

Revijalni članak

MEHANIČKA VENTILACIJA PLUĆA
KOD DECEIvana Petrov Bojičić^{1,2}, Dušica Simić^{1,2}, Ivana Budić^{3,4}¹Univerzitetska dečija klinika, Beograd²Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu³Klinika za dečiju hirurgiju i ortopediju, Klinički Centar Niš⁴Medicinski fakultet, Univerzitet u NišuMECHANICAL VENTILATION OF
PEDIATRIC PATIENTSIvana Petrov Bojičić^{1,2}, Dušica Simić^{1,2}, Ivana Budić^{3,4}¹ University Children's Hospital, Belgrade² School of Medicine, University of Belgrade³ Clinic for Pediatric Surgery, Clinical Center Niš⁴ School of Medicine, University of Nis

Sažetak. Tokom poslednjih godina razvijen je sve veći broj oblika primene ventilacije pozitivnim pritiskom koji omogućavaju veći komfor i bezbednost bolesnika. I pored toga nema jedinstvenog protokola za primenu mehaničke ventilacije kod dece. Ne postoji optimalni mod ventilacije ni za jedno oboljenje niti optimalni način za odvikavanje od istog. Obzirom da se stanje pacijenta tokom vremena menja, potrebno je menjati i način mehaničke ventilacije pacijenta.

Ipak njihovo poznavanje je jedno od najvažnijih znanja pedijatra intenziviste kao i pedijatrijskog anesteziologa i zahteva stalno usavršavanje i timski rad.

Ključne reči: mehanička ventilacija, deca, odvikavanje

Summary. Although the techniques of mechanical ventilation have been improved over the last few years to be comfortable and safe for the patients, there is no unique protocol for mechanical ventilation of pediatric patients. There is no consensus which ventilator mode is the best for a particular disease and what is the best way to wean from it. Patient's condition changes during the time, so it is necessary to change the parameters of mechanical ventilation too.

Caring for a mechanically ventilated neonate or a little child is one of the most important and most scarring duties of a pediatrician and anesthesiologist in the intensive care unit and demands consistent improvement as well as a good team work.

Key words: mechanical ventilation, children, weaning

Uvod

Mehanička ventilacija (MV) pluća, kao najznačajnija mera respiratorne potpore, predstavlja integralni deo intenzivne terapije pedijatrijskih bolesnika i značajno doprinosi povoljnom ishodu kako akutno nastalih patoloških stanja tako i pogoršanjima pojedinih hroničnih oboljenja.

MV ima za cilj da omogući normalnu ventilaciju i oksigenaciju, kao i da smanji disajni rad pacijenta tokom oporavka od respiratorne insuficijencije, a da pri tome sekundarna oštećenja pluća budu minimalna. Respiratorni sistem novorođenčeta i male dece je nezreo i nestabilan pa postoji predispozicija

za nastanak atelektaza, opstrukcije, povišene plućne vaskularne rezistencije i edema pluća.

Najčešći razlozi primene mehaničke ventilacije kod novorođenčadi su¹:

- Asfiksija na porođaju sa perzistentnom bradikardijom < 80/min i Apgar skorom < 4 u prvoj minuti
- Sindrom mekonijalne aspiracije (MAS)
- Respiratorni distress sindrom (RDS)
- Insuficijencija kardiovaskularnog sistema
- Apnea usled nezrelosti centralnog nervnog sistema
- Hirurške bolesti (postoperativno).

Ostale indikacije za mehaničku potporu ventilacije kod pedijatrijskih pacijenata su:

- Osnovno i prošireno održavanje života tokom kardiopulmonalne reanimacije
- Opšta endotrahealna anestezija
- Postoperativna profilaktička ventilacija pluća
- Dekompenzovana respiratorna slabost različite etiologije.

Mehanička ventilacija može biti neinvanzivna i invanzivna kada podrazumeva intubaciju ili traheostomiju. Neinvanzivna mehanička ventilacija (NIV) sprovodi se putem maske i prvi put je primenjena krajem osamdesetih godina u terapiji noćne hipoventilacije². Pri njoj primeni smanjen je rizik nastanka nozokomijalnih infekcija, nije potreban boravak u jedinicama intenzivnog lečenja, što smanjuje troškove lečenja, nema potrebe za sedacijom, pacijent se može enteralno hraniti i pokretljiviji je.

Tokom poslednjih godina razvijen je sve veći broj oblika primene ventilacije pozitivnim pritiskom koji omogućavaju veći komfor i bezbednost bolesnika i pored toga nema jedinstvenog protokola za primenu mehaničke ventilacije kod dece. Ne postoji optimalni mod ventilacije ni za jedno oboljenje niti optimalni način za odvikavanje od istog³. Obzirom da se stanje pacijenta tokom vremena menja, potrebno je menjati i način mehaničke ventilacije pacijenta.

Bez obzira koji način izaberemo, primarni faktori na koje treba misliti su:

- Komponente svakog individualnog udaha, da li smo odredili pritisak, volumen, vreme ili su ove varijable promenljive.
- Način trigerovanja udaha na mehaničkoj ventilaciji.
- Način na koji se završava ovaj udah.
- Potencijalne komplikacije i načine na koje se mogu sprečiti ova oštećenja.
- Metode kojima se može poboljšati sinhronizacija pacijenta i respiratora.
- Observacije tokom mehaničke ventilacije pacijenta koje omogućavaju bezbednu i efektivnu ventilaciju gde je od značaja timski rad srednjeg medicinskog kadra i lekara.

Najvažnije kod izbora moda ventilacije je izbor vrste inspiratornog protoka. Za ventiliranje prematurusa koristi se protok od 6-8 L/min, kod beba male porođajne težine 4 L/min, a iznad 3,5 kg telesne težine 10-12 L/min⁴. Akcelerirajući šablon inspira-

tornog protoka isporučuje najveći protok na kraju inspirijuma, kada su jači efekti otpora i elasticiteta. On produkuje veći vršni pritisak (peak inspiratory pressure - PIP) i retko se koristi u kliničkoj praksi.

Decelerirajući obrazac isporučuje maksimalni protok na početku inspiracije, kada su otpor i elasticitet smanjeni. Inspiratorni protok opada tokom inspiracije kako isporučeni volumen gasa raste. PIP je niži, dok je srednji pritisak u disajnim putevima (MAP) viši nego u ventilaciji konstantnim protokom i duže se održava. Prednost decelerirajućeg obrasca je što ne dovodi do hemodinamskih poremećaja, pa se sa uspehom može primenjivati kod stanja sa smanjenom komplijansom (ALI, ARDS) gde je PIP smanjen, a MAP povišen⁵. Upotrebljava se kod pritiskom kontrolisane ili pritiskom regulisane volumenom kontrolisane ventilacije.

Odgovarajuća vrsta inspiratornog protoka primenjuje se u skladu sa kliničkim stanjem. U stanjima sa velikim otporom (astma, bronhiolitis i sl.) pritisak u disajnim putevima se može smanjiti izbegavanjem sistema sa visokim inspiratornim protokom⁵.

CPAP (kontinuirani pozitivni pritisak u disajnim putevima)

Najjednostavniji vid mehaničke ventilacije je nazalni CPAP, veoma koristan kod dece čija su pluća sklona kolapsu, kao u slučaju RDS (respiratornog distres sindroma) i pneumonije. Smanjujući disajni rad i povećavajući FRC (funkcionalni rezidualni kapacitet), CPAP poboljšava oksigenaciju i ventilaciju.

Može se koristiti i kod odvikavanja od respiratora.

Konvencionalna mehanička ventilacija

Postoji nekoliko modova konvencionalne mehaničke ventilacije koji se prvenstveno razlikuju po tome kako interferiraju sa spontanom disanjem bolesnika.

IMV (intermitentna mandatna ventilacija): ovaj modus generiše određeni broj respiracija nezavisno od respiratornog ciklusa bolesnika. Teoretski, mana ovog modusa je da pacijent može spontano da udahne i da dobije udah od ventilatora istovremeno ili tokom ekspirijuma, što dovodi do hiperinflacije i visokog vršnog pritiska u disajnim putevima.

SIMV (sinhronizovana intermitentna mandatorna ventilacija): u ovom modusu se ventilacija sinhronizuje sa inspiratornim naporima bolesnika. Mandatorne ventilacije mogu biti regulisane pritiskom ili volumenom. Ovaj modus predstavlja najčešće korišćen modus konvencionalne ventilacije koji se koristi u neonatalnoj jedinici intenzivnog lečenja.

A/C (Asistirana-kontrolisana ventilacija): modus u kome se svaki inspiratorni pokušaj bolesnika asistira i često se koristi kao modus za odvikavanje od respiratora.

PSV (pritiskom podržana ventilacija): početak i kraj insuflacije ventilatora su određeni respiratornim naporima pacijenta. Podešava se samo pritisak, sve ostale varijable zavise od pacijenta i zavisno od pritiska, potpora može biti potpuna ili pacijent diše samostalno. Takođe se često koristi kao modus za odvajanje od respiratora.

U svakom modu, konvencionalna mehanička ventilacija dovodi do širenja pluća obezbeđujući udahe sa određenim vršnim inspiratornim pritiskom (PIP) iznad osnovnog pritiska otvaranja (pozitivan end-ekspiratorni pritisak ili PEEP) za određeno inspiratorno vreme (Ti). Tako se možemo koristiti različitim manevrima i podešavanjima parametara mehaničke ventilacije da bi postigli zadovoljavajuće gasne analize.

U cilju poboljšanja oksigenacije možemo: povećavati PEEP, PIP, Ti, kao i respiratornu frekvencu.

Obzirom da je disajni volumen (Vt) proporcionalan razlici PIP-PEEP ili ΔP , manevri u cilju poboljšanja ventilacije su: povećanje respiratorne frekvence, povećanje PIP-a, smanjenje PEEP-a, povećanje Ti (kod neke dece ovo može dovesti do zarobljavanja vazduha i smanjivanja ventilacije) i povećanje disajnog volumena.

Nivo Vt je najvažniji u određivanju adekvatne i bezbedne alveolarne ventilacije. Volumenom kontrolisana ventilacija ima prednost nad pritiskom kontrolisanom jer se kod nje Vt ne može kontrolisati pri svakom udahu, te se smenjuju hipoventilacija i hiperdistenzija⁶.

Mali pacijenti su pod većim rizikom od povrede pluća ventilatorom, hipoksije i hiperkapnije ukoliko Vt nije adekvatan⁷. Ukoliko je Vt premali, javljaju se atelektaze i poremećaj odnosa ventilacija-perfuzija, tada je potreban veći MAP ili PIP da se otvore kolabirane alveole što može izazvati barotraumu⁸. Atelektaza se može rešiti povećanjem Vt i/ili PEEP-a.

Početni Vt treba da iznosi⁴:

- Novorođenče: 6-8 ml/kg
- prematurus :5-7 ml/kg
- novorođenče sa teškim RDS :1-1,5ml/kg

Preporučene početne vrednosti Ti kod novorođenčeta, zavisno od patologije:

- RDS: 0,2-0,35 sec
- PPHN (perzistentna plućna hipertenzija): 0,2-0,4sec (Te ne sme biti < 0,4)
- MAS (sindrom mekonijalne aspiracije): 0,5-0,6 sec. (Te ne sme biti < 0,5)
- plućna hemoragija: 0,55-0,7 sec
- ostalo: 0,35-0,45 sec.

Početna vrednost frekvence disanja:

- RDS, pneumonija, CDH (kongenitalna dijafragmalna hernija): 45-60/min
- PPHN: 60-80/min
- MAS: 30-40/min
- apnea i postoperativni tretman: 20-30/min.

Početni FiO₂:

- RDS, MAS, pneumonija: 0,6-0,8
- PPHN i teški RDS: 0,8-0,98
- CDH, tokom postoperativne ventilacije: 0,4-0,6.

FiO₂ manji od 0,6 smatra se bezbednim po pitanju toksičnosti O₂ i ne dovodi do oštećenja pluća. FiO₂ je parametar koji se najpre smanjuje tokom MV.

Početne vrednosti PIP (vršnog inspiratornog pritiska) zavisno od telesne težine (TT):

- TT < 1500g: 18-25cm H₂O
- TT > 1500g : 25-30cm H₂O
- TT > 3000g: 30-35cm H₂O

PIP u zavisnosti od patologije:

- MAS: niži za 2-4cm H₂O
- PPHN: viši za 3-5cm H₂O
- CDH i postoperativni tretman: niži za 8-10cm H₂O

Početne vrednosti za PIP:

- RDS, pneumonija, CHD: 4-6 cmH₂O
- Plućna hemoragija: 5-6 cmH₂O
- PPHN, MAS: 3-4 cmH₂O
- Apnea i postoperativni tretman: 2-3 cmH₂O.

Visokofrekventna ventilacija (HFV)

HFV predstavlja noviju tehniku ventilacije u kojoj koristimo respiratorne frekvence daleko veće od fizioloških. Indikacije za ovu vrstu ventilacije su stanja respiratorne insuficijencije koja ne odgo-

pediatric practise. Crit Care Med 1998;26(1):169-173.

3. Consensus conference on mechanical ventilation. ESICM Reports, Guidelines and Recommendations, Springer, 1998.

4. Ramadani R. Artefijelna ventilacija pozitivnim pritiskom. U: Ramadani R: Dijagnostičke i terapijske intervencije u neonatologiji.2001:119-185.

5. Alvarez A et al. Decelerating flow ventilation effects in acute respiratory failure. J Crit Care 1998;13(1):21-25.

6. Cheifetz IM. Invasive and Noninvasive Pediatric Mechanical Ventilation. Respiratory Care 2003;48(4):442-458.

7. Dreifuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury; lessons from experimental studies. Am J Respir Crit Care Med 1998;157(1):294-323.

8. Cannon et al. Tidal volume for ventilated infants should be determined with a pneumotachometer placed at the endotracheal tube. Am J Resp Crit Care Med 2000;162(6):2109-2112.

9. Bryan AC, Froese AB. Reflections on the HIFI Trial. Pediatr, 87:565-567;1991.

10. Clark RH, Gerstmann DR, Null Jr DM, De Lemos RA. High-frequency oscillatory ventilation reduces the incidence of severe chronic lung disease in respiratory distress syndrome. Am Rev Respir Dis 141:A686;1990.

11. Boynton BR et al. High frequency ventilation in newborn infants. J Intensive Care Med, 1986;1:257-269.

12. Sinha SK, Donn SM. Weaning from assisted ventilation: art or science? Arch Dis Child Fetal neonatal Ed 2000;83:F64-F70.

13. Toro-Figueroa LO et al. mechanical ventilation and oxygen support systems. U: Pediatric Intensive care by Levin DL, Morris FC. Churchill Livingstone, 1997:1416-1452.

14. Bhutani VK, Sivieri EM, Abbasi S. Evaluation of pulmonary function in the neonate. U: Polin RA, Fox WW, eds. Fetal and neonatal physiology. WB Saunders, 1998;1143-1164.

15. Simić D. Mehanička ventilacija pluća u dece. U: Stevanović P, Jović M, Jekić D. Mehanička ventilacija pluća. Društvo anesteziologa Srbije 2004:345-378.

16. Simonds AK. Streamling weaning: protocols and weaning units. Thorax 2005;60:175-182.

17. Randolph AG, Wypij D, et al. Effects of Mechanical Ventilator Weaning Protocols on Respiratory Outcomes in Infants and Children. JAMA 2002;288(20):2561-8.