

## Chirurgiczne metody uszczelniania przecieku powietrza po zabiegach torakochirurgicznych

Surgical treatment of air leak after pulmonary resection

Wojciech Dyszkiewicz

Klinika Torakochirurgii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu  
Wielkopolskie Centrum Pulmonologii i Torakochirurgii, Poznań

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2009; 6 (2): 138–141



### Streszczenie

W pracy przedstawiono współczesne poglądy na leczenie śród- i pooperacyjnych przecieków powietrza po resekcji mięszu płucnego. Przeciek powietrza jest jednym z najczęstszych powikłań pooperacyjnych w torakochirurgii. W pracy omówiono zarówno czynniki ryzyka wystąpienia tego powikłania, jak i sposoby zapobiegania oraz metody chirurgicznego leczenia. W oparciu o własne doświadczenia i przegląd piśmiennictwa podkreślono szczególne znaczenie: przedoperacyjnej identyfikacji chorych o zwiększonym ryzyku tego powikłania, profilaktyki śródoperacyjnej przecieku, kontroli stopnia rozprężenia pozostałego po resekcji mięszu płuca i starannego zaopatrzenia wszystkich uwidocznionych miejsc przecieku powietrza przez mięsz za pomocą technik tradycyjnych, a w przypadku ich nieskuteczności – dodatkowego użycia powierzchniowego klejów tkankowych, opatrunków kolagenowo-fibrynowych lub innych uszczelniaczy zakładanych na stapler.

**Słowa kluczowe:** resekcja płucna, przeciek powietrza, środki uszczelniające.

Przeciek powietrza jest najczęstszym powikłaniem operacji torakochirurgicznych i występuje śródoperacyjnie u 70% chorych bezpośrednio po resekcji mięszu płucnego [1, 2]. Wiele poniżej omówionych metod chirurgicznych oraz samoistne ustępowanie przecieku wpływa na znaczne ograniczenie tego zjawiska w okresie pooperacyjnym. Wprawdzie przedłużony przeciek powietrza (powyżej 7 dni) występuje jedynie u 15–20% chorych, to jest on uznany za jeden z ważniejszych czynników wpływających na rozwój innych powikłań, w tym zapalnych, przedłużenie pobytu szpitalnego i związanych z tym wyższych kosztów leczenia [2–4]. Wszystkie działania zapobiegające powstawaniu śródoperacyjnego przecieku powietrza lub ograniczające jego rozmiary winny być istotną częścią resekcji płucnej.

### Abstract

Air leak is one of the most common complications occurring after pulmonary resection. Risk factors as well as methods of prevention and surgical treatment are discussed. Based on the author's experience and overview of the literature the following conclusions were drawn: preoperative identification of high-risk patients, careful dissection of pulmonary fissures and immediate surgical suturing of parenchymal and bronchial air leak together with the use of sealants are the most important factors leading to significant reduction of postoperative pulmonary air leak.

**Key words:** pulmonary resection, air leak, surgical sealants.

Źródłem przecieku powietrza może być uszkodzony w wyniku manipulacji chirurgicznych mięsz płuca lub kikut odciętego oskrzela. Przeciek mięszowy (tzw. przetoka pęcherzykowo-optyucnowa) powstaje najczęściej w linii szwu mechanicznego oraz w jego bezpośrednim sąsiedztwie, w miejscu rozdziału szczelin międzypłatowych i po uwolnieniu zrostów płucno-optyucnowych [3, 5, 6]. Złożenie szwu mechanicznego zwiększa końcowo-wydechowe ciśnienie w pęcherzykach płucnych, które przenosi się na linię szwów i najbliższe otoczenie, wywołując uszkodzenie naprężeniowe. Powstaje ono najczęściej w najgłębszych warstwach zszytego staplerem mięszu, a jego rozległość zależna jest od stanu płuca [3, 7]. Chorzy z rozedmą płuc, niedodmą lub stanem zapalnym będą szczególnie narażeni

**Adres do korespondencji:** Wojciech Dyszkiewicz, Wielkopolskie Centrum Pulmonologii i Torakochirurgii, ul. Szamarzewskiego 62, 60-569 Poznań, tel. +48 61 665 43 49, e-mail: dyszkiewicz@wp.pl

na wystąpienie przecieku miąższowego powietrza. Wśród innych czynników predysponujących do powstania tego powikłania należy wymienić starszy wiek chorego (> 70 lat), płeć męską, przebytą odmę, POChP, niską wartość wskaźnika FEV<sub>1</sub>/FVC oraz stosowanie sterydów [5]. Stwierdzono także, że resekcje brzeżne płuca, obecność litych zrostów płucno-opłucnowych, brak anatomicznej szczeliny międzypłatowej i agresywne preparowanie miąższu znacznie zwiększają możliwości wystąpienia przecieku powietrza [3, 6, 8]. Niektórzy wymieniają także zakres resekcji płucnej jako kolejny element ryzyka powstania przecieku, przede wszystkim przedłużonego. Najmniejszym ryzykiem w tym aspekcie obarczona jest lobektomia dolna lewa, a największym mnogie resekcje brzeżne (operacje zmniejszające objętość płuc – OZOP) [5, 6]. Ocena śródoperacyjnego przecieku powietrza może mieć istotny wpływ na doraźne, chirurgiczne postępowanie. Najprostszą oceną stopnia przecieku po wykonanej resekcji jest jego pomiar w czasie jednego oddechu i pomiar minutowy rejestrowany przez respirator po rozprężeniu płuca. Macchiarini oraz Cerfolio opisali skalę ilościową i jakościową umożliwiającą dokładniejszą ocenę przecieku powietrza w czasie operacji i po niej. W czasie próby wodnej szczelności miąższu płucnego określa się w skali od 1 do 4 (brak przecieku – 0, pojedyncze pęcherzyki powietrza – 1, strumień pęcherzyków – 2, stały wypływ powietrza i dużych pęcherzy powietrznych – 3) wielkość tego przecieku [1, 9]. Obecnie istnieją możliwości dokładniejszego, opartego na technice cyfrowej pomiaru (urządzenie AIRFIX™, Milicore Digi Vent™), a zatem dokładniejszej oceny pooperacyjnego przecieku powietrza [9]. Niezależnie od stopnia akceptacji i upowszechnienia opisanych metod należy podkreślić wagę tej oceny i wynikającej z niej konieczności zaopatrzenia każdego istotnego przecieku śródoperacyjnego powietrza. Istnieje bowiem zależność pomiędzy starannym wykonaniem tej czynności a rozwojem przecieku przedłużonego w okresie pooperacyjnym z wszystkimi możliwymi dalszymi powikłaniami. Ujawnione w czasie operacji i po rozprężeniu płuca miejsca przecieku powietrza powinny być dokładnie uszczelnione. Aerostaza jest jednym z podstawowych warunków powodzenia operacji torakochirurgicznej i należy dążyć do jej zapewnienia we wszystkich przypadkach. Opisywane są różne sposoby uszczelniania miąższu płuca. Najbardziej tradycyjne obejmują stosowanie szwów ręcznych, zakładanych bezpośrednio na miąższ płuca i elektrokoagulację miąższu, a bardziej współczesne – użycie noża harmonicznego i lasera oraz koagulacji w osłonie argonowej. Szwy powinny być atraumatyczne, monofilamentowe, wchłanialne, z okrągłą igłą zwykle 4-0. Większość chirurgów zakłada szwy materacowe, bez podkładek lub z podkładcami wykonanymi doraźnie z osierdzia, opłucnej lub przygotowanymi fabrycznie, zwykle z osierdzia zwierzęcego lub polimerów wchłanialnych. Istotna jest technika dociągania i wiązania szwów zakładanych na miąższ w miejscu przecieku. Należy unikać dużych naprężeń w czasie tych czynności, aby dodatkowo nie kaleczyć płuca i wiązać szew na rozprężonym (upowietrzonym) płucu bez końcowego dociągania, podobnie do szwu wątrobowego.

Jeśli przeciek ma miejsce na obwodzie płuca, można z powodzeniem zastosować szew mechaniczny aplikowany na staplerach różnej długości. Obecnie większość dostępnych w Polsce tego typu urządzeń to staplery liniowe. Przy zaopatrzeniu przecieku należy szczególnie starannie dobrać jego długość tak, aby objąć bez napięcia całą zszywaną tkankę. Niewłaściwie dobrany i użyty stapler, który nie obejmuje swobodnie zszywanego miąższu może jeszcze zwiększyć późniejszy przeciek powietrza. Do wzmocnienia i uszczelnienia linii zszywek można także, jak w przypadku szwu ręcznego, zastosować materiał biologiczny pochodzący od chorego (opłucna, osierdzie) lub przygotowane fabrycznie płatki z różnych materiałów umocowanych na ramionach staplera, wzdłuż linii zszywek. Materiał taki powinien spełniać określone kryteria stanowiące o zabezpieczeniu chorego przede wszystkim przed przeniesieniem infekcji odzwierzęcych i wywoływaniem nadmiernego odczynu zapalnego. Z drugiej strony powinien on ulegać stopniowej biodegradacji do substancji biologicznie obojętnej dla organizmu [4, 10]. Najczęściej stosujemy podkładowki z filcu teflonowego, politetrafluoroetyleny (PTFE) oraz łątki kolagenowe [6, 10]. Nowością jest próba wytworzenia z alg morskich taty uszczelniającej zakładanej na ramiona staplera, która byłaby całkowicie wchłanialna i posiadałaby równocześnie właściwości hemostatyczne (FORE-seal™) [11]. Linię szwów zarówno zakładanych ręcznie, jak i za pomocą staplera można także dodatkowo uszczelnić klejem fibrynowym lub syntetycznym hydrożelem na bazie glikolu polietylenowego zawierającym ludzką albuminę lub bez niej [12, 13]. Syntetyczny i wchłanialny ester glikolu polietylenowego w formie hydrożelu tworzy na powierzchni płuca szczelne pokrycie miejsc przecieku powietrza (Pleura-Seal™). Jeszcze inną grupę uszczelniaczy stanowią opatrunki fibrynowo-kolagenowe składające się z kolagenu pochodzącego z końskich ścięgien pokrytych ludzkim fibrynogenem, trombiną i apotyminą (Tacho-Sil®). Opatrunek ten ma właściwości hemostatyczne i aerostatyczne. Po zetknięciu się z tkanką pozostaje elastyczny i łatwo dopasowuje się do powierzchni płuca. Opatrunek ulega całkowitej biodegradacji w czasie 3–6 tygodni. Najważniejsze z punktu widzenia skuteczności zamknięcia przecieku powietrza jest dokładne dopasowanie płatka do nierówności i ewentualnych zagłębień zaopatrywanej powierzchni płuca. Sklejenie następuje zwykle po 5 minutach i nie należy tego czasu skracać. Zalety tej metody potwierdzają opublikowane ostatnio prospektywne, randomizowane badania kliniczne [14].

Końcowym punktem odniesienia w ocenie efektywności przedstawionych metod uszczelniania śródoperacyjnego przecieku powietrza winny być: czas trwania pooperacyjnego przecieku i towarzyszącego mu drenażu opłucnowego, czas hospitalizacji, inne powikłania (ropniak). W piśmiennictwie istnieje wiele publikacji dokumentujących pozytywny wpływ badanych uszczelniaczy, szczególnie w zakresie skrócenia czasu hospitalizacji i zmniejszenia kosztów leczenia [10, 13, 15]. Dotyczy to wszystkich przedstawionych metod uszczelniania miąższu płuca. Część autorów przeprowadzających badania kwestionuje jednak rutynowe stosowanie tych środków w operacjach resekcyjnych płuca, gdyż nie potwierdza

statystycznych korzyści z ich stosowania, wskazując równocześnie na zwiększone koszty leczenia i możliwe powikłania [2, 4]. W 2005 roku ukazała się jedyna dotychczas metaanaliza [4] dotycząca zastosowania materiałów uszczelniających miąższ płuca. Analiza objęła 12 opublikowanych badań klinicznych na 1097 chorych poddanych resekcji płucnej z powodu raka płuca. W 9 badaniach klinicznych (Allen, Belboul, Fabian, Lang, Macchiarini, Mouritzen, Porte, Wain, Wurtz) wykazano wprawdzie statystycznie znamienne skrócenie czasu pooperacyjnego przecieku powietrza, ale nie wpłynął on na liczbę powikłań, czas hospitalizacji i koszty leczenia. Tylko w 3 badaniach wykazano statystycznie znamienne skrócenie czasu pobytu w szpitalu i czasu trwania drenażu opłucnowego. W konkluzji tej metaanalizy autorzy sugerują, że zastosowanie materiałów uszczelniających płuco po częściowej resekcji ma wpływ na zmniejszenie częstości występowania przedłużonego przecieku powietrza, ale nie polecają ich stosowania w rutynowej resekcji miąższu płuca.

Niepowodzenie na etapie operacji w uszczelnianiu miąższu płuca u części chorych oznacza powstanie przedłużonego przecieku powietrza, które zwiększa ryzyko ropnych powikłań. Jednak w większości przypadków pooperacyjny przeciek powietrza ustępuje po 3 dniach stosowania typowego drenażu opłucnowego, gdyż dochodzi do sklejenia opłucnej ściennej i płucnej [2, 3]. Podstawowym warunkiem tej korzystnej ewolucji przecieku powietrza jest pełne rozprężenie płuca, które przyczynia się do ścisłego przylegania obu listków opłucnej i wczesnego odczynu zlepnego zamykającego przeciek. Powstanie przestrzeni powietrznej po resekcji płuca, wynikające bądź ze znacznego ubytku miąższu (bilobektomia), bądź mniejszej podatności pozostałej po resekcji części płuca jest głównym czynnikiem ryzyka powstania przedłużonego przecieku powietrza pooperacyjnego. Zapobieganie temu zjawisku na etapie operacji ma więc znaczenie podstawowe [3]. U wszystkich chorych po resekcji miąższu płuca, u których mimo uszczelnienia występuje przeciek, wykonano lobektomię górną lub bilobektomię, płuco jest zmienione rozedmowo lub zmniejszona jest podatność płuca, należy dążyć do zapobiegania powstania martwej przestrzeni powietrznej powodującej przedłużony przeciek powietrza. Najważniejsze w tej profilaktyce to: uwolnienie wszystkich zrostów płucno-opłucnowych i płucno-przeponowych, przecięcie więzadła płucnego dolnego, uwolnienie wnęki, czasowe (znieczulenie nasiętkowe) wyłączenie nerwu przeponowego, założenie dwóch drenów opłucnowych i ścisła kontrola siły ssania, a niekiedy wytworzenie tzw. namiotu opłucnowego [3, 8]. U części chorych należy rozważyć wykonanie pleurodezy już na etapie operacji resekcji miąższu płuca.

Chorzy, u których przeciek powietrza spowodowany nieuszczelnnością miąższu płuca utrzymuje się powyżej 7 dni, jedynie w wyjątkowej sytuacji są kwalifikowani do ponownego leczenia operacyjnego. W większości przypadków umiejętnie kierowanie układem ssącym jamę opłucnową jest wystarczającym i skutecznym postępowaniem prowadzącym do ustąpienia przecieku [16]. W początkowym okresie

tego powikłania należy unikać zarówno nadmiernej (> 40 cm H<sub>2</sub>O) jak i niedostatecznej (< 5 cm H<sub>2</sub>O) siły ssania.

Odrębnym problemem związanym z pooperacyjnym przeciekiem powietrza jest nieuszczelnność kikuta oskrzela i rozwijająca się w konsekwencji przetoka oskrzelowo-opłucnowa. Wczesny przeciek powietrza z oskrzela spowodowany jest najczęściej niedokładnym zeszcyciem kikuta oskrzela, błędami w użyciu staplera lub wadami tego urządzenia. Natomiast późny przeciek jest zwykle związany z powstaniem przetoki i stanem zapalnym. Większość przecieków w czasie powtórnej operacji jest łatwa do identyfikacji i może być doraźnie i skutecznie zaopatrzona chirurgicznie poprzez dodatkowe szycie lub ponowne założenie staplera. W takich przypadkach poleca się wzmocnienie linii szwów materiałem z opłucnej, osierdzia lub z mięśnia międzyżebrowego oraz mięśni ściany klatki piersiowej [3]. Późne przecieki powietrza związane z powstaniem przetoki oskrzelowo-opłucnowej należy zaopatrywać podobnie, chyba że istnieje rozległe zakażenie i ropniak opłucnej. W takiej sytuacji może być konieczne wykonanie fenestracji i w późniejszym okresie mioplastyki.

Podsumowując problematykę chirurgicznego zaopatrzenia przecieków powietrza po resekcji miąższu płuca, należy podkreślić znaczenie:

1. Przedoperacyjnej identyfikacji chorych o zwiększonym ryzyku tego powikłania (starszy wiek chorego, płeć męska, współistniejąca rozedma płuc, POChP, niski wskaźnik FEV<sub>1</sub>/VC, stosowanie sterydów, konieczność rozległej resekcji miąższu).
2. Profilaktyki śródoperacyjnej przecieku, tzn. ostrożnego preparowania szczeliny i uwalniania zrostów w celu uniknięcia rozległego obnażenia z opłucnej miąższu płuca.
3. Kontroli stopnia rozprężenia pozostałego po resekcji miąższu płuca i wypełnienia przez ten miąższ jamy opłucnej, która winna zapobiec powstawaniu wolnej przestrzeni powietrznej utrudniającej odczyn zlepnny opłucnych i gojenie przecieku. W tym celu można przeciąć więzadło płucne dolne, uwolnić wnękę, czasowo wyłączyć funkcję nerwu przeponowego, założyć dwa dreny opłucnowe, a niekiedy wytworzyć tzw. namiot opłucnowy.
4. Starannego zaopatrzenia wszystkich uwidoczniomych miejsc przecieku powietrza przez miąższ za pomocą technik tradycyjnych (szew ręczny, szew mechaniczny, elektrokoagulacja), a w przypadku ich nieskuteczności – dodatkowego użycia powierzchniowego klejów tkankowych, opatrunków kolagenowo-fibrynowych lub innych uszczelnaczy zakładanych na stapler.

## Piśmiennictwo

1. Cerfolio RJ, Tummala RP, Holman WL, Zorn GL, Kirklín JK, McGiffin DC, Naftel DC, Pacifico AD. A prospective algorithm for the management of air leaks after pulmonary resection. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1726-1731.
2. Okereke I, Murthy SC, Alster JM, Blackstone EH, Rice TW. Characterization and importance of air leak after lobectomy. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 1167-1173.
3. Murthy SC. Air leak and pleural space management. *Thorac Surg Clin* 2006; 16: 261-265.
4. Serra-Mitjans M, Belda-Sanchis J, Rami-Porta R. Surgical sealant for preventing air leaks after pulmonary resections in patients with lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; 20: CD003051.

5. Brunelli A, Monteverde M, Borri A, Salati M, Marasco RD, Fianchini A. Predictors of prolonged air leak after pulmonary lobectomy. *Ann Thorac Surg* 2004; 77: 1205-1210.
6. Miller JJ Jr, Landreneau RJ, Wright CE, Santucci TS, Sammons BH. A comparative study of buttressed versus nonbuttressed staple line in pulmonary resections. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 319-322.
7. Downey DM, Harre JG, Pratt JW. Functional comparison of staple line reinforcements in lung resection. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 1880-1883.
8. Venuta F, Rendina EA, De Giacomo T, Flaishman I, Guarino E, Ciccone AM, Ricci C. Technique to reduce air leaks after pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; 13: 361-364.
9. Cerfolio RJ, Bryant AS. The benefits of continuous and digital air leak assessment after elective pulmonary resection: a prospective study. *Ann Thorac Surg* 2008; 86: 396-401.
10. Wain JC, Kaiser LR, Johnstone DW, Yang SC, Wright CD, Friedberg JS, Feins RH, Heitmiller RF, Mathisen DJ, Selwyn MR. Trial of a novel synthetic sealant in preventing air leaks after lung resection. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1623-1628.
11. Thomas P, Massard G, Porte H, Doddoli C, Ducrocq X, Conti M. A new bioabsorbable sleeve for lung staple-line reinforcement (FOREseal): report of a three-center phase II clinical trial. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 29: 880-885.
12. Fabian T, Federico JA, Ponn RB. Fibrin glue in pulmonary resection: a prospective, randomized, blinded study. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 1587-1592.
13. Macchiarini P, Wain J, Almy S, Dartevelle P. Experimental and clinical evaluation of a new synthetic, absorbable sealant to reduce air leaks in thoracic operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117: 751-758.
14. Anegg U, Lindenmann J, Matzi V, Smolle J, Maier A, Smolle-Jüttner F. Efficiency of fleece-bound sealing (TachoSil) of air leaks in lung surgery: a prospective randomised trial. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31: 198-202.
15. Cerfolio RJ. Recent advances in the treatment of air leaks. *Curr Opin Pulm Med* 2005; 11: 319-323.
16. Cerfolio RJ, Bass C, Katholi CR. Prospective randomized trial compares suction versus water seal for air leaks. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1613-1617.