

SPECIFIČNOSTI ANESTEZIOLOŠKIH POSTUPAKA KOD OPERACIJA TORAKOKIRURŠKIH BOLESNIKA

Vujić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:680969>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-11-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI
SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Ivana Vujić

SPECIFIČNOSTI ANESTEZIOLOŠKIH POSTUPAKA KOD OPERACIJA
TORAKOKIRURŠKIH BOLESNIKA

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

UNIVERSITY OF RIJEKA
MEDICAL FACULTY
INTEGRATED UNDERGRADUATE AND GRADUATE
UNIVERSITY STUDY OF MEDICINE

Ivana Vujić

SPECIFICITIES OF ANESTHESIOLOGY PROCEDURES IN THORACIC
SURGERY PATIENTS

Graduate thesis

Rijeka, 2020.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Vlatka Sotošek, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je 19. lipnja 2020. godine na Katedri za anesteziologiju, reanimatologiju, hitnu i intenzivnu medicinu Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Željko Župan, dr. med. (predsjednik Povjerenstva)
2. Prof. dr. sc. Alan Šustić, dr. med.
3. Izv. prof. dr. sc. Aldo Ivančić, dr. med.

Rad sadrži 44 stranice, 10 slika, 3 tablice, 27 literaturnih navoda.

Sadržaj

1. UVOD.....	7
2. SVRHA RADA.....	8
3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU.....	9
3.1. Osobitosti torakokirurških bolesnika.....	9
3.2. Indikacije i način izvođenja torakokirurških zahvata.....	10
3.3. Anesteziološki pregled i procjena torakokirurškog bolesnika.....	13
3.4. Prijeoperacijska procjena plućne funkcije.....	16
3.5. Prijeoperacijska priprema torakokirurških bolesnika.....	18
3.6. Premedikacija.....	19
3.7. Torakalna anestezija.....	20
3.7.1. Inhalacijski anestetici.....	21
3.7.2. Intravenski anestetici.....	22
3.7.3. Regionalna epiduralna anestezija.....	22
3.8. Perioperacijski postupci i nadzor bolesnika tijekom torakokirurških zahvata.....	23
3.8.1. Hemodinamski i respiracijski monitoring.....	23
3.8.2. Održavanje ventilacije bolesnika.....	24
3.8.2.1. Intubacija.....	24
3.8.2.2. Jednolumenski endotrahealni tubusi.....	25
3.8.2.3. Dvolumenski endobronhalni tubusi.....	27
3.8.2.4. Ventilacija jednog plućnog krila.....	31
3.9. Liječenje postoperacijske boli u torakokirurških bolesnika.....	34
4. RASPRAVA.....	36
5. ZAKLJUČAK.....	37

6. SAŽETAK.....	38
7. SUMMARY.....	39
8. LITERATURA.....	40
9. ŽIVOTOPIS.....	44

Popisi skraćenica i akronima

ASA - (engl. *American Society of Anesthesiology*), Američko društvo za anesteziologiju

CPAP – (engl. *Continous Positive Airway Pressure*), kontinuirani oblik ventilacije pozitivnim tlakom

FiO₂ – (engl. *Fractional Inspired Oxygen Content*), udio kisika u udahnutoj smjesi plinova

KOPB – kronična opstruktivska plućna bolest

OLV – (engl. *One Lung Ventilation*), ventilacija jednog plućnog krila

OSA – opstruktivska *sleep* apneja

TIVA – totalna intravenska anestezija

1. UVOD

Indikacije i tehnike za torakalnu kirurgiju se neprestano razvijaju. Torakalna kirurgija početkom prošlog stoljeća prvenstveno se odnosila na zarazne indikacije (apsces pluća, bronhiektazije, empijem). Iako su ovi slučajevi još uvijek prisutni za operaciju u post – antibiotskoj eri, u današnje vrijeme najčešće indikacije za torakokirurške zahvate su zloćudne bolesti torakalne regije (pluća, jednjaka, medijastinuma) kao i traume prsnog koša (1). Razvojem torakalne kirurgije paralelno se razvija i anestezija što omogućuje i najkompliciranije kirurške zahvate izvoditi relativno sigurno. Taj paralelni razvoj kirurgije i anestezije pokazuje važnost u povezanosti tih dviju grana prilikom zbrinjavanja bolesnika. Povezanost se temelji na prirodi torakalnih postupaka u kojima torakalni kirurg i anesteziolog dijele "torakalni radni prostor", kirurg koji djeluje na torakalne vitalne strukture, a anesteziolog brine o ventilaciji, oksigenaciji i hemodinamici. Izazovi torakalne anestezije jedinstveni su za sve vrste torakokirurških zahvata. Obuhvaća širok raspon načela upravljanja anestheticima, napredne tehnike održavanja dišnog puta i ventilacijskih strategija, kao i liječenje postoperacijske boli. Nekoliko je neizbježnih pojava vezano uz torakokirurške zahvate: bočni položaj bolesnika, otvaranje pleuralne šupljine, kontrolirano disanje, privremena okluzija bronha i velikih krvnih žila, neizbježna kompresija površina ili volumena plućnog tkiva i medijastinalnih organa, stalne promjene položaja srca i mogućnost znatnog volumena cirkulirajuće krvi (1,2).

2. SVRHA RADA

U ovom radu su prikazane karakteristike anestezioloških postupaka kod bolesnika kod kojih će biti učinjen torakokirurški zahvat. Navedene su najčešće indikacije torakokirurških zahvata. U radu su opisani postupci koji su specifični za torakokiruršku anesteziju: anesteziološki pregled i priprema bolesnika, procjena respiracijske funkcije bolesnika prije zahvata, premedikacija, održavanje dišnog puta jednolumenskim i dvolumenskim endotrahealnim tubusima, ventilacija jednog plućnog krila. Istaknute su i neke posebnosti vezane za primjenu odgovarajućih anestetika kao i postoperacijsko liječenje boli.

3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

3.1. Osobitosti torakokirurških bolesnika

Kako kirurgija prsnog koša po tipu i mjestu spada u kirurgiju koja sa sobom nosi veliki rizik za nastanak postoperacijskih komplikacija, važno je obratiti pažnju na sve čimbenike rizika i komorbiditete koje je moguće optimizirati prije operacije kako bi se rizik sveo na minimum (2).

Moguća su različita stanja respiracijskog sustava ovih bolesnika uključujući dispneju, kronični kašalj, postojanje iskašljaja, prisutnost krvi u iskašljaju, kronične plućne bolesti (astma, kronična opstruktivska plućna bolest - KOPB, emfizem), preboljene upale pluća ili tuberkuloze, infekcije gornjeg dišnog puta i opstruktivske *sleep* apneje (OSA). Potrebno je utvrditi postoji li plućni edem, emfizem, bronhospazam, centralna ili periferna cijanoza. Auskultacijski se utvrđuje postoji li prisutnost patoloških šumova disanja (hropci, zvižduci, stridor, krepitacije), oslabljen šum disanja, izostanak šuma disanja, produljen izdisaj (3,4,5).

Reaktivna bolest dišnih puteva može dovesti do perioperacijskog bronhospazma. Važni su podaci o prisutnosti astme, pogotovo o težini i fazi bolesti, dugoročnoj upotrebi kortikosteroida i bronhodilatatora. Kronična opstruktivska plućna bolest je važan čimbenik rizika, jer kod takvih bolesnika novonastala dispneja može biti znak novog plućnog procesa (bronhitis, pneumonija) zbog čega je potrebno odgoditi kirurški zahvat, ako nije hitan. Dispneja i intolerancija napora upućuju na smanjenu kardiorespiracijsku rezervu i povećanu mogućnost perioperacijskih komplikacija. Stridor upućuje na djelomičnu opstrukciju gornjih dišnih puteva i prije opće anestezije potrebno je istražiti uzrok. U bolesnika s kašljem moguća je infekcija gornjih dišnih puteva što povećava rizik upale pluća nakon operacije. Bronhospazam i povećana osjetljivost dišnih puteva utvrđuju se ako su prisutni ekspiracijski šumovi. Krepitacije u inspiriju znak su plućne kongestije zbog zatajenja lijevog ventrikula, a mogu upućivati i na pretjerani sekret u bronhima. Opstruktivska *sleep* apneja upućuje na

povremenu opstrukciju dišnog puta tijekom spavanja, s apnejom ili hipopnejom i može signalizirati moguće teškoće pri intubaciji, održavanju tonusa dišnih puteva, poslijeoperacijske budnosti i adekvatne oksigeniranosti. U bolesnika se preporučuje prijeoperacijsko liječenje kontinuiranim oblikom ventilacije pozitivnim tlakom (CPAP, engl. *Continous Positive Airway Pressure*), kojim se znatno smanjuje perioperacijski rizik respiracijske opstrukcije, depresije i hipoksemije (2 - 5).

Stoga je važno prije početka anestezije i operacije se usredotočiti na opseg i ozbiljnost navedenih plućnih stanja i njihov utjecaj na kardiovaskularni sustav i utvrditi hoće li bolesnik moći podnijeti planirani operacijski zahvat kako bi se spriječile postoperacijske komplikacije.

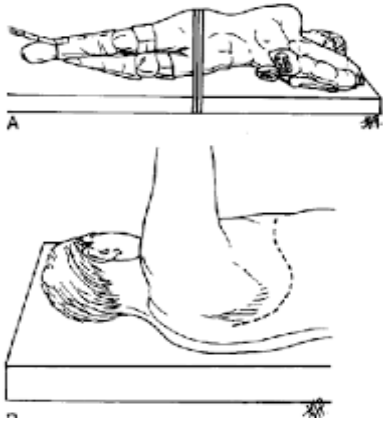
3.2. Indikacije i način izvođenja torakokirurških zahvata

Najčešće indikacije za torakokirurške zahvate su zloćudne bolesti torakalne regije (pluća, jednjaka, medijastinuma) kao i traume prsnog koša (1).

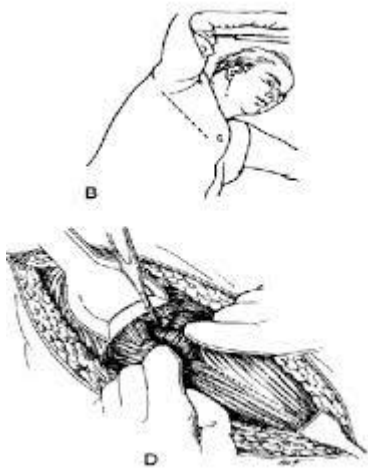
Kirurško liječenje karcinoma pluća moguće je u manjeg dijela oboljelih, točnije kod onih kod kojih je karcinom otkriven dovoljno rano i koji su u stanju podnijeti operacijski zahvat. U pravilu je kirurško liječenje indicirano samo u slučaju karcinoma pluća nemalih stanica. Najvažniji kriterij za odluku o kirurškom liječenju je stadij bolesti, koji je određen prema TNM klasifikaciji (T - veličina tumora, N - zahvaćeni regionalni limfni čvorovi, M – prisutnost udaljenih metastaza). Inoperabilni bolesnici su oni koji imaju prisutne metastaze i kod kojih je prisutan tumor bilo koje veličine s jednom ili više sljedećih karakteristika: zahvaća velike organe prsnog koša, kao i velike krvne žile, n. recurens, jednjak i kralješke (6,7).

U posljednjem desetljeću došlo je do poboljšanja u rezultatima kirurškog liječenja zahvaljujući napretku u dijagnostici što je omogućilo precizniji odabir bolesnika za kirurški zahvat, bolju prijeoperacijsku pripremu i napredak u kirurškim tehnikama (minimalno

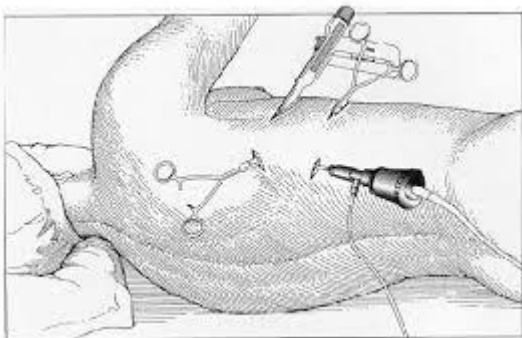
invazivne kirurške metode). Prva uspješna pulmektomija kod karcinoma pluća izvedena 1933. godine, a izveo ju je Evarts A. Graham. Do početka 60 – ih godina pulmektomija je bila metoda izbora u kirurškom liječenju karcinoma pluća. Postupno ju počinje zamjenjivati lobektomija koja se pokazala manje štetnom, a učinkovitom metodom. Krajem 80–ih počinje se izvoditi medijastinalna limfadenektomija, koja je u današnje vrijeme obavezni dio zahvata. Omogućuje određivanje stadija bolesti i manja je incidencija lokalnog recidiva i dulje je preživljenje. Početkom 90-ih uvodi se minimalna invazivna kirurgija u svakodnevnu kiruršku praksu, izvode se prve video – torakoskopske lobektomije i limfadenektomije kod karcinoma pluća. U današnje vrijeme metoda izbora kirurškog liječenja karcinoma pluća je lobektomija sa sustavnom ipsilateralnom limfadenektomijom. Zahvat se može učiniti klasičnom otvorenom metodom i minimalno invazivno. Klasični pristupi u prsnu šupljinu su posterolateralna torakotomija (Slika 1.) i torakotomija s poštedom mišića (Slika 2.). Video asistiranom torakoskopskom kirurgijom (Slika 3.) izvode se lobektomije. Izvode se kod bolesnika s tumorima manjima od šest centimetara što omogućuje da se odstrane bez širenja međurebranog prostora (7). Kod operacijskih zahvata na jednjaku primjenjuje se transtorakalni pristup koji omogućuje prikaz većem dijelu jednjaka. Kod procesa u gornjem torakalnom dijelu jednjaka izvodi se torakotomija s desne strane kroz V. međurebrani prostor, a kod niže položenih procesa potrebna je torakotomija s lijeve strane kroz VII. ili VIII. međurebrani prostor (6).



Slika 1. Posterolateralna torakotomija (izvor slike je literaturni navod broj 7)



Slika 2. Torakotomija s poštedom mišića (izvor slike je literaturni navod broj 7)



Slika 3. Video asistirana torakoskopska kirurgija (izvor slike je literaturni navod broj 7)

3.3. Anesteziološki pregled i procjena torakokirurškog bolesnika

Anesteziološki pregled bolesnika prije torakokirurškog zahvata obuhvaća detaljnu anamnezu, fizikalni pregled, laboratorijske pretrage (kompletnu krvnu sliku, ureu, kreatinin, elektrolite – natrij, kalij, glukozu, koagulogram, određivanje krvne grupe i Rh faktora), urinokulturu, krvnu grupu, elektrokardiogram i rentgensku snimku pluća (2).

Anesteziološka anamneza je najvažniji dio obrade bolesnika, dok su podaci o sadašnjoj bolesti i terapiji koju bolesnik uzima, ranijim bolestima, prethodnim kirurškim zahvatima i obiteljskoj anamnezi važni za planiranje anestezioloških postupaka (3,4,5).

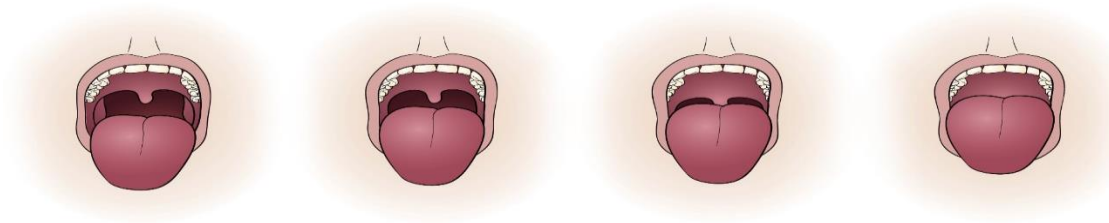
Prijeoperacijski razgovor s bolesnikom ima veliku važnost. Njime bolesnik ima priliku dobiti sve važne i potrebne podatke o anesteziji i operacijskom postupku, smanjuje se ustrašenost kod bolesnika i dobiva se njegovo povjerenje. Bolesnik se osjeća sigurnije i sve to kao rezultat ima bolji ishod anesteziološkog postupka i kirurškog zahvata. Razgovorom s bolesnikom mogu se dobiti važni podaci iz obiteljske anamneze o postojanju maligne hipertermije, mišićnih bolesti, hemoglobinopatija, porfiriji, alergijama, što je osobito važno u bolesnika koji prije nisu bili anestezirani. Iskustva s ranijom anestezijom mogu dati važne informacije o reakcijama pri premedikaciji, poslijeoperacijskoj mučnini, povraćanju i glavobolji, doživljaju disanja na masku, otežanoj intubaciji, upotrebi stroja za disanje nakon operacije, kardiorespiracijskoj nestabilnosti, otežanom buđenju, alergijama na lijekove, reakcijama kod ranijih primjena anestetika. Važni su i podaci o lijekovima koje bolesnik uzima, radi moguće interakcije s anestheticima. Bolesniku treba preporučiti treba li nastaviti uzimati lijekove i koje pretrage mora napraviti prije operacije, npr. peroralni antikoagulansi se prestaju uzimati tri do četiri dana prije zahvata i zamjenjuju niskomolekularnim heparinom uz kontrolu parametara zgrušavanja krvi. Određene lijekove (nesteroidni antireumatici, dugodjelujući inhibitori monoaminoooksidaze, kontracepcijske tablete) potrebno je presatati

uzimati nekoliko tjedana prije operacije jer mogu izazvati interakcije i komplikacije tijekom anestezije i u poslijeoperacijskom tijeku (3,4,5).

Važna je informacija o pušenju, jer ono povećava učestalost postoperacijskih komplikacija i povećava postopeoperacijsku smrtnost. Akutno otrovanje alkoholom smanjuje potrebu za anestheticima i može za posljedicu imati hipotermiju i hipoglikemiju, dok dugotrajnije konzumiranje alkohola povećava potrebu za anestheticima (4).

Fizikalnim pregledom utvrđuje se prisutnost kardiovaskularnih, respiracijskih, neuroloških, bubrežnih, gastrointestinalnih, endokrinoloških, hematoloških bolesti, i po potrebi može se učiniti daljnja obrada (2).

Važno je detaljno pregledati anatomske osobitosti i stanje bolesnikova gornjeg dijela dišnog puta i na temelju toga procijeniti postoji li mogućnost otežane intubacije. Nužno je zamijetiti sve što bi moglo predstavljati prepreku pri intubaciji i što bi moglo dovesti do komplikacija. Dišni se putevi prije anestezije procjenjuju prema sljedećim kriterijima: otvaranju usta, stanju zuba, prognaciji, udaljenosti od donjeg ruba mandibule do vrha tiroidne hrskavice (povoljno je ako je udaljenost veća od šest centimetara), Mallampati klasifikaciji, fleksiji vrata, tjelesnoj težini i podacima o prijašnjim otežanim intubacijama. Preporuča se i procjena prohodnosti nosa u slučaju potrebe za nazotrahealnom intubacijom. Mallampati klasifikacija (Slika 4.) služi za procjenu težine intubacije s obzirom na anatomske karakteristike usne šupljine. Dijeli se u četiri razreda: razred I – tonzile su vidljive u potpunosti, kao i uvula i meko nepce; razred II – vidljivi su tvrdo i meko nepce, i gornji dio tonzila i uvule; razred III – vidljivi su tvrdo i meko nepce i baza uvule, razred IV – vidljivo jedino tvrdo nepce. Što je razred viši intubacija će biti teža i veća je incidencija apneje (4,5).



Slika 4. Mallampati klasifikacija, s lijeva na desno od razreda 1 do razreda 4 (slika preuzeta sa internetske stranice <https://blogs.ubc.ca/ransonetec530b/learning-activity/>)

Za prijeoperacijsku procjenu rizika i smrtnosti u bolesnika koji se upućuju na operaciju u općoj anesteziji rutinski se koristi klasifikacija Američkog anesteziološkog društva (ASA, engl. *American Society of Anesthesiology*) (Tablica 1). Bolesnici se klasificiraju u jednu od šest skupina s obzirom na njihovo stanje i rizik za smrtnost (11).

Tablica 1. ASA klasifikacija

ASA status	Opis bolesnika	Mortalitet (%)
I	Zdrave osobe.	0,06 – 0,08
II	Bolesnici bez funkcionalnih ograničenja, s blažom sistemnom bolesti.	0,27 – 0,4
III	Bolesnici s umjerenim do teškim sistemnim bolestima koje dovode do određenih funkcionalnih ograničenja.	1,8 – 4,3
IV	Bolesnici s teškim sistemnim bolestima koje im znatno ugrožavaju život.	7,8 – 23
V	Bolesnici za koje se ne očekuje da će preživjeti unutar 24 sata bez operacije.	9,4 – 51
VI	Bolesnici s utvrđenom moždanom smrću koji su predviđeni za doniranje organa.	
E ili H	Bolesnici kod kojih će biti učinjen hitni kirurški zahvat, dodaje se oznaka E ili H iza ocjene ASA statusa.	Povećan

3.4. Prijeoperacijska procjena plućne funkcije

Procjena plućne funkcije uključuje detaljnu procjenu plućne ventilacije, procjenu funkcije plućnog parenhima i srčano-plućnu interakciju (2). Svrha prijeoperacijske obrade plućne funkcije je procijeniti one bolesnike koji nose najveći rizik za nastanak plućnih komplikacija, uslijed kojih okolnosti te komplikacije mogu nastati i je li potrebno odgoditi operacijski zahvat zbog rizičnosti samog zahvata (1).

Prijeoperacijsko utvrđivanje stanja dišnog sustava vrlo je važno jer njegovo nedostatno funkcioniranje može dovesti do teških postoperacijskih komplikacija. Komplikacije dišnog sustava glavni su uzrok perioperacijskog mortaliteta i morbiditeta. Uzrokuju 25 % smrti kroz šest dana od operacije, te produžavaju hospitalizaciju za jedan do dva tjedna (4). Perioperacijske komplikacije dišnog sustava uključuju: hipoksemiju, bronhitis, bronhospazam, pneumoniju, atelektazu, egzacerbaciju KOPB-a i respiracijsku insuficijenciju.

Spirometrija je najčešće primjenjivana metoda među plućnim funkcionalnim testovima. Iz vrijednosti odnosa vitalnog kapaciteta, forsiranog vitalnog kapaciteta i forsiranog izdahnutog volumena u prvoj sekundi mogu se dijagnosticirati dva osnovna poremećaja plućne funkcije – opstruktivski i restriktivski. Moguće je odrediti i veličinu poremećaja. Osnovni kriterij opstrukcije je smanjeni omjer forsiranog izdahnutog volumena u prvoj sekundi i forsiranog vitalnog kapaciteta ($< 70\%$). Restriktivski poremećaji obilježeni su proporcionalnim smanjenjem svih plućnih volumena i vitalnog kapaciteta, forsiranog vitalnoga kapaciteta i forsiranog izdahnutog volumena u prvoj sekundi, ali je omjer forsiranog izdahnutog volumena u prvoj sekundi i forsiranog vitalnog kapaciteta normalan ($> 70\%$) Za utvrđivanje ranih opstruktivskih promjena na razini malih dišnih puteva koriste se forsirani ekspiracijski protoci pri 25, 50 i 75 % - tnom forsiranom vitalnom kapacitetu. Smanjene vrijednosti znak su strukturnih promjena u malim dišnim putevima. Normalne su vrijednosti > 2 L/s (2,3,4).

Funkcija plućnog parenhima procjenjuje se analizom plinova u krvi (parcijalni tlak kisika i parcijalni tlak ugljikovog dioksida u arterijskoj krvi) i određivanjem difuzijskog kapaciteta za ugljikov monoksid (2). Analiza plinova arterijske krvi važna je za cjelokupnu procjenu izmjene plinova u plućima što je rezultat međudjelovanja sljedećih faktora u procesu disanja: plućne ventilacije i difuzijskog plućnog kapaciteta te plućne cirkulacije, vanplućnih faktora, a to su rad međurebranih mišića i dijafragme, mehanika prsnog koša, prijenos neuralnih signala iz središnjeg živčanog sustava do prsnog koša i učinkovitosti centra za disanje (2). Difuzijski kapacitet pluća za ugljikov monoksid izvodi se metodom jednog udaha. Ugljikov monoksid koristi se kao plin za testiranje difuzijskog kapaciteta pluća budući da je prema svojim svojstvima sličan kisiku i ne sudjeluje u uobičajenom procesu disanja. Zato se bilo kakva oscilacija koncentracije izdahnutog plina može precizno utvrditi i izmjeriti. U te svrhe ugljikov monoksid koristi se u niskim netoksičnim koncentracijama. Što je manja difuzija kroz alveolokapilarnu membranu, što je slučaj kod bolesti pluća, ili ako membrana nedostaje kao npr. kod emfizema, u izdahnutom zraku će biti viša koncentracija ugljikovog monoksida, a difuzijski kapacitet niži (2,3,8).

U svrhu određivanja srčano – plućne interakcije najčešće se koristi test šestominutnog hodanja. To je test opterećenja koji pokazuje i dobru povezanost s maksimalnom potrošnjom kisika. U onih bolesnika kod kojih je za vrijeme testa zabilježen pad saturacije kisika u arterijskoj krvi za više od 4%, za očekivati je razvoj plućnih komplikacija (2).

Kardiopulmonalni indeks rizika je koristan za predviđanje postoperacijskog rizika nakon torakotomije. To je sustav koji dodjeljuje brožčane vrijednosti određenim srčanim čimbenicima (kongestivno srčano zatajenje – 11 bodova, preboljeli infarkt miokarda u posljednjih šest mjeseci – 10 bodova, aritmije – 7 bodova, aortna stenoza – 3 boda) i plućnim čimbenicima (pretilost – 1 bod, produktivni kašalj – 1 bod, Tiffenau indeks manji od 70 % - 1 bod, zvučni fenomeni nad plućima – 1 bod). Vrijednost kardiopulmonalnog indeksa rizika

četiri i više je povezana s 22 puta povećanim rizikom za razvoj postoperacijskih komplikacija (5).

3.5. Prijeoperacijska priprema torakokirurških bolesnika

Ciljevi prijeoperacijske pripreme su postizanje optimalnog plućnog statusa, stabilizacija kardijalnog statusa, kontrola hipertenzije i glikemije te korekcija laboratorijskih nalaza. Osnovni terapijski postupci uključuju medikamentnu terapiju, fizikalnu terapiju, nutritivnu terapiju te nadomjesnu terapiju. Medikamentna terapija usmjerena je na liječenje akutne infekcije, optimalizaciju bronhalnog tonusa – liječenje opstrukcije inhalacijom bronhodilatatora i kortikosteroida, potporu funkciji srca diureticima i optimalizacija oksigenacije (2).

Najvažniju ulogu u prijeoperacijskoj pripremi, odabiru anestezije i planiranju poslijeoperacijskog liječenja ima procjena težine bolesti respiracijskog sustava, postojeće respiracijske rezerve, dodatnih poremećaja koji mogu biti uzrokovani samim anestezijskim postupkom i kirurškim zahvatom uz pridružene bolesti ostalih organskih sustava (1,2).

Pripremiti bolesnika tako da se postigne optimalno stanje plućne funkcije važno je za tijek anesteziološkog postupka i operacije, kao i za prevenciju postoperacijskih plućnih komplikacija. Procjena hidracije, nutritivnog statusa te funkcionalne sposobnosti respiracijske muskulature veoma je važno. Regulacija tjelesne temperature, acidobaznog statusa i korekcija anemije, neizostavni su dio prijeoperacijskog liječenja zbog utjecaja tih čimbenika na krivulju disocijacije hemoglobina. Tu i mali pomaci mogu znatno poboljšati oksigenaciju. U bolesnika s KOPB-om pri sumnji na infekciju (povećanje količine i karaktera iskašljaja te povišene tjelesne temperature uz leukocitozu) potrebno je liječiti antibioticima, prema mikrobiološkim nalazima iskašljaja ili empirijski. Prijeoperacijska kardijalna optimalizacija uključuje primjenu selektivnih beta blokatora i statina te specifičnu terapiju za

liječenje plućne hipertenzije – blokatore kalcijevih kanala, endotelin – receptor antagoniste te inhibitore fosfodiesteraze tipa 5. Pušači, zbog povišene reaktivnosti dišnih putova, imaju koristi od prijeoperacijske primjene inhalacije salbutamola. Potrebno je poticati prekid pušenja, nova istraživanja dokazala su korist za smanjenje postoperacijskih plućnih komplikacija samo ako je prekid trajao sedam do osam tjedana. Ipak, prestanak pušenja već u trajanju od 12 do 24 sata smanjuje koncentraciju karboksihemoglobina na normalu, a nakon dva do tri tjedna nepušenja dolazi do normalizacije mukocilijarne funkcije. Kod bolesnika s težim oblikom OSA kod kojih još nije započeta terapija, prijeoperacijsko započinjanje neinvazivne CPAP terapije smanjuje učestalost postoperacijskih plućnih komplikacija. Pojedini bolesnici imaju korist od prijeoperacijske respiracijske fizikalne terapije. Složeni program respiracijske rehabilitacije, koji uključuje fizikalnu terapiju, program vježbi, nutriciju te edukaciju bolesnika učinkovit je, ali zahtjeva organizirani pristup u trajanju od najmanje šest mjeseci. Takav oblik prijeoperacijske pripreme provodi se u strogo selekcioniranoj skupini bolesnika u kojih je indiciran korekcijski torakokirurški zahvat (1-5,9).

3.6. Premedikacija

Premedikacija podrazumijeva uporabu lijekova prije anestezioloških postupaka s ciljem da se bolesnika kvalitetnije pripremi za anesteziju, a time će se ujedno i osigurati adekvatni uvjeti za operaciju. Premedikacija ima za cilj da omogući optimalnu sedaciju i anksiolizu s minimalnim depresivnim djelovanjem na respiracijski sustav. Najčešće korišteni lijekovi su benzodiazepini i to midazolam u dozi od 7,5 – 15 mg uzet peroralno, jedan sat prije operacije (1, 2).

Važan dio premedikacije je i osigurati bolesnicima, prije odlaska na planirani operacijski zahvat, da uzmu svu svoju kroničnu terapiju, ali koja nije kontraindicirana za izvođenje operacijskog zahvata, kao npr. bronhodilatatore, antihipertenzive, beta blokatore. Također

bolesnici koji u terapiji imaju intravenski ili inhalacijski kortikosteroid prije zahvata moraju dobiti nadomjesnu terapiju u obliku intravenskog bolusa, npr. 100 mg hidrokortizona. U bolesnika koji imaju refluksni ezofagitis, erozivni gastritis ili ulkusnu bolest uobičajeno se postoperacijski daju H₂ blokatori ili inhibitori protonske pumpe. Kao antimikrobna profilaksa u torakalnoj kirurgiji daje se antibiotik iz skupine cefalosporina prve generacije, intravenski jednokratno jedan sat prije operacije. U svih torakokirurških bolesnika primjenjuje se prijeoperacijska tromboprofilaksa, niskomolekularnim heparinom (9,10).

3.7. Torakalna anestezija

Anestezija za pacijente kod kojih će biti učinjen torakokirurški zahvat ponekad je vrlo zahtjevna. Anesteziološke procedure se događaju u određenim patofiziološkim okolnostima, uvjetovanim prirodom kirurškog zahvata, prijeoperacijskom kardiorespiracijskom rezervom bolesnika, položaju bolesnika (bolesnik leži na boku u laganom Trendelburgovom položaju, što bitno narušava ventilacijsko – perfuzijske odnose), intubacijom koja omogućuje selektivnu ventilaciju jednog plućnog krila (1,3,11).

Izbor anestetika u torakalnoj kirurgiji ovisi o prijeoperacijskoj procjeni kardiorespiracijske funkcije. Bitno svojstvo anestetika koje se procjenjuje je njihov utjecaj na bronhomotorni tonus da bi se osigurali uvjeti za siguran dišni put budući da je u torakokirurških bolesnika povećana reaktivnost dišnih puteva uslijed kroničnih opstruktivskih plućnih bolesti, primjenom instrumenata prilikom intubacije te kirurškom stimulacijom plućnog parenhima i dišnih puteva. Također, ostala bitna svojstva koja se procjenjuju kod odabira anestetika su utjecaj na kardiovaskularni status i stupanj blokade zaštitnog refleksa hipoksične plućne vazokonstrikcije (4,12). Hipoksična plućna vazokonstrikcija je regulatorni mehanizam kojim dišni sustav nastoji održati što ravnomjerniji odnos ventilacije i perfuzije (2).

Najveća supresija bolnog podražaja i maksimalna dubina anestezije tijekom torakokirurškog zahvata potrebna je prilikom otvaranja prsnog koša i širenja rebara kako bi se spriječila vagusom potaknuta bradikardija (12).

3.7.1. Inhalacijski anestetici

Povoljne karakteristike inhalacijskih anestetika su snažna bronhodilatacija, depresija refleksa dišnih puteva, mogućnost primjene visokog FiO_2 (*engl. Fractional Inspired Oxygen Content*, udio kisika u udahnutoj smjesi plinova) bez rizika budnosti bolesnika, mogućnost smanjivanja i podizanja koncentracije u plazmi jednakom brzinom i jednostavnošću, brza eliminacija na kraju operacije što smanjuje rizik depresije središnjeg živčanog sustava i hipoventilacije, dobra kardiovaskularna stabilnost, minimalna blokada refleksa hipoksične plućne vazokonstrikcije. Inhalacijski anestetici: isofluran, sevofluran, desfluran, primjenjuju se u dozi od jednog volumnog postotka minimalne alveolarne koncentracije (MAK) i na taj način osiguravaju povoljnu anesteziju. Najčešće su primjenjivani lijekovi za opću anesteziju. Dodavanjem male inspiracijske koncentracije inhalacijskog anestetika udahnutom kisiku rezultira poslije nekog vremena besvijesnim stanjem i amnezijom. Kao plinovi ne odstupaju znatno od ponašanja idealnog plina. Svi su neionizirani, imaju malu molekularnu masu pa brzo difundiraju iz krvi u tkiva bez potrebe za olakšanom difuzijom ili aktivnim transportom. U krvotok dopijevaju kroz pluća (11,12).

Izofluran je najjači među inhalacijskim anestheticima u kliničkoj upotrebi. Smatra se „zlatnim standardom“ među anestheticima. Nedostatak mu je visok stupanj nadražljivosti za dišne puteve (11).

Desfluran jako nadražuje dišne puteve tako da uvod u anesteziju njime nije moguć. Primjena preko maske uzrokuje kašalj, salivaciju, zadržavanje daha i laringospazam (11).

Sevofluran ne iritira dišne puteve i zato je idealan za uvod u anesteziju, snažan je bronhodilatator (11).

Inhalacijski anestetici djeluju protektivno na pluća jer ujedno inhibiraju ekspresiju proinflamatornih medijatora i imaju imunomodulacijski učinak (11).

3.7.2. Intravenski anestetici

Intravenski anestetici izbora u torakalnoj kirurgiji su propofol i etomidat, od svih intravenskih anestetika izazivaju najslabiju depresiju kardiovaskularnog sustava i ne izazivaju bronhospazam (13). Za uvod u anesteziju hemodinamski nestabilnog plućnog bolesnika lijek izbora je ketamin, zbog svog izraženog bronhodilatacijskog i simpatomimetičkog učinka (11,13).

U torakalnoj kirurgiji najčešće primjenjivani sustavni intravenski opiodi su fentanil, sufentanil i alfentanil. Daju se ili u bolus dozi ili putem kontinuirane infuzije. Istodobnom primjenom pružaju povoljnu analgeziju i snižavaju volumni postotak inhalacijskih anestetika (13).

Primjenjivana tehnika je totalna intravenska anestezija (TIVA). To je tehnika opće anestezije izvedena isključivo kombiniranom primjenom intravenskih anestetika bez upotrebe inhalacijskih anestetika. Za izvođenje TIVA –e koriste se ručno ili računalno vođeni infuzijski sustavi koji pomažu najprikladnijem odabiru lijeka, načinu doziranja i njihovoj kombinaciji (11,13).

3.7.3. Regionalna epiduralna anestezija

Lokalni anestetici koji se najčešće koriste za regionalnu epiduralnu anesteziju su bupivakain, levobupivakain i ropivakain. Njihova svojstva su takva da omogućuju željeni blok, a istovremeno je sustavno akumuliranje lijeka sporo i zbog toga je rizik od toksičnosti mali. Ropivakain i levobupivakain se smatraju sigurnijima za upotrebu u odnosu na

bupivakain. Kontinuirana epiduralna anestezija s upotrebom katetera u torakalnoj se kirurgiji primjenjuje kod dugotrajnijih zahvata u kombinaciji s općom anestezijom (11,14).

Povoljni učinci epiduralne anestezije su znatno smanjena potreba za općim anestheticima, povoljni cirkulacijski uvjeti izazvani umjerenom simpatičkom blokadom, smanjen odgovor na stres, manji perioperacijski gubitak krvi, niža učestalost poslijeoperacijskih tromboembolija i optimalna poslijeoperacijska analgezija (3,14).

Prije operacijskog zahvata u lokalnoj se anesteziji u epiduralni prostor na razini Th3–Th5 postavi kateter. Daje se u kontinuiranoj infuziji kombinacija lokalnoga anestetika (0,5 % levobupivakaina) i opioidnog analgetika. Time se snižava ukupna koncentracija svakog lijeka, kao i njihovi neželjeni učinci. Sinergističkim djelovanjem navedenih lijekova osigurava se dobar analgetski učinak. Totalna epiduralna analgezija osigurava kvalitetniju kontrolu boli i osigurava bolju kvalitetu života u usporedbi s intravenski primjenjenim opioidima. Povezana je s boljim rezultatom kirurškog liječenja (14).

3.8. Perioperacijski postupci i nadzor bolesnika tijekom torakokirurških zahvata

3.8.1. Hemodinamski i respiracijski monitoring

Monitoring za vrijeme anestezije obuhvaća praćenje bolesnikovih vitalnih funkcija. Praćenje vitalnih parametara i bolesnikova izgleda može upozoriti na nepovoljna zbivanja i na potrebu poduzimanja terapijskih i/ili dijagnostičkih postupaka.

Obavezni uobičajeni monitoring obuhvaća: elektrokardiogram – dvokanalni, direktno mjerenje arterijskog tlaka i analize plinova venske krvi, pulsna oksimetrija (mjeri frekvenciju pulsa i zasićenost hemoglobina kisikom na razini arteriola), kapnografija (grafički prikaz vrijednosti parcijalnog tlaka ugljikovog dioksida tijekom respiracijskog ciklusa), mjerenje tjelesne temperature, satne diureze, mjerenje koncentracije kisika i inhalacijskog anestetika u

inhalacijskoj smjesi plinova. Obavezni monitoring dopunjen je invazivnim mjerenjem arterijskog, centralnog venskog i plućnog arterijskog tlaka. To osigurava kontinuitet hemodinamskog monitoringa koji je uz to dopunjen i vrijednostima srčanog minutnog volumena, srčanog indeksa, plućnog i sistemskog vaskularnog otpora (5,14,16).

Kontinuirano kliničko praćenje respiracijske funkcije bolesnika čini osnovu nadzora vitalnih funkcija. Potrebno je kontrolirati frekvenciju disanja, dišni i minutni volumen disanja, razinu ugljikova dioksida, tlakove u dišnom sustavu kad se koristi ventilacija s pozitivnim tlakom, a kad je u upotrebi inhalacijski anestetik, potrebno je koristiti analizator koncentracije plinova. Za sigurnu anesteziju važno je stalno mjerenje koncentracije udahnutih i izdahnutih plinova kao i koncentracije udahnutog i izdahnutog anestetika kad se koristi hlapljivi anestetik. Praćenjem koncentracije kisika u smjesi udahnutih plinova izbjegava se hipoksemija (2).

Transezofagealna ehokardiografija ima svoje mjesto kod bolesnika sa oslabljenim srčanim zaliscima, teškim srčanim zatajenjem, sumnjom na disekciju torakalne aorte. Koristi se, osim za prikaz anatomije srca, i za procjenu punjenja lijeve klijetke. Njome je omogućeno izravno praćenje kontraktilnosti miokarda, eventualnih poremećaja kretnji ventrikularne stijenke i određivanje istisne frakcije (2).

3.8.2. Održavanje ventilacije bolesnika

3.8.2.1. *Intubacija*

Složenost intubacije u torakalnoj kirurgiji posljedica je potrebe za potpunim, funkcionalnim odvajanjem plućnih krila tijekom operacije. Kolaps bolesnog plućnog krila omogućava kirurgu bolju preglednost patološkog stanja, olakšava izvođenje operacije i skraćuje trajanje operacije. Prevencija kontaminacije zdravog pluća gnojem, krvlju ili

nekrotičnim sadržajem je sigurna, a aspiracija i inspekcija otvorenog bronha može se lako uzastopno učiniti bez stalnih prekida ventilacije (2,3).

Pristup funkcionalnom odvajanju pluća uključuje: intubaciju endobronhalnim dvolumenskim tubusom najšireg lumena koji se može postaviti, po mogućnosti primjenjivati tubuse za jednokratnu upotrebu, položaj tubusa provjeriti auskultacijom, ali i osigurati mogućnost provjere i ispraviti položaj fiberbronhoskopom, desni endobronhalni tubus primjenjivati samo u bolesnika s tumorom ili fistulom lijevog glavnog bronha, položaj tubusa nadzirati krivuljom kapnograma. Kod odabira pravilne veličine tubusa određuje se veličina lijevog glavnog bronha prema formuli: predviđena veličina jednaka je trahealnoj širini u milimetrima pomnoženoj s 0,68. Trahealna širina može se izmjeriti na standardnom anteroposteriornom rentgenogramu u visini juguluma. Kolapsom bolesne strane pluća omogućava se operateru bolji pregled patološkog procesa i olakšava njegovo uklanjanje (2).

3.8.2.2. Jednolumenski endotrahealni tubusi

Endotrahealni tubusi (Slika 5.) su cijevi, od gume ili plastike, koje postavljene u lumen dušnika čine dišni put prohodnim i omogućuju provođenje ventilacije i perfuzije. Osiguravaju i isporuku anestetika izravno u dušnik, a također i olakšavaju aspiraciju sadržaja iz traheobronhalnog stabla. Sastoje se od utora za ambu balon, od anesteziološke cijevi i od numerirane cijevi na čijem se distalnom kraju nalazi balončić (*cuff*) povezan sa sigurnosnim balončićem (2). Njegova uloga je da fiksira položaj tubusa u traheji. Napuhani balončić ujedno i okludira rubne dijelove traheje i sprječava slijevanje sadržaja iz nazofarinksa u donje dišne puteve, tj. sprječava aspiraciju (3).



Slika 5. Endotrahealni tubus sa *cuffom* (izvor slike je literaturni navod broj 1)

Univent tubus (Slika 6.) je jednolumenski tubus koji posjeduje bronhijalni blokator. Bronhijalni blokator prolazi kroz jednostruku cijev tubusa i služi za napuhivanje čime se može selektivno začepiti bronhalno stablo. Njegova primjena zahtijeva obaveznu primjenu fiberoptičkog bronhoskopa radi određivanja položaja blokatora (2,4).



Slika 6. Univent tubus s bronhijalnim blokatorom (izvor slike je literaturni navod broj 1)

Prednost primjene univent tubusa s bronhijalnim blokatorom je moguća selektivna blokada pojedinog plućnog režnja i olakšani prolazak kroz larings, i to što, za razliku od tubusa dvostrukog lumena, na kraju operacije u slučaju potrebe za produljenom respiracijskom potporom nije potrebna promjena tubusa. Glavni nedostaci su sljedeći: blokirano pluće se kolabira polako, a ponekad i nepotpuno, zbog male veličine kanala unutar blokatora, otežano je izvođenje napuhivanja pluća, mali središnji lumen ne dopušta učinkovito

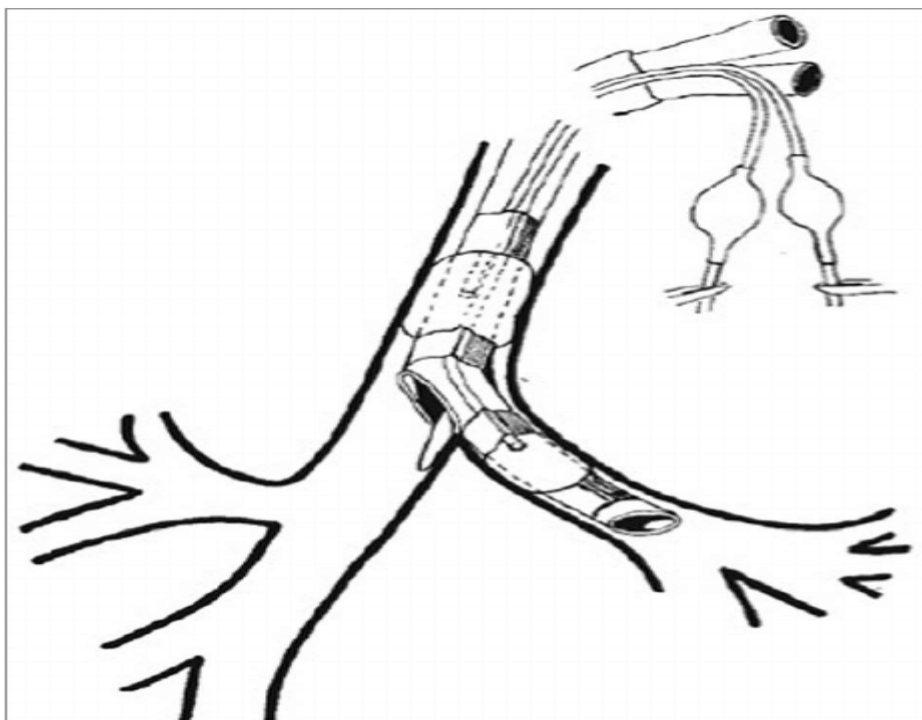
usisavanje sekreta, njegov položaj tijekom operacije ne može se jednostavno promijeniti i položaj blokatora je nestabilan (2).

Postoji i tzv. Murphyjev endotrahealni tubus koji na distalnom kraju, ispod balončića, ima sigurnosni otvor, tzv. Murphyjevo oko, koji osigurava ventilaciju u slučaju okluzije završnog dijela tubusa (2).

3.8.2.3. Dvolumenski endobronhalni tubusi

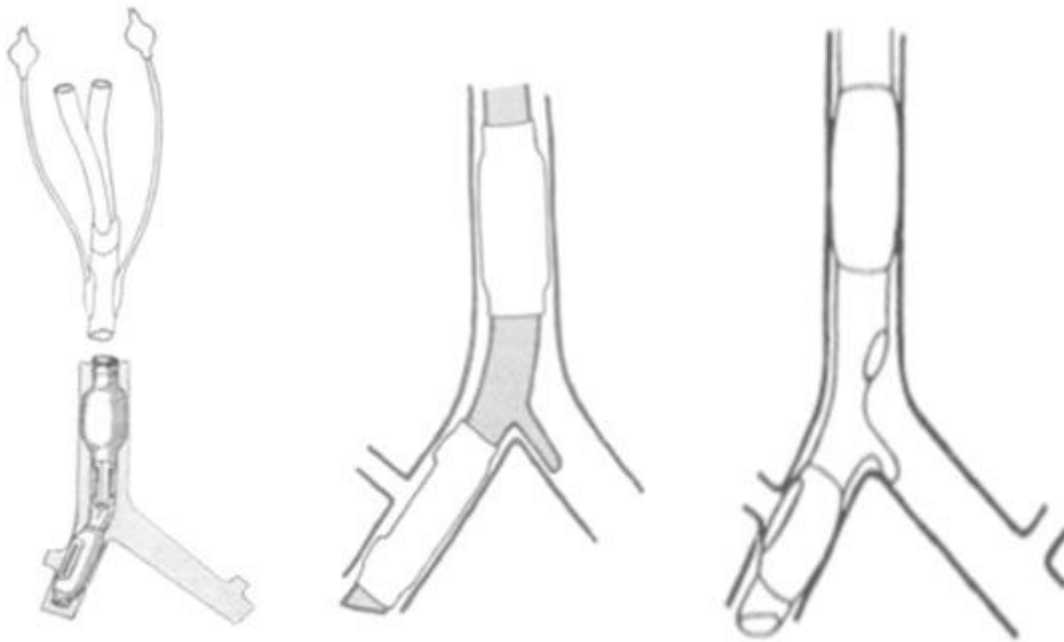
Osnovna namjena dvolumenskih tubusa je odvajanje desne od lijeve strane pluća. Glavne prednosti tubusa dvostrukog lumena su relativna lakoća postavljanja, mogućnost ventilacije jednog ili oba plućna krila i mogućnost kolabiranja pluća. Svi tubusi dvostrukog lumena posjeduju duži bronhalni lumen koji ulazi u desni ili u lijevi glavni bronh i drugi kraći lumen koji završava u traheji (3).

Postoje dvije vrste dvolumenskih endobronhalnih tubusa, s karinalnom kukicom i bez nje. Veličine su od 26 – 41 Fr. Odgovarajuće veličine za žene su od 37 do 39 Fr, dok su za muškarce od 39 do 41 Fr. Dvolumenski endobronhalni tubusi s karinalnom kukicom imaju oba lumena okrugla i kroz njih se može učiniti fleksibilna fiberbronhoskopija radi provjere položaja tubusa. Prvi endobronhalni dvolumenski tubus još je uvijek klinički vrlo široko primjenjivan, Carlensov tubus (Slika 7.). Prvi put je opisan 1950. godine. Služi za intubaciju lijevog glavnog bronha. Konstruiran je od crvene gume što mu omogućuje višekratnu uzastopnu primjenu.



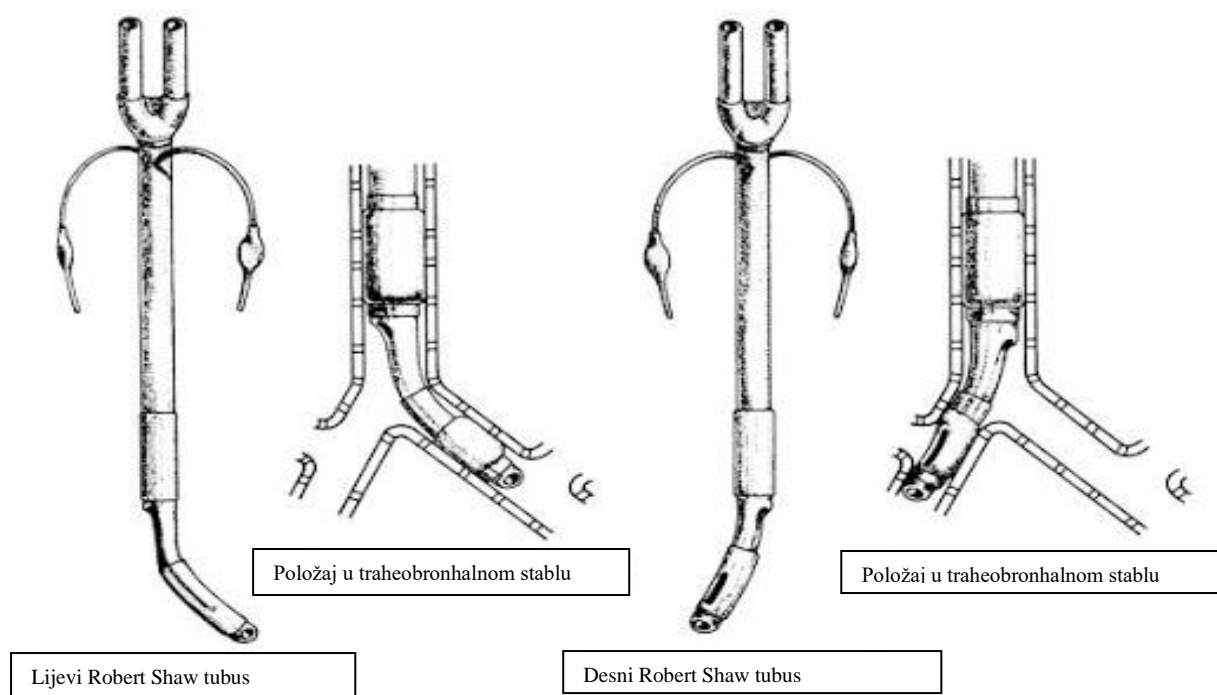
Slika 7. Carlensov dvolumenski tubus (slika preuzeta sa internetske stranice https://www.researchgate.net/figure/The-Carlens-double-lumen-tube-and-its-placement_fig1_265424204)

Whiteov tubus (Slika 8.), prvi put opisan 1960. godine, desni je ekvivalent Carlensova tubusa s otvorom na endobronhalnom segmentu za ventilaciju desnog gornjeg bronha. Apsolutna indikacija za primjenu Whiteova tubusa je operacija bolesnika s tumorom ili fistulom lijevog glavnog bronha (15).



Slika 8. Whiteov dvolumenski tubus (izvor slike je literaturni navod broj 3)

Dvolumenski endobronhalni tubus bez karinalne kukice uveo je Robert Shaw 1962. godine. Promjer oba lumena je u obliku slova D. Kroz njih može proći dječji fleksibilni fiberbronhoskop i pod kontrolom oka se može provjeriti pozicija tubusa. Zbog nepostojanja karinalne kukice prolazak tubusa šireg lumena kroz larinks i rotacija su olakšani, no održavanje stabilnog položaja je otežano. Robert Shawovi tubusi (Slika 9.) od polivinilklorida s endobronhalnim balončićem plave boje koja olakšava fiberskopsku provjeru, danas se smatraju najsavršenijim endobronhalnim dvolumenskim tubusima (15).



Slika 9. Lijevi i desni Robert Shawov tubus (izvor slike je literaturni navod broj 3)

Nakon postavljanja tubusa, treba provjeriti njegov položaj. U tablici 2 prikazan je Protokol za provjeru položaja lijevostranog dvolumenskog tubusa.

Tablica 2. Protokol za provjeru položaja lijevostranog dvolumenskog tubusa

<i>Protokol za provjeru položaja lijevostranog dvolumenskog tubusa</i>	
1.	Napuhati trahealni balončić (5 – 10 ml zraka)
2.	Obostrano auskultirati prsni koš. Ako se čuje samo jedna strana, tubus je preduboko. Trahealni otvor je endobronhalno.
3.	Napuhati bronhalni balončić (1 – 2 ml zraka).
4.	Klemati trahealni lumen.
5.	Provjeriti lijevostranu ventilaciju. Prisutnost disajnog šuma obostrano ukazuje na to da je bronhalni otvor još u dušniku (tubus potrebno gurnuti niže). Ako se disanje čuje samo desno, tubus je pogrešno postavljen u desni bronh. Ako se disanje čuje samo u donjem dijelu lijevoga prsnog koša tubus je preduboko postavljen u lijevom glavnom bronhu.
6.	Odklemati trahealni lumen i klemati bronhalni lumen.
7.	Auskultirati desnu stranu prsnog koša, ako se disanje ne čuje znači da tubus nije dovoljno duboko te bronhalni balončić brtvi distalnu traheju.

3.8.2.4. Ventilacija jednog plućnog krila

Ventilacija jednog plućnog krila (OLV, engl. One Lung Ventilation) znatno je pospješila torakalnu kirurgiju. Prvi put je otkrivena 1931. godine i od tada je njezina primjena u porastu jer bitno poboljšava tehničko izvođenje kirurškog zahvata (3). U tablici 3 navedene su apsolutne indikacije za odvajanje plućnih krila.

Tablica 3. Apsolutne indikacije za funkcionalno odvajanje plućnih krila

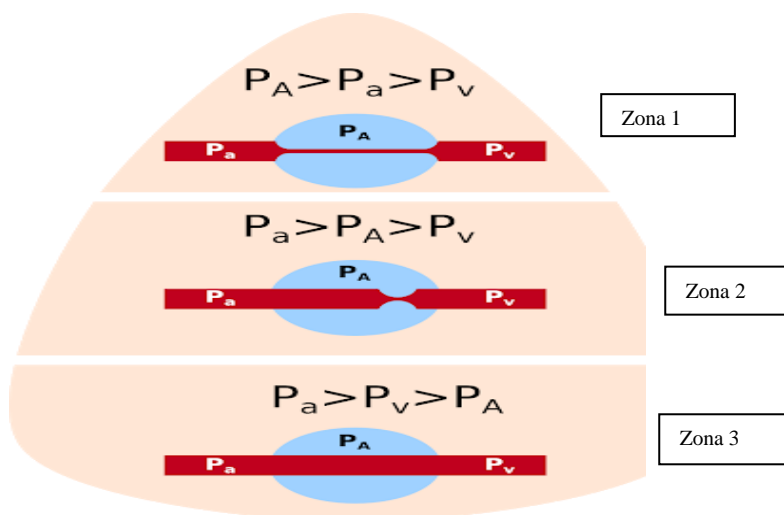
<i>Apsolutne indikacije za funkcionalno odvajanje plućnih krila</i>	
1.	Sprječavanje kontaminacije zdravog pluća zbog infekcije ili masivnog krvarenja.
2.	Mogućnost kontrole raspodjele ventilacije pri bronhopleuralnoj fistuli, kirurškom otvaranju velikih dišnih puteva, postojanje velikih jednostranih cista i bula.
3.	Prekid kontinuiteta traheobronhalnog stabla te vitalno ugrožavajuća hipoksija uzrokovana jednostranom plućnom bolešću.
4.	Jednostrana pulmonalna lavaža.

Ventilacija jednog plućnog krila uzrokuje hipoksemiju koja može za vrijeme operacije bitno ugroziti stabilnost bolesnika. Zato je važno u prijeoperacijskoj procjeni prepoznati čimbenike koji mogu pogodovati njezinu nastanku i ako je moguće potrebno ih je spriječiti. Ono što može ukazivati na povećan rizik za nastanak hipoksemije su prijeoperacijsko snižena plućna funkcija, poremećen odnos ventilacije i perfuzije, te operacija desnog plućnog krila. Sprječavanje pojave hipoksemije za vrijeme OLV provodi se fizikalnom respiracijskom terapijom, prestankom pušenja najmanje četiri tjedna prije operacijskog zahvata i primjenom bronhodilatatora inhalacijski i po potrebi kortikosteroida (16,17).

Osnovni uvjet za OLV je intubacija: dvolumenskim endobronhijalnim tubusom/univent tubusom s bronhijalnim blokatorom/jednolumenskim endotrahealnim tubusom.

Položaj tubusa se provjerava auskultacijom ili fiberoptičkim bronhoskopom i potom se bolesnik postavlja u bočni položaj (3,16).

Promjena položaja u bočni položaj dovodi do promjene raspodjele ventilacije i perfuzije u plućima. Alveolarna ventilacija i plućna cirkulacija nisu ravnomjerno raspoređene u svim djelovima pluća zbog utjecaja sile gravitacije. Westov model podjele pluća u tri zone, tzv. Westove zone (Slika 10.), omogućuje razumijevanje odnosa ventilacije i perfuzije. Podjela pluća u zone se temelji na odnosu tlaka zraka unutar alveole (P_A), tlaka na arterijskom kraju plućne kapilare (P_a) i tlaka na venskom kraju plućne kapilare (P_v). U zoni 1 alveolarni tlak je veći od tlaka na arterijskom kraju plućne kapilare i vene, te stoga nema protoka. To je zapravo funkcionalno mrtvi prostor (nema izmjene plinova). Zona 2 odnosi se na onaj dio pluća u kojem je tlak u arteriji (plućna kapilara) veći od tlaka u alveoli što omogućuje perfuziju. Tlak na venskom kraju plućne kapilare manji je u odnosu na tlak u alveoli, pa veličinu perfuzije određuje razlika tlaka na arterijskom kraju kapilare i alveolarnog tlaka. U zoni 3 odrednica perfuzije je razlika arterijskog i venskog tlaka plućne kapilare jer su oba viša od tlaka u alveoli (15).



Slika 10. Westove zone pluća (slika preuzeta sa internetske stranice <http://www.pathwaymedicine.org/pulmonary-blood-flow-distribution>)

Kod bočnog položaja različit je odnos ventilacije i perfuzije između gornjeg i donjeg plućnog krila. Gornje ima jaču ventilaciju, a donje jaču perfuziju. Dodatnom smanjenju ventilacije donjeg plućnog krila pridonosi anestezija, relaksiranost mišića koji stvaraju tlačne sile time što se abdominalni sadržaj pomiče prema kranijalno i tako vrše pritisak na srce i mediastinum. Klemanjem lumena tubusa koji ventilira gornje plućno krilo dolazi do kolabiranja tog pluća, tj. onog pluća koje se operira (18,19). U takvom pluću djelomično je očuvana perfuzija i to povećava transpulmonalni pretok venske krvi i pogoduje nastanku hipoksemije. Za vrijeme OLV donje plućno krilo, tj. ono koje se ne operira, slabije je ventilirano, ali je dobro perfundirano. To doprinosi dodatnom kolapsu alveola i nastanku atelektaza u donjem plućnom krilu, što još više doprinosi pogoršanju ventilacije i oksigenacije. Da bi se to izbjeglo važno je osigurati adekvatnu oksigenaciju ($\text{SaO}_2 > 90\%$, $\text{pO}_2 > 60 \text{ mmHg}$) i ventilaciju ($\text{pCO}_2 < 45 \text{ mmHg}$) donjeg plućnog krila. Ponekad je potrebno veliko iskustvo i umijeće anesteziologa da bi se odabrali pravi mehanizmi za ventilaciju donjeg plućnog krila kako bi se osigurao adekvatan dišni volumen. Nedostatni dišni volumen pogoduje nastanku atelektaza, hipoventilacije i hipoksemije, dok preveliki dišni volumen raspuhuje pluća i sprječava nastanak atelektaza, ali uz to postoji veliki rizik za nastanak dinamičkog prenapuhavanja pluća što bi dodatno smanjilo perfuziju i još više doprinjelo razvoju desno – lijevog pretoka, a u osjetljivih bolesnika dovelo i do akutne plućne ozljede (20,21).

Tijekom OLV, osobito u bolesnika sa smanjenom plućnom funkcijom, potrebno je voditi računa o intraoperacijskoj nadoknadi tekućine, pri tome treba paziti da ne nastane plućni edem, a da se održi diureza veća od $0,5 \text{ ml/kg/h}$ (5).

3.9. Liječenje postoperacijske boli u torakokirurških bolesnika

Postoperacijska bol i respiracijsko zatajenje glavne su komplikacije nakon torakokirurške operacije. Oštećenje respiracijske funkcije može se spriječiti odgovarajućim liječenjem boli. Lokalna i visceralna bol uzrokovana je kirurškom ozljedom kože, interkostalnih mišića, rebara, kostovertebranih zglobova, interkostalnih živaca i dubljih tkiva. Zlatni standard u liječenju postoperacijske boli torakokirurških bolesnika je torakalna epiduralna analgezija. Ona omogućuje izvrsnu kontrolu boli bez motorne blokade i sedacije. Rezultati niza kliničkih istraživanja dokazuju bolji funkcionalni status u neposrednom poslijeoperacijskom tijeku nakon primjene torakalne epiduralne analgezije u usporedbi s parantalnom primjenom opijata i opioida. Epiduralna analgezija povezana je sa zonama diferencijalnog bloka. Njezin učinak nije samo analgezija, već i utjecaj na kardiovaskularnu, koagulacijsku, plućnu funkciju, gastrointestinalni sustav te moduciju reakcije na stres. Kombinacija primjenjenih lokalnih anestetika i opioida primjenjenih epiduralnom tehnikom omogućuju adekvatnu analgeziju kod pokretanja grudnog koša i dijafragme prilikom disanja i kašljanja nakon operacijskog zahvata u području prsnog koša (22,23).

Prije započinjanja liječenja boli na ovaj način treba izvršiti provjeru čimbenika rizika i koristi od postavljanja epiduralnog katetera. Glavni rizici su sindrom toksičnosti lokalnog anestetika, alergija, epiduralni hematoma i ozljede korijena živca. Glavne kontraindikacije za epiduralnu analgeziju jesu: odbijanje pacijenta, lokalna ili sistemska infekcija, sepsa i poremećaji koagulacije. Ostale kontraindikacije poput neurološkog deficita, respiracijskog zatajenja, teške srčane bolesti, povišenog intrakranijalnog tlaka i nedovoljne suradljivosti pacijenta su relativne (22, 23).

Torakalni paravertebralni blok prikladna je analgetska tehnika za bolesnike s više rizičnih čimbenika. Paravertebralni blok podrazumijeva primjenu anestezije u paravertebralni prostor koji sadrži dorzalnu i vertebralnu granu korijenova spinalnih živaca i simpatičke

živce. Stoga, primjena analgetika u ovaj prostor rezultira jednostranim blokom motornog, senzornog i simpatičkog živca. Izvodi se na strani kirurškog zahvata primjenom u obliku injekcije ili postavljanjem katetera. Torakalni paravertebralni blok se izvodi u području torakalne kralježnice i rezultira jednostranom blokadom živaca u torakalnim dermatomima iznad i ispod mjesta blokade. Pokazalo se da su hipotenzivne epizode, urinarna inkontinencija i postoperacijska mučnina i povraćanje rjeđi kod torakalnog paravertebralnog bloka nego kod torakalne epiduralne analgezije. Općenito, uzrokuje manje nuspojave, dulje je trajanje analgezije i osigurava bolju kvalitetu života. Torakalna paravertebralna analgezija levobupivakainom je pokazala najbolje rezultate u liječenju postoperacijske boli (22-25).

4. RASPRAVA

Anestezija za torakalnu kirurgiju je izazovna grana. Uz uobičajene procedure, anesteziolog se suočava s dodatnim zahtjevima uspostavljanja izolacije pluća. Hipoksemija povezana s ventilacijom jednog plućnog krila ima incidenciju 5 – 10 %. Duljina trajanja ventilacije jednog plućnog krila i ventilacija visokim disajnim volumenima (10 ml/kg) su utvrđeni čimbenici rizika za nastanak akutne plućne ozljede. Zbog toga se primjenjuju strategije zaštitne plućne ventilacije koje imaju važnu ulogu u prevenciji postoperacijskih akutnih ozljeda pluća. To podrazumijeva primjenu pozitivnog tlaka na kraju izdisaja na ventiliranom plućnom krilu (spriječava kolaps alveola i na taj način povećava funkcionalni rezidualni kapacitet pluća i osigurava bolju oksigenaciju) i kontinuirani oblik ventilacije pozitivnim tlakom na kolabiranom plućnom krilu. U studiji (26) koja uspoređuje volumno kontroliranu ventilaciju i tlačno kontroliranu ventilaciju tijekom ventilacije jednog plućnog krila, pokazalo se da je tlačno kontrolirana ventilacija povezana sa stastički značajnim padom tlaka u dišnim putevima i poboljšanjem oksigenacije. Kada je riječ o korištenju tehnika izolacije pluća za postizanje ventilacije jednog plućnog krila, mnoge studije daju prednost dvolumenskim endobronhalnim tubusima. Pojedini autori smatraju da je paravertebralni torakalni blok prikladna alternativa torakalnoj epiduralnoj analgeziji jer je jednostavna za izvođenje, ima manju učestalost komplikacija i ne zahtijeva nužno boravak bolesnika na odjelima intenzivne njege što je slučaj s bolesnicima kod kojih se primjenjuje torakalna epiduralna analgezija. U jednoj je studiji (27) prikazan sustavni pregled svih relevantnih randomiziranih ispitivanja koja uspoređuju paravertebralni blok s epiduralnom analgezijom u torakalnoj kirurgiji, zaključilo se da obje metode pružaju jednako ublažavanje boli nakon torakalne operacije, ali paravertebralni blok ima manje nuspojave i povezan je sa smanjenom učestalošću plućnih komplikacija. Iz tih razloga se preporučuje upotreba paravertebralnog bloka nakon opsežnijih torakalnih operacija.

5. ZAKLJUČAK

Svim bolesnicima kod kojih će biti učinjen torakokirurški zahvat, nužno je procijeniti respiracijsku funkciju na tri razine: plućnu mehaniku, procjenu plućnog parenhima i srčano – plućnu interakciju s ciljem otkrivanja onih bolesnika koji nose najveći rizik za nastanak postoperacijskih plućnih komplikacija. U onih bolesnika s povećanim rizikom nužno je poduzeti preventivne mjere i odgovarajuće ih pripremiti za operaciju da bi se rizik sveo na minimum. Kod primjene OLV i promjene položaja bolesnika u bočni položaj važno je osigurati adekvatnu oksigenaciju i ventilaciju donjeg plućnog krila. Također je potrebno voditi računa o intraoperacijskoj nadoknadi tekućine. Postoperacijski bolovi mogu dodatno narušavati imunološki sustav i respiracijsku funkciju. Torakalna epiduralna analgezija je prvi izbor u liječenju postoperacijske boli nakon torakokirurških zahvata. Dobar analgetki učinak i manje nuspojava može se postići primjenom torakalnog paravertebralnog bloka.

6. SAŽETAK

U današnje vrijeme najčešće indikacije za torakokirurške zahvate su zloćudne bolesti torakalne regije (pluća, jednjaka, medijastinuma) kao i traume prsnog koša. Torakokirurški bolesnici imaju svoje posebnosti i predstavljaju poseban izazov za anesteziologe. Operacije se vrše na otvorenom prsnom košu, a zahvati koji se obavljaju na plućima, budući da je to organ koji ima ulogu brzog održavanja homeostaze i s obzirom da se ubraja u domenu reanimacije, mogući funkcionalni poremećaji tijekom operacije mogu vitalno ugrožavati bolesnika. Moguća su različita stanja respiracijskog sustava ovih bolesnika stoga je važno prije početka anestezije i operacije se usredotočiti na opseg i ozbiljnost tih stanja i njihov utjecaj na kardiovaskularni sustav i utvrditi hoće li bolesnik moći podnijeti planirani kirurški zahvat kako bi se spriječile poslijoperacijske komplikacije. Prijeoperacijsko utvrđivanje stanja dišnog sustava vrlo je važno jer njegovo nedostatno funkcioniranje može dovesti do teških poslijoperacijskih komplikacija. Izbor anestetika u torakalnoj kirurgiji ovisi o prijeoperacijskoj procjeni kardiorespiracijske funkcije. Složenost intubacije u torakalnoj kirurgiji posljedica je potrebe za potpunim, funkcionalnim odvajanjem plućnih krila tijekom operacije. Pristup funkcionalnom odvajanju pluća uključuje: intubaciju jednolumenskim ili dvolumenskim endobronhalnim tubusom. Zlatni standard u liječenju postoperacijske boli torakokirurških bolesnika je torakalna epiduralna analgezija.

Ključne riječi: funkcionalno odvajanje pluća, prijeoperacijska procjena, torakalna epiduralna analgezija, torakokirurški bolesnik, ventilacija jednog plućnog krila.

7. SUMARRY

The most common indications for thoracic surgery are malignant diseases of the thoracic region (lungs, esophagus, mediastinum) and chest trauma. Thoracic surgeons have their own peculiarities and present a special challenge for anesthesiologists, since operations are performed on the open chest, and procedures performed on the lungs, since it is an organ that has the role of rapid maintenance of homeostasis. Functional disorders during surgery can be vital to the patient. Different conditions of the respiratory system of these patients are possible, so it is important to focus on the extent and severity of these conditions and their impact on the cardiovascular system and determine whether the patient will be able to undergo planned surgery to prevent postoperative complications. Preoperative determination of the condition of the respiratory system is very important because its insufficient functioning can lead to severe postoperative complications. The choice of anesthetic in thoracic surgery depends on the preoperative assessment of cardiorespiratory function. The complexity of intubation in thoracic surgery is due to the need for complete, functional separation of the lungs during surgery. Approaches to functional lung separation include: intubation with an endobronchial two-volume tube or a univent tube with a bronchial blocker. One Lung Ventilation (OLV) has significantly improved thoracic surgery. The main approach to treatment of postoperative pain in thoracic surgeons is thoracic epidural analgesia.

Key words: functional separation of the lungs, one lung ventilation, preoperative assessment, thoracic epidural analgesia, thoracosurgical patient

8. LITERATURA

1. Tsai JB, Moon T, Vachhani S, Lasala J, Norman PH, Purugganan r. Anesthesia for thoracic Surgical Procedures [Internet] InTechOpen objavljeno 12. 06. 2013. [citirano 17. 03. 2020.] Dostupno na: <https://www.intechopen.com/books/principles-and-practice-of-cardiothoracic-surgery/anesthesia-for-thoracic-surgical-procedures>
2. Majerić Kogler V, Kogler J. Anestezija u torakalnoj kirurgiji. U: Jukić M, Husedžinović I, Kvolik S, Majerić Kogler V, Perić M, Žunić J i sur. Klinička anesteziologija, 2. izdanje, Zagreb; Medicinska naklada 2012., str. 693 – 705.
3. Slinger PD, Campos JH. Anesthesia for Thoracic surgery. U: Miller RD, ur. Miller's Anesthesia, 8th ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier, Saunders; 2015., str. 2264 – 2326.
4. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK. Clinical Anesthesia, 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2006., str. 1693 – 1770.
5. Morgan EG, Mikhail SM. Clinical Anesthesiology 5th ed. Lange Medical Books/McGraw-Hill: New York; 2013., str. 545 – 76.
6. Prpić I. i sur. Kirurgija za medicinare. Školska knjiga: Zagreb; 2002., str. 236 – 275.
7. Ilić N, Juričić J, Banović J, Krnić D. Suvremena načela kirurškog liječenja karcinoma pluća. [Internet] [Citirano 02. 06. 2020.]. Dostupno na: http://neuron.mefst.hr/docs/katedre/kirurgija/ILIC_Suvremena%20na%C4%8Dela%20kirur%C5%A1kog%20lije%C4%8Denja%20karcinoma%20plu%C4%87a.pdf
8. Čabo – Grubišić F, Grbac I, Periša N, Kovačić K, Jurman D, Janiček M. Preoperative pulmonary evaluation for pulmonary and extrapulmonary operations. Acta Clin Croat 2003;42:237-40.

9. Choi H, Mazzone P. Preoperative evaluation of the patient with lung cancer being considered for lung resection. *Anesthesiology* 2015;28(1):18-25.
10. Slinger P, Darling G. Preanesthetic Assessment for Thoracic Surgery. U: Slinger P i sur. *Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery* [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 13-40 [citirano: 27. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
11. Sotošek Tokmadžić V, Šustić A. i sur. Priručnik iz anesteziologije, reanimatologije i intenzivne medicine za studente preddiplomskih, diplomskih i stručnih studija. Medicinski fakultet Rijeka, 2014., str. 41-50; 58-64.
12. Brodsky JB. Anesthesia for Thoracic Surgery. *Thorac Surg Clin* 2005;15(2):18-27.
13. Javier D, Purugganan V. Intravenous Anesthesia for Thoracic Procedures. U: Slinger P i sur. *Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery* [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011. str. 219-230 [citirano: 01. 05. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
14. Novak Janković V, Marković – Božić M. Regional anesthesia in thoracic and abdominal surgery. *Acta Clin Croat* 2019;58(7):96-100.
15. Sotošek Tokmadžić V, Špiček Macan J. Grudni koš i disanje. 1. tečaj. CEEA. Hrvatsko društvo za anesteziologiju i intenzivno liječenje. Zagreb: M-print; 2018., str. 33–40, 67–70.
16. Mena GE, Raghunathan K, McGee WT. Intraoperative monitoring. U: Slinger P i sur. *Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery* [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 343-355 [citirano: 02. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>

17. Sean R, Losher J. Physiology of the lateral decubitus position, Open chest and One lung ventilation. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 93-107 [citirano: .27. 03. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
18. Macpherson JA. Intraoperative ventilation strategies for thoracic surgery. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 375-385 [citirano: 12. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
19. Campos J. Lung isolation. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 283-310 [citirano: 14. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
20. Campos J. Fiberoptic Bronchoscopy for Positioning Double-Lumen Tubes and Bronchial Blockers. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 311-320 [citirano: 16. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
21. Lohser J. Evidence based management of one lung ventilation. ScienceDirect [Internet]. 2008;26(2):241-272. [Pristupljeno 17. 04. 2020.]. Dostupno na: [https://www.anesthesiology.theclinics.com/article/S1932-2275\(08\)00012-8/fulltext](https://www.anesthesiology.theclinics.com/article/S1932-2275(08)00012-8/fulltext)
22. Jones NL, Edmonds L, Ghosh S, Klein A. A review of enhanced recovery for thoracic anesthesia and surgery. Anesthesia 2013., 68:179-189 doi:10.1111/anae.12067
23. Perentes JY, Perrot M. Post – thoracic surgery patient management and complications. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 953-965 [citirano: 19. 04. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>

24. Hall MA, Raiten JM. Anesthetic Management and of post-thoracotomy complications. U: Slinger P i sur. Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery [Internet], 2nd ed. Springer Nature Switzerland AG 2011., str. 885-894. [citirano: 19. 05. 2020.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00859-8>
25. Gottschalk A, Cohen SP, Yung S, Ochroch EA. Preventing and treating pain after thoracic surgery. *Anesthesiology* 2006; 104:594-600.
26. Eldawlatly A, Eldawlatly A, Shelley B, El-Tahan M, Macfie A, Kinsella J. Anesthesia for thoracic surgery: A survey of middle eastern practice. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 2012; 6(3):192-196
27. Messina M, Boroli F, Landoni G, Bignami E, Dedola E, Batonga JN, Magrin S, Zangrillo A. A comparison of epidural vs paravertebral blockade in thoracic surgery. *Mineva Anestesiologica*, 2009; 75(11):616-621

9. ŽIVOTOPIS

Ivana Vujić rođena je u Pakracu. Pohađala je osnovnu školu Vladimira Nazora u Daruvaru te opću gimnaziju u Gimnaziji Daruvar. Nakon toga upisuje studij medicine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci.