



Respiracijski monitoring je preduvjet za sigurnu primjenu neinvazivne ventilacije

Respiratory monitoring is a prerequisite for safe noninvasive ventilation

Jasminka Kopic¹✉, Matija Jurjević¹, Ivan Mirković¹, Natalija Mrzljak Vučinić¹

¹ Odjel za anesteziju, reanimaciju i intenzivnu medicinu, Opća bolnica „Dr. Josip Benčević“, Slavonski Brod

Deskriptori

MEHANIČKA VENTILACIJA – metode;
NEINVAZIVNA VENTILACIJA – neželjeni učinci;
OŠTEĆENJE PLUĆA – prevencija;
FIZIOLOŠKO PRAĆENJE – metode;
MEHANIKA DISANJA – fiziologija;
RESPIRACIJSKA INSUFICIJENCIJA – etiologija, liječenje;
COVID-19 – liječenje; JEDINICE INTENZIVNOG LIJEČENJA

Descriptors

RESPIRATION, ARTIFICIAL – methods;
NONINVASIVE VENTILATION – adverse effects;
LUNG INJURY – prevention and control;
FIZIOLOŠKO PRAĆENJE – metode;
RESPIRATORY MECHANICS – physiology;
WORK OF BREATHING;
RESPIRATORY INSUFFICIENCY – etiology, therapy;
COVID-19 – therapy; INTENSIVE CARE UNITS

SAŽETAK. Neinvazivna ventilacija (NIV) je učinkovit način respiracijske potpore za dio bolesnika sa zatajenjem disanja. Pravovremenom primjenom NIV-a kod dijela bolesnika može se izbjeći invazivna ventilacija i njezini neželjeni učinci, čime se skraćuje vrijeme provedeno u Jedinici intenzivnog liječenja (JIL). U zadnjih dvadeset godina bilježi se učestalija primjena NIV-a, a povećava se i broj indikacija kod kojih se NIV pokazao kao metoda izbora. Tijekom pandemije COVID-19 NIV je postao vrlo popularan i kod bolesnika sa zatajenjem disanja u sklopu infekcije COVID-19 primjenjivan je diljem svijeta. Cilj rada je istaknuti nužnost respiracijskog nadzora za sigurnu primjenu NIV-a te upozoriti kliničare koji primjenjuju NIV u svakodnevnom radu na važnost uočavanja ubrzanog disanja i velikoga inspiracijskog napora kao kliničkih pokazatelja velikoga dišnog rada. Neovisno o primarnom uzroku plućnoga oštećenja, veliki dišni rad dodatno pogoršava zatajenje disanja putem „samoozljeđivanja“ pluća (engl. *patient self inflicted lung injury*, P-SILI). Istaknuti su pokazatelji respiracijskog nadzora koji neizravno ukazuju na opasnost od P-SILI, a to su: veliki volumeni udisaja (engl. *tidal volume*, VT), negativni pomaci na krivulji alveolarnoga tlaka (engl. *alveolar pressure*, Paw), povećane vrijednosti okluzijskog tlaka u dišnome putu (P0.1) te visoke vrijednosti „driving“ tlaka. Smanjenje i kontroliranje velikoga dišnog rada izazov je u svim situacijama u kojima bolesnik spontano diše, neovisno je li na neinvazivnoj ili invazivnoj potpori disanja. Temeljem do sada objavljenih spoznaja, kao i iz osobnih iskustava stečenih dugogodišnjom primjenom NIV-a u različitim kliničkim indikacijama, nastojali smo sažeti moguće načine kontrole povećanoga dišnog rada. Samo striktnim nadzorom respiracijskih pokazatelja, kontrolom povećanoga dišnog rada i poznavanjem NIV-a kao metode potpore disanja njegova primjena postaje sigurna, a eventualni neuspjeh NIV-a i potreba za prijelazom na invazivnu ventilaciju bit će na vrijeme prepoznata.

SUMMARY. Noninvasive ventilation (NIV) is an effective respiratory support for some patients with respiratory failure. Timely NIV application can help some patients avoid invasive mechanical ventilation (IMV) and its adverse effects, and thus shorten their length of stay in the ICU. NIV use became more frequent during the last 20 years and has been proven as a method of choice for a number of indications. NIV became very popular during the COVID-19 pandemic and was used all over the world. Main goals of this paper are to emphasize respiratory monitoring as a prerequisite for safe NIV application and to warn clinicians of the importance of high respiratory rate and huge inspiratory effort as clinical signs of high work of breathing (WOB). Regardless of the primary cause of lung injury, high WOB further impairs respiratory failure by self-inflicted lung injury (P-SILI). Indirect signs of high WOB, such as high tidal volume (VT), negative swings on airway pressure curve (Paw), high airway occlusion pressure (P0.1) and high driving pressure are discussed as predictors of P-SILI. High WOB attenuation and its control is challenging in all spontaneously breathing patients, whether their respiratory support is invasive or noninvasive. Based on published knowledge and our own experience during long lasting NIV use in different clinical situations, we tried to point out options for high WOB control. NIV is safe only under conditions of strict respiratory monitoring, high WOB control and good knowledge of NIV as a method of respiratory support. In such cases NIV failure will be recognized and a switch to IMV will be performed on time.

Neinvazivna ventilacija je način potpore disanja putem intaktnoga dišnog puta bolesnika uz pomoć različitih poveznica spojenih na respirator. Te poveznice mogu biti: maska preko bolesnikova nosa, maska preko bolesnikovih usta i nosa, maska preko čitavoga lica bolesnika ili kaciga (engl. *helmet*). Prve primjene i razvoj NIV-a zabilježeni su 1940-ih godina u području avijacije, a njezina klinička primjena kao i definiranje mjesta u liječenju bolesnika sa zatajenjem disanja bilježi se od 1980-ih godina.^{1,2,3} Pravovremenom primje-

nom NIV-a kod dijela bolesnika sa zatajenjem disanja možemo spriječiti potrebu za invazivnom mehaničkom ventilacijom i na taj način spriječiti pridružene

✉ Adresa za dopisivanje:

Doc. dr. sc. Jasminka Kopic, dr. med.,
Odjel za anesteziju, reanimaciju i intenzivnu medicinu,
Opća bolnica „Dr. Josip Benčević“, Andrije Štampara 42, 35000 Slavonski Brod,
e-pošta: jasminka.kopic@bolnicasb.hr

Primljeno 23. siječnja 2023., prihvaćeno 3. ožujka 2023.

komplikacije, kao što su potreba za sedacijom i ventilator-pridružena pneumonija, te tako značajno skratiti vrijeme provedeno u jedinici intenzivnog liječenja.⁴

Za postizanje pune učinkovitosti NIV-a kao načina potpore disanja neophodno je dobro poznavanje njegovih indikacija, tj. odabir prikladnog bolesnika, nadzor životnih funkcija uključivši respiracijski nadzor i, što je najbitnije, pravovremeno prepoznavanje eventualne neučinkovitosti NIV-a i stoga prelazak na invazivnu strojnu ventilaciju. NIV je metoda izbora potpore disanja u: akutizaciji zatajenja disanja kod kronične opstruktivne bolesti pluća (KOPB),⁵ akutnome plućnom edemu u sklopu srčanog popuštanja,⁶ zatajenju disanja u sklopu pneumonije kod imunokompromitiranih bolesnika,⁷ zatajenju disanja kod različitih neuroloških stanja poput multiple skleroze, amiotrofične lateralne skleroze i mišićne distrofije,⁸ zatajenju disanja kod ozljeda grudnoga koša⁹ te u procesu odvajanja od respiratora nakon dugotrajne strojne ventilacije.¹⁰ Nasuprot tomu, primjena NIV-a u hipoksemijskom zatajenju disanja tipa akutnoga respiracijskog distress sindroma (ARDS) je upitna, a njegova učinkovitost je ovisna o nizu čimbenika, od kojih je najvažnije vrijeme primjene. Studija *Lung Safe* koja je rađena na skupini od 2.813 bolesnika s ARDS-om pokazala je da je NIV primijenjen kod 15,5% bolesnika te da je učinkovitost NIV-a bila najlošija u skupini bolesnika s teškim ARDS-om gdje je zabilježen neuspjeh NIV-a kod 47% bolesnika.¹¹

Europska anketa o primjeni neinvazivne ventilacije, provedena među 530 liječnika, pokazala je veliku različitost u primjeni NIV-a u svakodnevnoj praksi, ali i značajan porast njegove primjene zadnjih dvadesetak godina.¹² Osobito brzi porast primjene NIV-a dogodio se tijekom pandemije COVID-19, poglavito zbog potrebe za što kraćim trajanjem potpore disanja i nedostatka respiratora u pojedinim razdobljima velikog priljeva bolesnika, ali i zbog naravi bolesti kod koje je kod većine bolesnika sa zatajenjem disanja funkcija drugih organskih sustava bila očuvana, uključujući očuvanu mentalnu funkciju.

Tako se iz *ISARIC Clinical Data Reporta* od ožujka 2022., koji se odnosi na 109.599 bolesnika oboljelih od COVID-19 sa zatajenjem disanja, vidi da je kod 47,1% bolesnika diljem svijeta primijenjen neki od neinvazivnih načina potpore disanja, dok je 61,3% bolesnika bilo na invazivnoj strojnoj ventilaciji.¹³

Zašto je bolesniku na NIV-u neophodan respiracijski nadzor

Zbog jednostavnijeg postavljanja (očuvan dišni put bolesnika) i sve šire upotrebe (jedinice intenzivne medicine, odjeli hitnoga prijama, kardiološki, pulmološki odjeli, izvanbolničko zbrinjavanje, kućna ventilacija), uvriježena je zabluda da je NIV „jednostavniji“ i manje



SLIKA 1. VELIKI DIŠNI VOLUMEN I VELIKI NEGATIVNI POMACI NA KRIVULJI ALVEOLARNOG TLAKA (PAW) KOD BOLESNIKA KOJI SPONTANO DIŠE

FIGURE 1. HIGH TIDAL VOLUME AND HIGH NEGATIVE SWINGS ON THE ALVEOLAR PRESSURE CURVE (PAW) IN SPONTANEOUSLY BREATHING PATIENT

zahtjevan od invazivne strojne ventilacije. Međutim, za procjenu učinkovitosti NIV-a i pravovremeno uočavanje potrebe za prelaskom na invazivnu strojnu ventilaciju neophodan je sveobuhvatan respiracijski nadzor, za što su dobar monitoring i znanje od ključne važnosti.

Cilj ovoga rada jest ukazati na važnost prepoznavanja „samoozljeđivanja“ pluća izazvanog povećanim dišnim radom, što je čest mehanizam pogoršanja zatajenja disanja neovisno o primarnoj bolesti pluća.¹⁴ Znakovi velikoga dišnog rada koje možemo uočiti pokraj kreveta bolesnika, a koji ukazuju na P-SILI, jesu povećana frekvencija disanja i velik inspiracijski napor. Napominjemo da je opasnost velikoga dišnog rada jednako prisutna kod svih bolesnika koji spontano dišu, neovisno jesu li na NIV-u ili na invazivnoj strojnoj ventilaciji.

Način na koji veliki inspiracijski napor dodatno oštećuje pluća jest njime izazvano povećanje transpulmonalnoga tlaka, koji s posljedičnim upuhivanjem velikih disajnih volumena u slabo prozračena područja pluća izaziva volutraumu i barotraumu.^{14,15} Osim toga, velike negativizacije tlaka u pleuralnom prostoru izazvane snažnom aktivnošću respiracijskih mišića u inspiriraju povećavaju transmuralni tlak u plućnim krvnim žilama i na taj način izazivaju plućni edem, što dalje pogoršava funkciju disanja.

Zlatni standard za mjerenje inspiracijskog napora jest mjerenje ezofagealnog tlaka (engl. *oesophageal pressure*, Pes)¹⁶, no budući da mjerenje Pes-a zahtijeva



SLIKA 2. OKLUZIJSKI TLAK U DIŠNOME PUTU (Po.1)
FIGURE 2. AIRWAY OCCLUSION PRESSURE (Po.1)

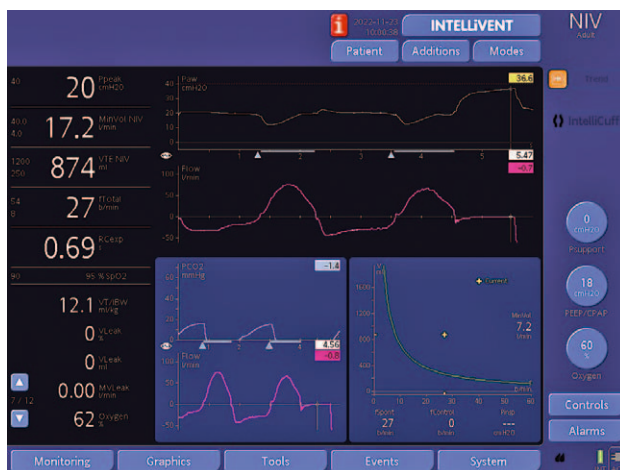
postavljanje ezofagealnog katetera ono se za sada ne radi rutinski. Neizravni pokazatelji povećanoga inspiracijskog napora, a koji su dio standardnoga respiracijskog monitoringa pa ih možemo uočiti kraj kreveta bolesnika jesu:

1. veliki dišni volumen kod spontanog disanja (slika 1)
2. veliki negativni pomaci na krivulji alveolarnog tlaka (slika 1)
3. visoke vrijednosti P0.1¹⁷ (tlak u zatvorenome dišnom putu u prvih 100 milisekundi udisaja) (slika 2)
4. visoki „driving“ tlak, tj. razlika između tlaka platoa (Pplato) dobivenog endinspiracijskim zadržavanjem daha i ukupnog tlaka u end-ekspiriju, a koji je zbroj zadanog tlaka u ekspiriju (engl. *positive end-expiratory pressure*, PEEP) i intrinzičkog ili auto PEEP-a (PEEPi).

Kako kontrolirati veliki dišni rad kod bolesnika koji spontano diše

Veliki inspiracijski napor rezultira većim volumenom udisaja, što se osobito viđa kod bolesnika s izraženom „gladi“ za zrakom u sklopu hipoksemijskog zatajenja disanja. Tek postavljanjem na NIV kod takvih se bolesnika objektivizira koliko je zaista njihov VT velik. Tako smo često kod bolesnika sa zatajenjem disanja u sklopu COVID-19 vidjeli ekstremno visoke VT, čak od 1 do 2 L, što za prosječnog bolesnika znači 15 – 25 ml/kg ITM (idealne tjelesne mase).

Pri odabiru modaliteta disanja potrebno je imati na umu da bismo dodavanjem tlačne potpore (engl. *pressure support*, PS) dodatno povećali „driving“ tlak i VT. Stoga je takvim bolesnicima, ako ostanu na spontanom disanju, štetno dodavati tlačnu potporu, već ih je bolje ostaviti na disanju s trajno pozitivnim tla-



SLIKA 3. POSUPAK ZADRŽAVANJA DAHA NA KRAJU UDISAJA I OČITANJE PPLATO-A (TLAKA PLATO-A) KOD BOLESNIKA KOJI SPONTANO DIŠE

FIGURE 3. END-INSPIRATORY HOLD MANOEUVRE AND PPLATO (PLATO PRESSURE) IN SPONTANEOUSLY BREATHING PATIENT

kom u dišnome putu (engl. *continuous positive airway pressure*, CPAP).

Bitno je spomenuti da se tlakovi u respiracijskom krugu zbrajaju, a to su: tlak proizveden mišićnim radom (engl. *muscle pressure*, P_{mus}), PEEP, PEEPi i PS, ako smo ga zadali. Kod bolesnika koji spontano dišu, postupkom zadržavanja daha na kraju udisaja možemo izmjeriti Pplato, gdje će očitani Pplato biti zbroj svih naprijed navedenih tlakova, tako da iz razlike očitanih Pplato-a i zadanog PEEP-a dobivamo vrijednost „driving“ tlaka (slika 3).¹⁸ Dobro je poznato da su veće vrijednosti „driving“ tlaka povezane s većom smrtnosti i da je „driving“ tlak veći od 15 cm H₂O glavni čimbenik plućne ozljede, bilo da je njegova vrijednost rezultat ekscesivnoga inspiracijskog napora kod bolesnika koji spontano dišu ili visokih tlakova ventilacije kod bolesnika na kontroliranoj ventilaciji.¹⁹

Moderni respiratori automatski očitavaju tlak u prvih 100 ms inspirija u zatvorenome dišnom krugu (P0.1), ali da bi se P0.1 očitavao treba postaviti tlačni okidač udisaja („trigger“ inspirija). Njegova vrijednost korelira sa snagom inspirija pa je tako u nekim situacijama (npr. kod bolesnika s akutizacijom KOPB-a) koristan u procjeni spremnosti bolesnika za odvajanje od respiratora, dok kod bolesnika s velikom „gladi“ za zrakom dobro korelira s Pes-om i koristan je pokazatelj inspiracijskog napora, kao i opasnosti od P-SILI.¹⁷

Više je načina da smanjimo bolesnikovu „glad“ za zrakom i rad disanja, a najčešće tek kombiniranjem i zbrajanjem pozitivnih učinaka više njih postizemo vidljiv klinički napredak. Prvenstveno je potrebno osigurati dobru ventilaciju, a za to je neophodan „recruitment“ pluća, koji ćemo kod bolesnika na spontanom disanju postići odabirom adekvatnoga PEEP-a. Morais

i suradnici su pokazali da je kod bolesnika s ARDS-om koji spontano dišu podizanje PEEP-a od 5 cm H₂O na 15 cm H₂O rezultiralo smanjenjem negativnih pomaka Pes-a za oko 50%, što je značilo isto toliko smanjenje inspiracijskog napora. Iz navedenih rezultata zaključili su da adekvatan PEEP održavanjem otvorenih pluća rezultira: smanjenjem atelektotraume, povećanjem funkcionalnoga rezidualnog kapaciteta (FRC), smanjenjem edema u plućnome tkivu, što sve smanjuje P-SILI.²⁰

Osim dobro odabranog PEEP-a, sljedeće što može smanjiti P-SILI jest bolja usklađenost ventilacije i perfuzije pluća, a za što se pokazalo da je kod bolesnika s ARDS-om²¹ i kod bolesnika sa zatajenjem disanja uslijed bolesti COVID-19 od velike koristi potrbušni položaj.²²

Za osiguravanje dobre ventilacije neophodna je i dobra sinkronizacija bolesnika i respiratora, što ćemo postići ispravnim odabirom inspiracijskog i ekspiracijskog okidača.²³

Što se tiče kontrole frekvencije disanja, od presudnog je značenja umiriti bolesnika razgovorom i objašnjenjem situacije, ako je potrebno i sedirati ga, smanjiti povišenu tjelesnu temperaturu i svakako djelovati na etiološke čimbenike zatajenja disanja, tj. liječenje osnovne bolesti.

Zaključak

Ovaj smo članak namijenili svim liječnicima koji primjenjuju NIV u svakodnevnoj kliničkoj praksi. Cilj nam je bio ukazati na osnovne značajke mehanike ventilacije kod bolesnika koji dišu spontano, kao i na korištenje jednostavnih pokazatelja koji su standardni dio respiracijskog nadzora svakoga modernog respiratora, s ciljem prepoznavanja velikog rada disanja. Također smo nastojali ukazati na moguće načine kontrole rada disanja, usmjerene na smanjenje P-SILI i sprječavanje daljnjeg pogoršanja respiracijske funkcije.

Dobra mehanika disanja glavni je preduvjet dobre respiracijske funkcije, tj. adekvatne izmjene plinova. Stoga je glavni zadatak svake potpore disanja osigurati dobru mehaniku disanja uz što manju ozljedu pluća. Naravno da je uz nadzor mehanike disanja potrebno nadzirati i pokazatelje respiracijske funkcije, tj. izmjene plinova. Pokazatelji koje rutinski nadziremo jesu PaO₂ (parcijalni tlak kisika u arterijskoj krvi), PaCO₂ (parcijalni tlak ugljičnog dioksida u arterijskoj krvi), koncentracija ugljičnog dioksida u izdahnutom zraku (engl. *end tidal* CO₂, ETCO₂) i SpO₂ (zasićenost periferne krvi kisikom mjerena pulsnom oksimetrijom). Važno je imati na umu da su pokazatelji oksigenacije, i PaO₂ i SpO₂ podložni promjenama ovisno o zadanoj koncentraciji kisika, a da je ETCO₂ ovisan kako o ventilacijskoj funkciji tako i o prokrvljenosti pluća. Stoga samo sveobuhvatan nadzor koji uključuje i respiracij-

ske i hemodinamske pokazatelje, kao i razložno kliničko promišljanje, može rezultirati sigurnom potporom disanja.

Nadamo se da će redovito praćenje u članku navedenih respiracijskih pokazatelja, dostupnih kraj kreveta bolesnika, pomoći učinkovitijoj i sigurnijoj primjeni NIV-a.

INFORMACIJE O SUKOBU INTERESA

Autori nisu deklarirali sukob interesa relevantan za ovaj rad.

INFORMACIJA O FINANCIRANJU

Za ovaj članak nisu primljena financijska sredstva.

DOPRINOS AUTORA

KONCEPCIJA ILI NACRT RADA: JK, MJ, IM, NMV

PRIKUPLJANJE, ANALIZA I INTERPRETACIJA PODATAKA: JK

PISANJE PRVE VERZIJE RADA: JK

KRITIČKA REVIZIJA: MJ, IM, NMV

LITERATURA

1. Motley HL, Werko L, Cournand A, Richards DW. Observations on the clinical use of intermittent positive pressure. *J Aviation Med.* 1947;18:417–35.
2. Pierson DJ. History and epidemiology of noninvasive ventilation in the acute-care setting. *Respir Care.* 2009;54:40–52
3. Meduri GU, Conoscenti CC, Menashe P, Nair S. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest.* 1989;95:865–870.
4. Brochard L. Mechanical ventilation: invasive versus noninvasive. *Eur Respir J.* 2003;22:31s–37s.
5. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliot MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Brit Med J.* 2003;326:185–90.
6. Gray A, Goodacre S, Newby DE, Masson M, Sampson F, Nicholl J. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med.* 2003;359:142–51.
7. Gregg RW, Friedman BC, Williams JE, McGrath BJ, Zimmerman JE. Continuous positive airway pressure by face mask in *Pneumocystis carinii* pneumonia. *Crit Care Med.* 1990;18:21–4.
8. Bach JR, Alba AS, Saporito LR. Intermittent positive pressure ventilation via the mouth as an alternative to tracheostomy for 257 ventilator users. *Chest.* 1993;103:174–82.
9. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures. Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. *Chest.* 1990;97:943–8.
10. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173:164–70.
11. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Madotto F, Fan E, Brochard L i sur. Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE Study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195:67–77.

12. Crimi C, Noto A, Princi P, Esquinas A, Nava S. A European Survey of noninvasive ventilation practices. *Eur Respir J*. 2010;36:362–9.
13. ISARIC Clinical Characterisation Group. ISARIC COVID-19 Clinical Data Report issued 27 March 2022. [Internet]. Dostupno na: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.17.20155218v15> [Pristupljeno 15. listopada 2022.].
14. Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. Mechanical ventilation to minimize progression of lung injury in acute respiratory failure. *Am J Resp Crit Care Med*. 2017;195:438–42.
15. Gattinoni L, Marini JJ, Pesenti A, Quintel M, Mancebo J, Brochard L. The „baby lung“ became an adult. *Intens Care Med*. 2016;42:663–73.
16. Mauri T, Yoshida T, Bellani G, Goligher EC, Carteaux G, Ritayamai N i sur. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives. *Intens Care Med*. 2016;42:1360–73.
17. Brenner M, Mukao DS, Russell JE, Spiritus EM, Wilson AF. A new method for measurement of airway occlusion pressure. *Chest*. 1990;98:421–7.
18. Foti G, Cereda M, Banfi G, Pelosi P, Fumagalli R, Pesenti A. End-inspiratory airway occlusion A method to assess the pressure developed by inspiratory muscles in patients with acute lung injury undergoing pressure support. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;168:1210–6.
19. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA i sur. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747–55.
20. Morais CC, Koyama Y, Yoshida T, Plens GM, Gomes S, Lima CA i sur. High-positive end-expiratory pressure renders spontaneous effort noninjurious. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197:1285–96.
21. Vieillard-Baron A, Rabiller A, Chergui K, Peyrouset O, Page B, Beauchet A i sur. Prone position improves mechanics and alveolar ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Intens Care Med*. 2005;31:220–6.
22. Koeckerling D, Barker J, Mudalige NI, Oyefeso O, Pan D, Paareek M i sur. Awake prone positioning in COVID-19. *Thorax*. 2020;75:833–4.
23. Robinson BR, Blakeman TC, Toth P, Haneman D, Mueller E, Branson RD. Patient-ventilator asynchrony in a traumatically injured population. *Respir Care*. 2013;58:1847–55.

