

Anestézia pri laparoskopii

Judita Capková

Laparoskopické techniky sa čoraz viac stávajú základom chirurgického manažmentu. Poskytujú viaceré benefity pacientom: menší kožný rez, skrátený čas zotavenia, menšiu pooperačnú bolesť, zníženú pooperačnú morbiditu, menej infekcií rán pooperačne, skrátenú dobu hospitalizácie, znížené náklady na hospitalizáciu (Oti, 2016). Súčasťou laparoskopickej techniky je vykonanie incízie na vytvorenie vstupu pre kameru, nafúknutie brušnej dutiny kyslíčnikom uhličitým (CO₂) a vytvorenie viacerých vstupov za priamej kontroly kamerou, na uľahčenie vstupu laparoskopických nástrojov.

Pre anestéziológov predstavuje laparoskopický výkon súbor rizík, ktoré sú následkom fyziologických zmien spojených s chirurgickou technikou, **polohovaním pacienta** a indukciou **pneumoperitonea** pri laparoskopii. V súčasnosti populácia pacientov podstupujúcich rôzne laparoskopické procedúry zahŕňa pacientov s rôznym BMI (body mass index) a rôznorodými komorbiditami, preto optimalizácia a stabilizácia týchto pacientov v perioperačnom období vyžaduje náležitú pozornosť. Pri určitých výkonoch môžu výhody laparoskopie prevážiť peroperačné riziká. Absolútne kontraindikácie laparoskopie sú zriedkavé, ale medzi relatívne **kontraindikácie** patria **závažné ischemické alebo chlopňové ochorenie srdca, zvýšený intrakraniálny tlak a neupravená hypovolémia**.

Pneumoperitoneum je insuflácia plynu do peritoneálnej dutiny, zvyčajne CO₂, čo uľahčuje chirurgickú vizualizáciu v brušnej dutine. CO₂ je číry nehorľavý rozpustný plyn. Tlak v bruchu sa zvyšuje počiatočným prietokom plynu 4 - 6 litrov/min, čo vytvára intraabdominálny tlak 10 - 20 mmHg. Na udržanie intraabdominálneho tlaku pokračuje prietok plynu 200 - 400 ml/min. Cieľom je udržať intraabdominálny tlak **pod 15 mmHg**, pretože klinické dôsledky zvýšeného intraabdominálneho tlaku, vrátane mierneho poškodenia obličiek a pľúc, sa začínajú objavovať pri tlakoch medzi 15 a 25 mmHg. Zvýšenie intraabdominálneho tlaku vedie k fyziologickým reakciám, ktoré môžu byť nežiaduce, najmä u rizikových skupín pacientov s obmedzenou fyziologickou rezervou.

Poloha pacientov

Na uľahčenie chirurgického prístupu sa často používa Trendelenburgova poloha, obrátená Trendelenburgova poloha, litotomická a laterálne polohy. Osoby s vysokým BMI, ťažkými srdcovými a dýchacími chorobami a starší ľudia môžu byť obzvlášť citliví na extrémne zmeny polohy.

Trendelenburgova poloha znižuje funkčnú reziduálnu kapacitu (FRC). Pri použití v spojení s pneumoperitoneom ďalej znižuje FRC, čo spôsobuje kolaps dýchacích ciest a vedie k atelektáze. Atelektáza môže zhoršiť akýkoľvek už existujúci ventilačno-perfúzny nepomer. Tomuto je možné zabrániť pridaním pozitívneho tlaku na konci výdychu (PEEP) počas ventilácie. Tlak na bránicu zvyšuje vnútrohruďný tlak a znižuje poddajnosť. Pri kraniálnom pohybe pľúc sa môže vyskytnúť endobronchiálna intubácia. Pri opakovaných pohyboch endotreacheálnej kanyly sa môže vyskytnúť opuch horných dýchacích ciest. Trendelenburgova poloha môže tiež spôsobiť zvýšený intrakraniálny tlak, mozgový edém a subkonjunktiválnu chemózu, a všetky tieto ešte zhoršuje hyperkapnia z absorpcie CO₂ z pneumoperitonea. **Obrátená Trendelenburgova poloha** môže zlepšiť ventilačno-perfúzny nepomer, znížiť intrakraniálny tlak a znížiť riziko pasívnej regurgitácie. Avšak, môže aj spôsobiť zníženie venózneho návratu s následnou hypotenziou a rizikom cerebrálnej a srdcovej ischemie u zraniteľných pacientov, preto každú hypovolémiu je potrebné už predbežne upraviť (tab 1).

Litotomická poloha u pacientov podstupujúcich dlhotrvajúcu laparoskopickú operáciu bola spojená so zriedkavou, ale významnou komplikáciou kompartment syndrómu dolných končatín. Tento syndróm je spojený s vysokým BMI, významnými stratami krvi, hypotenziou a ochoreniami periférnych ciev. Prejavuje sa silnými pooperačnými bolesťami dolných

končatín, rabdomyolýzou a potenciálne akútnym poškodením obličiek a myoglobínúriou (Hayden, 2011).

Tabuľka 1 Vplyv polohy na kardiovaskulárny a dýchací systém

	Trendelenburgova poloha	Obrátená Trendelenburgova poloha
Venózný návrat	↑	↓
Srdcový výdaj	↑	↓
Funkčná reziduálna kapacita	↓	↑
Poddajnosť hrudníka	↓	↑
Ventilačno-perfúzny nepomer	↑	↓
Atelektázy	↑	↓

Laterálna poloha bola spojená s najvyšším výskytom očných komplikácií vrátane abrázie rohoviek v oboch očiach. Je tiež potrebné dbať na to, aby na hlavu, krk a axilu nebol vyvíjaný nadmerný tlak, aby nedošlo k poraneniu brachiálneho plexu. Je nevyhnutné zabezpečiť, aby boli chránené všetky tlakové body a aby boli oči zalepené páskou. Polohy sa môžu meniť počas zdĺhavého chirurgického zákroku, najmä v Trendelenburgovej a litotomickej polohe. Pacient musí byť vždy bezpečne fixovaný na operačnom stole, aby sa predišlo akýmkoľvek nechceným pohybom počas zmien polohy. Často sa to robí pomocou opierok ramien a pripútaním pacienta k stolu. Paže pacienta sú často pripevnené k bokom pacienta, čo si vyžaduje, aby bol už pred operáciou zabezpečený vaskulárny prístup, pretože vykonanie prístupu počas operácie môže byť sťažené.

Anestézia

Dýchacie cesty. Riziko aspirácie žalúdočného obsahu je vyššie pri zvýšenom intraabdominálnom tlaku a aspiračná pneumónia je spojená s vysokou morbiditou a mortalitou. Preto sa v laparoskopической chirurgii supraglotické pomôcky bežne nepoužívajú. Väčšina autorov odporúča používať endotracheálnu kanylu. Avšak, ak sa použila ProSeal laryngeálna maska namiesto endotracheálnej kanyly, pacienti mali nižšiu frekvenciu pooperačnej nevoľnosti a vracania a bolesti hrdla (Hohlrieder, 2007).

Respiračný systém

Pneumoperitoneum používané pri laparoskopii spôsobuje zvýšený intraabdominálny tlak a vysoký stav bránice, čo spolu s Trendelenburgovou polohou vedie ku kraniálnemu posunu obsahu brušnej dutiny. Taktiež to vedie k vzniku atelektáz a zníženej poddajnosti hrudníka s výsledným zvýšením tlaku v dýchacích cestách. Následne je vyššie riziko barotraumy pri UPV. Pokles FRC a bazálne atelektázy vedú k zhoršeniu ventilačno-perfúzneho pomeru s hypoxémiou. CO₂ z brušnej dutiny sa absorbuje do krvi v dôsledku jeho relatívne vysokej rozpustnosti v krvi, čo vedie k hyperkapnii. To môže ďalej zhoršiť ventilačno-perfúzny nepomer, ako aj zvýšiť odpor pľúcnych ciev. Spravidla nie je potrebné upravovať veľkosť dychového objemu, ale **minútová ventilácia sa môže zvýšiť zvýšením dychovej frekvencie**, aby sa zabránilo významnej hyperkapnii. Nesprávne umiestnenie insuflačných ihliel alebo trokárov na insufláciu plynu môže mať za následok subkutánnu emfyzém, pneumomediastinum alebo pneumotorax. Ak je CO₂ priamo natlačený do cievy, môže dôjsť ku kardiorespiračnému kolapsu z venózneho plynovej embólie. Závažnosť hypoxémie a hypotenzie závisí od objemu a rýchlosti podaného CO₂. Fyziologické účinky sú menšie ako pri vzduchovej embólii v dôsledku vyššej rozpustnosti CO₂ v krvi a absorpcie. Liečba spočíva v rých-

lom vypustení CO₂ z brucha a resuscitácii so 100% kyslíkom a tekutinami. Pri ťažkých prípadoch je potrebné pacienta umiestniť na ľavý bok a aspirovať plyn cez centrálny žilový katéter.

V porovnaní s objemovou ventiláciou sa tlakovo riadená ventilácia so svalovou relaxáciou ukázala v štúdií ako optimálna pre dostatočnú ventiláciu a okysličenie s nižším tlakom v dýchacích cestách a lepšou poddajnosťou (Cadi, 2008).

U obežných pacientov kombinácia recruitment manévrov (30 - 40 cm H₂O na 30 - 40 sekúnd alebo 55 cm H₂O na 10 sekúnd) a PEEP (6 - 12 cm H₂O) je najúčinnnejšia na redukcii pľúcnych atelektáz a zlepšenie oxygenácie počas celkovej anestézie (Ortiz, 2015).

Optimálna neuromuskulárna blokáda zlepšuje operačné podmienky a tiež umožňuje dobrú kontrolu ventilácie a CO₂. Na konci operácie musia byť pacienti adekvátne zotavení, na stanovenie rozsahu neuromuskulárnej blokády by sa mal použiť relaxometer s meraním sledu štyroch stimulov („train of four“). Klinické skúsenosti naznačujú, že na zabezpečenie úplného zvratu neuromuskulárnej blokády pred extubáciou by sa mali používať neostigmín a glykopyrolát (atropín) alebo sugammadex (Geldner, 2012). Vedenie anestézie pri laparoskopii v štúdií porovnávajúcej sevofluran s totálnou intravenóznou anestéziou (propofol a remifentanil) sa ukázalo, že vedenie pomocou sevofluranu zlepšuje compliance a tlaky v dýchacích cestách, najpravdepodobnejšie prostredníctvom jeho bronchodilatačných účinkov (Bang, 2014).

Kardiovaskulárny systém

Napnutie peritonea pri indukcii pneumoperitonea môže stimulovať nervus vagus s následnou bradykardiou. Dá sa to zmierniť uvoľnením tlaku a zabezpečením, aby intraabdominálny tlak nepresiahol 16 mmHg. Na úpravu bradykardie môže byť niekedy potrebné podať anticholinergiká, ako je atropín (glykopyrolát). Po insuflácii CO₂ pre vytvorenie pneumoperitonea dochádza k stlačeniu veľkých intraabdominálnych ciev, čo vedie spočiatku k zvýšeniu venózneho návratu, ale ďalšie zvyšovanie intraabdominálneho tlaku spôsobuje pokles srdcového výdaja. Kompresia brušnej aorty, produkcia neurohumorálnych faktorov a aktivácia osi renín-angiotenzín-aldosterón spôsobujú zvýšenú systémovú vaskulárnu rezistenciu a majú depresívny účinok na kontraktilitu myokardu. Zvýšenie systémového vaskulárneho odporu je zvyčajne väčšie ako zníženie srdcového výdaja. Výsledkom je, že sa stredný artériový tlak zvyčajne nemení alebo dokonca zvyšuje, ale môže byť aj premenlivý, najmä u hypovolemických pacientov, a tým ohroziť rizikové skupiny pacientov.

Tiež účinky zmeny polohy na preload môžu spôsobiť výrazné zmeny stredného artériového tlaku. Laparoscopia často spôsobuje intraoperačnú artériovú hypertenziu a presná etiológia nie je jasná. Predpokladá sa, že je to buď následok aktivácie neurohumorálnych faktorov, alebo následok bolesti z napnutia pobrušnice. Výsledné zvýšenie systémovej vaskulárnej rezistencie a tachykardia môžu viesť k zvýšeniu práce myokardu s následnou srdcovou ischémiou s tachyarytmiami, najmä u pacientov, ktorí majú malú srdcovú rezervu.

Anestéziológovia môžu v prevencii kardiovaskulárnych zmien pri pneumoperitoneu podať infúziu krátkodobo pôsobiaceho opiátu remifentanilu. Ukázalo sa, že podávanie intravenózneho síranu horečnatého pred pneumoperitoneom zmierňuje zvýšenie artériového tlaku počas laparoskopie cholecystektómie, čo zjavne súvisí so znížením uvoľňovania katecholamínov, vazopresínu alebo oboch (Jee, 2009). Primerané podanie intravenózných tekutín môže byť ťažko odhadnuteľné vzhľadom na zvýšený intraabdominálny tlak a následne zvýšený vnútrohruďný tlak. Toto sťažuje interpretáciu akéhokoľvek centrálného venózneho monitorovania. Aby sa zlepšilo hodnotenie plniacich objemov je potrebné použiť zariadenia na meranie srdcového výdaja, ako je transozofageálny Doppler alebo LiDCO (Koliopoulos, 2005). Podávanie príliš veľkých objemov tekutín môže spôsobiť opuch čreva, pooperačný ileus a predĺžený pobyt v nemocnici.

Ak sa trokár zavedie do veľkej brušnej cievy, môže to spôsobiť veľké krvácanie a kardiovaskulárny kolaps. Krvácanie nemusí byť vždy zjavné peroperačne a hypotenzia z retroperitoneálneho krvácania alebo venózneho krvácania sa môže prejaviť až pooperačne. Preto sa odporúča, aby všetci pacienti podstupujúci laparoskopiu mali veľký intravenózný

vstup, ktorý v prípade potreby umožní rýchle podanie tekutín. Väčšina autorov odporúča intravenóznou kanylou 18 G (zelená) alebo väčšiu.

Obličky a splanchnikus

Zvýšený intraabdominálny tlak môže tiež viesť k zníženiu prietoku krvi v pečeni a obličkách, čo by mohlo ovplyvniť ich funkciu. Preto sa pri brušnej laparoskopickej operácii neodporúča zvyšovať tlak na viac ako 16 mmHg. Dlhšiu dobu trvajúci vysoký intraabdominálny tlak môže spôsobiť zníženie prietoku krvi mezenteriom až o 40 % s následnou acidózou tkanív, ako aj zníženie rýchlosti glomerulárnej filtrácie (Hayden, 2011). Existuje tiež riziko viscerálneho poškodenia čreva alebo pečene pri punkcii trokárom. V tabuľke 2 sú uvedené fyziologické účinky pneumoperitonea.

Tabuľka 2 Fyziologické účinky pneumoperitonea

Kardiovask. systém	Srdcový výdaj	↓
	Systémová vaskulárna rezistencia	↑
	Tlak krvi	↑
Respiračný systém	FRC	↓
	Compliance	↓
	Tlak v dýchacích cestách	↑
	Ventilačno-perfúzny pomer	↑
	Plúcna vaskulárna rezistencia	↑
Gastrointest. systém	Prietok krvi	↓
	Riziko regurgitácie žalúdočného obsahu	↑
Obličky	Glomerulárna filtrácia	↓
CNS	Intrakraniálny tlak	↑

Rutinná farmakologická profylaxia trombembolizmu, ak nie je prítomný ďalší rizikový faktor, nie je indikovaná pri krátkotrvajúcich (menej ako 45 minút) laparoskopických výkonoch.

Pooperačné obdobie

Pooperačná analgézia. Laparoskopická chirurgia je spojená s nižšou potrebou analgetík v porovnaní s otvorenými operáciami v dôsledku menších kožných rezov a menšej traumatizácie tkanív. Opiáty sú pri laparoskopických operáciách stále obvykle potrebné pooperačne, avšak v menšom množstve. Nízka intenzita pooperačnej bolesti je dôležitá pre skorú mobilizáciu a dostatočné dýchanie. Znížená potreba opiátov minimalizuje problémy s pooperačnou nevoľnosťou, vracaním a zmätenosťou. Menšie rezy znižujú rozvoj respiračných infekcií, ktoré sa môžu prejaviť bazálnou atelektázou a neschopnosťou vykašľať sekréty. Bolesť v oblasti ramena nie je zriedkavá ako následok tlaku na bránicu pri pneumoperitoneu; dá sa zmierniť čo naj dôkladnejším vyfúknutím plynu z brucha na konci operácie. Regionálne anestetické techniky, vrátane blokov (TAP blok) sa môžu použiť na zníženie potreby opiátov (Ortiz, 2014). Použitie lokálnych anestetík v miestach zavedenia vstupov (portov) a intraperitoneálne tiež zlepšuje pooperačnú analgéziu. Porovnávacie štúdiá o použití TAP bloku alebo lokálnej anestézie miesta vstupov (obidve vykonané ešte pred začiatkom cholecystektómie alebo apendektómie) potvrdila zníženie pooperačnej bolesti, nižšiu spotrebu analgetík v pooperačnom období a skrátenú dĺžku pobytu v nemocnici u týchto pacientov, oproti skupine pacientov bez použitia regionálnych techník (Molfino, 2019).

Insuflácia brušnej dutiny môže u mnohých pacientov vyvolať po operácii **nevoľnosť a vracanie** (PONV). Multimodálne techniky s použitím cyklizínu, dexametazónu a ondansetronu spolu s redukovaným používaním opiátov môžu poskytnúť účinnejší spôsob prevencie

PONV. U rizikových pacientov s respiračnými ochoreniami môžu pomôcť pri riešení atelektáz fyzioterapeutické techniky a ventilácia kontinuálnym pozitívnym tlakom maskou.

Laparoskopické výkony umožňujú vykonať väčšie operácie aj u tých pacientov, ktorí nie sú spôsobilí na otvorené operácie.

Niektorí pacienti s malou kardiorespiračnou rezervou však nie sú schopní tolerovať fyziologické zmeny spojené s pneumoperitoneom. U tejto skupiny pacientov sa musia starostlivo zväžiť **výhody** laparoskopickej operácie oproti **jej rizikám**. Otvorená operácia umožňuje vyhnúť sa peroperačným hemodynamickým problémom, ale môže mať nepriaznivé pooperačné následky, zatiaľ čo laparoskopický výkon zabráni prílišnej traumatizácii tkanív a problémom, ktoré súvisia s veľkou operačnou ranou.

Literatúra

1. Bang SR, Lee SE, Ahn HJ, et al. Comparison of respiratory mechanics between sevoflurane and propofol-remifentanyl anesthesia for laparoscopic colectomy. *Korean J Anesthesiol* 2014;66:1315.
2. Cadi P, Guenoun T, Journois D, et al. Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2008;100:709-16.
3. Geldner G, Niskanen M, Laurila P et al. A randomised controlled trial comparing sugammadex and neostigmine at different depths of neuromuscular blockade in patients undergoing laparoscopic surgery. *Anaesthesia* 201; 67:991-8.
4. Hayden P, Cowman S. Anaesthesia for laparoscopic surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 2011;11:177-80.
5. Hohlrieder M, Brimacombe J, Eschertzhuber S, Ulmer H, Keller C. A study of airway management using the ProSeal LMA® laryngeal mask airway compared with the tracheal tube on postoperative analgesia requirements following gynaecological laparoscopic surgery. *Anaesthesia* 2007;62:913-18.
6. Jee D, Lee D, Yun S, Lee C. Magnesium sulphate attenuates arterial pressure increase during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 2009;103:484-9.
7. Koliopanos A, Zografos G, Skiathitis S et al. Esophageal Doppler (ODM II) improves intraoperative hemodynamic monitoring during laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2005;15:332-8.
8. Molfino S, Botteri E, Portolani N, Vettoretto N. Pain control in laparoscopic surgery: a case-control study between transversus abdominis plane-block and trocar-site anesthesia. *Updates Surg* 2019;71:717-722.
9. Ortiz J, Rajagopalan S A. review of local anesthetic analgesic techniques for laparoscopic surgery. *Journal of Minimally Invasive Surgical Sciences* 2014;3:e1130.
10. Ortiz V, Vidal-Melo M at al. Strategies for managing oxygenation in obese patients undergoing laparoscopic surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:721-728.
11. Oti Ch, Mahendran M, Sabir N. Anaesthesia for laparoscopic surgery. *British Journal of Hospital Medicine* 2016;77:24-28.
12. Sturlese E, Triolo O at al. Thromboembolism prophylaxis in laparoscopic surgery for gynecologic benign diseases. *Ann Ital Chir* 2017;88:342-347.

