

Anestezia pe un singur plaman. Recomandari

Radu Stoica*, Dan Corneci**, Genoveva Cadar*,
Iolanda Ion*, Augustin Tudose**

Definitie

Anestezia pe un singur plaman – ASP ("one-lung anesthesia") este o metoda consacrata, utilizata aproape in toate interventiile intratoracice care *necesita ventilatia separata* a celor doi plamani.

Indicatii

Indicatiile *anesteziei pe un singur plaman* (ASP) sunt absolute si relative (1,2) (Tabel 1).

ASP este utilizata in aproape toate rezectiile pulmonare, fiindca asigura o expunere chirurgicala adecvata. Prin colabarea plamanului operat, neventilat, se previne contuzia si hemoragia intraparenchimotoasa excesiva din cursul manipularilor chirurgicale. Se previne, de asemenea, potentiala contaminare a plamanului contralateral, ventilat, frecvent aflat in pozitie decliva. Daca un pacient este supus unui transplant unipulmonar este recomandat sa se utilizeze ventilatia separata, cu 2 ventilatoare diferite, astfel incat plamanul normal, transplantat sa nu fie supus presiunilor mari ale plamanului bolnav (3, 4).

* Sectia ATI, Institutul de Pneumologie „Marius Nasta”, Bucuresti

** Clinica ATI, Spitalul Militar Central, Bucuresti

Tabel 1. Indicațiile anesteziei pe un singur plaman (ASP)

Indicații absolute	Contaminarea plamanului ventilat (hemoptizii, supuratii, chiste hidatice) Controlul distributiei ventilatiei (fistula bronhopleurala, deschiderea chirurgicala a unei bronsii majore, chist sau bula giganta unilaterala, rupturi de arbore traheobronsic, hipoxemia amenintatoare de viata datorata unei afectiuni pulmonare unilaterale) Lavajul pulmonar total
Indicații puternic recomandate	Rezecții pulmonare, mai ales lobectomiile superioare Toracoscopiile Tulburari de ventilatie/perfuzie Protectia unui plaman unic functional Transplantul pulmonar Chirurgia arterei pulmonare (ruptura, embolectomie) Anevrismul aortei toracice
Indicații relative	Chirurgia pleurei Biopsiile pulmonare, mediastinale, etc. Chirurgia esofagului Chirurgia coloanei toracice Post by-pass cardiopulmonar dupa extragerea de embol ocluziv total unilateral Hipoxemia severa datorata unei afectiuni pulmonare unilaterale

Tehnica separării pulmonare

Tehnica de referință în chirurgia toracică este intubația cu sonda cu lumen dublu (SLD) (5,6) (Fig 1). Numarul sondei este ales, în general, în funcție de talia pacientului (Tabel 2) (6).

Tabel 2. Selectarea SLD

Bărbați	Femei	Copii > 30 kg	Copii < 30 kg
39/41 F	35/37, rar 39 F	28 F	26 F

Tehnica propriu-zisă (6): în general se intubează plamanul decliv, însă unii autori preferă intubația bronșică stângă indiferent de plamanul operat, mai ales atunci când nu este posibilă verificarea bronhoscopică a poziției SLD.

Etapele intubatiei selective presupun:

- verificarea integritatii balonaselor si a tuturor conectoarelor necesare
- lubrefierea sondei
- inductia farmacologica: la fel ca in cazul oricarei anestezii generale combinate, de obicei inductie intravenoasă cu un hipnotic, un relaxant neuromuscular ± opioid.
- spray pe corzile vocale cu lidocaina 4%
- intubatia sub laringoscopie directa
- umflarea balonasului traheal si verificarea intubatiei cailor aeriene (miscari toracice, auscultatie, capnografie)
- umflarea balonasului bronic si **verificarea pozitionarii** corecte a sondei cu dublu lumen (Fig. 2):
 - *cu bronhoscop, metoda recomandata*. Pentru intubatia bronsiei primitive drepte fibrobronhoscopia este ferm recomandata (7).
 - *făra bronhoscop*. Intubatia si pozitionarea SLD in bronsia primitiva stanga se poate realiza frecvent fara bronhoscop. (Fig 2)
- După intoarcerea pacientului in decubit lateral se verifica din nou pozitia sondei (sunt posibile deplasări ale acesteia).

Exista erori de pozitionare posibile care necesita corectare si care pot fi evidentiata clinic sau, preferabil, endoscopic:

Tabel 3. Erori de pozitionare ale SLD (5)

Eroare	Ventilatia lumenului bronic	Ventilatia lumenului traheal
Sonda este introdusă prea distal	Murmur vezicular unilateral	Silentium, presiuni mari
Sonda nu este introdusă destul	Murmur vezicular bilateral	Silentium, presiuni mari
Sonda este introdusă in cealalta bronhie principala	Murmur vezicular prezent pe partea opusă, uneori presiuni mari	Silentium sau murmur vezicular pe partea opusă

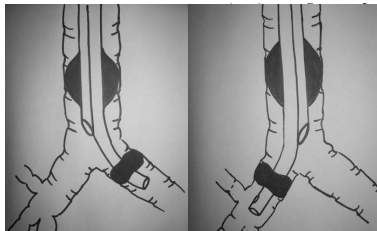


Figura 1 Pozitionarea sondelor cu lumen dublu (SLD) de stanga si dreapta

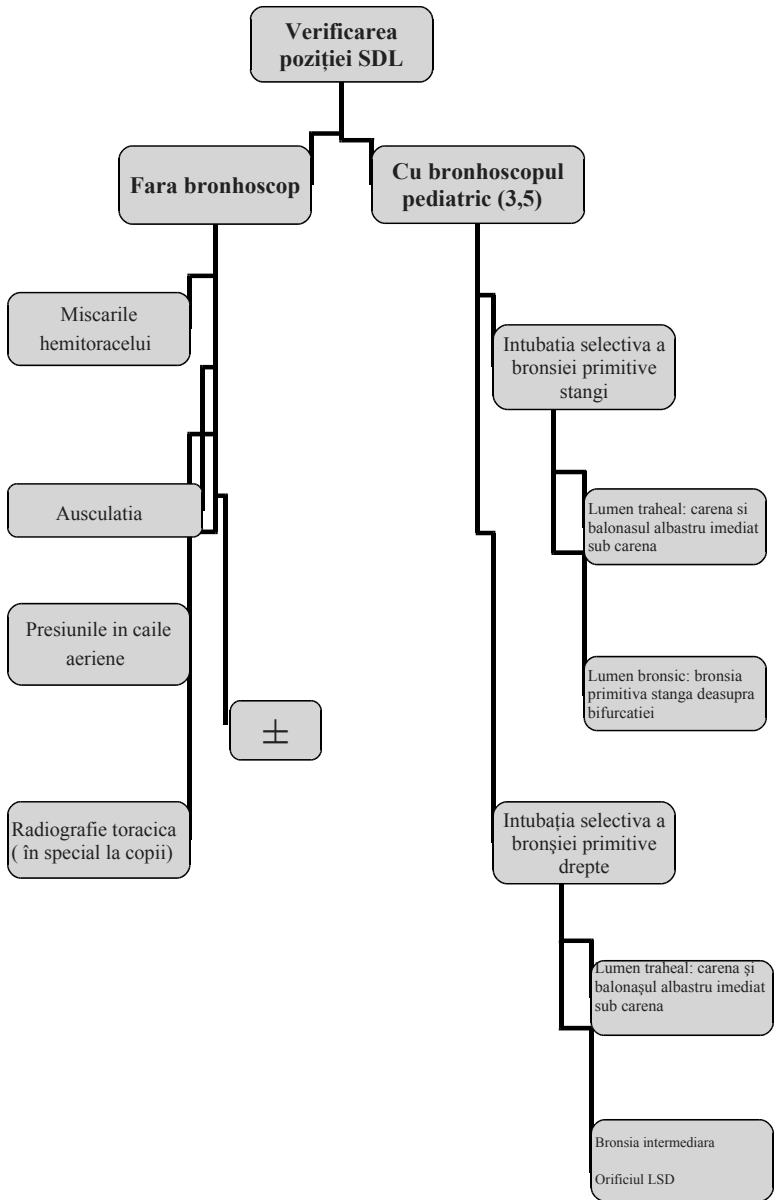


Figura 2 Treptele de verificare recomandate ale poziției SLD

In cazuri selectionate exista si alte *alternative* recomandate ale ventilatiei unipulmonare:

- Blocantii bronsici (BB) (8,9) sub ghidaj bronhoscopic. Cei mai moderni sunt BB tip Arndt (10) (Fig 2) sau Cohen (11). Alte alternative sunt sonda Univent, sonda Fogarty (12) sau Swan-Gantz introdusă prin conector Arndt sau chiar sonda Foley. BB sunt recomandati in special in cazul intubatiei dificile sau la pacientul pediatric.



Fig. 2. Blocant bronsic tip Arndt

- Intubatie selectivă cu sonda obisnuita a unei bronhii principale sub ghidaj bronhoscopic (in caz de urgenta, nerecomandata de rutina).

In cazul pacientilor traheostomizati se pot folosi canule de traheostoma cu lumen dublu sau sonde cu dublu lumen obisnuite(13).

Recomandari farmacologice ale anesteziei generale

Obiectivele anesteziei generale din cursul ASP sunt similare cu cele din cursul chirurgiei generale. Exista totusi doua particularitati. Prima legata de efectul farmacologic asupra schimburilor gazoase, in special hipoxemia ce poate insoti ventilatia unipulmonara si a doua legata de recuperarea din anestezia generala.

Hipoxemia din cursul ASP este generata de suntul transpulmonar rezultat din colabarea plamanului neventilat si este compensata partial de *vasoconstrictia pulmonara hipoxica* (VPH). Studiile referitoare la tehnicile anestezice inhalatorii comparativ cu cele intravenoase sunt contradictorii(14). Daca studiile anterioare demonstau ca anestezicele volatile inhibă vasoconstrictia hipoxica, iar anestezicele intravenoase nu inhibă acest mecanism (15, 16, 17) analiza publicata in *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 2, 2009 care a inrolat 9 studii controlate cuprinzand 291 de pacien-

ti concluzioneaza ca *NU sunt evidente reiesite din trialurile randomizate controlate privind existenta unor diferente semnificative in prognosticul pacientilor cu anestezie intravenoasă versus inhalatorie in ventilatia pe un singur plaman* (18). Inhibitia VPH de catre anestezicele volatile nu pare a fi semnificativa clinic.

Opioidele sunt recomandate in tehnicile anestezice balansate neinfluen-tand VPH.

Tehnicile combinate, inhalatorii si intravenoase permit *recuperarea* din anestezie, care este recomandata sa se realizeze la sfarsitul interventiilor toracice.

In tabelul 4 sunt reprezentate efectele asupra VPH ale substantelor anes-tezice cel mai frecvent folosite.

Tabel 4. Efecte ale medicatiei anestezice asupra VPH

Medicatie	Efecte
Hipnotice - tiopental - propofol - etomidat - ketamina	Nu influenteaza Vasoconstrictia Pulmonara Hipoxica - VPH - eliberare histamina, depresie cardiaca, tahicardie - bradicardie, hipotensiune - efecte cardio-vasculare neglijabile, de electie la pacientii cu risc major - scade iritabilitate cailor respiratorii - util la pacientii hipovolemici - tahicardie, HTA, crește cererea de O ₂ a miocardului si poate produce ischemie coronariana
<i>Relaxante musculare</i> - pancuronium - vecuronium - atracurium - pipecuronium	Nu influenteaza VPH - nu elibereaza histamina, tahicardie - nu elibereaza histamina, fără efecte car-dio-vasculare - elibereaza histamina la doze mari - nu elibereaza histamina, durata lungă de actiune
Narcotice - fentanyl - morfina - sufentanyl	Nu influenteaza VPH - fără efecte hemodinamice majore, nu elibereaza histamina - elibereaza histamina - fără efecte hemodinamice majore, nu elibereaza histamina

Tehnicile loco-regionale asociate ventilatiei pe un singur plaman

Tehnicile de anestezie loco-regionala, cea epidurala si blocul-paravertebral se utilizeaza in combinatie cu ASP.

Anestezia peridurala toracica este metoda cea mai folosita (18,19).

Se recomanda:

- inserarea cateterului peridural inaintea inductiei anesteziei (decubit lateral sau, de preferat, pozitia sezanda)
- tehnica de preferat pentru reperarea spatiului peridural este "hanging drop" - nivel-toracic inalt T3-T8 este recomandat a fi confirmat stimularea nervului sau prin imagine fluoroscopica
- pentru anticoagulare intraoperatorie se foloseste heparina nefractionata la 1 ora dupa inserarea atraumatica a cateterului peridural.

Medicatia si dozele recomandate sunt prezentate in tabelul 5. Asocierea cu clonidina 1 μ /kg prelungeste durata blocului.

Tabel 5 Substantele anestezice utilizate in anestezia peridurala

SUBSTANTA	CONCENTRATIE
Bupivacaina	0,25-0,5%
Ropivacaina	0,5-1%
Levobupivacaina	0,25-0,5%
Fentanyl	10 μ /ml
Sufentanyl	0,5 μ /ml
Alfentanyl	40 μ /ml
Hidromorfon	0,01mg/ml
Morfina	0,5mg/ml

La sfarsitul interventiei chirurgicale se adapteaza dozele pentru analgezie postoperatorie fie prin infuzie continua, prin PCEA sau prin administrare intermitenta.

Avantajele asocierii ASP cu anestezia-analgezia peridurala sunt (19, 20, 21):

- consum miocardic de O₂ scazut
- scade presiunea telediastolica
- scade presiunea in artera pulmonara
- recuperare postanestezica mai rapida
- evolutie favorabila postoperatorie (mobilizare precoce, efect benefic pe mecanica respiratiei)
- scade numarul accidentelor tromboembolice si gastro-intestinale post-operatorii

Asocierea anesteziei peridurale toracice la anestezia generala, in ventilatia pe un singur plaman, s-a considerat ca este un element generator de hipoxemie, probabil prin deprimarea debitului cardiac (19, 22, 23). Monitorizarea hemodinamica este obligatorie.

In conditiile mentinerii stabilitatii cardio-vasculare *anestezia-analgezia peridurala* toracica este *recomandata in asociere cu anestezia generala din cursul ASP*.

Blocul paravertebral toracic reprezinta singura metoda care poate competitiona cu anestezia peridurala. Actioneaza la nivelul ramurilor dorsale si ventrale ale nervilor spinali. Impresia investigatorilor este ca analgezia multimodala care cuprinde si asocierea blocului paravertebral poate fi o alternativa la anestezia peridurala si este *recomandata* in special in procedurile toracoscopice (24).

Avantaje tehnice sunt: simplitatea si siguranta tehnicii, siguranta la pacientii sedati si ventilati mecanic, vizualizarea directa a cateterului (intraoperator).

Avantajele clinice :

- o singura injectare cuprinde mai multe metamere
- stabilitate hemodinamica
- reducerea necesarului de opioide
- complicatii reduse (cea mai frecventa pneumotoraxul).

La sfarsitul manevrei radiografia pulmonara este obligatorie.

Dozele utilizate sunt cele din tabelul 6, in volum maxim de 15-20ml.

Tabel 6. Anestezice locale in blocul paravertebral toracic

bupivacaina 0,25-0,5%	1 mg/kg
ropivacaina 0,2-0,5%	2 mg/kg
lidocaina 1%	1 mg/kg

-asociat cu epinefrina 2,5µ/ml

Hipoxemia asociata anesteziei pe un singur plaman

Hipoxemia intraoperatorie a reprezentat timp de decenii principala problema cu care s-a confruntat anestezia in chirurgia toracica. Incidenta hipoxemiei in timpul ventilatiei pe un singur plaman a scazut de la 25% (chiar 40-50%) in anii 70 la mai putin de 10% astazi (25).

La aceasta contribuie factori fiziologici, factori care tin de patologia pulmonara si cea asociata preexistenta precum si factori care tin de actul anestezico-chirurgical in sine. Factori fiziologici sunt suntul transpulmonar generat de plamanul neventilat, compresia mediastinului pe plamanul decliv, neventilat, s.a.

Cel mai important mecanism activ de adaptare la hipoxemia din cursul ASP este vasoconstrictia pulmonara hipoxica care determina o scadere a fractiei de sunt pana la valori acceptabile de 20-25% (26,27,28).

Exista si alti factori (afectiunea pulmonara preexistenta, alte tare asociate, sediul operatiei, varsta etc) care influenteaza in mod diferit hipoxemia intraoperatorie. (tabel 7).

Cea mai frecventa cauza de hipoxemie este cea legata de modificarea pozitiei sondei cu lumen dublu, datorata manipularii chirurgicale a tesurilor pulmonare.

Efectul substantelor anestezice este limitat si a fost subliniat la recomandarile legate de tehnicile anestezice din cursul ASP.

Tabel 7 Factori de hipoxemie in cursul ASP

-
- Corelatie inversa cu FEV₁ preoperator
 - Toracotomia pentru chirurgie non-pulmonara
 - Gradul de perfuzie in plamanul colabat
 - PaO₂ scazut preoperator.
 - Gradientul crescut A-aO₂
 - DC scazut
 - HTP
 - Anemia
 - Altele: Varsta, partea operata, pozitia supina
 - **!Modificarea pozitiei sondei cu lumen dublu!**
-

Diversitatea factorilor care influenteaza oxigenarea intraoperatorie presupune doua strategii importante. Una legata de prevenirea hipoxemiei si o a doua privind masurile de interventie in cazul desaturarilor acute.

Recomandarile generale sunt cele referitoare la monitorizarea minima a respiratiei si cuprind: pulsoximetrie, capnografie si gaze sangvine, volume si presiuni ventilatorii.

Recomandarile conventionale privind instituirea si conducerea ASP sunt sistematizate in tabelul 8 (2, 29-31).

Tabel 8. Strategii „conventionale” (traditionale) de optimizare a oxigenării

Management initial

- Menținerea ventilatiei pe doi plamani pana cand pleura este deschisă sau cat mai mult posibil
- $FiO_2 = 1$
- Volum Tidal = 8-10-12 ml/Kg
- Ajustarea frecvenței respiratorii pentru a mentine $PaCO_2 = 40$ mmHg
- PEEP = 0 (sau <5) mm Hg
- Monitorizarea continuă a SpO_2 , ET CO_2 , gaze sanguine

Hipoxemia moderata (90-95%)

- Se verifica pozitia sondei cu dublu lumen
- Se verifica statusul hemodinamic
- CPAP (5-10 cm H_2O , 5 L/min) pe plamanul non-dependent
- HFJV pe plamanul dependent (sincron) sau pe cel operat
- PEEP (5-10 cm H_2O) pe plamanul dependent
- Se ia in considerare reducerea profunzimii anesteziei inhalatorii sau a TIVA
- Se asigura un nivel adecvat al hemoglobinei

Hipoxemie severa (<90%) sau refractara:

- Ventilatie intermitenta a ambilor plamani
- Clamparea chirurgicala a arterei pulmonare
- Vasoconstrictoare (ex. almitrina 12 $\mu g/kg/min$)
- Oxid nitric
- Suport extracorporeal pentru transplantul pulmonar (ECMO, bypass cardio-pulmonar)

În ultimii ani s-au acumulat tot mai multe date privind efectul benefic asupra oxigenării, dar și asupra complicațiilor postoperatorii (atelectazie, injurie acută pulmonară, etc.) a metodelor de recrutare alveolară și de „ventilatie protectivă” în cursul ventilatiei pe un singur plaman (32, 33).

Recrutarea alveolară se poate efectua fie prin creșteri incrementale ale presiunilor de inspirație și PEEP până la valori de 40/20 cm H_2O și apoi ventilatie de tip protectiv cu P_{max} de 25 cm H_2O și PEEP de 5 cm H_2O (32), fie prin menținerea unui suspir inspirator de 35 cm H_2O timp de 5-15 secunde și repetare timp de 6-8 respirații. După manevrele de recrutare se instituie un PEEP de 5-10 cm H_2O și „ventilatie protectivă” cu V_T de 4-8 ml/kg corp. Există studii care recomandă ca manevrele de recrutare să se efectueze înainte de trecerea ventilatiei pe un singur plaman (32).

Recomandările ventilatiei de tip protectiv valabile în ASP sunt prezentate în tabelul 9.

Tabel 9. Principiile ventilatiei protective pulmonare in ASP

- FiO_2 cat mai mic posibil (uzual 0,5-0,8; pacient hipoxemic 1)
- Volum Tidal variabil:
 - cu scop protectiv: 4- 6- 8 ml/Kgc
 - hipoxemie sau hipercapnie severa: 6-10 ml/Kgc
- minut-volum pentru a mentine $PaCO_2 = 50-70$ mm Hg (mai mare in obstructia severa)
- manevre de recrutare alveolara
- regim presional: $P_{platou} < 25$ cm H_2O ($< 15-20$); $P_{peak} < 35-40$ cm H_2O
- ventilatie controlata in presiune pentru toti pacientii („pressure-control ventilation” - PCV)
- aplicarea de PEEP pentru mentinerea capacitatii reziduale functionale si dupa manevrele de recrutare alveolara
- ventilatie protectivă pe plaman normal sau afectiuni toraco-pulmonare restrictive: 5-10 cm H_2O boli obstructive: 3-8 cm H_2O (exista si PEEP intrinsec)

O mentiune aparte trebuie facuta la recomandarea ventilatiei controlata in presiune, PCV vs IPPV in cursul ASP. PCV este indicata fiindca, indeosebi la pacientul cu BPCO, asigura presiuni de ventilatie mai mici.(31)

In concluzie *recomandarile* pentru asigurarea ventilatiei adecvate si cele pentru prevenirea si combaterea hipoxemiei in decursul ASP sunt sintetizate in tabelul 10.

Tabel 10. Recomandări de ventilatie pentru anestezia pe un singur plaman

- Prevenirea hipoxemiei
- Menținerea ventilatiei mecanice pe doi plamani pana cand se deschide pleura, sau cat mai mult timp posibil
- Utilizarea de rutina a bronhoscopiei pentru plasarea si pozitionarea corecta a sondei de intubatie traheala dublu-lumen, precum si in momentul aparitiei hipoxemiei sau creșterii presiunilor de ventilatie
- FiO2 cat mai mic posibil: 0,5-0,8 (preferabil < 0,6)
 - 0,8 in primele 15-20 min după instituirea VSP
 - 1 in caz de hipoxemie severa
- Utilizarea de rutina a presiunii pozitive continue (CPAP) de 4-5 cm H2O pe plamanul neventilat
- alternativă in hipoxemia moderata/severa: HFJV (sincrona sau pe plamanul neventilat)
- Se va asigura un nivel al hemoglobinei si un status hemodinamic adecvate
- In cazul hipoxemiei severe:
 - Perioade scurte de ventilatie pe doi plamani, daca anestezia pe un singur plaman nu are indicatie absoluta
 - Resetarea valorilor PEEP si CPAP
 - Manevre de recrutare pentru plamanul inainte sau dupa instituirea VSP
 - Ocluzia arterei pulmonare (chirurgical sau prin cateter in artera pulmonara)
- Asumarea ventilatiei intraoperatorii pe un singur plaman ca o variatie a tehnicilor de ventilatie specifice ARDS (ventilatie protectivă):
- Volume curente mici pentru a evita injuria pulmonara: 4-6 ml/Kgc (6-10 ml/Kgc doar in hipoxemie sau hipercapnie severa)
- Hipercapnie permisivă: a se mentine PaCO2 = 50-70 mm Hg
- Utilizarea de rutina a PEEP-ului de 5 cm H2O pe plamanul ventilat dependent - strategie de prevenire a hipoxemiei si injuriei pulmonare acute (5-10 cm H2O pe plaman normal sau afectiuni restrictive; 3-8 cm H2O in cazul bolilor obstructive)
- Ventilatie controlata in presiune (PCV) pentru a evita presiunea crescuta in caile aeriene: regim presional: Pplatou < 25 cm H2O (< 15-20); Ppeak <<35-40 cm H2O
- Anestezie generala inhalatorie sau TIVA cu sau fără asociere cu anestezia peridurala toracica (nu sunt evidente care să indice, contraindica sau care să arate superioritatea unei metode in privinta hipoxemiei)
- Nu sunt evidente pentru restrictia lichidiana perioperatorie

BIBLIOGRAFIE

1. Benumof JL. Anesthesia for Thoracic Surgery, 2nd Ed, WB Saunders Co, Philadelphia, 1995;cap. 4, p.122-152.
2. Stoica R. Anestezia in chirurgia toracica, in *Tratat de Chirurgie*, vol IV, sub red. Irinel Popescu, Editura Academiei Romane, Buc. 2008, p. 55-111.
3. Gosh S, Latimer RD. Thoracic anaesthesia: principles and practice. Oxford: Butterworth Heinemann, 1999.
4. Deslaurier J, Mehran R. Handbook of Perioperative Care in General Thoracic Surgery, Elsevier Mosby 2005, p. 159-168.
5. Dunn PF, et al. Clinical Anesthesia Procedures of the Massachusetts General Hospital, 7-th edition, p.

6. Departement d'Anesthésie-Reanimation de Bicetre. *Protocoles 2007*, 11-th edition, 255-7.
7. Benumof JL. The position of a double-lumen tube should be routinely determined by fiberoptic bronchoscopy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1993; 7:513-14.
8. Harvey SC, Alpert CC, Fishman RL. Independent placement of a bronchial blocker for single-lung ventilation: an alternative method for the difficult airway. *Anesth Analg* 1996; 83:1330-1.
9. Campos JH. An update on bronchial blockers during lung separation techniques in adults. *Anesth Analg* 2003; 97:1266-74.
10. Culp WC, Kinsky MP. Sequential one-lung isolation using a double arndt bronchial blocker technique. *Anesth Analg* 2004; 99:945-6.
11. Cohen E. The Cohen Flexitip Endobronchial Blocker: an alternative to a double lumen tube. *Anesth Analg* 2005; 101:1877-9.
12. Mohan VK, Darlong VM, Kashyap L, Mishra SK, Gupta K. Fiberoptic-guided fogarty catheter placement using the same diaphragm of an adapter within the single-lumen tube in children. *Anesth Analg* 2002; 95:1241-2.
13. Yaney LL. Double lumen endotracheal tube for one lung ventilation through a fresh tracheostomy stoma. *AANA Journal* 2007; 6 (75).
14. Grichnik KP. Advances in the management of One-lung Ventilation, in: *Thoracic Anesthesia*, Ed. FD Slinger, Lippincott Williams & Williams 2004, p.47-80.
15. Karzai W, Schwarzkopf K. Hypoxemia during one-lung ventilation: prediction, prevention, and treatment. *Anesthesiology* 2009; 110(6):1402-11.
16. Brodski JB. Approaches to hypoxemia during single-lung ventilation. *Curr Opin Anaesthesiol* 2001, 14:71-76.
17. De Conno E, Steurer MP, Wittlinger M, et al. Anesthetic-induced improvement of the inflammatory response to one-lung ventilation. *Anesthesiology* 2009; 110(6):1316-26.
18. Bassi A, Milani WR, El Dib R, Matos D. Intravenous versus inhalation anaesthesia for one-lung ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008 Apr 16;(2).
19. Von Dossow V, Welte M, Zaune U, et al. Thoracic epidural anesthesia combined with general anesthesia: the preferred anesthetic technique for thoracic surgery. *Anesthesia & Analgesia* 2001; 92(4):848-54.
20. Garutti I, Olmedilla L. searching the preferred anesthetic technique during one-lung-ventilation. *Anesth Analg* 2002; 94:1040-5.
21. Mineo TC. Epidural anesthesia in awake thoracic surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 2007; 32: 13-19.
22. Garutti I, Quintana B, Olmedilla L, et al. Arterial oxygenation during one-lung ventilation: combined versus general anesthesia. *Anesth Analg* 1999; 89:1326-34.
23. Garutti I, Quintana B, Olmedilla B, et al. Arterial oxygenation during one-lung ventilation: combined versus general anesthesia. *Anesth Analg* 1999; 88:494-9.
24. Richardson J, Sabanthan S, Jones J, et al. Prospective randomized comparison of preoperative and continuous balanced epidural and paravertebral bupivacaine on post-thoracotomy pain, pulmonary function and stress response. *Br J Anaesth* 1999; 83:387-392.
25. Karzai W, Schwarzkopf K. Hypoxemia during one-lung ventilation: prediction, prevention, and treatment. *Anesthesiology*. 2009; 110(6):1402-11.
26. Kerr JH, Smith AC, Prys-Roberts C, et al. Observations during endobronchial anesthesia. Oxygenation. *Br J Anaesth* 1974; 46:84.
27. Torda TA, McCulloch CH, O'Brien HD, et al. Pulmonary venous admixture during one-lung anesthesia. The effect of inhaled oxygen tension and respiration rate. *Anaesthesia* 1974; 29:272.
28. Khanom T, Branthwaite MA. Arterial oxygenation during one-lung anesthesia. A study in man. *Anaesthesia* 1973; 28:132.
29. Brodski JB. Approaches to hypoxemia during single-lung ventilation. *Curr Opin Anaesthesiol* 2001, 14:71-76.
30. Sentürk M. New concepts of the management of one-lung ventilation. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006;19(1):1-4.
31. Unzueta MC, Casas JI, Moral M. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation during one-lung ventilation for thoracic surgery. *Anesth Analg* 2007;104:1029-33.
32. Tusman G, Bohm SH, Sipmann FS, Maisch S. Lung recruitment improves the efficiency of ventilation and gas exchange during one-lung ventilation anesthesia. *Anesth Analg* 2004; 98:1604-9.
33. Lyt FT. Appropriate ventilatory settings for thoracic surgery. *Intraoperative and Postoperative Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2008; 2: 97-10.