

Mehanička ventilacija i značaj mehaničkih ventilatora u jedinicama intenzivne terapije

Mara Ostojić

Doktor medicine, specijalista anesteziologije i reanimatologije, JZU Brčko, BiH, maraostojic34@gmail.com

Sažetak: Mehanička ventilacija, u svim svojim aspektima zauzima vodeće mjesto u intenzivnoj medicini, u intenzivnom liječenju kritično oboljelih i povrijeđenih pacijenata. Mehanička ventilacija je indikovana stoga u slučajevima kada je spontano disanje pacijenta nedovoljno da ga održi u životu. Mehanička ventilacija može biti invazivna i neinvazivna. Mehanički ventilator (respiratori) su mašine koje pomažu disanje pacijenta (ventilaciju) kada on ne može spontano disati. Respiratori mogu u potpunosti ili djelimično zamijeniti normalnu ventilaciju pluća. Najveći uspjeh u liječenju pacijenta zavisnih od vještačke ventilacije jeste izliječiti osnovni uzrok respiratorne ugroženosti, što će omogućiti pacijentu spontano disanje i odvajanje od mehaničkog ventilatora i mehaničke ventilacije.

Ključne riječi: mehanička ventilacija, mehanički ventilatori, JIL.

Primljen / Received: 25. jun 2020. / June 05, 2020

Prihvaćen / Accepted: 29. avgust 2020. / August 29, 2020

ZNAČAJ I PRIMJENA MEHANIČKE VENTILACIJE

Mehanička ventilacija, u svim svojim aspektima zauzima vodeće mjesto u intenzivnoj medicini, u intenzivnom liječenju kritično oboljelih i povrijeđenih pacijenata. Ona omogućava vještačku potporu razmjene gasova. Savremena primjena mehaničke ventilacije počiva na dobrom poznavanju i trajnom praćenju patofiziološke dinamike bolesti, kao i stalno prilagođavanje modaliteta disanja i intenziteta respiratorne podrške.

Bitno je napomenuti da mehanička ventilacija ne liječi prisutno oboljenje ili povredu, već ona predstavlja životno-spasavajuću mjeru koja omogućava respiratornu podršku do rješavanja uzročnika oboljenja. Mehanička ventilacija je indikovana stoga u slučajevima kada je spontano disanje pacijenta nedovoljno da ga održi u životu.

Mehanička ventilacija može biti invazivna i neinvazivna ventilacija pacijenta.

Invazivna ventilacija podrazumijeva trahealnu intubaciju (endotrahealni tubus, traheostomska kanila) pacijenta i povezivanje sa mehaničkim ventilatorom (respiratorom) koji omogućuje respiratornu podršku respiratorno insuficijentnom bolesniku.

Neinvazivna ventilacija se izvodi primjenom pozitivnog kontinuiranog pritiska, bez primjene trahealne intubacije, a preko raznih tipova nazalnih maski.

Postoje brojne indikacije za endotrahealnu intubaciju i mehaničku ventilaciju. Generalno, mehaničku ventilaciju

treba razmotriti kada klinički ili laboratorijski znaci ukazuju na ugroženost disajnog puta pacijenta ili njegovu neadekvatnu oksigenaciju i ventilaciju.

U kliničkoj praksi razlikujemo indikacije i kriterijume za primjenu mehaničke ventilacije.

Indikacije za primjenu mehaničke ventilacije se dijele na mehaničke poremećaje disanja i poremećaje u razmjeni gasova. Mehanički poremećaji disanja su: neuromišićna oboljenja, disfunkcija centralnog nervnog sistema, promjene mišićno-koštanog sistema, terapijska upotreba anestetika.

Poremećaji u razmjeni gasova su: ARDS (akutni respiratorni distres sindrom), respiratorni distres sindrom djece; bolesti srca, hronične bolesti pluća.

Kriterijumi za primjenu mehaničke ventilacije se donose na osnovu procjene mehanike disanja, ventilacije i oksigenacije.

Kriterijumi za primjenu mehaničke ventilacije su:

Frekvenca disanja veća od 30 respiracija/min ili manja od 5 respiracija/min, nemogućnost održavanja saturacije arterijske krvi veće od 90% uz FiO₂ veći od 60%; pH manji od 7,25 kao i Pa Co₂ veći od 50mm Hg (izuzev ako se radi o hroničnim i stabilnim pacijentima).

Odluka o započinjanju mehaničke ventilacije se uvijek mora bazirati na kliničkoj procjeni cjelokupnog stanja pacijenta a ne samo numeričkih vrijednosti. U svakom slučaju potrebno je pravovremeno donijeti odluku o postavljanju

pacijenta na mehaničku ventilaciju te time spriječiti dovođenje pacijenta u ekstremno kritično zdravstveno stanje.

Ciljevi mehaničke ventilacije mogu se podijeliti na fiziološke i kliničke ciljeve.

Fiziološki ciljevi su:

- potpora plućnoj razmjeni gasova. Osnovni je cilj normalizacija alveolarne ventilacije (PaCO₂, Ph) i arterijske oksigenacije (Pa O₂; SaO₂). Arterijsku oksigenaciju treba održavati na zadovoljavajućem nivou uz prihvatljivu inspiratornu koncentraciju kiseonika. Za većinu kliničkih stanja to znači da je SaO₂ veći od 90% i PaO₂ veći od 60mmHg,
- povećanje plućnih volumena (normalan respiratorni volumen je 6-8ml/kg tt), i
- redukcija rada pri disanju. Ekscesivni rad pri disanju (tahipneja, dispneja, upotreba pomoćnih mišića pri disanju) može biti indikacija za mehaničku ventilaciju prije pojave abnormalnosti u razmjeni gasova.

Klinički ciljevi su:

- izbjegavanje jatrogene plućne povrede;
- otklon hipoksemije;
- korekcija akutne respiratorne acidoze;
- sprečavanje ili uklanjanje nastalih atelektaza;
- smanjenje sistemske i miokardijalne potrošnje kiseonika; i
- stabilizacija zida grudnog koša.

MEHANIČKI VENTILATORI I PODEŠAVANJE VENTILATORA

Mehanički ventilator (respiratori) su mašine koje pomažu disanje pacijenta (ventilaciju) kada on ne može spontano disati. Respiratori mogu u potpunosti ili djelimično zamijeniti normalnu ventilaciju pluća. Pacijent se povezuje na respirator preko endotrahealnog tubusa ili traheostomske kanile.

Mehanički ventilator omogućava organizmu adekvatnu razmjenu gasova (dovodi kiseonik i uklanja ugljen dioksid).

Spontano disanje, u fiziološkim uslovima, se obavlja pod negativnim intrapleuralnim pritiskom koji kreira razliku pritiska između atmosfere i plućnih alveola, što dovodi do razmjene gasova. Mehanička ventilacija se obavlja pod pozitivnim pritiskom, tako što mehanički ventilator povisuje pritisak u samim plućima te tako omogućava ulazak gasova u pluća.

Postoje 4 stadijuma mehaničke ventilacije: faza okidanja (trigger phase), inspiratorna faza, ciklična faza i ekspiratorna faza.

Faza okidanja (trigger phase) je vrijeme kada ventilator započinje udisaj, koji je trigerovan pokušajem disanja pacijenta ili parametrima koji su podešeni na respiratoru. Ulazak (inspirijum) vazduha u pacijenta definiše inspiratornu fazu. Ciklična faza određuje trenutak prelaska inspirijuma u ekspirijum. Ekspiratorna faza je pasivan izlazak vazduha (ekspirijum) iz pacijenta.

Kada se doktor odluči započeti mehaničku ventilaciju pacijenta potrebno je da izvrši i određena podešavanja mehaničkog ventilatora kako bi obezbijedio sigurnu i korisnu ventilaciju, odnosno potrebno je podesiti mod i parametre ventilacije.

Danas postoji više modova mehaničke ventilacije odnosno načina mehaničke ventilacije pluća kao što su kontrolisana mehanička ventilacija (CMV), asistirano-kontrolisana ventilacija (A/C), sinhronizovana intermitentna mandatorna ventilacija (SIMV), dvofazna ventilacija pozitivnim pritiskom (BIPAP), pritiskom potpomognuta ventilacija (PSV), kontinuirani pozitivni pritisak u disajnim putovima (CPAP) kao i drugi noviji modovi ventilacije.

Nakon što smo izabrali mod ventilacije potrebno je podesiti specifične parametre na ventilatoru.

Podešavaju se sledeći parametri:

- disajni volumen (Tv) je volumen koji ventilator ubaci u bolesnika. Varira od 5-15ml/kg tt,
- frekvencija disanja koja se za većinu stabilnih pacijenata kreće od 8-12/min,
- vršni protok (peak flow) je protok koji je proizveden tokom mehaničke ventilacije. Određuje se prema kliničkom stanju pacijenta i obično se kreće od 40-100l/min i primarno je određen spontanom inspiracijskim naporom,
- odnos inspirijum: ekspirijum (I:E). Obično je od 1:2 do 1:5, zasniva se na hemodinamskom odgovoru bolesnika na mehaničku ventilaciju, oksigenaciju i prisustvo spontanog disanja,
- koncentracija kiseonika (FiO₂) je udio kiseonika u gasovima koji će se uduvati u bolesnika. Odabrani FiO₂ mora osigurati SaO₂ veći od 90%. Pri dužoj primjeni FiO₂ mora biti niži od 0,6 zbog moguće hiperoksemije koja povećava mortalitet kritično oboljelih pacijenata, i
- pozitivni pritisak na kraju izdisaja (PEEP) koristi se da poveća funkcionalni rezidualni kapacitet pluća (FRC) i drži otvorenim kolabirane alveole te redukuje pojavu atelektaza. Obično su njegove vrijednosti pri započinjanju mehaničke ventilacije podešene na 3-5 cm H₂O.

KOMPLIKACIJE MEHANIČKE VENTILACIJE

Mehanička ventilacija pozitivnim pritiskom invazivna je metoda. Kao takva, i pored ogromnog značaja u liječenju kritično oboljelih pacijenta, nosi i mogućnost razvoja komplikacija.

Komplikacije mogu biti vezane:

- za uspostavljanje i održavanje vještačkog disajnog puta (endotrahealna intubacija). Prisustvo endotrahealnog tubusa može dovesti do trahealne stenoze, oštećenja glasnica, pojave traheo-efofagealne fistule,
- pojava infekcije je jedna od glavnih komplikacija mehaničke ventilacije. Vještački disajni put povećava rizika unosa patogena u dušnik i pluća. Pojava purulentnog trahealnog aspirata, pojava febrilnosti i skok

Mara Ostojić:

Mehanička ventilacija i značaj mehaničkih ventilatora u jedinicama intenzivne terapije
Mechanical Ventilation and the Importance of Mechanical Ventilators in Intensive Care Unit

- leukocita kod pacijenata koji su duže od 48 h na MV, ukazuje na nastanak ventilatorom uzrokovanu upalu pluća (VAP),
- komplikacije vezane za ventilaciju pozitivnim pritiskom: barotrauma i volotrauma (intersticijalni i subkutani emfizem pluća, pneumotoraks, zračna embolija...). Zbog volotraume koja uzrokuje prekomjernu distenziju alveola, dolazi do oslobađanja inflamatornih medijatora koji povećavaju propustljivost alveola i akumulaciju tečnosti u njima, te nastanka ventilatorom uzrokovane povrede pluća (VALI),
 - kardiovaskularne komplikacije: hipotenzija, smanjen cardiac output, smanjen venski prilik u srce (preload), i
 - komplikacije vezane za negativne efekte sedacije (hipotenzija, pad minutnog volumena srca) i mišićne relaksacije. Imobilizacija pacijenta povećava rizik od pojave tromboembolijskih komplikacija, atelektaza, pojave dekubitusa.

ZAKONSKI ASPEKTI PRIMJENE MEHANIČKE VENTILACIJE

Prvi aparati za mehaničku ventilaciju su napravljeni 1928. god. Tehnički napredak je doprinio pojavi savremenih respiratora i širokoj primjeni mehaničke ventilacije u liječenju vitalno ugroženih pacijenata. Kako bi se pružila adekvatna zdravstvena zaštita pacijenata potrebno je da svaka Jedinica intenzivnog liječenja (JIL) raspolaže određenim brojem mehaničkih ventilatora.

Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite Republike Srbije (Banja Luka, maj 2017. god.) donosi Pravilnik o uslovima za početak rada zdravstvene ustanove koji članom 183. stav 4. predviđa da u JIL-u trećina kreveta mora da ima respiratore.

Mehanički ventilator prije puštanja u rad moraju proći procedure ispitivanja i odobravanja, te zadovoljiti mjeriteljske i tehničke zahtjeve za opremu koja se koristi u medicinske svrhe.

Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za respiratore i anesteziološke mašine (donosilac Institut za mjeriteljstvo Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 9. septembar. 2014. god.) propisuje sledeće:

Osnovni zahtjevi (član 2.)

Proizvođač mora obezbijediti da se respirator može koristiti u referentnim uslovima. Referentni uslovi za respirator:

- ulazni napon 220-240V AC, 50 Hz,
- koncentracija vazduha i kiseonika (18-100) Vol%, i
- trenutni vazdušni pritisak (ukoliko je model kod kojeg se vrijednost unosi ručno).

Respirator se sastoji od:

- priključka na izvor vazduha i kiseonika (boca kisonika ili centralni razvod),
- pneumatskog sistema (sensor protoka, pritiska, valvula, cijev, filter),
- sistema za opskrbu pacijenta (grijač, raspršivač, bakte-

- rijski filter, pacijent crijevo) i
- sistem za praćenje i alarmiranje parametara koji se odnose na pacijenta (sistem-kontrolna table u koje se unose vrijednosti parametara respiracije i granice uključivanja alarma, te trenutni respiracijski parametri i po mogućnosti (kod novijih respiratora) rezervne baterije, rezervoara kiseonika i daljinskog upravljača. Opsezi mjerenja za respirator i anesteziološku mašinu (član 3.) su sledeći:

- niski protok 60-40 l/min,
- visoki protok 300-200 l/min,
- izlazni pritisak respiratora 60-140cm H₂O i
- volumen 1.00-4.00 l.

Mjeriteljski zahtjevi (član 4.)

Granice dozvoljene greške su:

- protok +/- 10% od očitavanja, izlazni pritisak respiratora +/-5% očitavanja, volume +/- 105 očitavanja.

Dozvoljena greška je +/- 1% od očitane vrijednosti.

Ako je greška mjerenja u bilo kojem od navedenih slučajeva, u odnosu na maksimalno dozvoljenu grešku veća, tada mjerilo (respirator) ne smije biti korišteno, te se mora servisirati i ponovo verificirati.

Prema članu 6. istog pravilnika respiratori i anesteziološke mašine moraju da budu konstruisane i izrađene tako da se pri normalnim radnim uslovima obezbijedi zaštita od električnog udara, previsoke temperature, prašine i vode u kućište predmetnih mjerila.

Prema članu 8. Pravilnika respiratori i anesteziološke mašine moraju proći procedure ispitivanja i odobravanja tipa, a prije puštanja u rad moraju proći procedure prve verifikacije i imati certificate o odobrenju tipa i certificate o verifikaciji.

Ispitivanje tipa mjerila vrši se se na osnovu dokumentacije, koju proizvođač ili njegov zastupnik mora priložiti za odobrenje tipa.

Dokumentacija mora sadržavati:

- opštu, tehničku i drugu dokumentaciju, vezanu za usklađenost sa drugim standardima, koja omogućava usklađenost tipa mjerila sa zahtjevima ovog Pravilnika, i
- uputstvo za upotrebu, koje mora uključivati opšte informacije i opis mjerila sa svim njegovim dijelovima kao i opis i rad programske opreme, ukoliko je mjerilo opremljeno mikroprocesorom.

ZAKLJUČAK

Mehanička ventilacija predstavlja jednu složenu i danas neophodnu proceduru u jedinicama intenzivne njege. Njena primjena je dovela do uspješnijeg liječenja kritično ugroženih pacijenata. Mehanički ventilatori i mehanička ventilacija ne liječe pacijenta, ali pružaju mu šansu da ostane hemodinamski i respiratorno stabilan dok medicinski tretman ne dovede do njegovog oporavka. Mašine same po sebi, i pored njihovog ogromnog značaja, bez doktora specijalista (anesteziologa, pulmologa) ne bi značile puno.

Velika je uloga medicinskih profesionalaca u procjeni kada započeti mehaničku ventilaciju, kako je adekvatno sprovođiti, liječenju komplikacija i odvajanju pacijenta od respiratora. Najveći uspjeh u liječenju pacijenta zavisnih od vještačke ventilacije jeste izliječiti osnovni uzrok respiratorne ugroženosti što će omogućiti pacijentu spontano disanje i odvajanje od mehaničkog ventilatora i mehaničke ventilacije.

LITERATURA:

Jukić M., Intenzivna medicina, Medicinska naklada, Zagreb, 2008.
Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za respiratore i

anesteziološke mašine, Institut za mjeriteljstvo Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 09.09.2014.

Pravilnik o uslovima za početak rada zdravstvene ustanove, Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite Republike Srpske, Banja Luka, maj 2017.

Mehanička ventilacija pluća, Simpozij, Banja Vrućica, Teslić, april 2007.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK_539742/ Mechanical Ventilation

<https://my.clevelandclinic.org/health/articles/...>

<https://www.msmanuals.com/proffesional/critical-care-medicine...>

Mechanical Ventilation and the Importance of Mechanical Ventilators in Intensive Care Unit

Mara Ostojić

dr. specialist of anesthesiology and resuscitation, General Hospital Brcko, Bosnia and Herzegovina, maraostojic@gmail.com

Abstract: Mechanical ventilation in its aspects, takes the leading place in ICU. Mechanical ventilation is indicated in cases where the patients spontaneous breathing is impaired. Mechanical ventilation can be invasive and non-invasive. Mechanical ventilator can completely replace normal lung ventilation. The greatest success in the treatment of respiratory endangered patients is to cure the underlying cause of the disease, separate it from respirator and allow him to breathe spontaneously.

Key words: mechanical ventilation, mechanical ventilator, ICU