



## PODVODNA DRENAŽA GRUDNOG KOŠA KOD RESEKCIJA PLUĆA MANJIH OD PNEUMONEKTOMIJE

### ASSESSMENT OF THE UNDERWATER CHEST DRAINAGE IN SMALL-SCALE LUNG RESECTIONS

Milorad Bijelović, Dejan Ilinčić, Miloš Koledin, Dejan Đurić, Mišel Milošević, Ivan Kuhajda,  
Aleksandar Milovančev

Institut za plućne bolesti, Sremska Kamenica

#### SAŽETAK

*Produženi gubitak vazduha je najčešća hirurška komplikacija resekcija pluća. Predmet istraživanja je podvodna drenaža u cilju smanjenja pojave produženog gubitka vazduha i skraćanja hospitalizacije. Bezbednost i upotrebljivost podvodne drenaže ispitivana je u pilot studiji kod resekcija pluća manjih od pneumonektomije. Prospektivno je praćen rezultat primene podvodne drenaže kod 24 pacijenta operisanih na Klinici za grudnu hirurgiju Instituta za plućne bolesti u periodu od 01.04.2003. do 20.04.2004. Svim pacijentima je načinjena resekcija pluća manja od pneumonektomije. Semikvantitativno je procenjen gubitak vazduha na drenove. Kod pacijenata sa ekspiratornim gubitkom vazduha drugog stepena i manjim, na skali od 0 do 3 je primenjena podvodna drenaža. Kod 24 pacijenata starosti 51,71 $\pm$ 10,17 godina je postoperativno primenjena podvodna drenaža. Nakon inicijalne primene aktivne sukrije u trajanju od 1,5 $\pm$ 0,93 dana primenjena je podvodna drenaža. Izvedeno je 8 gornjih desnih lobektomija (jedna sleeve, šest standardnih, jedna sa blok resekcijom grudnog zida), jedna srednja lobektomija, jedna gornja leva lobektomija sa blok resekcijom grudnog zida, tri donje desne lobektomije, jedna donja desna lobektomija sa blok resekcijom dijafragme i kupule jetre, jedna donja bilobektomija, jedna pneumoredukcija i 8 atipičnih resekcija. Gubitak vazduha na drenove bio je prisutan 1,92 $\pm$ 2,34 dana. Dva pacijenta su imala produženi gubitak vazduha više od 5 dana. Ukupno trajanje drenaže je 5,62 $\pm$ 3,19 dana, a hospitalizacije 7,43 $\pm$ 3,76 dana. Izvedene su dve redrenaže zbog rezidualnih kolekcija. Primena podvodne drenaže može biti bezbedna posle resekcija pluća manjih od pneumonektomije posle prvog postoperativnog dana. Potrebna je prospektivna randomizirana studija, koja bi uporedila aktivnu sukriju i podvodnu drenažu nakon plućnih resekcija.*

**Ključne reči:** podvodna drenaža, resekcija pluća, pneumonektomije

#### SUMMARY

*A prolonged air loss is the most common surgical complication of lung resections. The underwater chest drainage has been investigated as a possible procedure to avoid this complication and reduce the hospital stay. To investigation of the safety and applicability of the underwater chest drainage was conducted in a pilot study of small-scale lung resections. The underwater chest drainage results were prospectively analysed in 24 patients submitted to a lung resection at the Chest Surgery Clinic of the Institute for Pulmonary Diseases in Sremska Kamenica over the period 1 April, 2003 - 20 April 2004. All the patients underwent a small-scale lung surgery (smaller than pneumonectomy). The air loss through drains was assessed by a semi-quantitative method. The underwater chest drainage was applied in patients with the air loss  $\geq 2$  on the three-grade scale (0 -3). The postoperative underwater drainage of the chest was applied*

in 24 patients at the age of  $51.71 \pm 10.17$  years. After the initial active suction for  $1.5 \pm 0.93$  days, the underwater chest drainage was introduced. The following lung resections were performed: right upper lobectomy in eight patients ( six standard, one sleeve and one with a block resection of the thoracic wall), one intermediary lobectomy, one left upper lobectomy with a block resection of the diaphragm and liver cupula, one lower bilobectomy, one pneumoreduction, and eight atypical resections. The air loss through drains was present for  $1.92 \pm 2.34$  days. Two patients had a prolonged air loss for over 5 days. The total drainage length was  $5.62 \pm 3.19$  days, while hospitalization lasted for  $7.43 \pm 3.76$  days. Re-draining was performed in two cases due to residual collections. The underwater chest drainage may be safely applied on the first postoperative day following a small-scale lung resection (smaller than pneumonectomy). A prospective, randomized study comparing the active suction and underwater chest drainage after lung resections should be undertaken to confirm these preliminary results.

**Key words:** underwater chest drainage, lung resections, pneumonectomy

*Pneumon, 2005; Vol 42*

Ass. mr sci. med. dr Milorad Bijelović, grudni hirurg, Odeljenje za traumu grudnog koša, Klinika za grudnu hirurgiju, Institut za plućne bolesti, Sremska Kamenica

## UVOD

Drenaža grudnog koša nakon resekcija pluća je osnovni grudno hirurški postupak, koji omogućuje proširenje (reekspanziju) pluća iz kolabiranog stanja. Primena negativnog pritiska na drenove (sinonimi su sukciona drenaža, aspiraciona drenaža) je standard lečenja tokom više od 70 godina. I pored toga što se radi o svakodnevnoj grudno hirurškoj proceduri, postupak sa drenovima je zasnovan prvenstveno na iskustvu, a manje na osnovu eksperimentalnih ili kliničkih naučnih studija.

Osnovni podaci o drenaži grudnog koša obuhvataju veličinu drena (uobičajena jedinica mere French - Fg ili Ch), broj drenova, primenjeni nivo aktivne sukcije, dužinu trajanja drenaže i secernaciju na drenove. Gubitak vazduha na drenove se izražava kvalitativno - ima ga ili nema. Numeričko izražavanje gubitka vazduha na drenove je moguće, kao i inkorporiranje semikvantitativnih metoda određivanja gubitka vazduha u kliničke studije (1, 2).

U cilju postizanja reekspanzije pluća primenjivani su različiti režimi aktivne sukcije, ali je istorijski trend smanjenja nivoa sukcije. Široka rasprostranjenost Dräger sistema vodenih pumpi u Evropi (Dräger Medical AG & Co KG, Lübeck, Nemačka) je ograničila nivo sukcije na -50 cm vodenog stuba. Danas se smatra da je primena sukcije veće od -20 cm vodenog stuba retko potrebna (3).

Alveolarni gubitak vazduha ili alveolo-pleuralna fistula je najčešće postoperativno stanje koje produžuje bolničko lečenje grudno hirurških pacijenata (4). Produženi gubitak vazduha se definiše kao

vazdušni gubitak koji traje duže od očekivanog, ali dužina očekivanog vremena zavisi od autora različitih studija (5).

Ranjena površina pluća nakon resekcije dolazi u kontakt sa parijetalnom pleurom koja naleže na povrede pleure i prekida vazdušni gubitak. Sva stanja koja utiču na plućnu rastegljivost (komplajens), dovode do inflamacije ili usporavaju zarastanje rane, dovode do produženog gubitka vazduha (6). Faktori rizika za produžen gubitak vazduha su visoka starosna dob (1), nizak odnos  $FEV_1/FVC$  i visok rezidualni volumen (RV) (1), niske vrednosti preoperativnog  $FEV_1$  i  $MVV$  i predviđenog postoperativnog  $FEV_1$  (1,7, 8), upotreba steroida (7) i tuberkuloza kao osnovna bolest koja se operativno leči (9). Nije utvrđena veza između produženog gubitka vazduha i neoadjuvantne hemoterapije. Zbog oblika grudnog koša i gornjeg režnja, posle desne gornje lobektomije je naročito otežano postizanje koaptacije površine pluća i parijetalne pleure, što je predispozicija za produženi gubitak vazduha (5).

Primena precizne hirurške tehnike je veoma značajna u prevenciji produženog gubitka vazduha. Trakcija tokom adheziolize ili resekcije može dovesti do rascepa pluća sa velikim vazdušnim gubitkom. Kod nekompletnih incizura, odvajanje parenhima pluća steplerom u odnosu na transparenhimsku disekciju smanjuje trajanje drenaže grudnog koša. Primena fibrinskog lepila za zatvaranje ranjenih površina pluća (10) i bioloških ili sintetskih podloški ispod steplera tokom resekcije pluća skraćuju drenažu i hospitalizaciju (11,12,13). Primena tehnike pleuralnog *tenta* (šatora) kod gornje lobektomije i primena postoperativnog artefici-

jalnog pneumoperitoneuma kod donje bilobektomije desno skraćuju hospitalizaciju i smanjuju morbiditet (14-17).

Podvodna drenaža grudnog koša je dobila na značaju sa razvojem LVRS - Lung Volume Reduction Surgery (hirurška redukcija plućnog volumena na račun buloznih zona kod emfizema pluća). LVRS procedure su tokom razvoja bile opterećene visokom stopom produženog gubitka vazduha i nekompletne reekspanzije pluća. Da bi se prevenirale i lečile hirurške komplikacije, pleuralni tent, pneumoperitoneum i podvodna drenaža su postajali standardni deo LVRS operacija i njihovog postoperativnog vođenja (14,17). I pored toga, produženi gubitak vazduha je doveo do toga da se neki pacijenti otpuštaju kući sa drenom spojenim na Heimlich-ovu valvulu. Ambulantno vođenje pacijenata sa drenom spojenim na Heimlich-ovu valvulu se pokazalo bezbedno, ukoliko je obezbeđena dobra saradnja pacijenta (18).

Ako je podvodna drenaža bezbedna kod LVRS intervencija, postavljeno je pitanje zašto podvodna drenaža ne bi bila bezbedna i korisna i kod drugih grudno hirurških intervencija? Argument za primenu podvodne drenaže je hipotetičko smanjenje protoka vazduha kroz ranjenu površinu pluća, čime se ubrzava zarastanje ranjene površine pluća. Dalje, smanjenjem razlike pritisaka u pleuri se smanjuje neto filtracioni pritisak, čime se smanjuje secernacija na torakalne drenove. Treći argument u prilog podvodne drenaže je mogućnost rane mobilizacije pacijenta, koji nije više vezan za bolesnički krevet zbog pumpe povezane na zidni sistem vakuma ili električnu mrežu. Argument protiv primene podvodne drenaže je nedovoljna ekspanzija pluća, čime se ne dobija apozicija ranjene površine pluća na parijetalnu pleuru.

Na osnovu pozitivnih preliminarnih i randomiziranih monocentričnih studija pretpostavili smo da je primena podvodne drenaže bezbedna nakon prvog dana kod resekcija pluća manjih od pneumonektomije - lobektomija i njenih modifikacija, atipičnih resekcija i pneumoredukcija (LVRS).

## MATERIJAL I METODE

Cilj studije je ispitivanje bezbednosti i upotrebljivosti podvodne drenaže od prvog postoperativnog dana u pilot studiji kod resekcija pluća manjih od pneumonektomije.

U prospektivnoj pilot studiji bez randomizacije primenjena je podvodna drenaža kod 24 pacijenata kojima je izvedena neka od resekcija pluća manja od pneumonektomije. Svi pacijenti su operisani na Klinici za grudnu hirurgiju Instituta za plućne

bolesti u Sremskoj Kamenici u periodu od 01. 04. 2003. do 20. 04. 2004. Sve resekcije izvela su prva tri autora studije.

Semikvantitativno je procenjen gubitak vazduha na drenove. Kod pacijenata sa ekspiratornim gubitkom vazduha drugog stepena i manjim, na skali od 0 do 3, je primenjena podvodna drenaža. Semikvantitativna procena ekspiratornog gubitka vazduha je izvedena od strane jednog od nas (MB) po metodologiji Cerfolio-a i saradnika. Podvodna drenaža nije primenjivana kod pacijenata sa ekspiratornim gubitkom vazduha trećeg stepena, kontinualnim gubitkom vazduha i pacijenata kod kojih je radiološki tokom opservacije prvog postoperativnog dana uočena nepotpuna reekspanzija pluća.

Nakon primene podvodne drenaže dnevno je kontrolisan gubitak vazduha na drenove, secernacija na drenove i radiološki nalaz. Kod pacijenata kod kojih se nakon primene podvodne drenaže pojavi kolaps pluća predviđena je aplikacija aktivne sukcije na dren od -20cm vodenog stuba, a u slučaju nedovoljnosti te sukcije ciljano redrenaža, pre nego dalje povećanje sukcije.

Drenovi su vađeni kada nije bilo aktivnog gubitka vazduha na dren tokom 24 sata i kada je dnevna secernacija bila manja ili jednaka 100 ml.

Podaci su uneti i obrađeni programom MS Excel 2002 i prikazani u tabelama.

## REZULTATI

Prospektivno je praćen postoperativni tok 24 pacijenta starosti 51,71 +/- 10,17 godina (minimalno 28, maksimalno 69). Od tog broja u studiju je uključeno 14 muškaraca i 10 žena. Postoperativno je primenjena aktivna sukcija u trajanju od 1,5 +/- 0,93 dana nakon resekcije pluća (minimalno 1, maksimalno 5), a nakon toga podvodna drenaža.

Postojanje i semikvantitativna procena vazdušnog gubitka na drenove je prikazana u tabeli 1. Podvodna drenaža je upotrebljena prvog postoperativnog dana ili kada je ekspiratorni gubitak vazduha smanjen sa 3/3 na 2/3. Podvodna drenaža nije primenjivana kod pacijenata sa aktivnim ekspiratornim gubitkom vazduha procenjenim stepenom 3/3 po Cerfolio-voj metodologiji, kao ni kod kontinualnog gubitka vazduha na drenove. Izvedene operacije su navedene u tabeli 2. Indikacije za operaciju su prikazane u tabeli 3.

Tabela 1. Prisustvo gubitka vazduha na drenove u vreme primene podvodne drenaže:

Procenjeni gubitak vazduha na drenove	Broj pacijenata
0 (bez aktivnog vazdušnog gubitka)	12
1 (minimalan gubitak vazduha)	5
2 (umeren gubitak vazduha)	7
<b>Ukupno</b>	<b>24</b>

Tabela 2. Vrsta i lokalizacija izvedenih operacija

Vrsta i lokalizacija operacije	Broj pacijenata
Desna gornja lobektomija <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardna (6),</li> <li>• Sleeve (1),</li> <li>• Sa blok resekcijom grudnog zida (1),</li> </ul>	8
Srednja lobektomija	1
Desna donja lobektomija <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardna (3),</li> <li>• Sa blok resekcijom dijafragme i kupule jetre (1)</li> </ul>	4
Donja bilobektomija,	1
Leva gornja lobektomija (sa blok resekcijom grudnog zida),	1
Pneumoredukcija (LVRS) i	1
Atipična resekcija	8
<b>Ukupno</b>	<b>24</b>

Tabela 3. Indikacije za operaciju

Indikacija	Broj pacijenata
Karcinom pluća	9
Karcinom pluća sa zahvatanjem grudnog zida ili dijafragme i kupule jetre	3
Bronhiektazije	3
Emfizem pluća	3
Tuberkuloza pluća (preoperativno nedokazana)	3
Lobus destruens	1
Metastaze u plućima	2
<b>Ukupno</b>	<b>24</b>

Gubitak vazduha na drenove iznosio je 1,92 +/- 2,34 dana. Među 12 pacijenata koji su u trenutku primene podvodne drenaže imali vazdušni gubitak, narednog dana njih 7 (58,3%) je bilo bez vazdušnog gubitka. Dva pacijenta su imala produženi gubitak vazduha više od 5 dana (7 i 9 dana redom). Trajanje drenaže je 5,62 +/- 3,19 dana (minimalno 2, maksimalno 15), a hospitalizacije 7,43 +/- 3,76 (minimalno 3, maksimalno 18) dana. Izvedene su dve redrenaže zbog rezidualnih kolekcija i to jedna redrenaža zbog parcijalnog kolapsa vrha pluća i jedna redrenaža zbog separirane tečne kolekcije u pleuri bazalno.

## DISKUSIJA

Nakon resekcija pluća, postavljanje torakalnih drenova je rutina. Iako se drenaža izvodi pod idealnim uslovima, komplikacije nisu retke i obuhvataju krvarenje, povredu pluća i medijastinalnih organa. Kasna komplikacija drenaže je empijem pleure i njegova pojava je direktno proporcionalna dužini drenaže. Svaki pokušaj skraćivanja drenaže smanjuje mogućnost pojave komplikacija i skraćuje hospitalizaciju (19).

Hirurg na završetku resekcije pluća donosi odluku o broju, kalibru, lokalizaciji drenova i aplikaciji aspiracije na drenove u ranom postoperativnom periodu. Kalibar drenova zavisi od očekivanog sadržaja koji će drenovi evakuisati (20).

Prevalenca vazdušnog gubitka na drenove posle lobektomije je 58% i pored primene intraoperativnih mera za prevenciju vazdušnog gubitka (21). Kod lobektomija najmanji je rizik za vazdušni gubitak nakon donje lobektomije, dok je najveći kod desne gornje lobektomije. U našoj seriji postoji visoka zastupljenost (9 od 24 ili 37,5%) pacijenata sa gornjom lobektomijom. Ako se uzme u obzir visok rizik za produženi gubitak vazduha i kod donje bilobektomije i LVRS operacija, u našoj pilot studiji gotovo polovina pacijenata su imali povišen rizik za pojavu produženog gubitka vazduha. Nehomogenost naše grupe ispitanika u pogledu tipa operacije je rezultat želje da se ispita bezbednost primene podvodne drenaže kod svih resekcija pluća manjih od pneumonektomije.

Na osnovu povoljnih objavljenih rezultata primene podvodne drenaže nakon resekcija pluća (22,23), izveli smo pilot studiju ostvarljivosti i bezbednosti primene podvodne drenaže grudnog koša kod resekcija pluća manjih od pneumonektomije. U ispitivanoj grupi pacijenata 50% nije imalo gubitak vazduha 1. postoperativnog dana. Od 12 pacijenata koji su u momentu primene podvodne drenaže imali gubitak vazduha na drenove, njih 7 (58,3%) je narednog dana bilo bez gubitka vazduha, što ukazuje na povoljan efekat primene uklanjanja aktivne sukcije na aerostazu. Dva pacijenta su imali produženi gubitak vazduha i to 7 i 9 dana. To su pacijenti sa visokim rizikom za pojavu produženog gubitka vazduha. Kod jednog pacijenta osnovna bolest bila je destrukcija desnog gornjeg režnja tuberkulozom sa pridruženom aspergilozom. Izvedena je desna gornja lobektomija. Kod drugog pacijenta urađena je blok resekcija donjeg režnja, dijafragme i kupule jetre zbog karcinoma pluća. Direktna šav margina dijafragme je povećao zapreminu grudnog koša i onemogućio elevaciju dijafragme, koja je bitna za postizanje apozicije ranjene površine pluća prema parijetalnoj i dijafragmalnoj pleuri. U takvim slučajevima kod primene aktivne sukcije uobičajen je vazdušni gubitak i visok je rizik pojave empijema, koji mi nismo zabeležili u našoj grupi ispitanika.

Kod dva pacijenta izvedene su redrenaže grudnog koša, jedna zbog kolapsa vrha pluća, druga zbog bazalne tečne kolekcije. Kod oba pacijenta na osnovu analize radiograma grudnog koša, procenjeno je da je položaj intraoperativnog drena bio suboptimalan (u oba slučaja intraoperativno je postavljen jedan dren). Alternativni pristup se mogao sastojati u vraćanju aktivne sukcije na drenove. Da bi očuvali postignutu mobilnost pacijenata, koji su sa drenažnom bocom potpuno pokretni,

odlučili smo se za redrenaže. Kod oba pacijenta redrenaža je dovela do pune reekspanzije pluća.

Trajanje drenaže od 5,62 dana i hospitalizacije 7,43 dana je kraće od očekivanog prema vrsti operacija. Zaključili smo da primena podvodne drenaže posle resekcija pluća može biti bezbedna nakon prvog postoperativnog dana. Nismo zabeležili teške komplikacije. Prednosti primene podvodne drenaže je rana mobilizacija pacijenata nakon operacije, što omogućuje bolju ekspiraciju i fizikalnu terapiju. Druga prednost je smanjenje potrebe za negom pacijenata i kontrolom sistema za sukciju, čime se rasterećuje personal zdravstvene ustanove i omogućuje fokusiranje pažnje na druge probleme postoperativnih pacijenata.

Ograničenja ove studije su brojna. Broj ispitanika je mali i ne dozvoljava izvođenje čvrstih zaključaka. Ispitivani su pacijenti koje su operisala tri operatera, što dozvoljava mogućnost da su intraoperativni tehnički postupci doveli do dobrog postoperativnog rezultata. Rezultat nije direktno upoređen sa kohortom pacijenata koja bi bila formirana randomizirano. To su pitanja koja je potrebno razjasniti daljim istraživanjima, koja su u planu.

## ZAKLJUČAK

Primena podvodne drenaže može biti bezbedna posle resekcija pluća manjih od pneumonektomije nakon prvog postoperativnog dana. Potrebna je prospektivna randomizirana studija, koja bi uporedila aktivnu sukciju u različitim protokolima i podvodnu drenažu nakon plućnih resekcija.

## LITERATURA

- Cerfolio R, Tummala R, Holman W, Zorn G, Kirklín J, McGiffin D, Naftel D, Pacifico A. A Prospective Algorithm for the Management of Air Leaks After Pulmonary Resection. *Ann Thorac Surg* 1998; 66:1726-31.
- Cerfolio R: Chest tube management after pulmonary resection. *Chest Surg Clin N Am* 2002, 12: 507-27.
- Rice T, Okereke I, Blackstone E. Persistent air-leak following pulmonary resection. *Chest Surg Clin N Am* 2002, 12: 529-39.
- Loran D, Woodside K, Cerfolio R, Zwischenberger J. Predictors of alveolar air leaks. *Chest Surg Clin N Am* 2002, 12: 477-88.
- Abolhoda A, Liu D, Brooks A, Burt M. Prolonged Air Leak Following Radical Upper Lobectomy. *CHEST* 1998; 113:1507-10.
- Rice T, Kirby T. Prolonged air leak. *Chest Surg Clin N Am* 1992, 2: 803-11.
- Cerfolio R, Bass CS, Harrison Pask A, Katholi C. Predictors and Treatment of Persistent Air Leaks. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1727-31.
- Brunelli A, Fianchini A. Prolonged Air Leak Following Upper Lobectomy. In *Search of the Key. Chest* 1999;116:848.
- Souilamas R, Riquet M, Barthes FLP, Chehab A, Capuani A, Faure E. Surgical Treatment of Active and Sequelar Forms of Pulmonary Tuberculosis. *Ann Thorac Surg* 2001;71:443-7.
- Fabian T, Federico J, Ponn R. Fibrin Glue in Pulmonary Resection: A Prospective, Randomized, Blinded Study. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1587-92.
- Murray K, Ho CH, Hsia JYJ, Little A. The Influence of Pulmonary Staple Line Reinforcement on Air Leaks. *CHEST* 2002; 122:2146-49.
- Stammberger U, Klepetko W, Stamatis G, Hamacher J, Schmid R, Wisser W, Hillerjan L, Weder W. Buttressing the Staple Line in Lung Volume Reduction Surgery: A Randomized Three-Center Study. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1820-5.
- Lang G, Csekeo A, Stamatis G, Lampl L, Hagman L, Mihai Marta G, Rolf Mueller M, Klepetko W. Efficacy and safety of topical application of human fibrinogen/thrombin-coated collagen patch (TachoComb) for treatment of air leakage after standard lobectomy. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2004, 25: 160-66.
- Brunelli A, Al Refai M, Muti M, Sabbatini A, Fianchini A. Pleural Tent After Upper Lobectomy: A Prospective Randomized Study. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1722-4.
- Brunelli A, Al Refai M, Monteverde M, Borri A, Salati M, Sabbatini A, Fianchini A: Pleural Tent After Upper Lobectomy: A Randomized Study of Efficacy and Duration of Effect. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1958-62.
- Cerfolio R, Holman W, Katholi C. Pneumoperitoneum After Concomitant Resection of the Right Middle and Lower Lobes (Bilobectomy). *Ann Thorac Surg* 2000;70:942-7.
- De Giacomo T, Rendina E, Venuta F, Francioni F, Moretti M, Pugliese F, Coloni GF. Pneumoperitoneum for the Management of Pleural Air Space Problems Associated With Major Pulmonary Resections. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1716-9.
- Ponn R, Silverman H, Federico J. Outpatient Chest Tube Management. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1437-40.
- Younes RN, Gross J, Aguiar S, Haddad F, Deheinzeln D. When to Remove a Chest Tube? A Randomized Study with Subsequent Prospective Consecutive Validation. *J Am Coll Surg* 2002;195: 658-62.
- Baumann M. What size chest tube? What drainage system is ideal? And other chest tube management questions. *Curr Opin Pulmonary Med* 2003;9:276-81.
- Okereke I, Murthy S, Alster J, Blackstone E, Rice T. Characterization and Importance of Air Leak After Lobectomy. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1167-73.

22. Cerfolio R, Bass C, Katholi C. Prospective Randomized Trial Compares Suction Versus Water Seal for Air Leaks. *Ann Thorac Surg* 2001;71:1613-7.
23. Marshall M, Deeb M, Bleier J, Kucharczuk J, Friedberg J, Kaiser L, Shrager J. Suction vs Water Seal After Pulmonary Resection. *CHEST* 2002; 121:831-35.