

Základné princípy anestézie u novorodencov

MUDr. Barbora Nedomová, PhD., MUDr. Marián Hargaš, MPH

Detská klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny LF UK, LF SZU a NÚDCH, Bratislava

V pediatrickej anestéziológii je riziko komplikácií nepriamo úmerné veku dieťaťa, preto sa podávanie anestézie u novorodencov považuje za jednu z najnáročnejších úloh aj pre skúseného anestéziológa. Požiadavky na anestéziologickú starostlivosť zohľadňujú anatomické a fyziologické zvláštnosti novorodeneckého veku. Na optimálny a bezpečný manažment novorodenca počas celého perioperačného obdobia je nevyhnutná úzka spolupráca neonatológov, pediatrov, chirurgov, pediatrických anestéziológov a intenzivistov.

Kľúčové slová: predoperačná príprava, celková anestézia, novorodenec, špecifiká

Basic principles of anaesthesia for neonates

The risk of complications in paediatric anaesthesia is inversely proportional to the age of the child, therefore the administration of anaesthesia in neonates is considered to be one of the most challenging tasks even for an experienced anaesthesiologist. Broad knowledge of the anatomical and physiological specificity of neonatal age as well as lots of experience is inevitable. The close cooperation of specialists in neonatology, paediatrics, surgery, paediatric anaesthesiology and intensive care medicine are the key for optimal and safe perioperative management of neonates.

Key words: preoperative evaluation and management, general anesthesia, newborn, specifics

Pediatr. prax, 2019;20(3):108-111

Úvod

Riziká v pediatrickej anestézii sú nepriamo úmerné veku pacienta, preto sa podávanie anestézie u novorodenca považuje za najrizikovejšie. Podanie celkovej anestézie novorodencovi je náročná úloha aj pre skúseného anestéziológa. Požiadavky na anestéziologickú starostlivosť o novorodenca zohľadňujú anatomické a fyziologické zvláštnosti novorodeneckého veku. Anestéziológ musí dokonale poznať riziká transformácie fetálnej cirkulácie na postnatálnu, aby mohol vybrať ten najbezpečnejší spôsob anestézie. Navyše sa u novorodencov stretávame s ochoreniami, ktoré vyžadujú unikátny chirurgický aj anestéziologický manažment.

V prípade, keď sa dá operačný výkon odložiť, je vhodné počkať až do dojčenského obdobia. V praxi sa však stretávame s prípadmi, v ktorých je nevyhnutná okamžitá realizácia operačného výkonu, a to v dôsledku akútneho stavu alebo vrodenej vývojovej chyby novorodenca, ktorá môže ohroziť jeho život. Preto ak sa v rámci prenatalnej diagnostiky zistí pridružený patologický stav matky alebo plodu, v závislosti od gestačného veku plodu je indikovaný transport tehotnej (transport *in utero*) do príslušného perinatologického centra v blízkosti pracoviska s dostatočným

vybavením a skúsenosťami ohľadom ďalšej starostlivosti o dieťa a možnosťou okamžitej chirurgickej intervencie pod dohľadom skúseného pediatrického anestéziológa.

Stále častejšie sa stretávame s predčasne narodenými novorodencami, ktorí vyžadujú špeciálny prístup. Predčasný pôrod je významnou príčinou včasnej i neskorej morbidita a mortality novorodencov. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie sa za predčasný pôrod považuje pôrod pred ukončeným 37. gestačným týždňom. Čím v skoršom gestačnom týždni sa dieťa narodí, tým hrozí vyššie riziko komplikácií. Najväčšiu skupinu predčasne narodených detí tvoria hranične nezrelí novorodenci. Fyziológia nedonosených detí má mimoriadny význam pre prípravu na operačný výkon v celkovej anestézii.

Je veľmi dôležité, aby anestéziológ novorodenca pred celkovou anestéziou správne vyšetril, zhodnotil jeho celkový klinický stav, pripravil plán a zvolil ten najbezpečnejší spôsob anestézie (správne monitorovanie dieťaťa, rozhodnutie o spôsobe zaistenia dýchacích ciest, vhodnom cievnom prístupe, dávkovaní liekov a tekutín v perioperačnom období, teplotnom manažmente novorodenca, liečbe pooperačnej bolesti a následnej pooperačnej starostlivosti).

Riziká spojené s podávaním anestézie u novorodenca predstavuje:

- prematurita
- prítomnosť vrodených vývojových chýb a genetických syndrómov
- ochorenia typické pre novorodenecké obdobie (napr. NEC, PDA...)
- chyba pri riedení alebo podávaní anestetik, pri intubácii a fixovaní intubačnej kanyly môže viesť k závažným komplikáciám.

Anestéziologická starostlivosť o novorodenca

Predoperačné vyšetrenie a príprava novorodenca

V predoperačnom období je dôležité zhodnotenie anamnestických údajov dieťaťa (intrauterinný rast dieťaťa, priebeh pôrodu, popôrodná adaptácia dieťaťa, postnatálny vývoj, medikácia u matky aj so zameraním sa na eventúálnu drogovú závislosť, abúzy a dlhodobé užívanie liekov...), ako aj prípadné terajšie pridružené ochorenia. Veľmi dôležité informácie sa získavajú od primárneho pediatra, ktorý pozná celú rodinnú anamnézu pacienta a vie pediatrického anestéziológa upozorniť aj na ochorenia a komplikácie vzniknuté v spojitosti s anestéziou u najbližších príbuzných dieťaťa (súrodenci, rodičia). Informácie o nečakaných

úmrtiach v rodine v súvislosti s anesteziou zásadne menia anesteziologický manažment. K základným vyšetreniam patrí dôkladné fyzikálne vyšetrenie novorodenca s osobitým zreteľom na stav kardiovaskulárneho a respiračného systému a na stav hydratácie. V prípade vrodenej vývojovej chyby, syndrómu s vyšším rizikom pridrúzenej vrodenej vývojovej chyby srdca sa dopĺňa aj röntgenové (RTG) vyšetrenie hrudníka, elektrokardiografia (EKG) a kardiologické vyšetrenie. Kardiológ podľa nálezu prípadne indikuje echokardiografické vyšetrenie.

Pri vyšetrení funkcie respiračného systému sa zameriavame na anamnézu dlhodobého podávania kyslíka, ako aj na riziká a príznaky bronchopulmonálnej dysplázie. Deti s uvedenou diagnózou sa považujú z hľadiska podania celkovej anestézie za vysoko rizikové až do ukončenia prvého roku života. V uvedených prípadoch je potrebné optimalizovať respiračné funkcie, zväziť podanie bronchodilatačnej liečby už v predoperačnom období a dôsledne dodržať odstup od respiračnej infekcie. U väčších, inak zdravých detí nie sú laboratórne vyšetrenia pri výkonoch s nízkou chirurgickou záťažou potrebné, avšak u novorodencov je vyšetrenie základných laboratórnych parametrov (krvný obraz, ionogram) vzhľadom na pomerne častý nález anémie bez výrazných klinických príznakov štandardom pred každým diagnostickým a zobrazovacím vyšetrením či operáciou v celkovej anestézii. Pri rozsiahlych operačných výkonoch vyšetrujeme aj parametre vnútorného prostredia a hemokoagulačné parametre.

Pred samotným operačným výkonom u novorodenca je potrebné starostlivé naplánovanie optimálnej hydratácie dieťaťa, dostupnosti transfúzných prípravkov, invazívne a neinvazívne monitorovanie, cievny prístup, podmienky transportu dieťaťa na operačnú sálu, možnosť pooperačnej ventilácie a pooperačná analgézia. U novorodenca pred celkovou anestéziou je potrebné dodržiavať štandardné zásady predoperačného obdobia a ponechať dieťa nalačno s cieľom prevencie vracania a rizika aspirácie. Materské mlieko sa môže podávať novorodencom ešte 4 hodiny pred operačným výkonom.

Premedikácia u novorodencov a detí do 6 mesiacov veku nie je potrebná. Vzhľadom na prevahu parasimpatikového systému a riziko vzniku bradykardie pri intubácii alebo pri použití inhalačných anestetík sa pred intubáciou môže podať atropín, eventuálne musí byť dostupný na okamžité použitie v prípade akútnej potreby. Pri novorodeneckej anestézii vždy monitorujeme činnosť srdca na EKG, pulznú oxymetriu, neinvazívny tlak krvi, telesnú teplotu, ventilačné parametre (obrázok 1). Ak sa používa balóniková intubačná kanyla, udržujeme pomocou špecializovaného prístroja správny tlak v samotnom balóniku intubačnej kanyly, aby sme zabránili poškodeniu dýchacích ciest a tým aj riziku iatrogénneho vzniku subglotickej stenózy. Špecializované pracoviská pediatickej anestéziológie disponujú všetkými veľkosťami používaných pomôcok podľa veku a hmotnosti dieťaťa. Nesprávna veľkosť pomôcok môže viesť k mechanickému poškodeniu novorodenca, prípadne k chybám v presnosti monitorovaných parametrov. Pri chirurgickom výkone so strednou a vyššou záťažou pre novorodenca je potrebné zväziť invazívne monitorovanie krvného tlaku a neuromonitoring. V súčasnosti je štandardom monitorovanie regionálnej cerebrálnej oxymetrie pomocou infračervenej spektroskopie – NIRS (near infrared spectroscopy), ktorej výsledky nám ukážu stav oxygenácie, perfúzie a ich náhle zmeny v reálnom čase. NIRS je vhodnou pomôckou na indikáciu krvných derivátov. Pri rozsiahlych operačných výkonoch musí byť dostupný okamžitý monitoring parametrov acidobázickej rovnováhy, glykémie, laktátu a ionogramu.

Celková anestézia u novorodenca

Spôsob uvedenia do celkovej anestézie (inhalačný alebo intravenózný) anestéziológ zvolí podľa typu výkonu, podľa stupňa podozrenia na sťažennú intubáciu či podľa rizika aspirácie. Už od preloženia dieťaťa na operačný stôl musí byť zabezpečený nepretržitý teplotný komfort pacienta (obrázok 2). Najdôležitejšou zručnosťou pediatickeho anestéziológa je spoľahlivé, bezpečné a rýchle zabezpečenie dýchacích

Obrázok 1. Monitorovanie pacienta v priebehu celkovej anestézie (zdroj: archív kliniky)



ciest (obrázok 3). Pri intubácii novorodenca volíme v prípade rizika aspirácie balónikovú intubačnú kanylu, vždy však s monitorovaním tlaku v balóniku. Keď sa predpokladá dlhšia pooperačná ventilácia, volíme nazotracheálnu intubáciu pomocou bezbalónikovej intubačnej kanyly, ktorú novorodenci dobre tolerujú, čo umožňuje nižšie dávkovanie sedatív v pooperačnom období.

V novorodeneckej chirurgii je možné podávanie intravenózne aj inhalačnej anestézie. Vždy je potrebné poznať farmakokinetiku a farmakodynamiku anestetík s ohľadom na fyziológiu novorodenca. Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú metabolizmus liekov u novorodenca, patrí väčší distribučný objem, znížená väzba na bielkoviny, malé tukové zásoby, nezrelosť obličkových a pečeneových funkcií. Predčasne narodení novorodenci sú citlivejší na inhalačné anestetiká, preto volíme nižšiu minimálnu alveolárnu koncentráciu. Mnohé anestetiká používané v novorodeneckej anestéziológii sú v kategórii „off-label“, pretože je extrémne náročné uskutočniť klinické testovanie liekov v novorodeneckej populácii. K liekom vhodným na použitie v novorodeneckej anestéziológii sa na základe medicíny založenej na dôkazoch radí len remifentanyl, rokurónium a sevofluran. V kategórii detí predčasne narodených v 23. – 29. gestačnom týždni takéto anestetikum k dispozícii nemáme. Pri použití opioidov je potrebné zabezpečiť dlhodobý pooperačný monitoring respiračných funkcií. Pri potrebe umelej ventilácie pľúc sa

Obrázok 2. Novorodenec pred uvedením do celkovej anestézie, zabezpečenie teplotného komfortu pacienta (zdroj: archív kliniky)



používa protektívna ventilácia s cieľom minimalizovať riziko barotraumy či atelektáz. Epizódy hypoventilácie, ale aj hyperventilácie môžu viesť k poškodeniu krehkých intracerebrálnych ciev a následnému zakrvácaniu do mozgu. Starostlivo nastavujeme a monitorujeme podávanie kyslíka. Nežiaducim účinkom hyperoxie je retinopatia, ktorá vzniká už po 2 hodinách zbytočne vysokých koncentrácií podávaného kyslíka. Ďalšie riziko predstavuje rozvoj bronchopulmonálnej dysplázie, poškodenie rozvíjajúceho sa mozgu a dokonca poškodenie DNA, ktoré v neskoršom období detstva môže viesť k rozvoju nádorových ochorení (1). Cieľové saturácie pri anestézii u prematúrnych novorodencov s nízkou pôrodnou hmotnosťou sú 88 – 94 %.

Infúzna liečba. U detí narodených v termíne dochádza po narodení k poklesu celkovej telesnej vody (CTV) približne na 75 % celkovej telesnej hmotnosti. U predčasne narodených detí je podiel CTV ešte vyšší (cca 80 – 85 %). Znalosti fyziológie distribúcie telesných tekutín sú nevyhnutným predpokladom na správnu voľbu roztokov a presného dávkovania infúznej liečby. Počas celého perioperačného obdobia zabezpečujeme nepretržité podávanie roztokov 10 a viacpercentnej glukózy podľa veku, stavu a rozsahu predoperačnej parenterálnej výživy doplnenej o balansované roztoky. Rýchlosť a objem podávaných balansovaných roztokov korigujeme podľa aktuálnej situácie a rozsahu operačného výkonu tak, aby sme pokryli bazálnu potrebu dieťaťa, ako aj straty do tretieho priestoru. Straty do tretieho priestoru sa líšia podľa stupňa chirurgickej záťaže a v extrémnych prípadoch, napríklad pri kritickej nekrotizujúcej enterokolitíde (NEC) môžu dosiahnuť až 50 ml/kg/hod.

Obrázok 3. Novorodenec po zaistení dýchacích ciest intubačnou kanylou s balónikom (zdroj: archív kliniky)



Zabezpečenie cievného prístupu.

Pred operačným výkonom sa zabezpečí dieťaťu periférny cievný prístup alebo centrálny venózný katéter v závislosti od charakteru operačného výkonu. Najbezpečnejším miestom punkcie centrálného venózneho systému je vena femoralis a vena jugularis interna pod ultrasonografickou navigáciou. Oblúbené a bezpečné sú aj periférne inzerované centrálny venózne katétre, zavádzané taktiež pod kontrolou ultrasonografie.

Ukončenie anestézie a extubácia.

Vo všeobecnosti sa preferuje extubácia novorodenca po výkone pri vedomí na operačnej sále. Po rozsiahlych hrudných a brušných výkonoch ponechávame dieťa intubované v záujme zabezpečenia dostatočnej pooperačnej analgézie. Transport z operačnej sály na oddelenie (neonatologické, chirurgické, očné...), ako aj oddelenie intenzívnej starostlivosti patrí spolu s uvedením do anestézie k najkritickejším fázam perioperačnej starostlivosti, preto sa novorodenci zásadne transportujú za prítomnosti neonatológa, pediatrického anestéziológa alebo lekára trénovaného na zabezpečenie dýchacích ciest a ventilácie.

Regionálna anestézia. Regionálna anestézia je neoddeliteľnou súčasťou novorodeneckej anestéziológie. Umožňuje redukcii dávkovania opioidov a tým aj rizika pooperačnej respiračnej depresie a zároveň zabezpečuje pooperačnú analgéziu. Štandardne sa vykonáva po uvedení do celkovej anestézie pod ultrasonografickou navigáciou (USG). K najčastejšie používaným centrálnym blokom patria kaudálny blok, lumbálny epidurálny blok (jednorazový alebo kontinuálny), hrudný epidurálny blok pri rozsiahlych výkonoch v hrudnej

oblasti. Ojedinele sa využíva aj spinálna anestézia. Vzhľadom na vysokú bezpečnosť a účinnosť periférnych nervových blokov pod USG navigáciou postupne nahrádzajú centrálny nervové blokády. Dávkovanie lokálnych anestetík pri použití USG navigácie dosahuje len zlomok dávok v porovnaní s použitím anatomickej orientácie. Navyše podanie lokálneho anestetika pod USG navigáciou priamo k nervu umožňuje znížiť aj koncentráciu, čím sa ďalej redukuje riziko toxického účinku lokálnych anestetík. Medzi najčastejšie používané periférne nervové blokády patria ilioinguinálny blok, TAP blok, rectus sheet blok, penilný blok, pudendálny blok. Pri výkonoch na hornej končatine je možné využiť blok plexus brachialis (axilárny a infraklavikulárny prístup).

Pooperačná analgédia.

Optimálnym spôsobom zabezpečenia pooperačnej analgézie je regionálna anestézia, či už centrálna, neuroaxiálna blokáda, alebo pomocou periférnych nervových blokad. Nedostatočná analgédia vedie k stresovej odpovedi s možným rozvojom metabolickej acidózy, hypoglykémie alebo hyperglykémie, rozvratu vnútorného prostredia. Všetky uvedené dôsledky sú spojené so zvýšenou morbiditou a mortalitou dieťaťa. Bolestivé stimuly môžu mať neurotoxický vplyv na rozvíjajúci sa mozog novorodenca. Pri nedostatočnom účinku regionálnej anestézie volíme intravenózne analgetiká (acetaminofén, tramadol, morfín) podľa rozsahu chirurgického výkonu a novorodeneckých skórovacích systémov bolesti (NIPS – Neonatal Infant Pain Scale).

Neurotoxická anestézia

Neurotoxická anestézia sa stala v ostatnom období najdiskutovanejšou témou v pediatrickej anestéziológii a intenzívnej medicíne, nakoľko sponchyňuje bezpečnosť bežne používaných anestetík u detí. Rizikovou skupinou sú najmä novorodenci a dojčatá. Pred dvadsiatimi rokmi sa v experimente prvýkrát preukázalo, že anestetiká majú neurodegeneratívny a neuroapoptotický vplyv na dozrievajúci mozog zvieracích mláďat a zapríčiňujú poruchy kognitívnych funkcií (2, 3, 4). Dôkazy predložené v mnohých ďalších vedeckých prácach naznačova-

li, že bežne používané inhalačné a intravenózne anestetiká môžu indukovať biochemické a morfológické zmeny nezrelých neurónov, ktoré v konečnom dôsledku vedú k ich zániku. Nedávne epidemiologické štúdie preukázali, že celková anestézia môže mať negatívny vplyv aj na kognitívne funkcie dieťaťa (5, 6). Aj keď nemôžeme s istotou dokázať spojitost medzi poruchami správania a neuromorfologickým poškodením, výsledky dostupných štúdií vyvolali obavy a pochybnosti o bezpečnosti anestetík, triedy látok, ktoré sa kedysi považovali za bezpečné a neškodné pre mladý mozog. V súčasnosti sú k dispozícii početné vedecké práce zamerané na potvrdenie a vysvetlenie mechanizmu neurotoxického vplyvu anestetík.

Hoci neexistujú zatiaľ priame dôkazy o poškodzovaní detského mozgu anestetikom a bolesť počas operačného výkonu môže spôsobiť závažnejšie poškodenie dieťaťa ako samotné anestetikum, je chybou potenciálnu neurotoxickú anestetík u detí podceňovať alebo prehliadať.

Záver

Na optimálny a bezpečný manažment novorodenca počas celého perioperačného obdobia je nevyhnutná úzka spolupráca neonatológov, pediatrov, chirurgov, pediatrických anesteziológov a intenzivistov. Novorodeneckej anestéziológii sa majú vzhľadom na jej špecifika venovať najskúsenejší lekári. Nesprávny manažment zabezpečenia dýchacích ciest, ventilácie, hemodynamiky, hemokoagulácie, substitúcie krvných derivátov, tekutinovej liečby a analgézie môže zásadným spôsobom negatívne ovplyvniť rozvíjajúce sa nervové štruktúry nezrelého mozgu novorodenca. Animálne štúdie preukázali, že takmer všetky anestetiká používané v klinickej praxi sú spojené s apoptózou nervových buniek nezrelého, rozvíjajúceho sa mozgu. Preto je najdôležitejšou úlohou všetkých špecialistov rozpoznanie a okamžitá korekcia, optimálne však prevencia všetkých korigovateľných rizikových faktorov, ako sú hypotenzia, neadekvátna ventilácia (hypoventilácia aj hyperventilácia) či nedostatočná analgézia.

Literatúra

1. Bang SR. Neonatal anesthesia: how we manage our most vulnerable patients. *Korean journal of anesthesiology*. 2015;68(5):434-41.
2. Ikonomidou C, et al. Blockade of NMDA receptors and apoptotic neurodegeneration in the developing brain. *Science*. 1999;283(5398):70-74.
3. Brambrink AM, Evers AS, Avidan MS, et al. Isoflurane-induced neuroapoptosis in the neonatal rhesus macaque brain. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2010;112(4):834-841.
4. Creeley C, Dikranian K, Dissen G, et al. Propofol-induced apoptosis of neurones and oligodendrocytes in fetal and neonatal rhesus macaque brain. *Br. J. Anaesth.* 2013;110 (Suppl 1):i29-38.
5. DiMaggio C, Sun LS, Li G. Early childhood exposure to anesthesia and risk of developmental and behavioral disorders in a sibling birth cohort. *Anesth. Analg.* 2011;113(5):1143-1151.
6. Andropoulos Dean B. Effect of anesthesia on the developing brain: infant and fetus. *Fetal diagnosis and therapy*. 2018;43:1-11.

MUDr. Barbora Nedomová, PhD.

Detská klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny LF UK, LF SZU a NÚDCH
Limbová 1, 833 40 Bratislava
nedomova@yahoo.fr

