

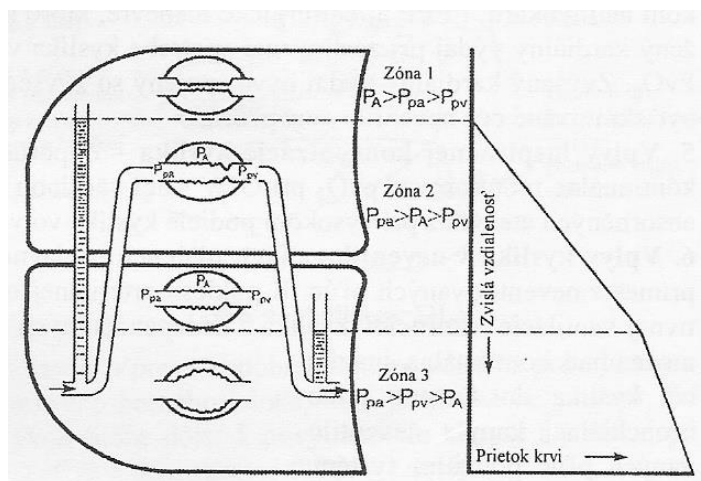
Anestézia v hrudníkovej chirurgii

Marta Janíková, Jana Švecová

Anestézia v hrudníkovej chirurgii má svoje špecifiká, ktoré sú dané zmenami v patofyziológii pľúc - resp. zmenami funkcie pľúc a hemodynamiky, ktoré vznikajú pri operáciách v hrudníku. Dôkladná znalosť patofyziológie dýchania a presná interpretácia funkčných vyšetrení pľúc sú vstupnou bránou pre možný rozsah operačného zákroku a posúdenie únosnosti komplikácií pre pacienta. Predoperačné vyšetrenie funkcie pľúc je integrálnou súčasťou prípravy pacienta ku hrudníkovému chirurgickému výkonu pre identifikáciu chorých s vysokým rizikom morbidita a mortality. Pri každom operačnom výkone v hrudníku sa funkčné rezervy menia - u funkčne kompenzovaného prechodne, u pacienta so zníženou funkčnou rezervou môžu tieto zmeny zapríčiniť pooperačnú respiračnú insuficienciu aj s letálnym koncom.

Ak vychádzame z uvedeného, pre anestéziu v hrudníkovej chirurgii je nutné akceptovať špecifiká, ktoré sú dané:

- A - **polohou pacienta pri operačnom výkone**
- B - **otvorením pleurálnej dutiny**
- C - **vplyvom ventilácie jediných pľúc - (OLV = one lung ventilation) zásahom do pľúcnej mechaniky, do rezistencie dýchacích ciest a do zmien prietoku krvi pľúcami.**

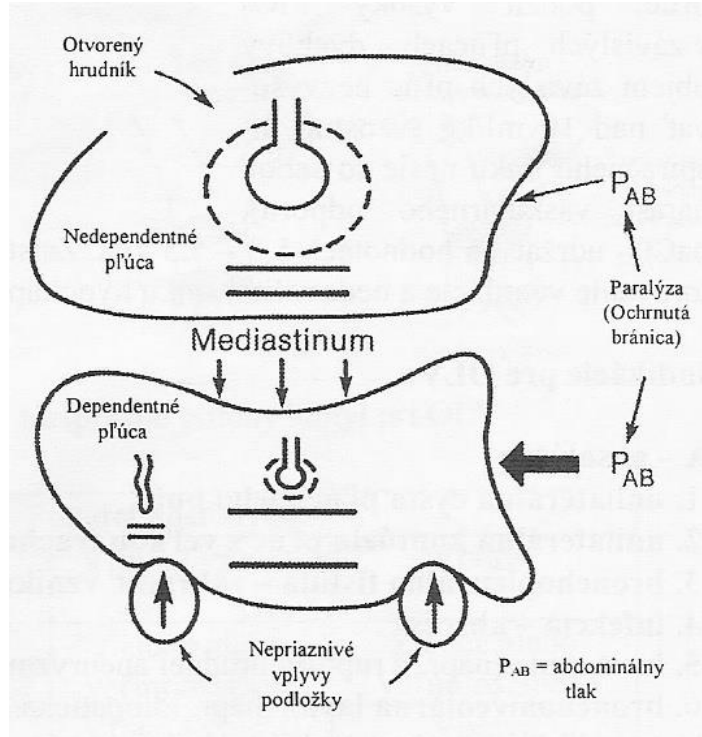


Obr. 1 Zmeny V/Q v polohe na boku

Väčšina hrudníkových výkonov sa robí v polohe na boku, čo umožňuje dobrý operačný prístup, ale má rad nevýhod, ktorých znalosť je predpokladom bezpečného vedenia anestézie. Dochádza ku zmene distribúcie krvi a výrazným zmenám vo ventilačno - perfúznom pomere. Perfúzia je najvyššia v dependentných pľúcach, najnižšia v operovaných pľúcach.

Pre ventiláciu je bočná poloha nepriaznivá pre zníženie poddajnosti hrudnej steny, čo spolu s tlakom na mediastinum predisponuje ku vzniku atelektáz v dependentných pľúcach, k čomu prispieva aj tlak brušných orgánov cez relaxovanú bránicu. Je tu tendencia ku transudácii tekutín a tvorbe edému.

Vplyv otvorenej pleurálnej dutiny je nepriaznivý v tom, že dochádza ku retrakcii pľúc a vzniku PNO a posunu mediastína a vzniku paradoxného dýchania. Táto situácia vyžaduje umelú pľúcnu ventiláciu.



Obr. 2 Zmeny pri polohe na boku

Ventilácia jedných pľúc

Aj keď vieme, že pri ventilácii oboch pľúc je lepšia výmena plynov, 90 % hrudníkových chirurgických výkonov sa robí s OLV.

Patofyziológia selektívnej ventilácie pľúc (OLV)

Vyradenie jedných pľúc z ventilácie má pre operátora prínos v tom, že má väčší pracovný priestor a prehľadnosť v dutine hrudnej, zabráni sa zatečeniu sekrétov a krvi do zdravých pľúc. Pre pacienta prináša isté riziká, s ktorými musí anesteziológ rátať a snažiť sa ich minimalizovať. Hlavným patofyziologickým prejavom OLV je hypoxémia. Jej vznik a rozsah závisí od rôznych momentov:

1. Vplyv neventilovaných pľúc - ak je pľúcny krvný prietok redukovaný pre patologický proces, ktorý je dôvodom operácie, venózna prímes bude menšia a tým aj pokles paO_2 bude menší. Naopak pri neplúcnych operačných výkonoch, kedy pľúcny krvný prietok nie je ovplyvnený patologickým procesom, dochádza ku vyššej skratovej frakcii a tým aj výraznejšiemu poklesu paO_2 .

2. Vplyv ventilovaných pľúc - oxygenácia krvi v dependentných pľúcach bude v prevažnej miere závisieť od predoperačného stavu pľúcneho parenchýmu. Najzávažnejšími sa javia bilaterálne pľúcne ochorenia. Ďalším nepriaznivým momentom je vplyv polohy počas operačného výkonu. Priaznivý vplyv za týchto okolností má OLV s PEEPom, ktorý zvýši FRC, zníži pľúcnu vaskulárnu rezistenciu, zvýši prietok dependentnými pľúcami a zlepši oxygenáciu. Naopak, u pacientov s normálnou FRC a pľúcnou cievnu rezistenciou, PEEP zhorší oxygenáciu odklonom pľúcneho cievneho prietoku do neventilovaných pľúc vplyvom zvýšeného intraalveolárneho tlaku.

3. Vplyv hypoxickej pľúcnej vazokonstrikcie - predstavuje autoregulačný mechanizmus, ktorý je spúšťaný pri poklese alveolárnej kyslíkovej tenzie pod 4 kPa. Podľa rozsahu pľúcnej hypoxie dochádza ku pľúcnej vazokonstrikcii - regionálnej alebo totálnej, ktorá odkláňa krvný tok z hypoxických oblastí, a tak znižuje venóznú prímes z hypoventilovaných alebo neventilovaných pľúc.

4. Vplyv zmien kardiálneho výdaja - kardiálny výdaj znižujú niektoré anestetiká depresívnym účinkom na myokard, PEEP aj chirurgické manévry, ktoré mechanicky obmedzujú komorové plnenie. Znížený kardiálny výdaj pri zachovanej spotrebe kyslíka vedie k zvýšeniu A-V diferencie O_2 a k poklesu PvO_2 . Zvýšený kardiálny výdaj býva spojený so zvýšením tlaku v artéria pulmonalis a viac krvi môže byť skratované cez neventilované pľúca.

5. Vplyv inspiračnej koncentrácie kyslíka - odporúčané FiO_2 je od 0,5 do 1,0. Ak je možnosť kontinuálne monitorovať PaO_2 pri OLV stačí väčšinou nižšia koncentrácia, čím sa zníži riziko vzniku absorpčných atelektáz pri vysokom podiele kyslíka vo vdychovanej zmesi.

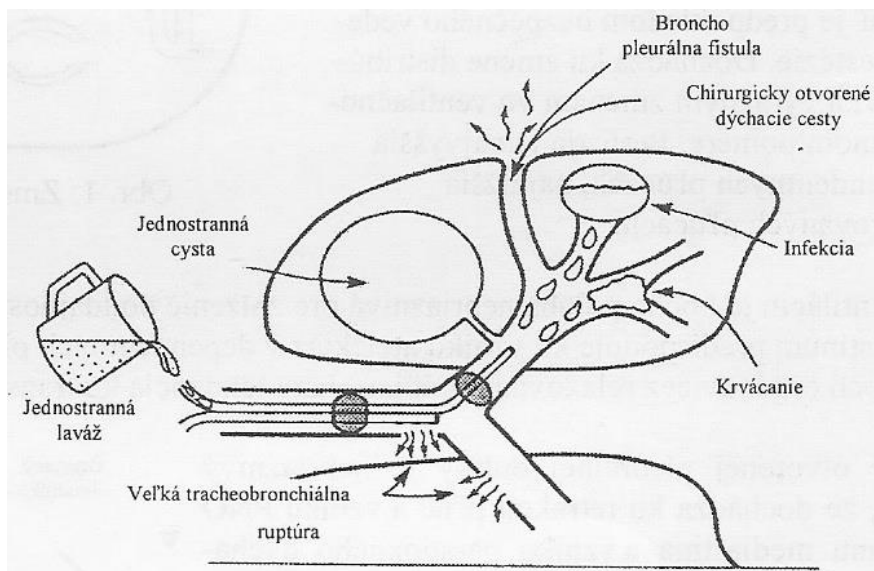
6. Vplyv kyslíka v neventilovaných pľúcach - hlavnou príčinou hypoxémie počas OLV je venózna prímes z neventilovaných pľúc. K poklesu arteriálnej oxygenácie dochádza postupne po začatí selektívnej ventilácie resorpciou kyslíka z neindependentných pľúc. Ak je pokles PaO_2 veľký, priaznivý efekt môže mať kontinuálna insuflácia kyslíka do lúmenu endobronchiálnej kanyly neventilovaných pľúc použitím systému CPAP 5 - 10 cm H_2O . Možné je tiež predýchavanie oboch pľúc, ale tento spôsob ruší efekt hypoxickej pľúcnej vazokonstrikcie. Rozvaha - postup pri použití selektívnej ventilácie je udržať čo najdlhšie ventiláciu oboch pľúc, použiť vysoký FiO_2 v závislých pľúcach, dychový objem závislých pľúc nezvyšovať nad 10 ml/kg (vzostup inspiračného tlaku nesie so sebou nárast vaskulárneho odporu) $PaCO_2$ udržať na hodnotách 5,3 - 5,5 kPa. Zaistiť kontinuálne monitorovanie PaO_2 , kontinuálne monitorovanie ventilácie a nedovoliť vznik hypokapnie vo ventilovaných pľúcach.

Indikácie pre OLV:

A – absolútne indikácie (obr. 3)

1. unilaterálna cysta pľúc alebo bula
2. unilaterálna kontúzia pľúc s veľkou tracheobronchiálnou ruptúrou
3. bronchopleurálna fistula - zabrániť vzniku tenzného PNO
4. infekcia - absces
5. krvácanie (napr. z ruptúry hrudnej aneurizmy)
6. bronchoalveolárna laváž (napr. idiopatická alveolárna proteinóza) (obr. 3)

Tieto indikácie sú život zachraňujúcimi manévrami a zlyhanie selektívnej ventilácie pľúcneho krídla za akýchkoľvek podmienok môže vyústiť v život ohrozujúcu komplikáciu.



Obr. 3 Absolútne indikácie

B – relatívne indikácie (obr. 4)

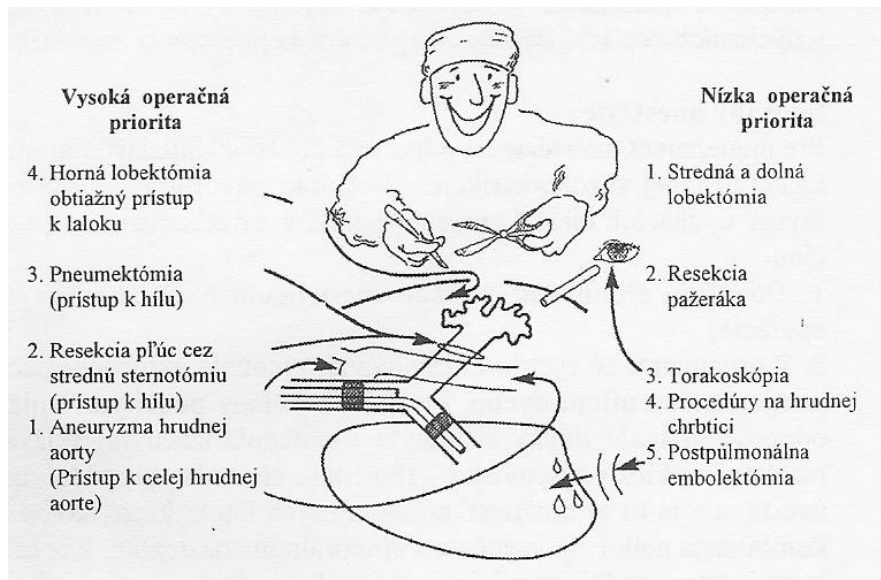
Takmer všetky sa robia pre uľahčenie hrudníkových chirurgických operačných zákrokov. Cieľom je dosiahnutie kolapsu operovaných pľúc. Tieto indikácie môžeme, rozdeliť na 2 podskupiny:

a) prioritná kategória

1. rekonštrukcie aneuryzmy hrudnej aorty - pre uvoľnenie ľavého hemitoraxu, kde aorta leží v celej svojej dĺžke
2. pneumonektómia - kde je výkon zo strednej sternotómie
3. horná lobektómia
4. operácie mediastína – tymektómia
5. transplantácia pľúc

b) menej prioritné kategórie

1. stredná a dolná lobektómia
2. resekcie ezofágu
3. videotorakoskopie
4. hrudné spinálne výkony
5. unilaterálne chronické pľúcne embólie



Obr. 4 Relatívne indikácie

Spôsoby a použité techniky pre selektívnu pľúcnu ventiláciu

1. univent kanyla; 2. endobronchiálna kanyla; 3. dvojcestná kanyla

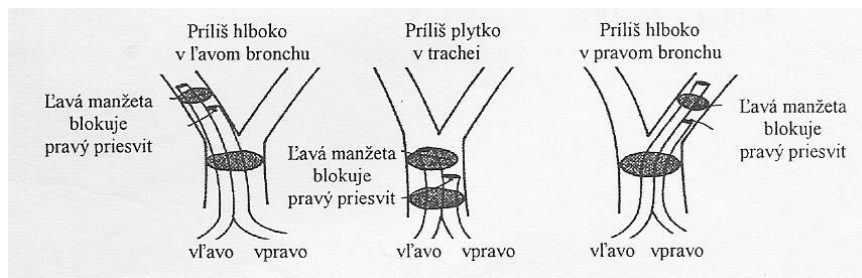
Dvojlúmenové kanyly

Ich technický rozvoj bol historicky dlhší, až sa sformovali do vzhľadu, ktorý predstavujú súčasné kanyly. Technicky sú rozdelené na pravé a ľavé s dvojblokerom tracheálnym a endobronchiálnym. Tak ako platí všeobecne pre jednocestné kanyly, aj pre dvojcestné kanyly platí číselné označenie, ktoré sa však líši od bežne zaužívaných kanyl. Kanyly sú v číselnom poradí 28; 32; 35; 37; 39; 41 Frencha, čo zodpovedá veľkostiam 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5 mm vnútorného priemeru endotracheálnych kanyl. Vpravo je endobronchiálny otvor na pravej kanyle opatrený okienkom na ochranu vstupu do pravého horného laloka, ľavá je hladká bez otvoru. Pri polohovaní pacienta pre hrudne chirurgický výkon môže dôjsť k povytiahnutiu kanyly a preto aj po polohovaní je nutné overiť si auskultačne správnosť zavedenia pravej či ľavej kanyly.

Po zavedení kanyly je potrebné si overiť tesnosť blokerov, priechodnosť oboch vstupov a kanylu zavádzať s vodičom (najčastejšie kovový vodič).

Pre prax je dôležité si uvedomiť, že pri použití OLV kanyly môžu vzniknúť **3 varianty nesprávnej polohy**:

- oba lúmeny OLV kanyly sú uložené v ľavom hlavnom bronchu
- oba lúmeny OLV kanyly sú uložené v úrovni trachey (dĺžka zavedenia kanyly)
- lúmen ľavej kanyly je v pravom hlavnom bronchu



Obr. 5 Nesprávne polohy kanýl pri OLV

Tab. 1 Overovanie polohy kanyly pri OLV

Úkon	Početnosť dýchania		
	Vľavo	Vľavo i vpravo	Vpravo
Zatvorenie pravého priesvitu Obidve manžety nafúknuté	Vľavo	Vľavo i vpravo	Vpravo
Zatvorenie ľavého priesvitu Obidve manžety nafúknuté	Žiadne alebo veľmi oslabené	Žiadne alebo veľmi oslabené	Žiadne alebo veľmi oslabené
Zatvorenie ľavého priesvitu Vypustiť ľavú manžetu	Vľavo	Vľavo i vpravo	Vpravo

Kontraindikácie pre použitie dvojlúmenových kanýl:

- a) poškodená anatómia tracheobronchiálneho stromu - napr. exofytické a stenotické lézie, ktoré môžu brániť správne uloženie kanyly. Relatívnou kontraindikáciou je lézia v oblasti karíny a proximálneho hlavného bronchu
- b) tam, kde výmena OLV kanyly za jednolúmenovú na konci operačného výkonu môže byť riskantnou procedúrou
- c) relatívnou kontraindikáciou OLV kanyly sú pacienti so striktúrou endotracheálnou alebo endobronchiálnou a pacienti, ktorí netolerujú krátkodobú hypoxiu.

Pri selektívnej ventilácii všetky oblasti pľúc odpovedajú na alveolárnu hypoxémiu vazokonstrikciou. Dôsledkom vazokonstrikcie je atelektáza pľúc. Patofyziológia liečby akútnych atelektatických pľúc spočíva v podaní látok, ktoré ovplyvňujú hypoxickú pľúcnu vazokonstrikciu, majú efekt aj na klinickú situáciu a patria do skupiny vazodilatátorov, ktoré inhibujú hypoxickú pľúcnu vazokonstrikciu (nitroprusid, NTG, dobutamin, izoproterenol, niekoľko β_2 agonistov, orciprenalin a glukagon).

Príčiny hypoxémie pri selektívnej ventilácii

- a) zlyhanie zásobovania kyslíkom (prístrojová porucha)
- b) hypoventilácia závislých pľúc (nedostatočný objem)
- c) malpozícia biluminálnej kanyly – zlé uloženie kanyly, sekrety, upchané alveoly
- d) čokoľvek, čo znižuje PvO_2 – napr. transfúzia – pľúcna dysfunkcia (agregácia, intravaskulárna oklúzia a obturácia pľúcnych kapilár)

Rozvaha selektívnej ventilácie

1. čo najdlhšie sa snažiť o ventiláciu oboch pľúc
2. použiť vysoký FiO_2 v závislých pľúcach
3. dychový objem závislých pľúc 10 ml/kg hmotnosti
4. udržať $PaCO_2$ na 40 mmHg
5. zaistiť kontinuálne monitorovanie PaO_2
6. zaistiť kontinuálne monitorovanie ventilácie

Monitorovanie

Monitorovanie základných parametrov je nutnou podmienkou v priebehu operačného výkonu: štandardné EKG, neinvazívny tlak s časovou slučkou, pulzová oxymetria, tepová frekvencia, kapnometria, ventilačné parametre - dychový objem, dychová frekvencia, inspiračné tlaky, špičkový tlak v dýchacích cestách, PEEP, compliance, koncentrácia anestetík.

Spôsoby anestézie

Pre manažment anestézie sa odporúča používať inhalačné anestetiká, ktoré napomáhajú inhibícií hypoxickej pľúcnej vazokonstrikcie - isofluran, sevofluran, enfluran, ktoré sú výhodné aj pre zníženú dráždivosť dýchacích ciest a zníženie reflexov z dýchacích ciest, ktoré je vyvolané chirurgickou manipuláciou.

1. Dovoľujú eliminovať použité anestetikum N_2O a tým zvýšiť inspiračnú FiO_2 v kritických fázach operácie.

2. Z organizmu sú rýchlo eliminované, umožnia extubáciu pacienta na operačnej sále a znižujú riziko pooperačného útlmu dychu, ktorý je vyvolaný použitými opiátmi. Pre hrudne chirurgické výkony sa odporúčajú malé dávky fentanylu s nedepolarizačnými relaxačnými látkami. Úvod do anestézie je otázkou zvyklosti pracoviska - tiopental, etomidát, propofol, benzodiazepín sú vhodné pre použitie do úvodu, ale je tu aj možnosť použitia iných látok, ktoré navodia spánok. V poslednej dobe sa používa kombinácia celkovej anestézie s epidurálnou anestéziou, kde cez epidurálny katéter sa podávajú opiáty, ktoré výrazne znížia spotrebu celkových anestetík.

Záver

V chirurgii hrudníka pre anestéziu platia kritéria, ktoré chránia pacienta a prácu anestéziológa robia bezpečnou:

1. Dôkladná znalosť patofyziológie dýchania a správna interpretácia funkčných vyšetrení pľúc sú rozhodujúce pre rozsah práce chirurga a komplikácií pre anestéziológa.
2. Zvládnutie všetkých intubačných postupov, ktoré sú potrebné pre chirurgiu hrudníka:
 - a) aplikácia a práca so všetkými dostupnými dvojcestnými kanylami
 - b) zmena konvenčnej ventilácie na nekonvenčnú, prípadne by-pasom cez operačné pole, event. použitie vysokofrekvenčnej ventilácie.

Literatúra

1. Hill R. C., Jones D. R.: Selective lung ventilation during thoracoscopy: Effects of insufflation on haemodynamics. *Ann. Thorac Surg* 1996;61:945-948.
2. Kristensen K, et al.: 2014 ESA/ESC Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management. *Eur J Anaesth* 2014;31:517-573.
3. Muller M., Sticher J.: Transpulmonary shunt volume in thoracic surgery procedures with one lung respiration. *Anesthesist* 1997;69:771-775.
4. Cohen E.: Physiology of the lateral position and one-lung ventilation. *Chest Surg Clin N Am* 1977;7: 753-771.
5. Rippin B.: One lung ventilation. WFSA Anaesthesia tutorial of the week 145;2009. <http://www.wfsahq.org/tutorial-of-the-week>.
6. Zollinger A., Zaugg M., Weder W.: Video - assisted thoracoscopic volume reduction surgery in patients with diffuse pulmonary emphysema: gas exchange and anaesthesiological management. *Anesth Analg*;1997;8:845-851.