wynik BAL jest wówczas nie diagnostyczny [3,12].

Oparzenie dróg oddechowych

Bronchofibroskopia wymieniana jest w piśmiennictwie jako jedno z podstawowych narzędzi diagnostycznych i terapeutycznych w postępowaniu z chorymi z oparzeniem dróg oddechowych [13]. Od momentu powstania na terenie Polski ośrodków leczenia oparzeń z oddziałościami intensywnej terapii, bronchoskopia jest złotym standardem postępowania w przypadkach oparzeń dróg oddechowych. Choć uszkodzenie termiczne błony śluzowej dróg oddechowych występuje natychmiast po urazie, objawy kliniczne mogą ujawnić się z opóźnieniem nawet do 12 godzin. Uważa się, iż nierozpoznane oparzenie dróg oddechowych może prowadzić do powstania ostrej niewydolności oddechowej nawet do 5 doby od urazu [14]. Uraz termiczny dróg oddechowych stwierdza się u około 20% oparzonych. Ryzyko zgonu w tej grupie chorych wynosi 31%. Większość doniesień odwołuje się do czterostopniowej skali w ocenie stopnia oparzenia dróg oddechowych

w obrazie bronchofiberoskopowym [15] (Tabela II). W piśmiennictwie na temat zastosowania bronchofiberoskopii, coraz częściej mówi się o pozytywnym rokowniczo wpływie bronchoskopii terapeutycznej u chorych oparzonych [16].

Tabela II. Stopień oparzenia dróg oddechowych w obrazie bronchofiberoskopowym
Table II. The degree of burn of the airways in the bronchofiberoscopic image

Stopień oparzenia	Obraz bronchofiberoskopowy
0	brak cech makroskopowych oparzenia
1	łagodny obrzęk i przekrwienie, ewentualnie z sadzą
2	znaczny obrzęk i przekrwienie, ewentualnie z sadzą
3	owrzodzenia, martwica, sucha błona śluzowa, zniesienie odruchu kaszlowego, spływanie całych płatów błony śluzowej, demarkacja błony śluzowej, widoczne chrząstki niepokryte błoną śluzową (ze zwęglaniem lub bez zwęglania)

Tracheostomia przezskórna (PDT, ang. *percutaneous dilatational tracheostomy*)

Metoda tracheostomii przezskórnej uważana jest za bezpieczniejszą w porównaniu do klasycznej tracheostomii chirurgicznej. Liczne metaanalizy wskazują, iż PDT obciążona jest mniejszą ilością powikłań. Do najczęściej stosowanych technik tracheostomii przezskórnej należą: metoda Ciaglii (technika Blue Rhino oraz Blue Dolphin), metoda Griggsa, metoda Fantoniego oraz metoda Percu-Twist. Wszystkie wymienione metody można wykonywać bezpiecznie pod kontrolą wzroku. Bronchofiberoskopia staje się aktualnie podstawowym narzędziem stosowanym przy procedurze PDT [17].

Bezpieczeństwo wykonania bronchofiberoskopii, przeciwwskazania, powikłania i technika wykonania badania w OIT

Badanie bronchoskopowe u pacjenta w OIT (zwłaszcza wentylowanego mechanicznie) różni się od badania wykonywanego w pracowni endoskopowej. Różnice dotyczą przede wszystkim techniki wykonania i bezpieczeństwa zabiegu.

Większość zabiegów w OIT wykonywana jest u chorych niewydolnych oddechowo, wentylowanych mechanicznie przez sztuczne drogi oddechowe. Taka sytuacja ma swoje zalety (możliwość zapewnienia głębszej sedacji, dostarczanie powietrza ze znacznie wyższą zawartością tlenu). Jednak ze względu na brak współpracy z chorym, a także na skutek tarcia fiberoskopu o ścianę rurki intubacyjnej lub tracheotomijnej ryzyko uszkodzenia endoskopu jest większe. Wprowadzenie do użytku endoskopów jednorazowych lub z wymienną jednorazową osłoną zaowocowało licznymi publikacjami poruszającymi kwestie przydatności i kosztów wykorzystania tego typu narzędzi. Marshall i wsp. potwierdzili przydatność jednorazowych endoskopów w OIT. Sumaryczny koszt procedury bronchofiberoskopii z wykorzystaniem sprzętu wielorazowego użytku, przy uwzględnieniu ceny amortyzacji sprzętu, czyszczenia i dezynfekcji, a także kosztów ewentualnej naprawy, nie był w opinii autorów niższy niż koszt procedury z wykorzystaniem sprzętu jednorazowego. Zastrzeżenia może budzić zakres wskazań do endoskopii aparatem jednorazowym – intubacja oraz przezskórna tracheostomia [18].

Technika wykonania bronchofiberoskopii

W piśmiennictwie na temat bronchoskopii u chorych wentylowanych mechanicznie, duży nacisk kładzie się na wpływ samej procedury na parametry wentylacji, zwłaszcza na parametry wymiany gazowej.

Na ryzyko wystąpienia hipoksji w trakcie bronchoskopii wpływa wyjściowa wartość saturacji krwi tętniczej pacjenta (SaO_2), jego wydolność oddechowa oraz choroby współistniejące. W związku z powyższym należy rozważnie kwalifikować pacjentów do badania oraz wdrożyć odpowiednią strategię wentylacji.

Podczas bronchofiberoskopii wykonywanej w warunkach ambulatoryjnych bronchoskop zajmuje około 10% powierzchni przekroju dróg oddechowych, co przeważnie pozostaje bez wpływu na opór w drogach oddechowych. Gdy bronchofiberoskopia wykonywana jest przez sztuczne drogi oddechowe dobór grubości bronchoskopu może mieć już krytyczne znaczenie dla bezpieczeństwa procedury. Przykładowo, bronchoskop o grubości 5,7 mm zmniejsza średnicę rurki intubacyjnej o rozmiarze 9 mm o około 40%, rurki o rozmiarze 8 mm – o około 51%, a rurki o rozmiarze 7 mm aż o 70%. Wobec tego wybór cieńszego endoskopu może znacząco wpływać na parametry

wentylacji. Uważa się, iż tylko fiberoskop o średnicy 4mm nie zmienia parametrów wentylacji przez rurkę o średnicy 7-8 mm [3,19]. Częściowe zwężenie dróg oddechowych przez endoskop skutkuje zwykle spadkiem pojemności życiowej i natężonej pierwszosekundowej objętości wydechowej (FEV_1). Jednocześnie wzrasta objętość zalegająca (o 12-33%), opór w drogach oddechowych (o 23%) oraz czynnościowa pojemność zalegająca - FRC (o 30%). Powyższe zależności mogą prowadzić do wyraźnego wzrostu pracy oddechowej u pacjentów niewydolnością oddechową oraz do spadku prężności tlenu (PaO_2) we krwi tętniczej do 10-30%. Przytoczone objawy niepożądane mogą wystąpić u 25% chorych i utrzymywać się nawet 24 godziny. Niekorzystne zmiany parametrów wymiany gazowej prowadzą często do zaburzeń hemodynamicznych [20].

W związku z powyższymi Ergan i wsp. zalecają następujące postępowanie okołozabiegowe:

- różnica w średnicy rurki intubacyjnej i endoskopu nie powinna być mniejsza niż 2 mm
- preoksygenacja 1,0 fiO_2 przez 15 min,
- wentylacja kontrolowana preferowana przed wspomaganą lub spontaniczną,
- wentylacja ze stałą objętością preferowana przed wentylacją stałym ciśnieniem roboczym,
- zwiększenie limitu PIP (szczytowe ciśnienie wdechowe),
- zalecane obniżenie końcowo-wydechowego ciśnienia w drogach oddechowych (PEEP) do 0 cm H_2O lub przynajmniej o 50%,
- zalecane fiO_2 0,5-1,0 przez całą procedurę oraz przynajmniej 30 min po zabiegu,
- możliwie krótkie okresy ssania,
- monitorowanie parametrów wentylacji,
- monitorowanie parametrów życiowych [4].

Powikłania bronchoskopii

Badanie bronchoskopowe w standardowych warunkach obarczone jest niewielkim ryzykiem powikłań, wynoszącym około 0,02-1,1%. Powikłania wynikają zazwyczaj z obecności chorób towarzyszących i dotyczą raczej osób starszych (powyżej 70 r.ż.). Należą do nich:

- zaburzenia rytmu,
- hipoksemia,
- podwyższenie ciepłoty ciała,
- hiperkapnia,
- odma opłucnowa i krwawienia (powikłanie biop-

sji) [1].

Doniesień na temat powikłań bronchoskopii u chorych w stanie krytycznym jest zdecydowanie mniej. Uważa się, iż powikłania te występują u około 4-10% pacjentów i są one identyczne jak w ogólnej populacji.

Ze względu na częstsze powikłania zabiegu u chorych w stanie krytycznym Ergan i Nava rozszerzyli i doprecyzowali przeciwwskazania w tej grupie chorych. Przeciwwskazaniami do bronchofiberoskopii u chorych w stanie krytycznym są [4]:

- ciężka hipoksemia wymagająca $fiO_2 > 0,9$,
- aktywne ograniczenie przepływu powietrza z ciężką hiperinflacją pęcherzyków,
- niezaopatrzona odma opłucnowa,
- ciężkie nadciśnienie płucne,
- znaczna niestabilność hemodynamiczna mimo wlewu amin presyjnych,
- niestabilna arytmia,
- ostry zespół wieńcowy (< 4 tygodni),
- poziom płytek poniżej 20 tys. dla BAL i bronchoskopii; poniżej 50 tys. dla biopsji,
- wydłużone czasy krzepnięcia (wskaźnik INR i czas APTT),
- ciężkie nadciśnienie wewnątrzczaszkowe [4].

Bronchofiberoskopia u dzieci hospitalizowanych w OIT

Pierwsze zalecenia dotyczące bronchofiberoskopii wykonywanej w populacji pediatrycznej zostały opublikowane w 1991 (Amertian Thoracic Society), natomiast kolejne w 2003 roku przez European Respiratory Society [21,22].

Wskazania do wykonania bronchofiberoskopii u dzieci hospitalizowanych w oddziale intensywnej terapii nie różnią się w zasadzie od tych opracowanych dla dorosłych [23].

Większość podkreśla ze bronchofiberoskopia w tej populacji przyczynia się bardzo często do wyboru optymalnej terapii dla niemowląt jak i dzieci. Bronchofiberoskopia pozwala na wcześniejszą identyfikację wrodzonych wad układu oddechowego (m.in. wrodzonych przetok tchawiczno-przełykowych) [24]. Field-Ridley i wsp. w swojej analizie prac, dotyczących bronchofiberoskopii w populacji dzieci poddawanych leczeniu w OIT, wykazali, że wykonanie bronchofiberoskopii przyczyniło się do zmiany leczenia w 28,9% (od 21,9% do 69,2%) przypadków. Autorzy analizy

podkreślają, dużą użyteczność diagnostyczną badania (przeciętnie aż 82%) przy dość niskim odsetku powikłań wynoszącym 12,9%. Spośród tych 12,9% powikłań jedynie 2,1% chorych wymagała interwencji medycznej [23]. Na podstawie przeprowadzonej analizy i wcześniejszych doniesień autorzy stwierdzili, że bronchofiberoskopia u chorych dzieci hospitalizowanych w OIT jest badaniem bezpiecznym, wiele wnoszącym do postępowania lekarskiego w tej grupie chorych.

Podsumowanie

Od kilku lat obserwuje się coraz częstsze wykorzystywanie bronchofiberoskopu przez anestezjologów. Badanie endoskopowe w warunkach OIT, wykonane dotychczas przez pulmonologa, nadal stanowi element wysokospecjalistycznej diagnostyki, jednak coraz częściej wykonywane jest przez anestezjologów. Bronchofiberoskopia jest obok ultrasonografii jednym

z elementów diagnostyki i terapii stanów ciężkich, w tym także stanów nagłych. W ostatnich latach krytyczne spojrzenie na wskazania i powikłania bronchoskopii w pacjentów w stanie ciężkim zaowocowało opracowaniem oddzielnych standardów postępowania u takich chorych.

Konflikt interesów / Conflict of interest
Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Kamil Radzikowski
Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego
Szpital im. W. Orłowskiego
ul. Czerniakowska 231; 00-416 Warszawa
☎ (+48 22) 625 02 53
📧 kl.anestezjologii@szpital-orlowskiego.pl

Piśmiennictwo/References

1. Pirożyński M. Bronchofiberoskopia. Bielsko-Biała: Wydawnictwo α-medica press; 2011.
2. Pirożyński M. Bronchofiberoskopia w oddziale intensywnej terapii. Warszawa: Fundacja na Rzecz Bezpiecznego Znieczulenia; 2011.
3. Du Rand IA, Blaikley J, Booton R, Chaudhuri N, Gupta V, Khalid S, et al. British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE. *Thorax*. 2013;68(Suppl 1):i1-44.
4. Ergan B, Nava S. The use of bronchoscopy in critically ill patients: considerations and complications. *Expert Rev Respir Med*. 2018;12:651-63.
5. Guerreiro da Cunha Frago E, Goncalves JM. Role of fiberoptic bronchoscopy in intensive care unit: current practice. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2011;18:69-83.
6. Miller E, Pirożyński M, Pawelec M, et al. Ocena czynności surfaktantu płucnego we wczesnej fazie ostrej niewydolności oddechowej u pacjentów wymagających wentylacji mechanicznej. *Anest Intens Terap*. 2005;37:62.
7. Pirozynski M, Sliwinski P, Zielinski J. Effect of different volumes of BAL fluid on arterial oxygen saturation. *Eur Respir J*. 1988;1:943-7.
8. Medford AR, Millar AB. Safety of Broncho-alveolar Lavage in Ventilated Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. *J Bronchol*. 2007;14:215.
9. Papazian L, Gannier M. Indications of BAL, lung biopsy, or both in mechanically ventilated patients with unexplained infiltrations. *Eur Respir J*. 2003;21:383-4.
10. Bulpa PA, Dive AM, Mertens L, Delos MA, Jamart J, Evrard PA, et al. Combined bronchoalveolar lavage and transbronchial lung biopsy: safety and yield in ventilated patients. *Eur Respir J*. 2003;21:489-94.
11. Schnabel RM, van der Velden K, Osinski A, Rohde G, Roekaerts PM, Bergmans DC. Clinical course and complications following diagnostic bronchoalveolar lavage in critically ill mechanically ventilated patients. *BMC Pulm Med*. 2015;15:107.
12. Riaz OJ, Malhotra AK, Aboutanos MB, Duane TM, Goldberg AE, Borchers CT, et al. Bronchoalveolar lavage in the diagnosis of ventilator-associated pneumonia: to quantitate or not, that is the question. *Am Surg*. 2011;77:297-303.
13. Sheridan RL. Fire-Related Inhalation Injury. *N Engl J Med*. 2016;375:464-9.
14. Masanes MJ, Legendre C, Lioret N, Saizy R, Lebeau B. Using bronchoscopy and biopsy to diagnose early inhalation injury. Macroscopic and histologic findings. *Chest*. 1995;107:1365-9.
15. Chou SH, Lin SD, Chuang HY, Cheng YJ, Kao EL, Huang MF. Fiber-optic bronchoscopic classification of inhalation injury: prediction of acute lung injury. *Surg Endosc*. 2004;18:1377-9.
16. Walker PF, Buehner MF, Wood LA, Boyer NL, Driscoll IR, Lundy JB, et al. Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review. *Crit Care*. 2015;19:351.

17. Radzikowski K, Grzech P, Pirożyński M, Zielińska-Borkowska U. Przewodna tracheostomia z wykorzystaniem bronchofiberoskopii. *Anest Ratow.* 2017;11:70-4.
18. Marshall DC, Dagaonkar RS, Yeow C, Peters AT, Tan SK, Tai DY, et al. Experience With the Use of Single-Use Disposable Bronchoscope in the ICU in a Tertiary Referral Center of Singapore. *J Bronchology Interv Pulmonol.* 2017;24:136-43.
19. Ricou B, Grandin S, Nicod L, Thorens JB, Suter PM. Adult and paediatric size bronchoscopes for bronchoalveolar lavage in mechanically ventilated patients: yield and side effects. *Thorax.* 1995;50:290-3.
20. Matsushima Y, Jones RL, King EG, Moysa G, Alton JD. Alterations in pulmonary mechanics and gas exchange during routine fiberoptic bronchoscopy. *Chest.* 1984;86:184-8.
21. Green CG, Eisenberg J, Leong A, Nathanson I, Schnapf BM, Wood RE. Flexible endoscopy of the pediatric airway. *Am Rev Respir Dis.* 1992;145:233-5.
22. Midulla F, de Blic J, Barbato A, Bush A, Eber E, Kotecha S, et al. Flexible endoscopy of paediatric airways. *Eur Respir J.* 2003;22:698-708.
23. Field-Ridley A, Sethi V, Murthi S, Nandalike K, Li ST. Utility of flexible fiberoptic bronchoscopy for critically ill pediatric patients: A systematic review. *World J Crit Care Med.* 2015;4:77-88.
24. Chhawchharia R, Sachdev A, Gupta D, Gupta N. Utility of flexible fiberoptic bronchoscopy in Neonatal intensive Care Unit. *Eur Respir J.* 2019;54:PA1068.