

Perioperačná hypotenzia

Matúš Pauliny

Úvod

Súčasná doba nesie so sebou spolu so zdokonaľovaním anestetických a operačných techník aj čoraz viac rizikových výkonov u rizikových pacientov. Hodnota krvného tlaku, sledovaná v rámci základného monitoringu, je jedným z najviac ovplyvňovaných a meniacich sa parametrov počas celkovej anestézie a operačného výkonu. Pokles krvného tlaku – hypotenzia, je veľmi častým javom v celom priebehu anestézie. Závažnosť spúšťacích faktorov tejto situácie, rizikové faktory chronického stavu pacienta, kritické fázy perioperačného obdobia a dĺžka trvania hypotenzie korelujú s perianestetickou morbiditou a mortalitou pacientov. Pozornosť pri monitorovaní, identifikácia príčin a včasná korekcia takéhoto stavu je pre anestéziológa dôležitou súčasťou perianestetického manažmentu pacienta.

Definícia

Intraoperačná hypotenzia je najčastejšie definovaná ako náhly pokles stredného artériového tlaku (mean arterial pressure – MAP) o 20 % pokojovej hodnoty pred anestéziou alebo pred indukciou do anestézie, resp. MAP < 60 torr na dobu 5 - 10 minút. Treba však poznamenať, že rôzne štúdie a rôzni autori udávajú rozličné definície – až do poklesu o 30 % pokojového MAP, z čoho vyplýva i rôzne udávaná incidencia 1,5 - 41 % intraoperačných prípadov. Najčastejšie sú udávané rôzne stupne poklesu tlaku v korelácii s mierou rizika orgánového poškodenia a vplyvu na perioperačnú morbiditu a mortalitu.

Incidencia

Ak berieme do úvahy rôzne použité definície, rôzne skupiny pacientov a typy operačných výkonov, je výskyt intraoperačnej hypotenzie udávaný podľa niektorých autorov extrémne rôzny – až v rozsahu 5 - 99 %. Taffé uvádza pri 147 573 anestéziách incidencia hypotenzie 3.04% pokiaľ k nej došlo samostatne, ale až 66 % v koincidencii s inou komplikáciou (najčastejšie arytmie, krvácanie, problémy so žilovým prístupom, hypoxia, predĺžená intubácia, hypotermia, čakanie na chirurga). Veľké rozdiely v incidencii hypotenzných epizód sú udávané medzi jednotlivými nemocnicami (0,6 - 5,2 %) a medzi anestéziami pri rôznych chirurgických špecializáciách (0,3 - 12 %).

V súvislosti s farmakodynamickým efektom anestetík je ako najrizikovejšie obdobie celkovej anestézie uvádzaná indukcia, preto je v tomto období aj výskyt hypotenzie častejší – udávaný v 9 –21 % všetkých celkových anestézií s maximom 5 - 10 minút po podaní úvodnej dávky anestetík. Hypotenzné epizódy sú vo vysokej frekvencii udávané po podaní lokálneho anestetika pri zvodových anestéziách – až 60 % prípadov, u tehotných pacientiek pred cisárskym rezom až v 80 % prípadov.

Fyziologické princípy krvného prietoku

V transporte kyslíka z okolitého prostredia do periférie, až na úroveň kapiláry, hrá popri respiračnom systéme kľúčovú úlohu krvný obeh. Jeho základnou funkciou je zabezpečiť prostredníctvom kapilárneho prietoku dodávku kyslíka a iných substancií adekvátne jej aktuálnej potrebe v tkanivách a odstraňovať produkty metabolizmu. Prietok kapilárami je zaistený prostredníctvom perfúzneho tlaku. Keďže kapiláry sú kolabovateľné, sú otvorené len vďaka tomu, že tlak v nich je vyšší ako tlak okolitého tkaniva.

Platí rovnica:

krvný prietok = (artériový tlak – venózný tlak) / vaskulárna rezistencia

pričom jedným z hlavných determinantov vaskulárnej rezistencie je externý tlak okolitého tkaniva. Ak intrakapilárny tlak klesne pod externý, kapilára kolabuje a prietok krvi tkanivom sa zastaví. Príkladom pre známe hodnoty tkanivového tlaku je intrakraniálny tlak 5 - 13 torr, alebo tlak pod obličkovou kapsulou 10 - 18 torr. Úplné zastavenie koronárneho prietoku sa popisuje pri perfúznom tlaku srdcovej kapiláry 7 - 12 torr. Ak počítame s normálnym tlakom tkaniva (ktorý stúpa napr. pri generalizovaných opuchoch alebo edéme mozgu), prietok funguje len vďaka artériu – venózne diferencii a keďže venózne tlak je normálne zanedbateľný (nemusí byť napríklad pri umelej pľúcnej ventilácii s vysokým PEEPom), je základným parametrom determinujúcim perfúziu artériový tlak.

Pri hypotenzii spôsobenej vazodilatáciou (napr. podaním vazodilatačne pôsobiacich látok a anestetík), býva prítomná fyziologická baroreceptorová odpoveď a dochádza ku kompenzačnému zvýšeniu srdcového výdaja. Hoci k úprave hypotenzie dôjde len čiastočne, pokles perfúzie tkanivami zostáva zachovaný a nie je natoľko dramatický. Vyššie riziko ischémie nastáva pri neschopnosti kardiovaskulárneho systému zvýšiť srdcový výdaj (podanie b-blokátorov, strata krvi, srdcové zlyhanie), kde je riziko ischémie podstatne vyššie.

Pri porovnávaní efektu hypotenzie na klinické a laboratórne známky mozgovej a koronárnej ischémie u zdravých dobrovoľníkov a dobrovoľníkov s aterosklerózou v 50. a 70. rokoch minulého storočia (Finnerby, 1954, Harmsen 1971) sa zistilo:

- klinické známky mozgovej ischémie (zívanie, zmätenosť, nauzea, závrat) vznikali pri poklese MAP o 29 - 80 torr
- horeuvedené rozdiely boli prítomné v porovnaní zdravých pacientov a pacientov s chronickou hypertenziou a ICHS, pričom príznaky ischémie vznikli u hypertonikov pri podstatne vyšších tlakoch
- klinické známky ischémie mozgu predchádzali klinické a laboratórne známky koronárnej ischémie – mozog je na hypotenziu podstatne citlivejší
- za bezpečnú úroveň hypotenzie autori pokladajú pokles tlaku o menej ako 2/3 pokojového MAP
- pre hodnoty MAP, mozgového prietoku (CBF – cerebral blood flow) a klinického stavu platí:

MAP (torr)	CBF (ml/100g/min)	Klinika
normál	45 - 55	normálna
2/3 normálu	31	príznaky ischémie
20 – 50	16 - 20	spomalenie EEG
15 - 36	11 - 16	„flat“ EEG

Vplyv vzniknutej hypotenzie prirodzene nie je rovnaký u všetkých pacientov. Pri posudzovaní závažnosti hypotenzie je potrebné brať do úvahy viaceré faktory: pokojový tlak pacienta, vaskulárne poruchy (napríklad stenóza karotíd), kardiálne zlyhávanie, fixovaný srdcový výdaj (chronické podávanie beta-blokátorov), celková vz. zvodová anestézia (pri celkovej anestézii môžeme predpokladať istú rezervu v znížení metabolizmu mozgovej bunky a spotrebe kyslíka).

Zásadnú úlohu v manažmente krvného obehu u anestézovaného a operovaného pacienta hrá spôsob monitoringu cirkulácie (spôsob EKG monitorovania, výška meracej manžety oproti hlave pri polohe v sede a na boku); u rizikových pacientov je potrebné rozšíriť monitoring o dostupné merania ako je bispektrálny index, srdcový výdaj, neinvazívne meranie tkanivovej oxygenácie a hlavne meranie artériového tlaku.

Etiológia a rizikové faktory hypotenzie

Ako už bolo spomenuté, zlepšovanie kvality a úrovne chirurgickej i anestetikkej praxe sa za posledných 50 rokov dramaticky zlepšilo, ale chirurgický výkon a ani samotná anestézia nie je

v súčasnosti bez rizika iatrogénnej morbidity. Hypotenzia počas anestézie je pri tom jednou z najčastejších takýchto epizód.

Hypotenzia počas operačného výkonu môže byť spôsobená samotnou anestéziou, chirurgicky spôsobeným krvácaním, predchádzajúcim ochorením, ale aj menej častými a zvláštnymi situáciami.

Samotné anestetiká spôsobujú v drvivej väčšine pokles krvného tlaku – prevažne vazodilatáciou, menej priamym negatívnym efektom na kontraktilitu myokardu a negatívnym chronotropným účinkom. Zvodová anestézia spôsobí hypotenziu vazodilatáciou v ovplyvnenej oblasti na podklade sympatikolýzy. V oboch prípadoch závažnosť poklesu tlaku súvisí so stavom hydratácie pacienta resp. jeho intravazálnou náplňou.

K omnoho závažnejším, i keď menej častým etiologickým faktorom patria:

- náhla strata krvi z chirurgických príčin
- znížený venózy návrat – kompresia v. cava inferior, poloha, vysoký tlak v dýchacích cestách, pneumotorax
- embolizácia do artérie pulmonalis (vzduch, CO₂, ortopédia)
- poruchy srdcového rytmu
- kardiálne zlyhanie
- akútne koronárny syndróm
- alergická reakcia
- septický šok
- endokrinná porucha (Addisonská kríza).

Perioperačná diagnostika týchto príčin nemusí byť jednoduchá a často prebieha až pri operačnom výkone a primárnom nešpecifickom manažmente hypotenzie.

Keďže intenzita hypotenzie, ale aj závažnosť jej dopadu sa odvíja od veku a pridružených ochorení pacienta, je potrebné pred anestéziou venovať pozornosť najsilnejším prediktorom: pacientovým chronickým ochoreniam (chronická hypertenzia, ICHS, stenózy veľkých ciev), medikáciám (najmä beta-blokátory a antihypertenzíva) a pokojovým hodnotám krvného tlaku. K ďalším rizikovým faktorom patrí i dĺžka chirurgického výkonu, typ anestézie (celková, zvodová, kombinovaná), spôsob úvodu do anestézie a podobne. V prípade rizikového pacienta je potrebné venovať vedeniu anestézie veľkú pozornosť a vyvarovať sa akémukoľvek poklesu tlaku.

Vzájomná komunikácia chirurgického a anestetického tímu spolu s priebežným sledovaním krvných strát je predpokladom včasnej – preventívnej reakcie na hypovolémiu spôsobenú krvácaním. Pri rizikových pacientoch a výkonoch dlhších ako 3 hodiny spojených so značnými krvnými stratami je vhodné rozšíriť monitoring (napr. sledovanie artériového tlaku, centrálného venózneho tlaku, diuréza, srdcový výdaj) a robiť priebežnú tekutinovú bilanciu. Zvláštnu pozornosť je potrebné venovať rizikovým situáciám a nestabilite vitálnych funkcií (poruchy srdcového rytmu, aortokaválna kompresia, polohovanie pacienta, reperfúzia, cementovanie pri endoprotézach).

Následky intraoperačnej hypotenzie

- Následky intraoperačnej hypotenzie úzko súvisia s patofyziologickým substrátom poruchy – so zníženým prietokom krvi v postihnutých orgánových systémoch. Medzi najčastejšie patria kognitívne dysfunkcie, ischemické cievne mozgové príhody, poškodenie myokardu, akútne renálne zlyhanie a s tým súvisiaci konečný efekt na štatistiku pooperačnej morbidity a mortality.
- K najväčším rizikám pre poškodenie myokardu pri kardio i non-kardiochirurgických výkonoch patrí vek > 65 rokov, ASA III a pokles MAP o 40 % na viac ako 30 minút (Waes et al. 2016, Bijker et al 2009) s jasnou asociáciou medzi dobou trvania hypotenzie a prežívaním pacientov.

- Za rizikový pokles tlaku pre perioperačné akútne renálne zlyhanie je považovaný MAP < 60 torr na 20 minút resp. MAP < 50 torr na 5 minút (Sun et al 2015).
- Napriek horeuvedeným efektom na cerebrálny prietok krvi nie je jednoznačná evidencia súvislosti vzniku náhlej cievnej príhody počas hypotenzie. Pokles na hodnotu MAP < 55 torr je však podľa veľkých retrospektívnych analýz zodpovedný za zvýšenú perioperačnú morbiditu a zvýšené riziko 90-dňovej mortality (Monk et al 2015).
- K najčastejším a najľahším poanestetickým prejavom prebehnutej epizódy hypotenzie je zmätenosť, nauzea, vracanie, v ťažších prípadoch sa k postihnutiu CNS pridáva poškodenie obličiek, spomalený nástup peristaltiky, prípadne poruchy periférnej cirkulácie.
- Napriek existencii známych stratégií redukujúcich výskyt hypotenzie (i.v. podanie bolusu kryštaloidov a koloidov pred úvodom do anestézie, preventívne podávanie vazopresorov) sa tomuto javu nedá úplne vyhnúť a anestéziológ hrá v riešení tejto situácie vždy prvú úlohu.

Manažment hypotenzie počas anestézie

Diagnóza perioperačnej hypotenzie si vyžaduje rýchly odhad situácie a jej terapeutické ovplyvnenie. Veľmi výhodné je použiť niektorú z mnohých popisovaných štandardných schém. Za naliehavú je považovaná situácia pri náhlom poklese MAP o 20 - 30 % pod pokojovú hodnotu pred anestéziou. Za emergentný stav považujeme vždy hypotenziu MAP < 55 torr. Po potvrdení stavu opakovaným meraním je vždy nutný okamžitý zásah anestéziológa, ktorý spočíva v rozšírení diagnostiky (monitoringu) a terapeutickom postupe. Najlepšie, ako vo väčšine náhlych situácií, je použiť štandardne štruktúrovaný postup, ako napríklad:

- Rozšírený monitoring a diagnostika
 1. pri neinvazívnom meraní zopakovať meranie, pri artériovom meraní overiť tvar pulzovej krivky, vylúčiť zalomenie kanyly / hadičiek, rýchle vynulovanie
 2. overiť klinický stav – prítomnosť periférneho pulzu (na a. radialis, a. temporalis superficialis), farba kože, porucha vedomia, zívanie, nauzea (pri zvodovej anestézii), zmeny na EKG v ST segmente
 3. overiť nezávislé monitorovanie krvného prietoku: pletyzmografická krivka, krivka a hladina exspirovaného CO₂
- Terapeutický zásah
 1. zvýšiť FiO₂
 2. overiť dávku anestetík, resp. znížiť hĺbku anestézie
 3. overiť efektivitu ventilácie
 4. odstrániť známu príčinu – aortokaválna kompresia, tenzné pneumoperitoneum, klem veľkých ciev, nafúknutý turniket, masívne krvácanie, poloha pacienta
 5. objemová resuscitácia – predovšetkým pri zvodovej anestézii, po úvode do celkovej anestézie, predpokladanej hypovolémii pri základnej príčine ochorenia (ileus), krvácaní
 6. vazopresorická podpora – známa vazodilatácia pri zvodovej anestézii, limitovaná možnosť rýchlej objemovej resuscitácie (nedostatočný žilový prístup), neefektívna objemová liečba
 7. antiarytmická liečba pri poruchách rytmu
 8. zvážiť ďalší žilový prístup
 9. pri neefektívnej liečbe – zvážiť zavedenie centrálného žilového katétra, rozšírenie hemodynamického monitoringu, overiť zriedkavé príčiny (anafylaxia, embolizácia, infarkt, chyba v dávkovaní liekov, tamponáda, sepsa, adrenokortikálna insuficiencia, transfúzna inkompatibilita).

Záver

Intraoperačná hypotenzia je známa a častá súčasť perianestetického obdobia. Riziká vzniku hypotenzie sú známe – chronické ochorenia pacienta, typ anestézie a operačného výkonu – a mali by byť súčasťou predanestetického úvahy o stratégii monitoringu i vedenia anestézie. Hypotenzívne epizódy počas anestézie predstavujú najmä u predisponovaných pacientov závažné riziko kardiálneho a renálneho poškodenia s dopadom na celkovú pooperačnú morbiditu a mortalitu. Správne posúdenie situácie, predoperačné príprava, včasná identifikácia a terapeutický zásah sú kľúčové kroky pre dobrý perioperačný výsledok.

Literatúra

1. Fasting S., Gisvold SE. Serious intraoperative problems – a five year review of 83844 anesthetics. *Can J Anesth* 2002;49:545-53.
2. Teffe P., Sicard N., Pittet V. et al. The occurrence of intra-operative hypotension varies between hospitalis: observational analysis of more than 147000 anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53:995-1005.
3. Waes JAR et al. Association between Intraoperative Hypotension and Myocardial Injury after Vascular Surgery. *Anesthesiology* 2016;124:35-44.
4. Bijker JB et al. Intraoperative Hypotension and 1-Year Mortality after Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2009;111:1217-26.
5. Sun LY et al. Association of Intraoperative Hypotension with Acute Kidney Injury after Elective Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2015;123:515-23.
6. Monk TG et al. Association between Intraoperative Hypotension and Hypertension and 30-day Postoperative Mortality in Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2015;123:317-19.

