

## Zastosowanie plazmowej koagulacji argonowej w leczeniu nowotworowych i nienowotworowych zwężeń dróg oddechowych

The use of argon plasma coagulation for treatment of malignant and nonmalignant airway stenoses



Zbigniew Grochowski, Henryk Olechnowicz, Wojciech Czajkowski, Janusz Warmus

Oddział Chirurgii Klatki Piersiowej, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, Kraków

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2006; 3 (4): 377–382

### Streszczenie

**Cel pracy:** Celem pracy jest ocena możliwości zastosowania plazmowej koagulacji argonowej (*argon plasma coagulation* – APC) w endoskopowym udrażnianiu zwężeń dróg oddechowych oraz opanowywaniu krwawień do drzewa oskrzelowego.

**Materiał i metody:** Badaniem objęto 64 pacjentów (25 kobiet, 39 mężczyzn), wykonano 82 zabiegi udrażniania drzewa oskrzelowego. W 40 przypadkach zabieg kończono założeniem różnych rodzajów stentów oskrzelowych. U 36 chorych wskazaniem do APC była niedrożność i krwawienie do dróg oddechowych w przebiegu nowotworu złośliwego. U 28 chorych APC zastosowano do usuwania ziarniny w pointubacyjnych i potracheostomijnych zwężeniach krtani i tchawicy.

**Wyniki:** U 56 chorych (87,5%) stwierdzono natychmiastową poprawę wydolności oddechowej oraz ustanie krwawień do drzewa oskrzelowego. U ośmiu pacjentów (12,5%) poprawa wydolności oddechowej nastąpiła po 2–3 dniach. U dwóch chorych (3,1%) wystąpiły powikłania w postaci nasilonego krwawienia do drzewa oskrzelowego oraz krótkotrwałego wybuchu płomienia w drogach oddechowych.

**Wnioski:** APC jest skutecznym narzędziem w przywracaniu drożności dróg oddechowych oraz opanowywaniu krwawień w przypadkach nowotworowych i nienowotworowych zwężeń, jednakże ze względu na możliwości wystąpienia poważnych powikłań zabieg ten powinien być wykonywany przez doświadczonych endoskopistów.

**Słowa kluczowe:** APC, plazma argonowa, zwężenie dróg oddechowych.

### Abstract

**Aim:** To assess the feasibility of argon plasma coagulation (APC) in the endoscopic clearing of airway stenosis and in the management of bleeding into the bronchial tree.

**Material and methods:** A total of 64 patients (F-25, M-39) were considered in this study; 82 procedures of clearing airway stenosis were performed. In 40 cases the interventions included bronchial stent implantations. In 36 patients indications for APC were airway obstruction and bleeding into the bronchial tree as a result of malignant tumours. In 28 patients APC was used to resect granuloma in the larynx and trachea due to intubation and tracheostomy.

**Results:** In 56 patients (87.5%) an instantaneous improvement in ventilation parameters and stoppage of bleeding were observed. In 8 patients (12.5%) the ventilation parameters improved after 2-3 days. In 2 patients (3.1%) complications occurred, namely exacerbation of bleeding into the bronchial tree and a short flame in the airways.

**Conclusions:** APC is an effective tool to reestablish airway patency and manage bleeding caused by benign and malignant lesions. However, considering the possibility of complications, this procedure should be undertaken by experienced specialists.

**Key words:** APC, argon plasma, airway stenosis.

### Wstęp

Leczenie chorych z przeszkodą w drogach oddechowych, pomimo ogromnego postępu technologicznego, jest nadal dużym problemem terapeutycznym.

Bez względu na przyczynę (nowotworową czy nienowotworową) niedrożność dróg oddechowych jest bezpośrednim zagrożeniem dla życia chorego i wymaga pilnej interwencji, mającej na celu przywrócenie prawidłowej

**Adres do korespondencji:** dr n. med. Zbigniew Grochowski, Oddział Chirurgii Klatki Piersiowej, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II, 31-202 Kraków, ul. Prądnicka 80, tel. +48 12 614 20 28, faks +48 12 614 34 31, e-mail: grochowskiz@poczta.onet.pl

Tab. I. Dane demograficzne i rodzaje zabiegów

N=64	
kobiety	25 (39,1%)
mężczyźni	39 (60,9%)
<b>wiek w latach</b>	
chorzy z chorobą nowotworową	61,5 (49–77)
chorzy nienowotworowi	52,1 (6–74)
<b>liczba zabiegów</b>	
liczba zabiegów z założeniem stentu	40 (48,8%)
stent silikonowy Y	8
stent silikonowy T	27
stent silikonowy Dumon	4
stent samorozprężalny Ultraflex	1
<b>typy zastosowanych sond</b>	
giętka sonda teflonowa	36 (43,9%)
sztynna sonda	46 (56,1%)

wentylacji. Obturacja tchawicy i oskrzeli głównych objawia się narastającą dusznością, kaszlem, krwiopluciem oraz zapaleniem płuc na skutek niedodmy. Metodą z wyboru w leczeniu zwężeń tchawicy jest resekcja odcinkowa z następowym zespoleniem koniec do końca. Jedynie takie postępowanie daje szansę na pełne wyleczenie [1–6].

Wśród schorzeń nowotworowych tchawicy dominują nowotwory złośliwe [2, 6]. Ze względu na typ wzrostu i ich lokalizację zmiany te rzadko wykrywane są na tyle wcześnie, by możliwe było radykalne leczenie chirurgiczne. O nieoperacyjności decyduje zaawansowanie miejscowe oraz rozsiew nowotworowy [6].

Łagodne zwężenia pointubacyjne i potracheostomijne tchawicy o wiele częściej poddają się leczeniu chirurgicznemu poprzez resekcję odcinkową. Jednak tutaj również istnieje grupa chorych, u których takie leczenie nie jest możliwe z powodu rozległości zmian lub z powodu znacznego stanu zapalnego [5].

W przypadkach, które nie kwalifikują się do interwencji chirurgicznej, w pierwszej kolejności konieczne jest udrożnienie drzewa oskrzelowego. Obecnie stosowane są liczne endoskopowe techniki usuwania patologicznej tkanki z drzewa oskrzelowego. Wymienić należy mechaniczne usuwanie tkanki za pomocą szczypic [7], rozszerzanie dróg oddechowych [7], elektrokoagulacja [8], laser Nd-YAG [9, 10], krioterapia [11, 12]. Coraz powszechniej stosowana jest plazmowa koagulacja argonowa (*argon plazma coagulation* – APC).

Plazmowa koagulacja argonowa jest techniką stosowaną w chirurgii niemal od 20 lat [13, 14]. Jest to koagulacja termiczna, która wykorzystuje zjawisko bardzo do-

bręgo przewodnictwa prądów o wysokiej częstotliwości przez zjonizowany argon – plazmę argonową. Terminem plazma określane są cztery stany skupienia materii, odmienny od stałego, płynnego oraz gazowego. Zjonizowany argon (plazma argonowa) pozwala na przepływ prądu wysokiej częstotliwości bezpośrednio do tkanki bez konieczności kontaktu z aplikatorem (koagulacja bezdotykowa) [15, 16]. Na koagulowanej powierzchni dochodzi do powierzchniowej martwicy koagulacyjnej na skutek zblanszowania błony śluzowej, tzn. jej ugotowania, przy czym dotyczy to jedynie warstwy wierzchniej z jednoczesnym zachowaniem głębszych warstw, w tym chrząstek [16]. Głębokość penetracji zależy od czasu aplikacji (2 s – 2 mm, 5 s – 3 mm, maks. – 4 mm) [17]. Dochodzi także do odparowania wody i obkurczenia tkanki o ok. 50%. Możliwa jest tzw. koagulacja *za rogim* – to znaczy, że pole koagulowane nie musi znajdować się na wprost aplikatora, gdyż strumień plazmy kieruje się najkrótszą drogą do koagulowanej tkanki [16]. APC jest szczególnie skuteczna w opanowywaniu krwawień. Dzięki takiemu powierzchniowemu działaniu jest to bardzo bezpieczne narzędzie zarówno w udrażnianiu drzewa tchawiczo-oskrzelowego, jak i opanowywaniu krwawień z tkanki nowotworowej [15, 17–20].

Zestaw APC składa się ze źródła argonu, komputerowo kontrolowanego generatora prądów wysokiej częstotliwości oraz różnego typu aplikatorów endoskopowych. Giętkie aplikatory są wprowadzane poprzez kanał roboczy bronchofiberoskopu, aplikatory sztywne wprowadza się poprzez bronchoskop sztywny. Zabieg może być wykonywany w znieczuleniu miejscowym przy użyciu bronchofiberoskopu z zastosowaniem giętkiej teflonowej sondy lub w znieczuleniu ogólnym i zwiotczeniu z zastosowaniem bronchoskopu sztywnego oraz sztywnych sond [16–18].

## Cel pracy

Celem pracy jest ocena możliwości zastosowania APC w endoskopowym udrażnianiu zwężeń dróg oddechowych oraz opanowywaniu krwawień do drzewa oskrzelowego.

## Materiał i metody

Retrospektywną analizą objęto 64 chorych, 25 kobiet i 39 mężczyzn, hospitalizowanych od maja 2002 r. do stycznia 2006 r. (tab. I). Do endoskopowej terapii przy użyciu APC kwalifikowano dwie grupy chorych z niedrożnością i krwawieniem do dróg oddechowych. Pierwsza z nich to pacjenci z nieoperacyjnym procesem nowotworowym obturującym tchawicę oraz okolice jej rozwidlenia przy zachowanej prawidłowej drożności drzewa tchawiczo-oskrzelowego powyżej i poniżej zmiany. W grupie tej było 36 (56,2%) chorych, (śr. wieku 61,5 lat). Druga grupa to chorzy z ziarniną utrudniającą wentylację i fonację w pointubacyjnych i potracheostomijnych zwężeniach tchawicy i części podgłośniowej krtani. Grupa ta liczyła 25 (43,8%) chorych (śr. wieku 52,1 lat). W tab. II przedstawiono wskazania do APC w obu grupach.

Zastosowany zestaw APC składał się ze źródła argonu – aparatu Erbe APC 300, generatora prądów wysokiej czę-

Tab. II. Wskazania do zastosowania APC u opisywanych chorych

<b>Liczba pacjentów z chorobą nowotworową</b>	<b>36</b>
rak niedrobnokomórkowy płuc	33
rak drobnokomórkowy płuc	2
przerzuty raka nerki	1
<b>Liczba pacjentów nienowotworowych</b>	<b>28</b>
ziarnina w części podgłośniowej krtani utrudniająca fonację u stałych nosicieli rurek tracheostomijnych (np. chorzy z obustronnym porażeniem strun głosowych)	9
ziarnina poniżej dolnego brzegu rurki tracheostomijnej u stałych jej nosicieli (np. stany po laryngektomii)	9
ziarnina przerastająca poniżej lub powyżej stentu silikonowego typu T (chorzy z nieoperacyjnymi zwężeniami dróg oddechowych)	6
restenoza po resekcji odcinkowej tchawicy	2
zwężenie zespoleń oskrzelowego po sleeve lobektomii górnej prawej	2

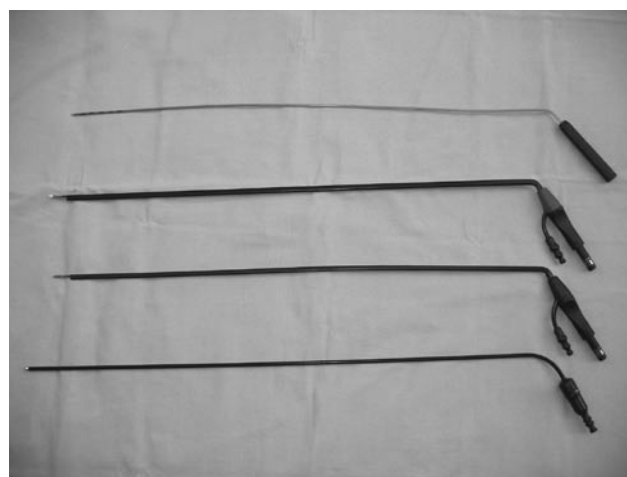
stotliwości – Erbe ICC 300 oraz różnego typu aplikatorów (ryc. 1. i 2.). Każdy pacjent wstępnie zakwalifikowany do protezowania tchawicy miał wykonywaną bronchofibroskopię. Celem badania było ustalenie warunków anatomicznych drzewa tchawiczo-oskrzelowego oraz ustalenie lokalizacji i zaawansowania zmian.

Wszystkie zabiegi z zastosowaniem APC wykonywane były w znieczuleniu ogólnym i zwiotczeniu przy użyciu sztywnego bronchoskopu. Wymianę oddechową zapewniała wentylacja strumieniowa typu *jet*. Podczas zabiegu stosowano różnego typu aplikatory sztywne, które dają możliwość wspomnianego koagulowania *za rogiem* oraz umożliwiają jednoczesne odsysanie krwi, wydzieliny i gazu. Jeżeli używano giętkiej sondy, wprowadzano ją poprzez bronchofibroskop, wysuwając tak, aby widoczny był pierwszy prążek sondy. Miało to na celu zabezpieczenie endoskopu przed uszkodzeniem termicznym. Parametry zestawu APC regulowano zgodnie z zaleceniami producenta – przepływ argonu w zakresie od 0,3 do 2,0 l/min, moc generatora w zakresie 30–60 W.

Po wprowadzeniu do tchawicy bronchoskopu sztywnego podejmowano decyzję o doborze techniki udrażniania dróg oddechowych (ryc. 3A.). Mniej nasilone zmiany nowotworowe w drzewie oskrzelowym koagulowano plazmą argonową (ryc. 3B.). Zwęgloną tkankę usuwano przy użyciu szczypiec, po czym ponownie koagulowano głębszą warstwę (tzw. technika cebuli). Gdy światło tchawicy i oskrzeli było obturowane prawie w całości, stosowano tzw. technikę mieszaną. Polegała ona na wstępnym usunięciu mas nowotworowych za pomocą szczypiec lub wycięciu w masach nowotworowych kanału za pomocą rury bronchoskopu. Po usunięciu szczypcami mas nowotworowych krwawienie opanowywano przy użyciu APC (ryc. 3C.). W 40 przypadkach (48,8%) zabieg kończono założeniem do dróg od-



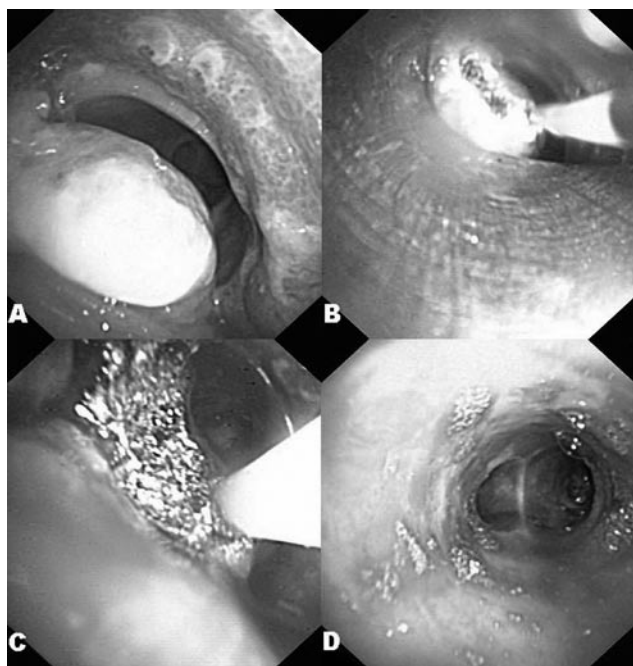
Ryc. 1. Zestaw APC



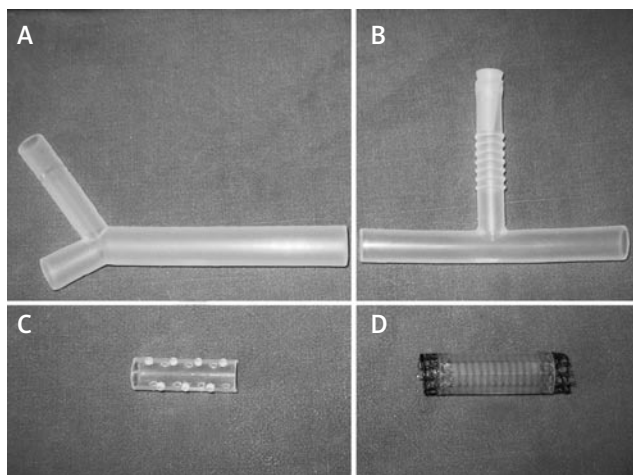
Ryc. 2. Aplikatory

dechowych różnych rodzajów stentów (ryc. 3D.). Stosowano stenty silikonowe typu Y (ryc. 4A.), stenty typu T Montgomeryego (ryc. 4B.), *Dumon* (ryc. 4C.) oraz stenty samorozprężalne *Ultraflex* (ryc. 4D.).

W grupie chorych ze zwężeniami pointubacyjnymi i po-tracheostomijnymi stosowano wspomnianą technikę cebuli. Każdy zabieg kończono odessaniem krwi i wydzieliny przy użyciu bronchofibroskopu oraz dokładną oceną drożności drzewa tchawiczo-oskrzelowego. W 36-osobowej grupie



Ryc. 3A–D. Fazy koagulacji APC



Ryc. 4A–D. Stenty

chorych z nieoperacyjnym procesem nowotworowym oceniono zmiany wydolności oddechowej na podstawie badania spirometrycznego. Pierwszego pomiaru dokonywano przed udrożnieniem dróg oddechowych przy użyciu APC. Drugie badanie wykonywano po zabiegu, w dniu wypisu chorego z oddziału. Nie wykonywano badań spirometrycznych u chorych z ziarniną utrudniającą wentylację i fonację, gdyż głównym celem terapii w tej grupie chorych było poprawienie warunków fonacji, a w drugiej kolejności wydolności oddechowej.

W analizie statystycznej porównania kolejnych badań spirometrycznych wykonanych przed zabiegiem i po nim posłużono się testem dla badań zależnych Friedmana. Poziom istotności, dla którego przyjmowano statystyczną znamienność różnic, wynosił 0,05.

## Wyniki

Celem terapii przy użyciu APC było przywrócenie prawidłowych warunków wentylacji. U 56 chorych (87,5%) nastąpiła natychmiastowa poprawa wydolności oddechowej oraz ustanie krwawienia do drzewa oskrzelowego, u ośmiu chorych (12,5%) poprawa wydolności oddechowej nastąpiła po 2–3 dniach od ustąpienia obrzęku błony śluzowej. W 36-osobowej grupie chorych z nowotworem złośliwym zanotowano wzrost średniej wartości VC z 1432 ml do 2156 ml ( $p < 0,001$ ). Podobnie istotnie statystycznie rosta wartość FEV<sub>1</sub> ( $p < 0,001$ ) z 926 ml do 1548 ml.

## Powikłania

W trakcie zabiegu wystąpiły powikłania u dwóch chorych (3,1%). W jednym przypadku pojawiło się nasilone krwawienie z guza nowotworowego rozwidlenia tchawicy, nieustępujące pomimo długotrwałej koagulacji plazmą argonową. Utrata krwi wynosiła ok. 400 ml. Krwawienie ustało po założeniu stentu silikonowego typu Y. U drugiego chorego doszło do krótkotrwałego wybuchu płomienia w drogach oddechowych ze spaleniem osłonki bronchofiberoskopu, przy czym nie stwierdzono u pacjenta niepożądanych obrażeń błony śluzowej. Nie zanotowano zgonu w okresie okołoperacyjnym.

## Dyskusja

Leczenie chorych z nowotworowym guzem górnych dróg oddechowych jest nadal dużym problemem terapeutycznym. Ze względu na bezpośrednie zagrożenie dla życia chorzy ci wymagają pilnej interwencji. Dostępnych jest wiele wspomnianych we wstępie technik endoskopowego przywracania drożności dróg oddechowych. Dobór metody zależy od doświadczenia endoskopisty oraz dostępnego instrumentarium. W Polsce najbardziej rozpowszechnione jest manualne usuwanie zmian z dróg oddechowych za pomocą szczypiec w bronchoskopii sztywnej. Przegląd bibliografii wskazuje na powszechne zastosowanie lasera Nd-YAG [9, 10, 21, 20], jednak ze względu na swoją cenę nie jest on powszechnie stosowany w naszym kraju. APC, podobnie jak laser, jest techniką bezkontaktową, dzięki czemu nie dochodzi do przywierania sondy do koagulowanej tkanki, co zmniejsza ryzyko krwawienia [15, 16]. W prezentowanym materiale tylko w jednym przypadku doszło do nasilonego krwawienia.

Zabieg koagulacji przy użyciu APC może być wykonywany zarówno w znieczuleniu miejscowym za pomocą bronchofiberoskopu, jak i w znieczuleniu ogólnym w bronchoskopii sztywnej z zastosowaniem sztywnych sond [16–18]. W znieczuleniu miejscowym można stosować APC podczas badań diagnostycznych, w trakcie których dochodzi do krwawienia [17]. Wszystkie zabiegi w prezentowanym materiale wykonywane były w znieczuleniu ogólnym przy użyciu bronchoskopii sztywnej. Zaletą tego sposobu jest zapewnienie odpowiedniej wentylacji podczas zabiegu, a także możliwość szybkiego usunięcia dużych zmian, zwłaszcza dużego krwawiącego guza z dróg oddechowych.

Większy jest też komfort pracy operatora, a cały zabieg jest wykonywany z zapewnieniem większego bezpieczeństwa, zwłaszcza u chorych z niewydolnością oddechową [15].

Podczas zabiegu stosowano zarówno giętkie sondy teflonowe wprowadzane przez kanał roboczy bronchofiberoskopu, jak i sondy sztywne. Sztywna sonda, dzięki równoległemu kanałowi ssącemu, umożliwia równoczesne odsysanie gazów, krwi i wydzieliny oskrzelowej, co daje dobrą kontrolę nad operowanym polem. Dzięki giętkiej sondzie możliwe jest dotarcie do zmian obwodowych [15]. Dobór sondy uzależniony był od doświadczenia i preferencji wykonującego zabieg. Ze względu na różnorodność zmian w drzewie oskrzelowym pożądane jest posiadanie pełnego zestawu sond.

Warunkiem koniecznym dla poprawy wydolności oddechowej po zabiegu APC jest prawidłowa drożność drzewa tchawicz-oskrzelowego powyżej i poniżej koagulowanej zmiany. Jest ona także warunkiem kwalifikacji do APC [15]. Każdy zabieg APC poprzedza więc diagnostyczna bronchofiberoskopia. Jak wiadomo, zasada łączenia ze sobą niezmiennych części dróg oddechowych obowiązuje także w protezowaniu drzewa oskrzelowego [23].

Udrażnianie drzewa oskrzelowego u chorych z nowotworem złośliwym nie jest celem samym w sobie i powinno stanowić wstępny etap do dalszego leczenia onkologicznego [15]. Z tego powodu u części chorych z nowotworem złośliwym w okolicy rozwidlenia tchawicy, którzy już przed zabiegiem zostali zakwalifikowani do chemo- lub radioterapii, APC łączono z założeniem stentów. Obecność protezy w drogach oddechowych zabezpiecza chorego przed ponowną obturacją na skutek obrzęku błony śluzowej w pierwszej fazie radioterapii.

Rodzaj i lokalizacja zmian w drogach oddechowych uzależniały dobór stentów w nich zakładanych. Stenty silikonowe typu T oraz *Dumon* stosowane były u chorych z pointubacyjnymi i potrachaeostomijnymi zwężeniami tchawicy, ze względu na swą rozległość niekwalifikującymi się do odcinkowej resekcji. U chorych tych endoprotezy szynowały zwężony odcinek, jednakże u części z nich przy końcach rurki dochodziło do powstawania ziarniny, która utrudniała fonację (chrypka, afonia) oraz wywoływała duszności. Przy użyciu APC usuwano ziarninę, dzięki czemu nie trzeba było wydłużać ramion stentów. Podobna sytuacja występowała u chorych noszących na stałe rurki tracheostomijne, u których ziarnina powstawała zarówno w części podgłośniowej krtani, jak i przy dolnym brzegu rurki. W obu tych grupach chorych ziarninę w krtani i tchawicy koagulowano przy użyciu APC, po wcześniejszym usunięciu rurki z dróg oddechowych ze względu na ryzyko ich zapalenia. W dolnej części tchawicy oraz w rozwidleniu tchawicy stosowano stenty silikonowe typu Y oraz stenty samorozprężalne *Ultraflex*.

W opisywanym materiale wystąpiły jedynie dwa powikłania śródoperacyjnie (3,1%). Żadne z nich nie spowodowało zagrożenia dla życia chorego. Krwawienie opanowano poprzez założenie stentu typu Y. Gwałtowny wybuch płomienia w drogach oddechowych nie spowodował uszkodzenia zdrowej części błony śluzowej tchawicy i po wymianie bron-

chofiberoskopu możliwe było kontynuowanie zabiegu [17]. Podobne przypadki zapalenia się sprzętu na skutek stosowania wysokich stężeń tlenu w mieszaninie oddechowej oraz przedłużania się czasu naświetlania i wzrostu temperatury tkanki opisywane są w zabiegach przy użyciu lasera Nd-YAG [24, 25].

Koagulacja przy użyciu APC zagrożona jest podobnymi powikłaniami jak przy odparowywaniu tkanki laserem. Najczęstsze z nich to krwawienie do drzewa oskrzelowego, perforacja oskrzela, przetoki tchawiczoprzetykowe, odma śródpiersiowa, odma opłucnowa, zaburzenia rytmu serca, niewydolność oddechowa [17]. Należy także brać pod uwagę ryzyko wystąpienia argonowej zatorowości płucnej [19, 26].

## Wnioski

APC stanowi skuteczne narzędzie w przywracaniu drożności dróg oddechowych oraz opanowywaniu krwawień w przypadkach nowotworowych i nienowotworowych zwężeń, jednakże ze względu na możliwość wystąpienia poważnych powikłań zabieg ten powinien być wykonywany przez doświadczonych endoskopistów.

Plazmowa koagulacja argonowa w udrażnianiu drzewa oskrzelowego jest alternatywną techniką dla lasera Nd-YAG. Jest jednocześnie metodą tańszą i bezpieczniejszą.

*Praca wyróżniona przez Komitet Naukowy III Kongresu Polskiego Towarzystwa Kardio-Torakochirurgów, Wrocław, 18-20.05.2006.*

## Piśmiennictwo

1. Grillo HC. Circumferential resection and reconstruction of the mediastinal and cervical trachea. *Ann Surg* 1965; 162: 374-388.
2. Grillo HC. Tracheal tumors: surgical management. *Ann Thorac Surg* 1978; 26: 112-125.
3. Grillo HC. Surgical treatment of postintubation tracheal injuries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 860-875.
4. Grillo HC, Mathisen DJ. Primary tracheal tumors: treatment and results. *Ann Thorac Surg* 1990; 49: 69-77.
5. Pearson FG, Andrews MJ. Detection and management of tracheal stenosis following cuffed tube tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 1971; 12: 359-374.
6. Pearson FG, Todd TR, Cooper JD. Experience with primary neoplasms of the trachea and carina. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88: 511-518.
7. Sonett JR, Keenan RJ, Ferson PF, Griffith BP, Landreneau RJ. Endobronchial management of benign, malignant, and lung transplantation airway stenoses. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 1417-1422.
8. Petrou M, Kaplan D, Goldstraw P. Bronchoscopic diathermy resection and stent insertion: a cost effective treatment for tracheobronchial obstruction. *Thorax* 1993; 48: 1156-1159.
9. Cavaliere S, Venuta F, Foccoli P, Toninelli C, La Face B. Endoscopic treatment of malignant airway obstructions in 2,008 patients. *Chest* 1996; 110: 1536-1542.
10. Becker HD. Options and results in endobronchial treatment of lung cancer. *Min Invasive Ther* 1996; 5: 165-178.
11. Edell ES. Future therapeutic procedures. *Chest Surg Clin N Am* 1996; 6: 381-395.
12. Kozielski J, Ziora D. Bronchoscopic cryotherapy. *Pneumonol Alergol Pol* 1997; 65: 411-416.
13. Go PM, Goodman GR, Bruhn EW, Hunter JG. The argon beam coagulator provides rapid hemostasis of experimental hepatic and splenic hemorrhage in anticoagulated dogs. *J Trauma* 1991; 31: 1294-1300.
14. Ward PH, Castro DJ, Ward S. A significant new contribution to radical head

- and neck surgery. The argon beam coagulator as an effective means of limiting blood loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1989; 115: 921-923.
15. Morice RC, Ece T, Ece F, Keus L. Endobronchial argon plasma coagulation for treatment of hemoptysis and neoplastic airway obstruction. *Chest* 2001; 119: 781-787.
  16. Sutedja G, Bolliger CT. Endobronchial electrocautery and argon plasma coagulation. *Interventional Bronchoscopy* 2000; 30: 120-132.
  17. Reichle G, Freitag L, Kullmann HJ, Prenzel R, Macha HN, Farin G. Argon plasma coagulation in bronchology: A new method – alternative or complementary? *Pneumologie* 2000; 54: 508-516.
  18. Grund KE., Storek D, Farin G. Endoscopic argon plasma coagulation (APC) first clinical experiences in flexible endoscopy. *Endosc Surg Allied Technol* 1994; 2: 42-46.
  19. Morice RC, Ece T, Ece F, Keus L. Endobronchial argon plasma coagulation for treatment of hemoptysis and neoplastic airway obstruction. *Chest* 2001; 119: 781-787.
  20. Sato M, Terada Y, Nakagawa T, Li M, Wada H. Successful use of argon plasma coagulation and tranilast to treat granulation tissue obstructing the airway after tracheal anastomosis. *Chest* 2000; 118: 1829-1831.
  21. Ramser ER, Beamis JF Jr. Laser bronchoscopy. *Clin Chest Med* 1995; 16: 415-426.
  22. Unger M. Endobronchial Nd-YAG laser treatment. *Chest Surg Clin N Amer* 1991; 1: 123-133.
  23. Orłowski TM. The management of tracheal obstruction. *Rocz Akad Med Bi-almst* 1997; 42 Suppl 1: 318-339.
  24. Coleman JA Jr, Van Duyne MJ, Ossoff RH. Laser treatment of lower airway stenosis. *Otolaryngol Clin North Am* 1995; 28: 771-783.
  25. Mehta AC, Harris RJ, De Boer GE. Endoscopic management of benign airway stenosis. *Clin Chest Med* 1995; 16: 401-413.
  26. Palmer M, Miller CW, van Way Cw 3rd, Orton EC. Venous gas embolism associated with argon-enhanced coagulation of the liver. *J Invest Surg* 1993; 6: 391-399.