

## Revijalni članak

## Critical Review

Rad je prezentovan na Simpozijumu "Mehanička ventilacija pluća", Beograd, jun 2015. godine

## MEHANIČKA VENTILACIJA KOD BOLESNIKA SA HRONIČNOM OPSTRUKTIVNOM BOLEŠĆU PLUĆA

## MECHANICAL VENTILATION IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

Ana Mandraš<sup>1</sup>, Dejan Marković<sup>2,3</sup>, Ivana Budić<sup>4</sup>,  
Irena Vulićević<sup>1</sup>, Marijana Karišik,<sup>5</sup> Dušica Simić<sup>1,3</sup>

Ana Mandraš<sup>1</sup>, Dejan Marković<sup>2,3</sup>, Ivana Budić<sup>4</sup>,  
Irena Vulićević<sup>1</sup>, Marijana Karišik,<sup>5</sup> Dušica Simić<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitetska dečija klinika, Beograd

<sup>2</sup>Centar za anesteziologiju i reanimatologiju Kliničkog centra Srbije, Beograd

<sup>3</sup>Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu

<sup>4</sup>Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>5</sup> Odjeljenje anestezije, Institut za bolesti djece, Klinički centar Crne Gore, Podgorica

<sup>1</sup>University Children's Hospital, Belgrade

<sup>2</sup>Center for anaesthesiology and reanimatology, Clinical Center of Serbia, Belgrade

<sup>3</sup>School of Medicine, University of Belgrade

<sup>4</sup>School of Medicine, University of Nis

<sup>5</sup> Department of Anesthesiology, Institute of Children Diseases, Clinical Center of Montenegro, Podgorica

**Sažetak.** Ventilatorna potpora kod bolesnika sa hroničnom obstruktivnom bolešću pluća (HOBP) je terapijska mera koja spašava život. Razumevanje respiratorne patofiziologije i mehanike omogućava pravilan izbor ventilatorne strategije i postizanje poboljšanja respiratorne funkcije.

**Summary.** Ventilatory support in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a lifesaving measure. Understanding pathophysiology and respiratory mechanics in these patients helps choosing appropriate ventilatory settings and achieve improvement in respiratory function.

**Ključne reči:** mehanička ventilacija pluća, HOBP

**Key words:** mechanical ventilation, COPD

### Uvod

Hronična opstruktivna bolest pluća (HOBP) je česta preventabilna bolest koja se može lečiti. Karakteriše je stalna opstrukcija protoku vazduha kroz disajne puteve, koja je progresivna i udružena sa inflamatornim odgovorom disajnih puteva i pluća. Egzacerbacije bolesti i pridruženi komorbiditet doprinose težini HOBP.<sup>1</sup> Mehanička ventilacija (MV) pluća kod bolesnika sa HOBP se primenjuje u teškim stanjima, a odluke o otpočinjanju MV i izboru moda ventilacije donose se na osnovu precizno utvrđenih kliničkih i laboratorijskih parametara.

### Patofiziologija

U osnovi mehanizma nastanka opstrukcije protoku vazduha u malim disajnim putevima leže hronični bronhiolitis i emfizem pluća. Hronični

bronhiolitis je hronično zapaljenje malih disajnih puteva koje dovodi do strukturnih promena i trajnog sužavanja malih disajnih puteva. Emfizem karakteriše gubitak potpornih veza između alveola i malih disajnih puteva te mali disajni putevi kolabiraju prilikom izdisanja. Oba entiteta su prisutna kod HOBP ali u različitom stepenu, te kod nekih može biti dominantan emfizem, kod drugih hronični bronhiolitis.<sup>1</sup> Stepem opstrukcije se dokazuje spirometrijom kojom se beleže vrednosti forsiranog vitalnog kapaciteta (FVC), forsiranog ekspiratornog volumena u 1. sekundi (FEV1) i njihov odnos. Prisustvo post-bronhodilatatornog odnosa FVC/FEV1 < 0,7 ukazuje na postojanje fiksne opstrukcije. Klasifikacija težine opstrukcije kod bolesnika sa HOBP se vrši merenjem FEV1. Na osnovu izmerenih vrednosti, opstrukcija može biti:

1. GOLD1 blaga FEV1 ≥ 80% predviđene vrednosti
2. GOLD2 umerena 50% ≤ FEV1 < 80%

predviđene vrednosti

3. GOLD3 teška  $30\% \leq FEV1 < 50\%$  predviđene vrednosti

4. GOLD4 veoma teška  $FEV1 < 30\%$  predviđene vrednosti

### ***Mehanika disanja kod bolesnika sa HOBP***

Dve osnovne patofiziološke promene koje uslovljavaju poremećenu mehaniku disanja kod obolelih su: povećan otpor u disajnim putevima i dinamska hiperinflacija pluća.

Povećan otpor u disajnim putevima nastaje kao posledica kolapsa malih disajnih puteva tokom ekspirijuma (posledica emfizema) i peribronhijalne inflamacije praćene edemom i hipersekrecijom u disajnim putevima (hroničnog bronhiolitisa). Vreme koje je potrebno da bolesnik izdahne je duže nego kod zdravih subjekata, tako da se end ekspiratorni volumen dinamički uvećava. U akutnom pogoršanju mehanika disanja se još više remeti. Bolesnici dišu brzo i plitko, a ekspirijum je aktivan proces. Angažuje se pomoćna respiratorna muskulatura. Vreme za izdisaj postaje nedovoljno tako da novi udah može početi pre završetka prethodnog izdaha. Ovakav obrazac disanja uslovljava pogoršanje dinamske hiperinflacije pluća. Nastaje zarobljavanje vazduha u plućima i povećava se funkcionalni rezidualni kapacitet na supranormalne vrednosti (hiperinflacija). Nastala dinamska hiperinflacija pluća je u osnovi formiranja auto-PEEP-a. Iako inicijalno auto-PEEP ima ulogu da drži alveole otvorene, njegovo prisustvo nosi negativne posledice:

- povećava se disajni rad
- pluća funkcionišu na višem funkcionalnom rezidualnom kapacitetu
- kompromituje se kardiovaskularna funkcija
- remeti se V/Q odnos
- povećava se mogućnost nastanka barotraume
- vrednosti centralnog venskog pritiska, pritiska u plućnoj arteriji i vrednost komplijanse pluća se mogu pogrešno tumačiti

### ***Bazični principi mehaničke ventilacije pluća kod bolesnika sa HOBP***

Trenutna mišljenja medicinske javnosti favorizuju neinvazivnu ventilaciju (NIV) kao strategiju zbrinjavanja pogoršanja respiratorne funkcije bolesnika sa HOBP. NIV smanjuje potrebu za in-

vazivnom ventilacijom, boravak u bolnici i mortalitet. Indikacije za NIV su: akutna hiperkapnija, respiratorni distres sa opstrukcijom i hipoksija refraktorna na kiseoničnu terapiju preko maske. Kontraindikacije su: nemogućnost zaštite disajnog puta, vomitus, retencija sputuma i neadekvatno kašljanje, hipoksija koja ne reaguje na CPAP i visoke protoke kiseonika. Ventilacija se može vršiti preko maske, nazalnih kanila ili ventilacionog "hood"-a. Preporučene vrednosti minimalnog inspiratornog i ekspiratornog pritiska su 10 i 5 cmH<sub>2</sub>O, a maksimalnih pritiska su 20 i 12,5 cmH<sub>2</sub>O. Zbog opasnosti od razvoja hiperoksične hiperkarbije kiseonik se titrira do PaO<sub>2</sub> 60mmHg ili SpO<sub>2</sub> 94%-96% a kod bolesnika kod kojih postoji hronična hiperkapnija najniža prihvatljiva vrednost je 88%. Invazivnu ventilaciju bi trebalo razmotriti kod bolesnika kod kojih nema poboljšanja posle 24-48 sati NIV-a.<sup>4</sup>

Odluku o intubaciji i započinjanju invazivne ventilacije kliničari obično donose oslanjajući se na kliničku procenu bolesnika. Bolesnici kod kojih postoji pogoršanje gasne razmene uprkos primenjenoj terapiji, koji su u srčanom zastoju, koji imaju težak respiratorni distres (tahipneja, lepršanje nozdrvama, korišćenje pomoćne disajne muskulature, paradoksalni puls) ili poremećenu svet će sigurno biti intubirani i mehanički ventilirani.

Ciljevi mehaničke ventilacije bolesnika sa HOBP su:

1. korigovanje poremećene gasne razmene
2. preveniranje i kontrolisanje dinamske hiperinflacije pluća

### ***Izbor moda ventilacije***

Još uvek nije jasno koji bi bio optimalni mod ventilacije bolesnika sa HOBP u inicijalnom zbrinjavanju. Izbor zavisi od statusa bolesnika i progresije bolesti.

Za inicijalno postoperativno ventiliranje bolesnika koji nemaju spontane respiracije koriste se asistirano-kontrolisana ili sinhrona intermitentna mandatorna ventilacija (SIMV) a kod bolesnika koji dišu spontano ventilacija se započinje ili SIMV modom ili PSV modom (pressure support).<sup>3</sup>

### ***Kontrola dinamske hiperinflacije***

Dinamska hiperinflacija pluća zavisi od minutne ventilacije, V<sub>t</sub>, ekspiratornog vremena i težine op-

strukcije. Redukovanje auto- PEEP-a se postiže obezbeđivanjem dovoljno dugog ekspirijuma, redukovanjem ventilatornih potreba i minutne ventilacije i smanjivanjem otpora disajnih puteva medikamentima. Zadati disajni volumen ( $V_t$ ) bi trebalo da iznosi 6-8 ml/kg/TM kako bi se sprečila alveolarna distenzija i oštećenje pluća. Srednji alveolarni (plato) pritisak bi trebalo da bude manji od 25 cmH<sub>2</sub>O. Respiratorna frekvencija se podešava prema potrebama bolesnika i njegovoj mogućnosti da diše spontano. Uobičajeno je da se ventilacija ostvaruje frekvencom ne većom od 12 udaha u minuti i da se "backup" frekvencija podesi tako da bude manja od frekvencije spontanog disanja. Brzina inspiratornog protoka bi trebalo da bude velika, jer je u tom slučaju inspiratorno vreme kraće što ostavlja dovoljno vremena za ekspirijum. Odnos inspiratornog i ekspiratornog vremena se podešava da bude veći od 1:3 i upraksi se najčešće kontroliše podešavanjem frekvencije disanja.<sup>3,4</sup>

### ***Podešavanje PEEP-a***

Prisustvo auto-PEEP-a kod bolesnika sa HOBP povećava disajni rad. Kako bi se rasteretio disajni sistem, tokom mehaničke ventilacije se dodaje tzv. "spoljašnji" PEEP koji iznosi do 80%, prema neki autorima do 70% auto-PEEP-a. Dodatkom ovog pritiska, bolesniku se omogućava da napravi manju promenu pritiska koja će da trigeruje ventilator. Ovim se značajno smanjuje disajni rad. PEEP koji ćemo da dodamo bolesniku određujemo na osnovu izmerene komplijanse pluća.

Primer inicijalne ventilacije :

SIMV

RF 10/min

$V_t$  7ml/kg

I:E 1:3

$T_{exp} \geq 4$  sekunde

PEEP 5-8 cmH<sub>2</sub>O

### ***Permisivna hiperkapnija***

Permisivna hiperkapnija, kao strategija ventilacije, dozvoljava postepeni rast PaCO<sub>2</sub> limitiranjem minutne ventilacije kako bi se prevenirao porast pritiska u disajnim putevima. Kod bolesnika sa HOBP je jedan od načina kontrole dinamske hiperinflacije i auto PEEP-a. U velikom broju centara se porast CO<sub>2</sub> i posledična respiratorna acidoza

kontrolišu infuzijom bikarbonata tako da pH ne padne ispod 7,2.

### ***Sedacija tokom mehaničke ventilacije***

Sedacija tokom mehaničke ventilacije predstavlja obavezan deo lečenja. Postiže se primenom benzodiazepina najčešće i propofola, ukoliko ne postoje kontraindikacije za njegovo davanje. Kada postoje indikacije, za sedaciju se koristi i haloperidol.

Ventilatorna potpora bolesnika sa HOBP predstavlja važan vid lečenja. Da bi se pravilno koristila, neophodno je detaljno poznavanje respiratorne patofiziologije i mehanike disanja.

### ***Zaključak***

Akutna egzacerbacija HOBP je teško, nekad vitalno ugrožavajuće stanje koje, pored ostalih terapijskih mera, često zahteva i primenu mehaničke ventilacije pluća. Poznavanje respiratorne patofiziologije i mehanike disanja u HOBP je preduslov za pravovremeno započinjanje i izbor adekvatnog moda mehaničke ventilacije pluća kao potporne terapijske mere.

### ***Literatura***

1. Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) 2013
2. Butterworth J.F. et al Anesthesia for patients with respiratory disease. In: Butterworth J.F. et al Morgan and Mikhail's Clinical anesthesiology, 5th ed., McGraw Hill ed., 2013; chapter 24
3. A. Hasan. Mechanical ventilation in specific disorders. In: A. Hasan Understanding mechanical ventilation, Springer-Verlag London Limited, 2010; chapter 9
4. I. Mackenzie. Mechanical ventilation in asthma and chronic obstructive pulmonary disease. In: I. Mackenzie. Core topics in mechanical ventilation, Cambridge University press, 2008; chapter 10