

## ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 11.02.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 18.03.2020

© Akademia Medycyny

### Rola wentylacji nieinwazyjnej w intensywnej terapii

### *The role of non-invasive ventilation in intensive care*

Dariusz Maciejewski<sup>1,2</sup>, Małgorzata Bizoń<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

<sup>2</sup> Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Szpitala Wojewódzkiego w Bielsku-Białej



### Streszczenie

Na tle informacji o historii wentylacji nieinwazyjnej, autorzy przedstawili aktualne wskazania do zastosowania wentylacji nieinwazyjnej (NIV) w oddziałach intensywnej terapii. Najbardziej spektakularna grupa wskazań jest związana z powikłaniami i zaostrzeniami przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Podstawowe czynniki związane z powodzeniem zastosowania wentylacji nieinwazyjnej dotyczą: doboru pacjenta, odpowiedniego respiratora i dobranych interfejsów wentylacji, stosowanego trybu wentylacji oraz optymalnej synchronizacji pacjent/respirator. NIV jest uznanym sposobem wentylacji mechanicznej w różnych sytuacjach klinicznych spotykanych w leczeniu krytycznie chorych i nabiera coraz większego znaczenia podczas zakończenia wentylacji mechanicznej. Należy zwrócić uwagę na rolę NIV na różnych etapach wentylacji chorych otyłych, pacjentów w podeszłym wieku, pacjentów w stanie astmatycznym czy w przypadku leczenia paliatywnego. Chociaż NIV stanowi ważną alternatywę dla rozpoczęcia wentylacji inwazyjnej, w żaden sposób nie powinien opóźniać wskazań do intubacji dotchawiczej. Zakres realnych prób stosowania NIV rośnie podobnie jak lista wskazań. Duży wpływ na ten fakt ma poprawa dostępności sprzętu i jego jakość oraz standardowe wyposażenie respiratorów klinicznych w moduły wentylacji nieinwazyjnej. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 350-355.*

*Słowa kluczowe: wentylacja nieinwazyjna, maska twarzowa, hełm wentylacyjny, wskazania, POChP, ARDS*

### Abstract

On the background of information on the history of non-invasive ventilation (NIV), the authors presented current indications for the use of NIV in intensive care units. The most spectacular group of indications is associated with complications and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. The basic factors related to the successful application of non-invasive ventilation relate to: – patient selection, – appropriate ventilator and selected ventilation interfaces, – ventilation mode and optimal patient / ventilator synchronization. NIV actually is a recognized method of mechanical ventilation in various clinical situations encountered in the treatment of critically ill patients and is becoming increasingly important during the termination of mechanical ventilation. Attention should be paid to the role of NIV at various stages of ventilation in obese patients, the elderly, patients in asthmatic status or in palliative treatment. Although NIV is an important alternative to initiating invasive ventilation, it should in no way delay indications for endotracheal intubation. The scope of real attempts at using NIV is growing similarly to the list of indications. This fact is largely influenced by the improvement in the availability of equipment and its quality as well as the standard equipment of clinical ventilators with non-invasive ventilation modules. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 350-355.*

*Keywords: non-invasive ventilation, face mask, ventilation helmet, indications, COPD, ARDS*

Wbrew ogólnie panującym przekonaniom wentylację nieinwazyjną należy uznać za pierwotną formę leczenia niewydolności oddechowej. Jeśli bowiem pominiemy historyczne i intuicyjne próby wentylowania ludzi przez Paracelsusa (1530 r.) miechem do rozpalania kominka czy eksperymentalne postępowanie Andreasa Vesaliusza (1543 r.), wdmuchującego przez trzcinę powietrze do tchawicy zwierzęcia doświadczalnego, pozostałe eksperymenty, już w XIX wieku, dotyczyły wentylacji nieinwazyjnej. Należy jednak rozgraniczyć dwie formy takiego postępowania. Pierwsza z nich wywodziła się z rozważań Benjamina Brodiego, genialnego angielskiego fizjologa, który uznał (1811 r.), że sztuczna wentylacja jest możliwa wyłącznie przez naśladowanie mechanizmów fizjologicznego oddychania. Efektem było konstruowanie urządzeń obniżających ciśnienie dookoła klatki piersiowej (respiratory kabinowe, respirator rurowy E. Woileza, respiratory kirysowe – panczerwowe, żelazne płuca Drinkera, respirator Emersona itp.). Jednak doświadczenia Johana H. Drägera z początku XX wieku z zastosowaniem dodatknych ciśnień w drogach oddechowych aplikowanych przez metalową maskę (Pulmotor, 1907 r.), wzmocnione później przez zastosowanie tej techniki w USA (Ray Bennett, 1949 r.) i w Europie (Carl Gunnar Engstrom, 1952 r.) zwróciły uwagę na możliwość i przydatność generowania dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych [1,2]. Do zróżnicowania technologii jak i terminologii doszło w zasadzie w momencie, kiedy uzmysłowiono sobie zagrożenia płynące z intubacji dotchawiczej. Stąd tę technologię wentylacji uznano za „inwazyjną” w odróżnieniu od posługiwania się nadkrtańcowymi sposobami generowania dodatnich ciśnień w drzewie oskrzelowym (głównie maskami i hełmami). Brak przekraczania symbolicznej linii strun głosowych nomenklaturowo został nazwany wentylacją nieinwazyjną (non-invasive ventilation – NIV) [2-4]. Ten nieco przydługi wstęp ma uświadomić PT Czytelnikowi względność i umowność stosowanych terminów, gdyż nieumiejętne zastosowanie NIV może być równie inwazyjne jak źle prowadzona wentylacja z dodatknymi ciśnieniami przez sztuczne drogi oddechowe. Uświadomienie sobie tego faktu sprawia czasami spore trudności.

Pierwsze Oddziały Intensywnej Terapii (OIT), które powstały w USA (Albert Bower, 1949 r.) i Skandynawii (Bjorn A. Ibsen, 1952 r.) koncentrowały się głównie na terapii wentylacyjnej w następstwie

pandemii polio. Jednak z czasem rola optymalnej wentylacji płuc w przebiegu różnych schorzeń, wymagających postępowania intensywnego – wzrosła wraz ze zrozumieniem możliwości medycyny intensywnej. Rozważania dotyczące aktualnych wskazań do leczenia z zastosowaniem wentylacji nieinwazyjnej, sklasyfikowane wg wartości naukowej doniesień, można uszeregować w następujący sposób:

- wynikające z kontrolowanych badań randomizowanych – zaostrzenia POChP (A), odzwyczajanie od respiratora chorych z POChP (A), kardiogenne obrzęk płuc (A), chorzy immunosupresyjni (A);
- będące efektem badań kohortowych – chorzy nie do intubacji, chorzy terminalni, niepowodzenia ekstubacji i zagrożenie reintubacją, pozaszpitalne zapalenia płuc u chorych z POChP, pooperacyjna niewydolność oddechowa (B), prewencja ostrej niewydolności oddechowej w astmie (B), ciężkie zapalenia płuc pozaszpitalne, planowe zakończenie wentylacji mechanicznej (weaning);
- rezultaty przeglądu kontrolowanych badań klinicznych (choroby nerwowo-mięśniowe, częściowa obstrukcja górnych dróg oddechowych, urazy klatki piersiowej, ostra niewydolność oddechowa w astmie (B), ARDS (C));
- opisy przypadków i indywidualne badania kliniczne (chorzy w bardzo podeszłym wieku, mukowiscydoza, hipowentylacja otyłych (B), idiopatyczne włóknienie płuc (C) [4,5].

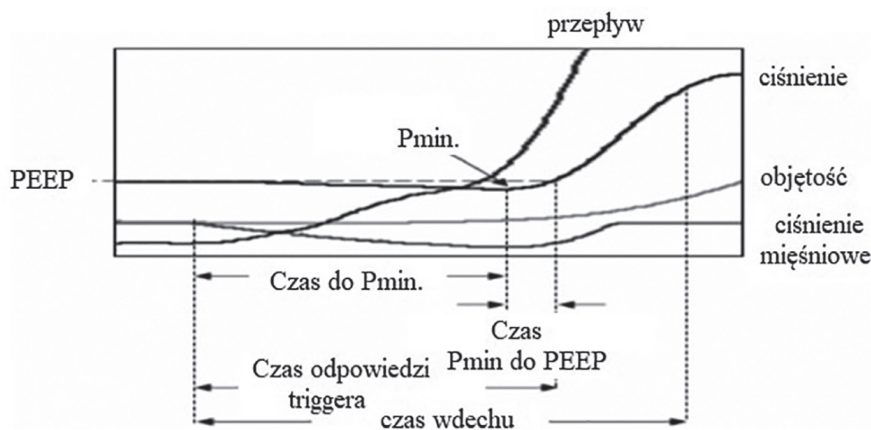
W nawiasach umieszczono ocenę wybranych wskazań wg taksonomii Delphi (wg Seyfi S i wsp. *Caspian J Intern Med.* 2019;10:1-6). W tym kontekście niektóre z przedstawionych wskazań mogą się wydać kontrowersyjne, jednak często wynikają z aktywności piśmienniczej autorów i form przedstawianych doniesień, co powoduje, że np. oczywiste zastosowanie NIV w hipowentylacji otyłych czy obturacyjnym bezdechu śródśennym nie znajduje się dzisiaj w randomizowanych doniesieniach, jednak pozostaje oczywiste dla większości posługujących się NIV w warunkach intensywnej terapii lub opracowujących wskazania do wentylacji domowej tym sposobem [2,5]. Przedstawione powyżej wskazania jednoznacznie świadczą o możliwości zastosowania NIV w hyperkapniczej, jak i hipoksemicznej postaci niewydolności oddechowej. Warunkiem jednak pozostaje zachowanie aktywności mięśni oddechowych oraz odpowiednio dobrany sprzęt wentylacyjny. Podstawowe czynniki związane z zastosowaniem wentylacji nieinwazyjnej dotyczą:

- doboru pacjenta (wiek i jak najlepszy stan ogólny, brak deficytu neurologicznego),
- rodzaju i jakości sprzętu wentylacyjnego – respiratora i interfejsów wentylacji przy założeniu optymalnego uszczelnienia interfejsu i optymalnej kompensacji przecieków,
- doboru trybu wentylacji do schorzenia podstawowego i aktualnych możliwości wentylacyjnych chorego (ciągłe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych, metody wsparcia ograniczane ciśnieniem),
- optymalnej synchronizacji pacjent/respirator [4,7].

Monitorowanie NIV w fazie szpitalnej zazwyczaj nie odbiega od standardów monitorowania chorych OIT. Biorąc pod uwagę stan przytomności chorego (dopuszczalna umiarkowana sedacja), ważne są elementy całościowej opieki nad chorym. Rozmowa pozwala na wytłumaczenie sensu prowadzonych działań a także dostosowanie interfejsów i trybów wentylacji do potrzeb chorego i stanu klinicznego [7,8]. Zakłada się, że spełnienie podstawowych warunków doboru NIV poprawi wymianę gazową i wskaźniki hemodynamiczne pacjenta w ciągu pierwszych 2 godzin wentylacji NIV, przy braku szczególnego wysiłku oddechowego i wzmożonej pracy oddechowej. Zazwyczaj tolerowana hiperkarbia waha się w granicach 45-95 mmHg przy wartościach pH 7,1-7,35 (wartości najwyższe w przypadku POChP z wieloletnim przebiegiem). Dobór respiratora powinien rozważać dobrą kompensację

powstających przecieków. Utrata objętości w obrębie interfejsu powinna wynosić 2-5 ml przy obniżeniu ciśnienia o 0,3 -0,5 cm H<sub>2</sub>O z jak najkrótszym czasem odpowiedzi triggera (ok 100 ms) [4,9]. Co ciekawe, respiratory dedykowane wyłącznie wentylacji NIV nie zawsze osiągają powyższe parametry, ze względu na prostotę konstrukcji, natomiast moduły NIV respiratorów inwazyjnych zazwyczaj w dostateczny sposób spełniają wymagania pacjenta. Podstawowe parametry, istotne dla wydolnej wentylacji prezentuje rycina nr 1 [wg 9]. Należy zwrócić uwagę, iż wydłużanie czasów osiągania poszczególnych etapów wentylacji nie jest korzystne dla tolerancji NIV przez chorego.

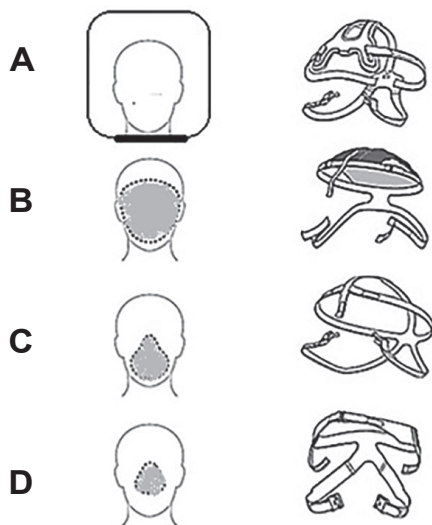
Osobnym, choć czasami o podstawowym znaczeniu, problemem NIV pozostaje dobór interfejsu. Zróżnicowanie budowy twarzoczaszki, stopień pobudzenia pacjenta czy klaustrofobia lub negatywne odczucia temperaturowe powstające w przebiegu NIV niweczą czasami najbardziej nawet przemyślany plan leczenia wentylacyjnego. Stąd dobór interfejsów w OIT powinien być jak najpełniejszy, zakładać różne rozmiary urządzeń, różne formy uprząży podtrzymujących oraz zróżnicowane konstrukcje interfejsów i ich podpór twarzowych. Niektóre firmy produkują przymiary antropometryczne dla doboru masek twarzowo- nosowych, ale przy generalnie dobrej intencji, ich uniwersalność jest wątpliwa. Rycina 2 prezentuje różne sposoby mocowania interfejsów NIV oraz ich podstawowe rodzaje.



Rycina 1. Etapy wyzwalania wentylacji nieinwazyjnej

Figure 1. Stages of triggering non-invasive ventilation

Źródło/Source: wg/according to Chatburn RL. Which ventilators and modes can be used to deliver noninvasive ventilation? *Respir Care*. 2009;54(1):85-99.



Rycina 2. Różne rodzaje interfejsów wentylacji nieinwazyjnej: hełm wentylacyjny (A) pełna maska twarzowa (B), maska nosowo – twarzowa (C), maska nosowa (D) oraz różne rodzaje uprząży mocujących

Figure 2. Various types of non-invasive ventilation interfaces: ventilation helmet (A) full face mask (B), naso-face mask (C), nose mask (D) and various types of attachment harnesses

Powszechnie uważa się, że dobra tolerancja interfejsu i dostosowany do potrzeb pacjenta i zapewniający oczekiwaną wymianę gazową tryb wentylowania pacjenta stanowią wystarczający, kliniczny dowód powodzenia NIV [10,11]. Istnieją jednak przeciwwskazania do NIV, które w wielu sytuacjach należy rozważyć. Należą do nich:

- niedrożność górnych dróg oddechowych,
- wysokie ryzyko aspiracji lub regurgitacji,
- znaczna ilość wydzieliny i niemożność skutecznej ewakuacji,
- operacje w nadbrzuszu we wczesnym okresie pooperacyjnym,
- krwawienie z przewodu pokarmowego,
- brak współpracy z pacjentem,
- encefalopatia z GCS < 10,
- zatrzymanie krążenia,
- krytyczna niestabilność hemodynamiczna i/lub ciężkie zaburzenia rytmu,
- krytyczna anatomiczna deformacja twarzy (naturalna lub pozabiegowa) [4,5,7,8].

Respektowanie reguł doboru klinicznego NIV pozwala zazwyczaj skutecznie stosować NIV na różnych etapach leczenia chorych intensywnej terapii. Z punktu widzenia epidemiologii zachorowań najczęściej kwalifikacje do NIV w OIT uzyskują chorzy cierpiący na zaostrzenia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc [7,12,13]. W tym przypadku doświadczony intensywiści zazwyczaj wstrzymuje się z intubacją dotchawiczą wobec stanu biomechanicznego płuc oraz dysfunkcji aparatu mięśniowego pacjentów. Osadnik i wsp. analizując 17 randomizowanych kontrolowanych doniesień zastosowania NIV w tych przypadkach (n = 1264; wiek 66,8 lat (57,7 ± 70,5); 65% – płeć męska) stwierdzili, że NIV zmniejsza ryzyko śmierci o 46% (RR 0,54, 95% CI: 0,38-0,76), obniża ryzyko konieczności intubacji o 65% (RR 0,36, 95% CI: 0,28-0,46) i wydaje się być korzystna jako interwencja pierwszego rzutu [12]. Również zastosowanie NIV w przebiegu ciężkich zapaleń płuc wymagających wsparcia wentylacyjnego może przynieść korzyści [3,6,14]. Stefan i wsp. analizując przypadki ciężkiego zapalenia płuc stwierdzili w 27,9% przypadków zastosowanie NIV [14]. Leczeni NIV byli starsi i ich ocena kliniczna była niska, ponieważ w większości prezentowali zastoinową niewydolność serca i/lub POChP. Jednak śmiertelność w grupie NIV wyniosła 15,8%, w stosunku do wentylacji inwazyjnej 29,8%. Natomiast konieczność konwersji z NIV do wentylacji inwazyjnej zwiększała śmiertelność do 25,9%. Jednak sumaryczne ryzyko zgonu było niższe u pacjentów leczonych NIV (względne ryzyko: 0,71, 95% CI: 0,59-0,85), wykazując ponadto korzystne oddziaływanie u pacjentów z chorobami serca i płuc (względne ryzyko 0,59, 95% CI: 0,47-0,75). W najcięższej formie niewydolności oddechowej, jaką jest zespół ostrej niewydolności oddechowej istnieje możliwość zastosowania NIV w 35% przypadków dotyczących szczególnie łagodnej i umiarkowanej postaci ARDS (wg klasyfikacji berlińskiej), jeżeli PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> > 150 mmHg [15-19]. Thile i wsp. uważają, że w takich przypadkach NIV jest leczeniem wentylacyjnym pierwszego rzutu [18]. Dres i wsp. w grupie 462 chorych z ARDS zastosowali NIV w 18,4% przypadków [19]. Stwierdzili niepowodzenie takiego postępowania w 58,3% chorych, co było związane z młodszym wiekiem pacjentów (p = 0,007) i wysoką punktacją w skali APACHE II (p = 0,018). Zauważono też, że niepowodzenie NIV w konsekwencji powodowało wydłużenia czasu leczenia w OIT p < 0,001, wydłużenia czasu leczenia w szpitalu p = 0,01 oraz ryzyko śmierci

w trakcie leczenia szpitalnego  $p = 0,007$  [19]. Mniej kontrowersyjne doniesienia zastosowania NIV są związane z tym sposobem wentylacji podczas planowego zakończenia inwazyjnej wentylacji mechanicznej, szczególnie wtedy, kiedy test oddychania spontanicznego, przeprowadzony w konwencjonalny sposób lub z zastosowaniem PSV, nie kwalifikuje chorego do zakończenia leczenia respiratorem, ale ocena kliniczna skłania się w kierunku próby usunięcia rurki intubacyjnej [16,17]. Wówczas NIV jest polecanym i zalecanym sposobem postępowania. Yeung i wsp. analizując bardzo dużą grupę chorych ( $n = 251609$ ), u których zastosowano NIV podczas zakończenia wentylacji mechanicznej stwierdzili, że z zastosowaniem NIV wiąże się niższa śmiertelność [16]. Efekt zastosowania NIV u chorych z POChP daje niemal pewność pomyślnego zakończenia tego manewru, w odróżnieniu od populacji mieszanej, o różnych rozpoznaniach, gdzie powodzenie jest mniej pewne [17]. Natomiast niewątpliwym dowodem jest skrócenie czasu pobytu w OIT oraz mniejsza ilość infekcji układu oddechowego związanych z wentylacją mechaniczną. Dokonana obserwacja zwróciła również uwagę na fakt, że zakończenie wentylacji NIV nie wpływało ostatecznie na długość pobytu w szpitalu i śmiertelność odległą leczonych. Podsumowując powyższe rozważania, należy stwierdzić, że NIV jest uznanym sposobem wentylacji mechanicznej w różnych sytuacjach klinicznych spotykanych w leczeniu

krytycznie chorych i nabiera coraz większego znaczenia podczas zakończenia wentylacji mechanicznej. Należy tu zwrócić uwagę na chorych otyłych, pacjentów w podeszłym wieku, pacjentów w stanie astmatycznym czy w przypadku leczenia paliatywnego [4,5,21-24]. Chociaż NIV stanowi ważną alternatywę dla rozpoczęcia wentylacji inwazyjnej, w żaden sposób nie powinien opóźniać wskazań do intubacji dotchawiczej [16]. Zakres realnych prób stosowania NIV rośnie podobnie jak lista wskazań. Duży wpływ na ten fakt ma poprawa dostępności sprzętu i jego jakość oraz standardowe wyposażenie respiratorów klinicznych w moduły wentylacji nieinwazyjnej. W związku z powyższym, intensywne terapię wydaje się być szczególnie ważnym polem (choć nie jedynym) zastosowania wentylacji nieinwazyjnej na różnych etapach leczenia respiratorem niewydolności oddechowej [24,25].

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Dariusz Maciejewski  
Wydział Nauk o Zdrowiu ATH  
ul. Willowa 2; 43-300 Bielsko-Biała  
☎ (+48 33) 827 94 03  
✉ dmaciejewski@szkolawentylacji.pl

## Piśmiennictwo/References

1. Kacmarek RM. The mechanical ventilator: past, present, and future. *Respir Care* 2011;56(8):1170-80.
2. Maciejewski D. Historia wentylacji mechanicznej. [In:] *Wentylacja mechaniczna – teoria i praktyka*. Maciejewski D, Wojnar-Gruszka K (eds.) alfa medica press; 2016. p. 123-145.
3. Dres M, Brochard L. Noninvasive Ventilatory Support in Acute Respiratory Distress Syndrome. [In:] *ARDS* Chiumello D. [ed.] 2017.p. 245-267.
4. Szkulmowski Z. Wentylacja nieinwazyjna. [In:] *Wentylacja mechaniczna – teoria i praktyka*. Maciejewski D, Wojnar-Gruszka K (eds.) alfa medica press; 2016. p. 321-350.
5. Selim BJ, Wolfe L, Coleman JM 3rd, Dewan NA. Initiation of Noninvasive Ventilation for Sleep Related Hypoventilation Disorders: Advanced Modes and Devices. *Chest*. 2018;153(1):251-65.
6. Ergon B, Oczkowski S, Rochweg B, et al. European Respiratory Society guidelines on long-term home non-invasive ventilation for management of COPD. *Eur Respir J*. 2019;54(3).
7. Nava S, Ceriana P. Noninvasive ventilation: causes of success or failure. [In:] *Mechanical ventilation*. Slutsky A, Brochard L (eds.). Springer; 2005. p. 203-209.
8. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Members Of The Task Force. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017;50(2).
9. Chatburn R.L. Which ventilators and modes can be used to deliver noninvasive ventilation? *Respir Care*. 2009;54(1):85-99.
10. Gregoretti C, Pisani L, Cortegiani A, Ranieri VM. Noninvasive Ventilation in Critically Ill Patients. *Crit Care Clin*. 2015;31(3):435-57.
11. Comellini V, Pacilli AMG, Nava S. Benefits of non-invasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. *Respirology*. 2019;24(4): 308-37.

12. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Jul 13;7(7):CD004104.
13. Ferrer M, Torres A. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care.* 2015;21(1):1-6.
14. Stefan MS, Priya A, Pekow PS, et al. The comparative effectiveness of noninvasive and invasive ventilation in patients with pneumonia. *J Crit Care.* 2018;43:190-6.
15. Bajaj A, Kumar S, Inamdar AH, Agrawal L. Noninvasive ventilation in acute hypoxic respiratory failure in medical intensive care unit: A study in rural medical college. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2019;9(1):36-42.
16. Yeung J, Couper K, Ryan EG, et al. Non-invasive ventilation as a strategy for weaning from invasive mechanical ventilation: a systematic review and Bayesian meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2018;44(12):2192-204.
17. Perkins GD, Mistry D, Lall R, et al. Protocolised non-invasive compared with invasive weaning from mechanical ventilation for adults in intensive care: the Breathe RCT. *Health Technol Assess.* 2019;23(48):1-114.
18. Thille AW, Contou D, Fragnoli C, et al. Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure: intubation rate and risk factors. *Crit Care.* 2013;17(6):R269.
19. Dres M, Brochard L. Noninvasive Ventilatory Support in Acute Respiratory Distress Syndrome. [In:] ARDS Chiumell D [ed.]. 2017; 245-67.
20. Pépin JL, Timsit JF, Tamsier R, Borel JC, Lévy P, Jaber S. Prevention and care of respiratory failure in obese patients. *Lancet Respir Med.* 2016;4(5):407-18.
21. Kara I, Yildirim F, Zerman A, et al. The impact of frailty on noninvasive mechanical ventilation in elderly medical intensive care unit patients. *Aging Clin Exp Res.* 2018;30(4):359-66.
22. Diaz de Teran T, Barbagelata E, Cilloniz C, et al. Non-invasive ventilation in palliative care: a systematic review. *Minerva Med.* 2019;110(6):555-63.
23. Bond KR, Horsley CA, Williams AB. Non-invasive ventilation use in status asthmaticus: 16 years of experience in a tertiary intensive care. *Emerg Med Australas.* 2018;30(2):187-92.
24. Bello G, De Pascale G, Antonelli M. Noninvasive Ventilation. *Clin Chest Med.* 2016;37(4):711-21.
25. Huang HW, Sun XM, Shi ZH, et al. Effect of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy Versus Conventional Oxygen Therapy and Noninvasive Ventilation on Reintubation Rate in Adult Patients After Extubation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Intensive Care Med.* 2018;33(11):609-23.