

Fiziološko težka intubacija kritično bolnega otroka

Strokovni članek /
Professional article

The physiologically difficult airway in critically ill children

Maja Pavčnik

Izvleček

Endotrahealna intubacija je med najpogostejšimi postopki stabilizacije kritično bolnega otroka. Gre za zelo tvegan postopek, saj lahko kar 45 % kritično bolnih otrok utrpí enega od periintubacijskih neželenih dogodkov, najpogosteje srčno-žilno nestabilnost (43 %), hudo hipoksemijo (9 %) in srčni zastoj (3 %). Ti zapleti so povezani z višjo obolevnostjo in višjo umrljivostjo ter so bolj pogosti pri otrocih, ki potrebujejo več poskusov intubacije. Večje tveganje periintubacijskih zapletov pri kritično bolnih otrocih v primerjavi z otroki, ki potrebujejo intubacijo ob elektivnih operativnih posegih, je posledica patofizioloških procesov in stanj pri kritično bolnih otrocih (dihalna odpoved, šok, srčno popuščanje, huda presnovna acidoza). V zadnjih letih se je za ta stanja uveljavil izraz fiziološko težka dihalna pot oz. fiziološko težka intubacija. V prispevku podajamo pregled različnih vrst fiziološko težke intubacije (hipoksemija, srčno-žilna nestabilnost/šok, huda presnovna acidoza, pridobljene/prirojene srčne bolezni/napake, stanje po oživiljanju, hiperinflacija pljuč) pri kritično bolnem otroku in opisujemo intervencije, s katerimi zmanjšamo tveganje neželenih dogodkov ob intubaciji.

Glavne besede: oskrba dihalne poti, intubacija, zapleti, težka dihalna pot, periintubacija, fiziološko težka intubacija.

Abstract

Endotracheal intubation is among the most commonly performed procedures in critically ill children. It is a high-risk procedure as up to 45% of critically ill children undergoing intubation experience at least one of the major peri-intubation adverse events, with cardiovascular instability being the most common (43%), followed by severe hypoxaemia (9%) and cardiac arrest (3%). These peri-intubation adverse events are associated with a higher risk of morbidity and mortality, and they are more common in children who require multiple intubation attempts. The higher risk of peri-intubation complications in critically ill children, compared with children who require intubation during elective surgery, is the consequence of pathophysiological processes and conditions in critically ill children (e.g., underlying respiratory failure, shock, cardiac dysfunction, severe metabolic acidosis) and, in this regard, airway management in acute/critical care has been defined as 'physiologically difficult'. The aim of this review is to provide an update on several types of physiologically difficult airways (hypoxaemia, cardiovascular instability/shock, severe metabolic acidosis, cardiac dysfunction, acquired/congenital heart disease, post-resuscitation, lung hyperinflation) in critically ill children and to evaluate interventions to mitigate adverse events in the peri-intubation period.

Key words: airway management, intubation, complications, difficult airway, peri-intubation, physiologically difficult airway.

Uvod

Endotrahealna intubacija je med najpogostejšimi postopki stabilizacije kritično bolnega otroka. V primerjavi z intubacijo ob elektivnih operativnih posegih je intubacija kritično bolnega otroka zelo tvegan postopek, saj kar 45 % kritično bolnih otrok pri intubaciji utrpí enega od periintubacijskih neželenih dogodkov, najpogosteje srčno-žilno nestabilnost (43 %), hudo hipoksemijo (9 %) in srčni zastoj (0,8–3,9 %). Ti zapleti so povezani z višjo obolevnostjo in višjo umrljivostjo ter so bolj pogosti pri otrocih, ki potrebujejo več poskusov intubacije (1–6). V anesteziologiji ter pediatrični urgentni in intenzivni medicini so se algoritmi težke intubacije tradicionalno usmerjali na prepoznavanje in obravnavo anatomske težke dihalne poti z razvojem algoritmov in številnih pripomočkov. Vendar tveganje periintubacijskih zapletov pri kritično bolnih otrocih v primerjavi z otroki, ki potrebujejo intubacijo ob elektivnih operativnih posegih, običajno ni posledica anatomske težke dihalne poti, ampak osnovnih patofizioloških procesov in stanj, kot so dihalna odpoved, šok, srčno popuščanje, huda presnovna acidoza in hiperinflacija pljuč, ki povečajo tveganje zapletov ob intubaciji. V zadnjih letih se je za omenjena stanja uveljavil koncept fiziološko težke dihalne poti oz. fiziološko težke intubacije (3,4). Pri fiziološko težki intubaciji/dihalni poti osnovno patofiziološko stanje bolnika poveča tveganje za dekompenzacijo, srčno-žilno nestabilnost, hipoksemijo in srčni zastoj ob intubaciji in vzpostavitvi umetnega predihavanja s pozitivnim tlakom. V prispevku predstavljamo različne vrste fiziološko težke intubacije (srčno-žilna nestabilnost/šok, prirojene in pridobljene srčne bolezni/napake, hipoksemija, huda presnovna acidoza, stanje po oživljanju oz. povrnitvi spontane cirkulacije, hiperinflacija pljuč) pri kritično bolnem otroku in opisujemo intervencije, s katerimi zmanjšamo tveganje neželenih dogodkov ob intubaciji (3,4).

Intubacija otroka v šoku

Pri kar 45 % kritično bolnih otrok se ob intubaciji in vzpostavitvi predihavanja s pozitivnim tlakom razvije srčno-žilna nestabilnost oziroma hipotenzija (1,4,5). Venski priliv v srce je odvisen od razlike med srednjim arterijskim tlakom in tlakom v desnem atriju (MAP – CVP). Negativen intratorakalni tlak med spontanem dihanjem razliko tlakov še poveča in poveča tudi vlek krvi oz. venski priliv v desni atrij. Vsak patofiziološki proces, ki zmanjša razliko tlakov, bo zmanjšal venski priliv (3).

Prehod s spontanega dihanja z negativnim intratorakalnim tlakom na umetno predihavanje je povezan s povečanjem intratorakalnega tlaka in tlaka v desnem atriju ter zmanjšanjem venskega priliva. Do tega pojava pride tudi pri povsem zdravih otrocih. Pri otroku v šoku pa zmanjšanje venskega priliva ob pričetku umetnega predihavanja privede do dodatne hemodinamske nestabilnosti ali celo do srčnega zastoja (3,4). Z uporabo induksijskih agensov ob intubaciji ta hemodinamski učinek še potenciramo (zmanjšanje sistemskega žilnega upora, simpatikoliza). Druga stanja, ki zmanjšujejo venski priliv in povečujejo nevarnost hipotenzije/srčnega zastoja ob intubaciji in pričetku umetnega predihavanja, so hiperinflacija pljuč (astma, bronhiolitis), pnevmotoraks, srčna tamponada, pljučna embolija in stanja s povečanim znotrajtrebušnim tlakom (1–6).

Ob indukciji anestezije, intubaciji in vzpostavitvi predihavanja s pozitivnim tlakom moramo pri vseh kritično bolnih otrocih predvideti pojav hemodinamske nestabilnosti in se nanjo temeljito pripraviti. Priprava mora biti skrbna predvsem pri otrocih, ki so že pred intubacijo hemodinamsko nestabilni, oziroma pri otrocih s stanji, ki zmanjšujejo venski priliv v srce. Priprava na intubacijo obsega (3,4):

1. tekočinsko zdravljenje, če se otrok odziva na tekočino in ne kaže znakov preobremenitve s tekočino;

2. infuzijo adrenalina ali noradrenalina (izbira odvisna od klinične slike), lahko preko perifernega intravenskega kanala ali z intraosalnimi pristopom;
3. reanimacijska zdravila, fenilefrin, atropin za bradikardijo, ki ni povezana s hipoksijo;
4. vazopresorna in inotropna zdravila, saj lahko tudi pri kritično bolnih otrocih, ki so pred intubacijo hemodinamsko stabilni, po intubaciji zaradi vazodilatatornega učinka induksijskih sredstev in prehoda na predihavanje s pozitivnim tlakom pričakujemo prehodno znižanje krvnega tlaka;
5. hemodinamsko varna zdravila za indukcijo anestezije.

Ketamin je induksijski agens izbire pri hemodinamsko nestabilnih otrocih, njegov neugoden učinek pa je povečana tvorba izločkov v dihalih. Pri bolj stabilnih otrocih lahko ketaminu dodamo sintetični opioid fentanil, ki je prav tako relativno hemodinamsko varen. Fentanil moramo titrirati previdno, saj deluje simpatikolitično in preko zavore s stresom izzvanega kateholaminskega odziva povzroči hipotenzijo. Pri uporabi fentanila se lahko razvije togost prsne koša. Propofol ni primeren induksijski agens pri otrocih v šoku. Rokuronij je mišični relaksant izbire pri kritično bolnih otrocih, saj deluje hitro in že v 60 sekundah omogoča optimalne intubacijske pogoje brez pomembnih hemodinamskih učinkov (4,7,8).

Intubacija otroka po oživljanju

Intubacija otroka po povratku spontane cirkulacije po oživljanju je posebej tvegana zaradi t. i. poreanimacijskega sindroma s prizadetostjo številnih organskih sistemov. V različnih fazah poreanimacijskega sindroma lahko pričakujemo različne oblike hemodinamske nestabilnosti. V zgodnji fazi se razvije globalna disfunkcija miokarda (hipoksično-reperfuzijska poškodba) z

nagnjenostjo k motnjam srčnega ritma, v kasnejših fazah pa sistemski vnetni odziv vodi v vazoplegijo in večjo žilno prepustnost. V teh pogojih je tveganje srčnega zastoja ob intubaciji posebej veliko (9).

Intubacija otroka z boleznijo srca

Pregled fiziologije srčnih bolezni in napak presega namen tega prispevka. Zavedati pa se moramo, da so otroci s srčnimi boleznimi bolj nagnjeni k zapletom ob intubaciji. Pri tej skupini bolnikov je zlasti pomembno, da razumemo srčno-pljučne in interventrikularne interakcije.

Čeprav se ob predihavanju s pozitivnim tlakom zaradi zmanjšanja afterloada levega prekata delovanje levega prekata izboljša (3,4), se moramo na intubacijo otroka s srčno boleznijo skrbno pripraviti z uporabo varnih indukcijskih agensov in ustrezno inotropno podporo (milrinon, adrenalin).

Pogosto se srečujemo tudi z otroki, ki imajo disfunkcijo desnega prekata (primarna ali sekundarna pljučna hipertenzija, prirojene anomalije, ki vodijo do disfunkcije desnega prekata). Ob pričetku predihavanja s pozitivnim tlakom se delovanje desnega prekata zaradi prenosa povišanega intratorakalnega tlaka na pljučne kapilare in s tem povečanja pljučnega žilnega upora pomembno poslabša, hkrati pa se zmanjša tudi venski priliv v srce. Zato se pri bolnikih z disfunkcijo desnega prekata skušamo intubaciji izogniti. Če je potrebno predihavanje s pozitivnim tlakom, najprej uvedemo neinvazivno predihavanje in nizek PEEP (angl. *positive end-expiratory pressure*), s katerim dosežemo zmanjšanje dihalnega dela, razpetje atelektatičnih predele in hipoksično vazokonstrikcijo. Z neinvazivnim predihavanjem povzročimo manjši porast intratorakalnega tlaka kot z invazivnim predihavanjem (3,4,8,10). Če se intubaciji ne moremo

izogniti, otroka pred intubacijo hemodinamsko optimiziramo z naslednjimi ukrepi:

1. previdnim tekočinskim zdravljenjem;
2. preoksigenacijo;
3. dovajanjem dušikovega oksida (NO) preko nosnega katetra;
4. uporabo hemodinamsko varnih indukcijskih sredstev (ketamin, fentanyl, ki omili hipertenzivni odziv na laringoskopijo);
5. infuzijo noradrenalina za dvig srednjega arterijskega tlaka nad pljučni arterijski tlak (ker zaradi sedacije in sprememb intratorakalnega tlaka predvidevamo znižanje srednjega arterijskega tlaka); če srednji arterijski tlak omogoča, čim prej pričnemo z infuzijo milrinona;
6. uporabo najnižjih možnih tlakov v dihalih, ki še zagotovijo optimalno oksigenacijo in predihavanje, po vzpostavitvi invazivnega predihavanja (3,4,10).

Intubacija otroka s hipoksemijo

Hipoksemična dihalna odpoved (tipa 1) je pogosta indikacija za intubacijo in invazivno predihavanje pri kritično bolnem otroku (pljučnica, akutni sindrom dihalne stiske (ARDS), kardiogeni in nekardiogeni pljučni edem). Hiperkapnična dihalna odpoved (tipa 2) je posledica zmanjšanja alveolne ventilacije ali povečanja mrtvega prostora. Hipoksemijo pri dihalni odpovedi tipa 2 običajno relativno hitro popravimo z dodatnim kisikom in/ali s povečanjem minutne ventilacije (3–6,8).

Otroci s hipoksemično dihalno odpovedjo (tipa 1) so med intubacijo nagnjeni k hitri in hudi desaturaciji oz. dodatni hipoksemiji, ki lahko vodi v hemodinamsko nestabilnost, hipoksično okvaro možganov in/ali srčni zastoj (3–6,8). Pri njih varnost intubacije povečamo s skrbno preoksigenacijo in apneično oksigenacijo. Pomembno je tudi, da

med postopkom intubacije vzdržujemo pozitivni tlak (3,8).

Intubacija bolnika s hudo presnovno acidozo

Kritično bolni otroci s hudo presnovno acidozo stanje delno kompenzirajo s hiperventilacijo in kompenzatorno respiratorno alkalozo. Pri njih se ob intubaciji delni tlak CO_2 v krvi zaradi odsotnosti respiratorne kompenzacije hitro poveča, kar lahko povzroči hitro dodatno znižanje vrednosti pH in srčni zastoj (3).

Zaključek

Prepoznavna fiziološko težke dihalne poti je prvi korak za zmanjšanje tveganja neželenih dogodkov pri intubaciji kritično bolnega otroka. Z optimizacijo otrokovega fiziološkega stanja in dobro pripravo na morebitne neželene dogodke uspešno zmanjšamo obolenost in umrljivost zaradi hemodinamske nestabilnosti, hipoksije in srčnega zastoja ob intubaciji.

Literatura

1. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P et al. Intubation Practices and Adverse Peri-intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries. *JAMA* 2021; 325 (12): 1164–72.
2. Mosier JM. Physiologically difficult airway in critically ill patients: winning the race between hemoglobin desaturation and tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2020; 125: e14-17.
3. Mosier JM, Joshi R, Hypes C, Pacheco G, Valenzuela T, Sakles JC. The Physiologically Difficult Airway. *West J Emerg Med* 2015; 16 (7): 1109–17.
4. Dean PN, Hoehn EF, Geis GL, Frey ME, Cabrera-Thurman MK, Kerrey BT et al. Identification of the Physiologically Difficult Airway in the Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2020; 27 (12): 1241–8.
5. Cook TM, Woodall N, Frerk C. A national survey of the impact of NAP4 on airway management practice in United Kingdom hospitals: closing the safety gap in anaesthesia, intensive care and the emergency department. *Br J Anaesth* 2016; 117: 182–90.
6. Cook TM, Woodall N, Frerk C; Fourth National Audit Project. Major complications of airway man-

agement in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. *Br J Anaesth* 2011; 106: 632–42.

7. Conway JA, Kharayat P, Sanders RC Jr, Nett S, Weiss SL, Edwards LR et al. Ketamine Use for Tracheal Intubation in Critically Ill Children Is Associated With a Lower Occurrence of Adverse Hemodynamic Events. *Crit Care Med* 2020; 48 (6): 489–97.

8. Sanders R, Edwards L, Nishisaki A. Tracheal intubations for critically ill children outside specialized centers in UK – patient, provider, practice factors and adverse event. *Paediatr Crit Care Med* 2019; 20: 572–3.

9. Topjian AA, de Caen A, Wainwright MS, Abella BS, Abend NS, Atkins DL et al. Pediatric Post-Cardiac Arrest Care: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2019; 140 (6): e194–233.

10. Venkatamaran ST. Heart-lung interactions. In: Munoz RA, Morell VO, Da Cruz EM, Vetterl CG, eds. *Critical care of children with heart disease*. 1st ed. London: Springer, 2010: 33–6.

dr. Maja Pavčnik, dr. med.

(kontaktna oseba / *contact person*)

Paediatric Intensive Care Unit,
Evelina London Children's Hospital,
Westminster Bridge Road,
London, Velika Britanija in
South Thames Retrieval Service,
Guy's and St Thomas' NHS Foundation
Trust, London, Velika Britanija
maja.pavcnik@gstt.nhs.uk

Pavcnik M. Fiziološko težka intubacija kritično bolnega otroka. *Slov Pediatr* 2022; supp(3): 22–25.
<https://doi.org/10.38031/slovpediatr-2022-sup-03>.