Revijalni članak

Review article

NEINVAZIVNA MEHANIČKA
VENTILACIJA U POSTOPERATIVNOM
PERIODU (NEINVAZIVNA MEHANIČKA
VENTILACIJA)NON-INVASIVE VENTILATION IN
POSTOPERATIVE PERIOD
(NON-INVASIVE VENTILATION)Gordana Jovanović^{1,2}, Sanja Maričić Prijić²Gordana Jovanović^{1,2}, Sanja Maričić Prijić²¹ Medicinski fakultet Univerziteta u Novom Sadu

1 School of Medicine, University of Novi Sad, Serbia

² Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju Kliničkog centra Vojvodine, Novi Sad

2 Clinic for anesthesia and intensive care, Clinical centre of Vojvodina, Novi Sad, Serbia

Sažetak

Anestezija, postoperativni bol i hirurgija prouzrokuju promene u respiratornom sistemu: hipoksiju, smanjenje plućnih volumena i atelektaze, zbog restriktivnog sindroma i disfunkcije dijafragme. Održavanje adekvatne oksigenacije u postoperativnom periodu je posebno značajno kod pojave respiratornih komplikacija, kao što je akutna respiratorna insuficijencija (ARI). Neinvazivna ventilacija (NIV) predstavlja mod mehaničke ventilacije koji ne zahteva veštački disajni put, endotrahealni tubus ili traheostomu. Dva tipa NIV se najčešće koriste, a to su kontinuirani pozitivni pritisak u disajnom putu (CPAP) i neinvazivna intermitentna ventilacija pozitivnim pritiskom (NPPV). NIV može da se koristi u profilaktičke svrhe (preventivna) ili u lečenju ARI (terapijska). Dokazano je da je, bilo u preventivne ili terapijske svrhe, NIV efektivna strategija u smanjenju broja reintubacija, nozokomijalnih infekcija, dužine bolničkog lečenja, morbiditeta i mortaliteta hirurških bolesnika.

Ključne reči: neinvazivna ventilacija; hirurški bolesnici; respiratorna insuficijencija

Summary

Anaesthesia, postoperative pain and surgery will induce changes in respiratory system: hypoxaemia, pulmonary volume decrease and atelectasis associated with a restrictive syndrome and a diaphragm dysfunction. Maintenance of adequate oxygenation in the postoperative period is of major importance, especially when pulmonary complications such as acute respiratory failure (ARF) occur. Non-invasive ventilation (NIV) refers to techniques allowing respiratory support without the need of endotracheal intubation. Two types of NIV are commonly used: noninvasive continuous positive airway pressure (CPAP) and noninvasive positive pressure ventilation (NPPV). NIV may be an important tool to prevent (prophylactic) or to treat ARF avoiding intubation (treatment). Evidence suggest that NIV is proven to be an effective strategy to reduce intubation rates, nosocomial infections, intensive care unit and hospital lengths of stay, morbidity and mortality in the postoperative patients.

Keywords: intensive care; surgical patients; respiratory failure

Uvod

Brojni faktori od strane samog bolesnika (opšte stanje bolesnika, respiratorni status, nutritivni status, neurološki status, imuni status), hirurgije i anestezije utiču na pojavu postoperativnih plućnih komplikacija (PPK).⁶ Postoperativne plućne komplikacije predstavljaju najveći uzrok morbiditeta, mortaliteta, produženog bolničkog lečenja i povećanja troškova lečenja.¹ Studije su pokazale da 5–10% svih hirurških bolesnika i 9–40% onih koji se podvrgavaju abdominalnim operacijama razviju najmanje jednu postoperativnu plućnu komplikaciju.^{2–5} Najčešće PPK od strane respiratornog sistema su: nastanak atelektaza, akutna respiratorna insuficijencija, pneu-

monija, plućni edem i hipoksemija. Među faktorima koji zavise od vrste hirurgije najveći značaj ima mesto operacije. Pojava PPK obrnuto je proporcionalna udaljenosti hirurške incizije od dijafragme, tako da operacije gornjeg abdomena i grudnog koša nose najveći rizik.

Opšta anestezija i respiratorni sistem

Opšta anestezija dovodi do smanjenja funkcionalnog rezidualnog kapaciteta (FRC) do 50% u odnosu na bazalnu preoperativnu vrednost, čiji oporavak traje 1 do 2 nedelje. Za vreme anestezije, ekspiratorni volumen na kome se mali disajni putevi zatvaraju (*closing capacity*) približava se vrednostima FRC-a,

Autor za korespondenciju: dr Gordana Jovanović, Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju, Klinički centar Vojvodine, Hajduk Veljkova 7–9, 21000 Novi Sad, Serbia, E-mail: kcvgjov@hotmail.com, Telefon: +381642919537

Corresponding author: dr Gordana Jovanović, Clinic for anesthesia and intensive care, Clinical centre of Vojvodina, Hajduk Veljkova 7–9 street, 21000 Novi Sad, Serbia, E-mail: kcvgjov@hotmail.com, Telephone: +381642919537

što prouzrokuje kolaps malih disajnih puteva i atelektazu oko 10% totalnog parenhima, sa trajanjem od 2 dana nakon hirurgije.⁷ Gasna razmena je narušena, dolazi do hipoksemije zbog smanjenja ventilaciono-perfuzionog odnosa (šanta). Trajanje anestezije više od 3,5 h predstavlja faktor rizika za nastanak PPK.⁸ Nakon operacije, zbog bola i zbog produženog dejstva anestetika i opioidnih analgetika, dolazi do disfunkcije respiratornih mišića, prevashodno dijafragme, što posledično dovodi do hipoventilacije i hiperkapnije. Disfunkcija dijafragme traje 1–2 nedelje.⁹ U postoperativnom periodu povećanje FRC-a i dobra oksigenacija su od izuzetnog značaja. To se postiže dobrom postoperativnom analgezijom, oksigenoterapijom, neinvazivnom mehaničkom ventilacijom sa pozitivnim endekspiratornim pritiskom, mobilizacijom i ranom rehabilitacijom bolesnika.^{10,11}

Poslednjih godina, neinvazivna mehanička ventilacija (NIV) sve više pronalazi svoje mesto u postoperativnom periodu. Pored dosadašnjih indikacija u akutnoj egzacerbaciji HOBP-a, plućnom edemu i hipoksemičnoj respiratornoj insuficijenciji, primenjuje se u prevenciji i terapiji akutne postoperativne respiratorne insuficijencije i prevenciji reintubacije.¹²

Neinvazivna ventilacija

Neinvazivna ventilacija (NIV) predstavlja mod mehaničke ventilacije koji ne zahteva veštački disajni put, endotrahealni tubus ili traheostomu. Sprovodi se kao kontinuirani pozitivni pritisak u disajnom putu (CPAP) i kao neinvazivna intermitentna ventilacija pozitivnim pritiskom (NPPV), preko oronazalne maske, nazalne maske, nazalnih jastučića, maske za celo lice ili kacige. Ima brojne pozitivne učinke: poboljšava alveolarnu ventilaciju, a samim tim i gasnu razmenu, smanjuje učestalost atelektaza, smanjuje disajni rad, povećava minutni volumen srca jer smanjuje naknadno opterećenje leve komore. Ima brojne prednosti u odnosu na invazivnu mehaničku ventilaciju: smanjen broj nozokomijalnih infekcija, a time i bolničkih dana i troškova lečenja, zahteva blažu sedaciju i povećava komfor bolesnika.

Preoperativna NIV

Studije su pokazale da kod bolesnika predviđenih za resekciju pluća, preoperativna i rana postoperativna, pritiskom potpomognuta, neinvazivna ventilacija (NIPSV) dovodi do manjih poremećaja u plućnoj funkciji, bitnog poboljšanja oksigenacije, smanjenja učestalosti atelektaza (14% prema 39%), kraćeg bolničkog lečenja kod bolesnika sa resekcijom pluća.¹ Primena NIV pre intubacije, kod hipoksemičnih bolesnika i patološki gojaznih, dovodi do poboljšanja oksigenacije, rasterećenja respiratorne muskulature,

povećavanja plućnih volumena i otvaranja alveola (*recruitment*).^{15,16}

Postoperativna NIV

Postoperativna NIV najčešće se koristi kod ekstenzivnih abdominalnih, vaskularnih operacija, u grudnoj i kardiohirurgiji i kod bolesnika sa povišenim rizikom za razvoj PPK. Posebna indikacija za primenu NIV je patološka gojaznost, koja je sama po sebi veliki faktor rizika. Velika količina masnog tkiva u predelu grudnog koša i abdomena dovodi do restriktivnog sindroma, smanjenja plućnih volumena, ekspiratornog rezervnog volumena i FRC-a. Patološki gojazni bolesnici često imaju i drugu udruženu respiratornu patologiju: opstruktivnu apneju tokom spavanja, hipoventilaciju, HOBP.¹⁷ Pušači, bolesnici starije životne dobi, bolesnici ASA (*American Society of Anaesthesiology*) III i IV statusa, takođe, spadaju u grupu bolesnika sa povišenim rizikom od razvoja PPK.

Primena NIV kod akutne respiratorne insuficijencije

U odluci o primeni NIV kod akutne respiratorne insuficijencije (ARI) uzimamo u obzir sledeće parametre – stepen težine respiratorne insuficijencije, vreme od početka njenog nastanka i samu brzinu nastanka ARI.¹⁸ NIV možemo primenjivati u ranim fazama razvoja ARI, kao prevenciju daljeg pogoršanja stanja bolesnika, možemo je primenjivati i kod težih slučajeva ARI, kada se bolesnik nalazi u jedinici intenzivnog lečenja u kontrolisanoj sredini. Tada se može sprovesti kratkotrajna probna NIV i ukoliko se stanje ne popravi, prelazimo na invazivnu mehaničku ventilaciju. Gasne analize krvi, koje nam daju informacije da li je ARI prvenstveno hipoksička ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$) ili hiperkapnička ($\text{pCO}_2 > 50$ mmHg), sa ili bez respiratorne acidize ($\text{pH} < 7,35$), nam daju najvažnije informacije za dalje odluke o nastavku NIV kod bolesnika.¹⁸

Najčešći modovi NIV

CPAP je mod ventilacije pri kome se isporučuje konstantan pozitivan pritisak u disajnom putu za vreme čitavog respiratornog ciklusa (tokom inspirijuma i tokom ekspirijuma). Bolesnikov udah započinje na zadatom pritisku, a na kraju izdaha pritisak se ponovo vraća na taj nivo. To je mod spontanog disanja u kome se pritisak generiše isključivo pomoću respiratorne muskulature bolesnika. Zapravo, CPAP je spontano disanje na povišenom osnovnom pritisku.

NPPV je mod ventilacije pri kome se inspiratorni pritisak isporučuje intermitentno i njega generiše

samo ventilator (kontrolisani modovi) ili ventilator uz angažovanje respiratorne muskulature (asistirani modovi).

NPPV može biti pritiskom potpomognuta ventilacija (*pressure suport ventilation – PSV*), sa ili bez primene pozitivnog endekspiratornog pritiska (PEEP) ili bilevel ventilacija. PEEP je konstantan pozitivan pritisak koji se isporučuje za vreme ekspirijuma.

Praktični aspekti NIV

Za izvođenje NIV potrebno je da bolesnik bude svestan, kooperativan i hemodinamski stabilan, sa očuvanim disajnim putem i zaštitnim refleksima. Pre započinjanja, potrebno je bolesniku objasniti proceduru, obezboliti ga, postaviti ga u položaj sa grudnim košem podignutim za 30 stepeni. Dobra adaptacija maske na lice, bez prejakog stezanja (zbog komfora bolesnika), obezbeđuje minimalni gubitak vazduha (*leak*). Inicijalno podešavanje ventilatora zavisi od bolesnika, ventilatora i moda ventilacije. Uvek je potrebno koristiti sigurnosni mod za kontrolisanu ventilaciju (*backup mode*), ukoliko ta opcija postoji na mehaničkom ventilatoru.

Uobičajeni početni parametri su: inspiratorni pritisak 8–10 cm H₂O, ekspiratorni pritisak 4–6 cm H₂O i FiO₂ 0,5–0,6. Ako bolesnik dobro toleriše početne parametre, oni mogu da se dalje podižu po 1–2 cm H₂O, ukoliko je potrebno, sa ciljem da se ostvari ekspiratorni disajni volumen od 6–10 ml/kg, smanji frekvencija disanja i poveća komfor bolesnika. FiO₂ se smanjuje prema saturaciji kiseonikom (SaO₂) koja treba da bude > 95%.¹⁹ Podizanje inspiratornog ili ekspiratornog pritiska zavisi od toga da li je primarni problem oksigenacija ili ventilacija. Na osnovu kliničkog iskustva, inspiratorni vršni pritisak se povećava do maksimalnih 25 cm H₂O, a ekspiratorni pritisak do 10 cm H₂O.²⁰

Važno je istaći da se pritisak kod PSV isporučuje iznad nivoa PEEP-a, dok kod bilevel ventilacije vršni inspiratorni pritisak (*inspiratory peak airways pressure – IPAP*) podrazumeva ukupnu vrednost isporučenog inspiratornog pritiska, uključujući nivo PEEP-a.

Optimalna dužina trajanja NIV, kao i setovanje ventilatora nisu definisani.^{21,22} Kada se koristi kao prevencija, primenjuje se svakih 2–4 h u trajanju od 30–45 minuta. Kao terapija, koristi se svakih 2–3 h u trajanju od 60–90 minuta (ukupno 8–12 h na dan).²³

NIV se prekida iz dva razloga:

1. kada je postignut očekivani pozitivni rezultat i respiratorni status poboljšan
2. kada dolazi do neuspeha nakon prva dva sata NIV i nema poboljšanja respiratornog statusa

Anesteziolog mora prepoznati bolesnike koji imaju korist od NIV, ali i da pravovremeno uoči neuspeh terapije i preduzme druge mere respiratorne potpore.²⁰

Komplikacije NIV

Komplikacije su uglavnom zanemarljive, uključujući neprijatni osećaj prisustva maske na licu, blagu nesinhronizaciju bolesnika sa ventilatorom, osećaj suvoće u gornjem disajnom putu zbog nedovoljne humidifikacije, blago naduvavanje želuca. Ozbiljnije komplikacije su retke, a obuhvataju ulceraciju kože lica, distenziju želuca, regurgitaciju i aspiraciju, hemodinamsku nestabilnost zbog pozitivnog intratorakalnog pritiska i retko pneumotoraks. One se preveniraju ponavljanim pregledima bolesnika i standardnim kontinuiranim monitoringom u jedinici intenzivnog lečenja.²³

Kontraindikacije za NIV

Kontraindikacije za NIV su: poremećaj stanja svesti (GCS < 11), agitiranost, srčani i respiratorni zastoj, nemogućnost kontrole disajnog puta, šok, nekontrolisane aritmije, hemodinamska nestabilnost, infarkt miokarda, nekontrolisano krvarenje u gastrointestinalnom traktu, hemoptizije, nekontrolisano povraćanje, obilna sekrecija sa nemogućnošću iskašljavanja, trauma lica. Skorašnja hirurgija gornjeg disajnog puta ili gornjeg dela digestivnog trakta je relativna kontraindikacija, NIV se može sprovoditi sa pritiscima manjim od 25 cm H₂O.²⁰

Zaključak

Poslednjih godina pokazano je da je NIV efektivna strategija za smanjenje učestalosti reintubacija, nozokomijalnih infekcija, dužine bolničkog lečenja, morbiditeta i mortaliteta kod visokorizičnih bolesnika.²⁴ U zemljama sa ograničenim resursima, razumno je uvesti ovaj vid terapije u svakodnevnu praksu, kako u terapijske, tako i u preventivne svrhe. Potrebno je preoperativno uraditi pažljivu selekciju bolesnika koji su pod povišenim rizikom, te isplanirati i sprovesti postoperativno preventivnu neinvazivnu ventilaciju, u cilju prevencije respiratornih komplikacija i optimizacije stanja bolesnika.

U terapijske svrhe postoperativna NIV najčešće se koristi kod ekstenzivnih abdominalnih, vaskularnih operacija, u grudnoj i kardiohirurgiji i kod bolesnika sa povišenim rizikom za razvoj PPK. Posebna indikacija za primenu NIV je patološka gojaznost. NIV se može uspešno primenjivati i u odabranim slučajevima akutne respiratorne insuficijencije.

Literatura:

1. Lee J, Larson R, Buckley J et al. Airway maintenance in morbidly obese. *Anesth Rev.* 1980; 7:33.
2. Harpole DH Jr, DeCamp MM Jr, Daley J, Hur K, Oprean CA, Henderson WG, Khuri SF. Prognostic models of thirty-day mortality and morbidity after major pulmonary resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999; 117:969–979.
3. Wong DH, Weber EC, Schell MJ, Wong AB, Anderson CT, Barker SJ. Factors associated with postoperative pulmonary complications in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Anesth Analg.* 1995; 80:276–284.
4. Esteban A, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med.* 2004; 350:2452–2460.
5. Antonelli M, et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med.* 1998; 339:429–435.
6. Rudra A, Sudipta D. Postoperative pulmonary complication. *Indian J Anaesth.* 2006; 50(2):89–98.
7. Magnusson L, Spahn DR. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2003; 91:61–72.
8. Silva DR, Gazzana MB, Knorst MM. Merit of preoperative clinical findings and functional pulmonary evaluation as predictors of postoperative pulmonary complications. *Rev Assoc Med Bras.* 2010; 56:551–7.
9. Simonneau G, Vivien A, Sartene R. et al. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. Role of postoperative pain. *Am Rev Respir Dis.* 1983; 128:899–903.
10. Ingwersen UM, Larsen KR, Bertelsen MT, Kiil-Nielsen K, Laub M, Sandermann J, Bach K, Hansen H. Three different mask physiotherapy regimens for prevention of post-operative pulmonary complications after heart and pulmonary surgery. *Intensive Care Med.* 1993; 19:294–298.
11. Stock MC, Downs JB, Gauer PK, Alster JM, Imrey PB. Prevention of postoperative pulmonary complication with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. *Chest.* 1985; 87:151–157.
12. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med.* 2011; 37(6):918–929.
13. Evans T. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Societe de Reanimation de Langue Francaise, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Intensive Care Med.* 27:166–178.
14. Perrin C, Jullien V, Venissac N. et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Respiratory Med.* 2007; 101:1572–78.
15. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M. et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 174:171–77.
16. Delay JM, Sebbane M, Jung B. et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg.* 2008; 107:1707–13.
17. Ogunnaike BO, Jones SB, Jones DB, Provost D, Whitten CW. Anesthetic considerations for bariatric surgery. *Anesth Analg.* 2002; 95:1793–1805.
18. Nava S, Fanfulla F. Whent to Start (or Not) Ventilator Treatment. In: *Non Invasive Artificial Ventilation. How, When and Why.* Springer-Verlag Italia, 2010.
19. Mas A, Masip J. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. *International Journal of COPD.* 2014; 9:837–852.
20. Mathai AS. Non-invasive ventilation in the postoperative period: Is there a role? *Indian Journal of Anaesthesia.* 2011; 55(4):325–333.
21. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 163:540–577.
22. Schönhofer B, Kuhlen R, Neumann P, Westhoff M, Berndt C, Sitter H. Non-Invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure. *Pneumologie.* 2008; 62 449–479.
23. Jaber S, Chanques G, Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology.* 2010; 112:453–61.