

## ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 11.02.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 10.03.2020

© Akademia Medycyny

# Postępy w wentylacji mechanicznej 2019/2020 *Advances in mechanical ventilation 2019/2020*

**Miłosz Jankowski**

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Szpital Uniwersytecki w Krakowie  
Pracownia Podejmowania Decyzji Klinicznych i Ośrodek Przeglądów Systematycznych  
na Wydziale Lekarskim, Uniwersytet Jagielloński, *Collegium Medicum*, Kraków



## Streszczenie

W niniejszym artykule przeglądowym przedstawiono wyniki najważniejszych badań klinicznych i zalecenia z wytycznych praktyki klinicznej dotyczących wentylacji mechanicznej (WM), które opublikowano w ciągu ostatnich kilkunastu miesięcy. Przedstawione publikacje odnoszą się nie tylko do strategii WM – doboru jej parametrów i interwencji towarzyszących. Niemniej istotnymi zagadnieniami są postępowanie bezpośrednio poprzedzające podjęcie inwazyjnej WM oraz wycofywanie się z tej metody leczenia i opieka nad chorymi po zakończeniu WM, aby zapobiec konieczności jej wznowienia. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 263-270.*

*Słowa kluczowe: inwazyjna i nieinwazyjna wentylacja mechaniczna płuc, niewydolność oddechowa, zespół ostrej niewydolności oddechowej, odzwyczajanie od respiratora*

## Abstract

This review presents the most important results of clinical trials and recommendations from clinical practice in the field of mechanical ventilation (MV), that were published during last months. These publications focused not only on strategies of MV in terms of modes, parameters, monitoring and cointerventions. Management immediately before commencement of MV as well as liberation from MV (weaning) and healthcare after extubation to prevent the need of MV recommence were of no less importance. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 263-270.*

*Keywords: invasive and noninvasive mechanical ventilation, respiratory failure, acute respiratory distress syndrome, liberation from mechanical ventilation (weaning)*

## Wstęp

W trakcie ostatnich kilkunastu miesięcy opublikowano szereg ważnych badań klinicznych dotyczących wentylacji mechanicznej płuc. Tematyka najbardziej interesujących prac koncentrowała się na:

- postępowaniu bezpośrednio przed wentylacją mechaniczną (WM) – wykorzystaniu różnych metod preoksygenacji przed intubacją w Oddziałach Intensywnej Terapii (OIT),
- strategiach WM w ostrej niewydolności oddechowej,

wej, w tym kierowaniu się w doborze parametrów wentylacji wynikami badań obrazowych i monitorowaniem ciśnienia przełykowego oraz podejmowaniu manewrów rekrutacyjnych,

- interwencjach towarzyszących WM – tlenoterapii i farmakoterapii (sedacji i zwiotczeniu mięśni szkieletowych),
- wycofywaniu się z inwazyjnej WM i zapobieganiu jej wznowieniu, m in. z zastosowaniem wentylacji nieinwazyjnej i wysokoprzepływowej tlenoterapii donosowej,

- nieinwazyjnej WM – stosowanej w szpitalach u chorych z kardiogenym obrzękiem płuc i długotrwale poza szpitalem u pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP).

Poniżej przedstawiono podsumowanie tych publikacji.

## Postępowanie bezpośrednio przed wdrożeniem wentylacji mechanicznej płuc

W wielu OIT postępowaniem rutynowym przed intubacją poprzedzającą WM jest **wentylacja 100% tlenem z użyciem maski twarzowej z workiem samorozprężalnym**, zdarza się jednak, że **preoksygenacja** ogranicza się do tlenoterapii biernej albo się jej nie podejmuje. W 7 OIT ośrodków akademickich z USA przeprowadzono badanie z randomizacją (*randomised controlled trial* – RCT) o akronimie PreVent, dotyczące tego zagadnienia i obejmujące 401 chorych. W grupie interwencji w okresie od rozpoczęcia indukcji znieczulenia przed intubacją do podjęcia laryngoskopii prowadzono wentylację 100% tlenem z użyciem maski z workiem samorozprężalnym (zalecano oburęczne uszczelnianie maski, częstotliwość oddechów 10/min, użycie zastawki zapewniającej ciśnienie końcowo-wydechowe 5-10 cm H<sub>2</sub>O, zastosowanie minimalnej objętości oddechowej zapewniającej unoszenie się klatki piersiowej, odginanie głowy ku tyłowi i uniesienie żuchwy oraz zakładanie rurki ustno-gardłowej, ostatnie z tych zaleceń było jednak spełniane w niespełna 40% przypadków). W grupie kontrolnej w analogicznym okresie nie podejmowano preoksygenacji. Mediana minimalnego wysycenia hemoglobiny krwi tętniczej tlenem (SpO<sub>2</sub>) 2 minuty po intubacji była znamienne wyższa w grupie interwencji niż w grupie kontrolnej (96% w porównaniu z 93%, p = 0,01). Wentylacja z użyciem maski z workiem samorozprężalnym wiązała się też z dwukrotnie mniejszą częstością spadków SpO<sub>2</sub> < 80% w porównaniu z jej zaniechaniem (10,9% w porównaniu z 22,8%, ryzyko względne [RR] 0,48, 95% przedział ufności [95% CI] 0,30-0,77). Nie odnotowano znamienych różnic w odniesieniu do aspiracji treści żołądkowej i występowania nowych zęszczeń w radiogramie płuc po 48 godzinach od intubacji. Oczywiście do badania nie kwalifikowano chorych, którzy w opinii lekarzy prowadzących bezwzględnie wymagali preoksygenacji (np. z powodu hipoksemii lub ciężkiej kwasicy), oraz pacjentów

z przeciwwskazaniami do wentylacji przez maskę z workiem samorozprężalnym (zwiększone ryzyko aspiracji, wymioty, krwiopłucie) [1].

W 28 francuskich OIT przeprowadzono RCT o akronimie FLORALI-2 porównujące **zastosowanie nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej** (*noninvasive ventilation* – NIV) i **wysokoprzepływową tlenoterapię donosową** (*high flow nasal cannula oxygen therapy* – HFNCOT) podczas preoksygenacji przed intubacją u 322 chorych z ostrą hipoksemiczną niewydolnością oddechową. Stosowanie NIV (z dodatkim ciśnieniem końcowo-wydechowym [*positive end-expiratory airway pressure* – PEEP] 5 cm H<sub>2</sub>O) wiązało się z podobną częstością spadków SpO<sub>2</sub> < 80% przez ≥ 5 s w porównywanych grupach, gdy analizowano wszystkich zakwalifikowanych do badania chorych. Wśród chorych z umiarkowaną i ciężką hipokseją (iloraz ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi tętniczej [PaO<sub>2</sub>] i wyrażonej ułamkiem dziesiętnym zawartości tlenu w mieszaninie wdychanych gazów [FiO<sub>2</sub>] ≤ 200 mmHg) takie desaturacje występowały rzadziej, gdy stosowano NIV (24%) w porównaniu z HFNCOT (35%, p = 0,0459). Nie stwierdzono znamienych różnic częstości występowania powikłań (hipotensji, nowych zęszczeń w radiogramach płuc i zapalenia płuc związanego z wentylacją mechaniczną [*ventilator-associated pneumonia* – VAP]) oraz zgonów, a także czasu trwania WM i pobytu w OIT [2].

Badacze chińscy prowadzili przegląd systematyczny 7 RCT z metaanalizą sieciową porównujący NIV, HFNCOT i konwencjonalną tlenoterapię w preoksygenacji przed intubacją z powodu ostrej hipoksemicznej niewydolności oddechowej u łącznie 959 osób dorosłych. Stosowanie NIV wiązało się z mniejszą desaturacją w porównaniu z HFNC i tlenoterapią konwencjonalną. Wykorzystanie NIV albo HFNC podczas preoksygenacji skutkowało mniejszą częstością występowania powikłań w porównaniu z postępowaniem standardowym. Nie stwierdzono natomiast różnic ryzyka zgonu pomiędzy porównywanymi metodami preoksygenacji. Autorzy tej pracy sformułowali wniosek, że NIV jest bezpieczną i prawdopodobnie najskuteczniejszą metodą preoksygenacji [3].

## Strategie wentylacji mechanicznej w ostrej niewydolności oddechowej

Tematem badań od wielu lat pozostają próby optymalizacji WM, a zwłaszcza doboru PEEP i minima-

lizacji ryzyka powikłań u chorych z **zespołem ostrej niewydolności oddechowej** (*acute respiratory distress syndrome – ARDS*). Coraz więcej uwagi zwraca się na heterogenność kliniczną ARDS. Constantin i wsp. na podstawie badań obrazowych płuc (tomografii komputerowej i klasycznego radiogramu) wyróżnili postaci „nieogniskową” i „ogniskową” ARDS (w drugim przypadku zmiany obecne w obu płucach, ale nasilone regionalnie lub jednostronnie) i przeprowadzili RCT (o akronimie LIVE) porównujące strategię standardową (taką samą u wszystkich chorych) i zindywidualizowaną (zależną od powyższej klasyfikacji ARDS). Badanie objęło 420 chorych z 20 francuskich OIT. Postępowanie standardowe stosowane w grupie kontrolnej polegało na wentylacji z objętością oddechową 6 ml/kg należnej masy ciała (NMC) i doborze PEEP w zależności od FiO<sub>2</sub> (podczas wentylacji kontrolowanej zgodnie z dostarczoną tabelą, podczas wentylacji wspomaganą ciśnieniowo [*pressure support ventilation – PSV*] wedle uznania lekarza prowadzącego); lekarzy zachęcano też do układania chorych na brzuchu (*prone position, proning*). W grupie badanej postępowanie zależało od postaci morfologicznej ARDS. W przypadku „nieogniskowego” ARDS objętość oddechowa wynosiła 6 ml/kg NMC, PEEP zwiększano do osiągnięcia ciśnienia *plateau* (ciśnienia podczas pauzy wdechowej – Pplat) 30 cm H<sub>2</sub>O podczas wentylacji kontrolowanej (w trakcie PSV ustawiano PEEP ≥ 10 cm H<sub>2</sub>O), obowiązkowo stosowano manewry rekrutacyjne, a ułożenie na brzuchu było postępowaniem ratunkowym (w razie odpornej hipoksemii). U chorych z „ogniskowym” ARDS ustawiano objętość oddechową 8 ml/kg NMC i PEEP 5-9 cm H<sub>2</sub>O (także w trakcie PSV), manewry rekrutacyjne stanowiły postępowanie ratunkowe, rutynowo układano chorych na brzuchu. Nie zaobserwowano różnic ryzyka zgonu w ciągu 90 dni między grupą badaną i kontrolną (w obydwu grupach śmiertelność wynosiła 27%). Analizując wyniki stwierdzono jednak, że w grupie badanej aż u 21% chorych lekarze z uczestniczących w badaniu OIT dokonali błędnej oceny postaci ARDS i taka pomyłkowa kwalifikacja skutkująca wyborem niewłaściwej strategii WM wiązała się z niemal trzykrotnie zwiększonym ryzykiem zgonu w porównaniu z grupą kontrolną [4]. **Indywidualizacja strategii WM zależnie od morfologicznej postaci ARDS** powinna być więc tematem dalszych badań nieobciążonych błędną kwalifikacją chorych.

Nadzieję na poprawę wyników leczenia ARDS dzięki lepszemu dostosowaniu parametrów WM budzi **monitorowanie ciśnienia przelykowego** (Pes), które odpowiada ciśnieniu w klatce piersiowej i ciśnieniu opłucnowemu, pozwalając wyliczyć ciśnienie przepłucne (ciśnienie transtorakalne [Ptp] – różnica między ciśnieniem w pęcherzykach płucnych i jamach opłucnowych). W przypadkach zmniejszonej podatności ściany klatki piersiowej pomiar Pes i kierowanie się Ptp pozwala na odważniejsze podwyższanie PEEP (do uzyskania dodatnich wartości końcowydechowego Ptp) a parametrem bezpieczeństwa staje się przepłucne (a nie mierzone w drogach oddechowych) Pplat i ciśnienie napędowe (różnice między Pplat i całkowitym PEEP mierzonym podczas pauzy wydechowej). W 14 OIT w USA przeprowadzono RCT o akronimie EPVent-2 obejmujące łącznie 220 chorych z ARDS i PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ≤ 200 mmHg. W grupie interwencji PEEP dobierano według Pes, aby zależnie od FiO<sub>2</sub> końcowydechowe Ptp wynosiło 0-6 cm H<sub>2</sub>O. W grupie kontrolnej nie monitorowano ciśnienia przelykowego, stosowano strategię wysokiego PEEP zależnego od FiO<sub>2</sub>. Nie stwierdzono różnic ryzyka zgonu i liczby dni bez wentylacji mechanicznej. W grupie interwencji mniejsza była tylko częstość podejmowania terapii ratunkowej rozumianej jako wybór ustawień respiratora spoza protokołu badania [5]. Sprzeczność tych wyników z rezultatami wcześniejszego badania EPVent-1, które wykazało korzyści z monitorowania Pes (zmniejszenie ryzyka zgonu) [6], może być spowodowana tym, że badanie EPVent-1 przeprowadzono u mniejszej liczby chorych w jednym ośrodku i w grupie kontrolnej stosowano niższe PEEP w porównaniu z badaniem EPVent-2. Monitorowanie Pes może jednak przynosić korzyści u niektórych pacjentów, np. osób otyłych. Wyniki badania retrospektywnego oceniającego wprowadzenie w dużym szpitalu amerykańskim specjalnego zespołu zajmującego się wentylacją mechaniczną osób otyłych z wykorzystaniem m.in. monitorowania Pes wskazują na dwukrotne zmniejszenie ryzyka zgonu w ciągu 28 dni od rozpoczęcia WM (z 31% do 16%) w porównaniu z postępowaniem standardowym [7].

Przedmiotem zainteresowania badaczy pozostaje wentylacja z uwalnianiem ciśnienia w drogach oddechowych (*airway pressure release ventilation – APRV*). Przeprowadzono przegląd systematyczny z metaanalizą obejmujący 5 RCT porównujących APRV z konwencjonalną WM u łącznie 330 chorych

z ostrą hipoksemiczną niewydolnością oddechową. Stwierdzono zmniejszenie ryzyka zgonu i zwiększenie liczby dni bez WM (w okresie 4 tygodni od randomizacji), a jednocześnie nie wykazano różnic w odniesieniu do ryzyka powikłań hemodynamicznych i ciśnieniowego uszkodzenia płuc. Jakość danych oceniono jednak jako niską i wyniki uwzględnionych RCT charakteryzowały się umiarkowaną heterogennością, co nakazuje ich ostrożną interpretację [8].

Stosowanie **manewrów rekrutacyjnych** (czasowego zwiększania ciśnienia w drogach oddechowych i tym samym podwyższenia ciśnienia przez płucnego w celu „otwarcia” [„upowietrznienia”] zapadniętych pęcherzyków płucnych) pozostaje jedną z kolejnych metod postępowania podczas MW, szczególnie w razie opornej hipoksemii, jednak wzbudza kontrowersje, zwłaszcza od czasu opublikowania wyników badania ART wskazujących na możliwość ich szkodliwości (odnotowano zwiększenie ryzyka zgonu) [9,10]. Przeprowadzono przegląd systematyczny z metaanalizą 14 RCT obejmujących łącznie 3185 chorych z ARDS. Wykonywanie manewrów rekrutacyjnych nie zmniejszało (ani nie zwiększało) ryzyka zgonu w ciągu 28 dni od randomizacji, mimo że poprawiało oksygenację i wiązało się z rzadszym stosowaniem terapii ratunkowych (zdefiniowanych jako zastosowanie  $\geq 1$  z następujących metod: wziewne podawanie tlenu azotu, oksygenacja pozaustrojowa, wentylacja oscylacyjna lub dyszowa, podawanie almitryny i układanie chorego na brzuchu), a jednocześnie zwiększało ryzyko pogorszenia hemodynamicznego [11].

Aktualne **postępowanie w ARDS** podsumowują brytyjskie **wytyczne praktyki klinicznej** [12] przygotowane zgodnie z metodologią GRADE [10]. Silne zalecenia w tych wytycznych są następujące:

- stosowanie małych objętości oddechowych (6 ml/kg NMC) i utrzymywanie Pplat < 30 cm H<sub>2</sub>O,
  - prowadzenie WM w pozycji na brzuchu przez  $\geq 12$  godzin na dobę u chorych z umiarkowanym i ciężkim ARDS ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 20$  kPa [150 mmHg]),
  - niestosowanie wentylacji oscylacyjnej.
- Ponadto zasugerowano (zalecenia słabe [warunkowe]):
- restrykcyjną strategię płynoterapii u wszystkich chorych z ARDS,
  - stosowanie wysokich PEEP u chorych z  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 27$  kPa (200 mmHg),
  - stosowanie cisatrakurium przez 48 h u chorych z  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 20$  kPa (150 mmHg),

- zastosowanie pozaustrojowej oksygenacji przezbłonowej w uzupełnieniu protekcyjnej WM u chorych z bardzo ciężkim ARDS,
- niestosowanie tlenu azotu (podawanego wziewnie).

Z uwagi na niedostatek danych zalecono dalsze badania na temat stosowania kortykosteroidów i pozaustrojowego usuwania dwutlenku węgla.

## Interwencje towarzyszące wentylacji mechanicznej

Wentylacji mechanicznej płuc w OIT niemal zawsze towarzyszy **tlenoterapia**. W ostatnich latach ukazały się publikacje wskazujące na szkodliwość przekraczającego fizjologiczne wartości utlenowania krwi u pacjentów w stanach ostrych, w tym wentylowanych mechanicznie [13,14]. W 2019 roku opublikowano wyniki największego RCT (o akronimie ROX-ICU) dotyczącego tlenoterapii podczas WM, które przeprowadzono u 1000 chorych, przydzielanych losowo do grup tlenoterapii restrykcyjnej i liberalnej. W pierwszej z nich ustawiano górny alarm SpO<sub>2</sub> na 97% i zmniejszono FiO<sub>2</sub>, gdy SpO<sub>2</sub> przekraczało tę granicę w razie potrzeby aż do 0,21, natomiast w drugiej grupie zezwalano na większe utlenowanie krwi. Dolna granica alarmu SpO<sub>2</sub> wynosiła 90% w obydwu grupach, jeśli lekarz prowadzący nie ustalił jej inaczej. Nie potwierdzono wcześniej stwierdzanej szkodliwości tlenoterapii liberalnej – porównywane grupy nie różniły się ryzykiem zgonu ani liczbą dni bez WM w ciągu 28 dni od randomizacji. U osób, które przeżyły w grupie tlenoterapii restrykcyjnej odnotowano większą częstość umiarkowanych i mniejszą częstość poważnych problemów w odniesieniu do jakości życia w aspektach mobilności i samoopieki w porównaniu z grupą tlenoterapii liberalnej, natomiast nie stwierdzano różnic w zakresie czynności poznawczych po 180 dniach od randomizacji [15].

W ostatnich latach zaleca się unikanie głębokiej **sedacji**, a nawet jej minimalizację podczas WM, kładąc nacisk przede wszystkim na skuteczną analgezję oraz postępowanie nefarmakologiczne [16]. U 710 chorych, którzy nie wymagali głębokiej sedacji (czyli m.in. bez uszkodzenia mózgu, stanu padaczkowego lub konieczności stosowania terapeutycznej hipotermii) przeprowadzono wielośrodkowe RCT porównujące prowadzenie WM bez sedacji (jeśli tylko było to możliwe) ze stosowaniem płytkiej sedacji (docelowy



wynik w skali RASS od -2 do -3) z jej codziennymi przerwami w trakcie WM. Nie stwierdzono różnic w odniesieniu do ryzyka zgonu (w ciągu 90 dni od randomizacji) i liczby dni bez wentylacji mechanicznej (w ciągu 28 dni od randomizacji), natomiast strategia WM bez sedacji wiązała się z mniejszym ryzykiem incydentów zakrzepowo-zatorowych (0,3% w porównaniu z 2,8%) [17]. W innym RCT porównano stosowanie deksmedetomidyny jako jedyne lub pierwszego leku sedatywnego podczas WM z postępowaniem rutynowym (podawanie propofolu, midazolamu bądź innego leku sedatywnego). Docelowy wynik w skali RASS wynosił od -2 do +1 w obydwu grupach. Do badania zakwalifikowano 4000 chorych. Nie stwierdzono różnic w odniesieniu do ryzyka zgonu (w ciągu 90 dni), liczby dni bez wentylacji mechanicznej i liczby dni bez śpiączki oraz majaczenia (w ciągu 28 dni od randomizacji), a także czynności poznawczych i jakości życia oraz częstości wypisu do domu lub ośrodka rehabilitacyjnego u chorych, którzy przeżyli. Stosowanie deksmedetomidyny wiązało się ze zwiększonym ryzykiem charakterystycznych dla tego leku działań niepożądanych – hipotensji i bradykardii w porównaniu z sedacją w grupie kontrolnej [18].

Jak wcześniej wspomniano, w ARDS z  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$  mm Hg sugeruje się **stosowanie leku blokującego przewodzenie nerwowo-mięśniowe** (*neuromuscular blocking agent* – NMBA) w ciągu pierwszych 48 godzin WM [12]. Ostatnio opublikowano jednak RCT (o akronimie ROSE) podważające to zalecenie. Do tego badania zakwalifikowano 1006 chorych z wczesnym ARDS i  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$  mmHg w trakcie MW z  $\text{PEEP} \geq 8$  cm  $\text{H}_2\text{O}$ . Porównano stosowanie cisatratrakurium i głębokiej sedacji przez 48 godzin z płytką sedacją bez zwiotczenia mięśni szkieletowych. Nie stwierdzono różnicy ryzyka zgonu między porównywanymi grupami (42,5% w porównaniu z 42,8%). W grupie otrzymującej NMBA odnotowano większą częstość powikłań krążeniowych i mniejszą aktywność fizyczną podczas hospitalizacji w porównaniu z grupą kontrolną, nie było natomiast różnic częstości występowania odmy opłucnowej [19]. Wyniki badania ROSE są niezgodne z rezultatami wcześniejszego RCT o akronimie ACURASYS, które wykazywało korzyści ze stosowania cisatratrakurium w ARDS z  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$  mm Hg (zmniejszenie śmiertelności) [20]. Przyczynami tej niezgodności mogą być posługiwanie się różnymi definicjami ARDS, a także wcześniejsza kwalifikacja chorych od chwili rozpoznania, płytsza

sedacja w grupie kontrolnej i stosowanie wyższego PEEP oraz mniejszych objętości oddechowych w badaniu ROSE w porównaniu z ACURASYS [21]. Trzeba jednak zaznaczyć, że najnowszy przegląd systematyczny z metaanalizą 7 RCT (uwzględniający badania ROSE i ACURASYS) wskazuje na zmniejszenie ryzyka zgonu i uszkodzenia ciśnieniowego płuc związane ze stosowaniem NMBA w umiarkowanym i ciężkim ARDS [22].

## Wycofywanie się z inwazyjnej wentylacji mechanicznej i zapobieganie jej wznowieniu

Przed zakończeniem inwazyjnej WM i usunięciem rurki intubacyjnej zwykle podejmuje się **próby spontanicznego oddychania** (*spontaneous breathing trial* – SBT). W 18 hiszpańskich OIT przeprowadzono RCT z udziałem łącznie 1153 chorych wentylowanych mechanicznie przez  $\geq 24$  godziny i nadających się do rozpoczęcia odzwyczajania od respiratora. Porównano przeprowadzanie SBT trwających 30 minut ze wspomaganie mechanicznym (PSV z  $\text{PEEP} 0$  cm  $\text{H}_2\text{O}$  i ciśnieniem wspomaganie 8 cm  $\text{H}_2\text{O}$ ) i trwających 2 godziny bez wspomaganie mechanicznego (tlenoterapia bierna w układzie T). Odsetek powodzeń ekstubacji (definiowanych jako oddychanie spontaniczne [bez respiratora] po 72 godzinach od pierwszej SBT) był znamienne większy w grupie PSV (82,3%) w porównaniu z SBT bez wspomaganie mechanicznego (74,0%,  $p = 0,001$ ). Nie stwierdzono natomiast różnic ryzyka reintubacji (11,1% w porównaniu z [vs.] 11,9%), a także mediany czasu pobytu w OIT (9 vs. 10 dni) i szpitalu (24 vs. 24 dni) oraz ryzyka zgonu w szpitalu (10,4% vs. 14,9%) i w ciągu 90 dni od randomizacji (13,2% vs. 17,3) [23]. Przegląd systematyczny z metaanalizą uwzględniający powyższe i 9 wcześniejszych mniejszych RCT, który objął łącznie 3165 chorych, nie wykazał różnicy w odniesieniu do powodzeń ekstubacji, jednak ten wynik należy interpretować bardzo ostrożnie z uwagi na dużą niejednorodność rezultatów poszczególnych badań. Nie stwierdzono również różnic ryzyka reintubacji i zgonów w OIT oraz podczas całej hospitalizacji, a także czasu trwania pobytu w OIT i w szpitalu [24].

Poważnym problemem po zakończeniu inwazyjnej WM i ekstubacji jest konieczność ponownej intubacji (reintubacji) i wznowienia WM. Opublikowano wyniki kolejnych badań na temat stosowania NIV i HFNCOT,

aby temu zapobiec. Stosowanie NIV po ekstubacji chorych z hiperkapnią (zwłaszcza POChP) jest już ugruntowanym postępowaniem. Dlatego do kolejnego RCT porównującego stosowanie NIV po zakończeniu inwazyjnej WM z postępowaniem standardowym kwalifikowano wyselekcjonowanych pacjentów bez hiperkapnii. Badanie to zostało przeprowadzone we Włoszech i objęło 130 chorych. W grupie interwencji niezwłocznie po ekstubacji stosowano NIV zgodnie ze szczegółowym protokołem (początkowo z PEEP i ciśnieniem wspomaganym jak podczas WM w trybie PSV przed ekstubacją). W grupie kontrolnej również szczegółowo określono warunki ekstubacji, ale nie stosowano NIV. Stosowanie NIV wiązało się z krótszym czasem stosowania inwazyjnej WM (co jest dość oczywiste), mniejszym ryzykiem zapalenia tchawicy i oskrzeli związanego z wentylacją płuc, mniejszym ryzykiem VAP, krótszym czasem hospitalizacji i mniejszym zużyciem leków sedatywnych. Nie stwierdzono natomiast różnic ryzyka zgonu, czasu pobytu w OIT i częstości wykonywania tracheotomii oraz niepowodzeń leczenia (do których zaliczano reintubacje, a w grupie kontrolnej również stosowanie NIV) i poważnych zdarzeń niepożądanych. Analiza w podgrupach wskazywała na skrócenie inwazyjnej WM u chorych leczonych chirurgicznie, ale nie u pacjentów „niechirurgicznych” [25]. Celem innego RCT (o akronimie HIGH-WEAN) było dalsze doskonalenie postępowania u chorych obciążonych dużym ryzykiem reintubacji. Do badania zakwalifikowano 648 chorych (z 30 OIT we Francji) w wieku > 65 lat i/lub z przewlekłymi chorobami układu oddechowego bądź krążenia. W grupie interwencji po ekstubacji prowadzono NIV w sesjach trwających  $\geq 4$  godziny, tak aby w ciągu 48 godzin czas stosowania NIV wynosił  $\geq 12$  godzin, natomiast w przerwach NIV stosowano HFNCOT. W grupie kontrolnej po ekstubacji zastosowano HFNCOT (bez NIV). Częstość reintubacji w ciągu 7 dni była istotnie mniejsza w grupie interwencji (NIV + HFNCOT: 11,8%) w porównaniu z grupą kontrolną (HFNCOT: 18,2%,  $p = 0,02$ ). Różnice na korzyść NIV+HFNCOT stwierdzono również w odniesieniu do ryzyka niewydolności oddechowej po intubacji i częstości reintubacji do czasu przeniesienia z OIT, natomiast ryzyko zgonu w porównywanych grupach nie różniło się znacząco (6% vs. 9%). Zatem u chorych obciążonych dużym ryzykiem reintubacji warto rozważyć stosowanie NIV z przerwami na HFNCOT w okresie bezpośrednio po zakończeniu inwazyjnej WM [26].

## Nieinwazyjna wentylacja mechaniczna – wybrane zagadnienia

W Polsce NIV jest nadal rzadko stosowana w **ostrych kardiogenym obrzęku płuc**, chociaż jest to postępowanie zalecane w wytycznych praktyki klinicznej [10,27]. W 2019 roku opublikowano wyniki przeglądu Cochrane uwzględniającego 24 badania z udziałem łącznie 2664 chorych z kardiogenym obrzękiem płuc, który wykazał, że stosowanie NIV w porównaniu z konwencjonalną tlenoterapią zmniejsza ryzyko zgonu w szpitalu (RR 0,65; 95% CI 0,51-0,82) i intubacji (RR 0,49; 95% CI 0,38-0,62), natomiast prawdopodobnie nie wpływa na ryzyko zawału serca i czas trwania hospitalizacji.

Chorzy z przewlekłą niewydolnością oddechową coraz częściej stosują NIV długotrwale, w swoich domach. Przeprowadzono przegląd systematyczny z metaanalizą uwzględniający 21 RCT i 12 badań obserwacyjnych, w których uczestniczyło łącznie 51085 chorych na **POChP z hiperkapnią**, stosujących NIV **poza szpitalem przez  $\geq 1$  miesiąc** z użyciem urządzenia do wentylacji dwupoziomowym ciśnieniem dodatnim (*bilevel positive airway pressure* – BPAP) lub innego rodzaju respiratora. Stosowanie BPAP w porównaniu z niestosowaniem żadnego urządzenia do NIV zmniejszało ryzyko zgonu (z 28,57% do 22,31%,  $p = 0,003$ ) i intubacji oraz odsetek chorych przyjmowanych do szpitali (ze wszystkich przyczyn). Korzystanie z innego urządzenia do NIV w porównaniu z niestosowaniem żadnych urządzeń do NIV nie zmniejszało istotnie ryzyka zgonu, ale wiązało się ze zmniejszeniem odsetka chorych przyjmowanych do szpitali (ze wszystkich przyczyn). Łączna analiza stosowania wszystkich urządzeń do NIV wskazywała nadal na korzyści, w tym zmniejszenie ryzyka zgonu. Nie stwierdzono jednak wpływu NIV na jakość życia. Cytowany przegląd systematyczny stanowi prawdopodobnie najsilniejszy dowód na korzyści z domowej NIV, mimo że jakość danych oceniono jako małą lub umiarkowaną.

## Podsumowanie

Omówienie wybranych publikacji dotyczących WM i wydanych w ciągu ostatnich kilkunastu miesięcy można podsumować następująco:

1. Postępowanie bezpośrednio przed wentylacją mechaniczną – najkorzystniejszą metodą preoksygenacji przed intubacją w OIT może być NIV, inte-

- resującą opcją jest HFCOT, dane naukowe wspierają również prowadzenie wentylacji z użyciem maski z workiem samorozprężalnym (jeśli nie ma przeciwwskazań).
2. Strategie WM w ostrej niewydolności oddechowej – nie potwierdzono korzyści z kierowania się w doborze parametrów WM ciśnieniem przełykowym i wynikami badań obrazowych w szerokiej grupie chorych z ARDS, ani wpływu manewrów rekrutacyjnych na ryzyko zgonu mimo poprawy oksygenacji, natomiast obiecujące są dane na temat APRV.
  3. Interwencje towarzyszące WM – najnowsze badania nie potwierdziły jednoznacznie korzyści z tlenoterapii restrykcyjnej (unikania większego niż fizjologiczne natlenienia krwi) i niestosowania sedacji (w porównaniu z płytką sedacją) u chorych wentylowanych mechanicznie oraz stosowania NMBA w ARDS z  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$  mmHg.
  4. Wycofywanie się z inwazyjnej WM i zapobieganie jej wznowieniu – korzystne jest przeprowadzanie SBT z użyciem PSV przed zakończeniem inwazyj-

nej WM, natomiast po ekstubacji nie udowodniono korzyści ze stosowania NIV u wyselekcjonowanych chorych z hipoksemiczną niewydolnością oddechową, niemniej jednak u pacjentów obciążonych dużym ryzykiem reintubacji korzystne jest stosowanie NIV z przerwami na HFNCOT w porównaniu z samą HFNCOT.

5. NIV – potwierdzono korzyści ze stosowania u chorych z ostrym kardiogenym obrzękiem płuc i długotrwale poza szpitalem u pacjentów z POChP i przewlekłą hiperkapnią.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Miłosz Jankowski

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii

Szpital Uniwersytecki w Krakowie

ul. Jakubowskiego 2; 30-688 Kraków

☎ (+48 12) 400 18 13

✉ milosz.jankowski@uj.edu.pl

## Piśmiennictwo/References

1. Casey JD, Janz DR, Russell DW, Vonderhaar DJ, Joffe AM, Dischert KM i wsp. Bag-mask ventilation during tracheal intubation of critically ill adults. *N Engl J Med.* 2019;380:811-21.
2. Frat J-P, Ricard J-D, Quenot J-P, Pichon N, Demoule A., Forel J-M i wsp. Non-invasive ventilation versus high flow nasal cannula oxygen therapy with apneic oxygenation for preoxygenation before intubation of patient with acute hypoxaemic respiratory failure: a randomized, multicenter, open-label trial. *Lancet Respir Med.* 2019;7:303-12.
3. Fong KM, Au SY, Ng GWY. Preoxygenation before intubation in adult patients with acute hypoxemic respiratory failure: a network meta-analysis of randomized trials. *Critical Care.* 2019;23:219.
4. Constantin JM, Jabaudon M, Lefrant JY, Jaber S, Quenot JP, Langeron O i wsp. Personalised mechanical ventilation tailored to lung morphology versus low positive end-expiratory pressure for patients with acute respiratory distress syndrome in France (the LIVE study): a multicentre, single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med.* 2019;7:870-80.
5. Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, Gong MN, Cook D, Novack V i wsp. Effect of titrating positive end-expiratory pressure (PEEP) with an esophageal pressure-guided strategy vs an empirical high PEEP-FiO<sub>2</sub> strategy on death and days free from mechanical ventilation among patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;321:846-57.
6. Talmor D, Sarge T, Malhotra A, O'Donnell CR, Ritz R, Lisbon A i wsp. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med.* 2008;359:2095-104.
7. Florio G, Ferrari M, Bittner EA, De Santis Santiago RA, Pirrone M, Fumagalli J i wsp. A lung rescue team improves survival in obesity with acute respiratory distress syndrome. *Critical Care.* 2020;24:4.
8. Carsetti A, Damiani E, Domizi R, Scorcella C, Pantanetti S, Falcetta S i wsp. Airway pressure release ventilation during acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Intensive Care.* 2019;9:44.
9. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome (ART) Investigators. Effect of lung recruitment and titrated positive end-expiratory pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome. A randomized clinical trial. *JAMA.* 2017;318:1335-45.
10. Jankowski M. Postępy wentylacji mechanicznej 2017-2018. *Anest Ratow.* 2018;12:172-9.
11. Pensier J, de Jong A, Hajjeh Z, Milinaru N, Carr J, Belafia F i wsp. Effect of lung recruitment maneuver on oxygenation, physiological parameters and mortality in acute respiratory distress syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2019;45:1691-702.

12. Griffiths MJD, McAuley DF, Perkins GD, Barret N, Blackwood B i wsp. Guidelines on the management of acute respiratory distress syndrome. *BMJ Open Resp Res.* 2019;6:e000420. doi:10.1136/bmjresp-2019-000420.
13. Chu DK, Kim LH, Young PJ, Zamiri N, Almenawer SA, Jaeschke R i wsp. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2018;391:1693-705.
14. Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati E, Rinaldi L, Marudi A i wsp. Effect of conservative vs. conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit. The Oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA.* 2016;316:1583-9.
15. ICU-ROX Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group. Conservative oxygen therapy during mechanical ventilation in the ICU. *N Engl J Med.* 2019 Oct 14. doi: 10.1056/NEJMoa1903297.
16. Vincent J-L, Shehabi Y, Walsh TS, Pandharipande PP, Ball AB, Sronk P i wsp. Comfort and patient-centered care without excessive sedation: the eCASH concept. *Intensive Care Med.* 2016;24:962-71.
17. Olsen HT, Nedergaard HK, Strom T, Oxlund J, Wian K-A, Ytrebo LM i wsp. Nonsedation or light sedation in critically ill, mechanically ventilated patients. *N Engl J Med.* 2020; doi: 10.1056/NEMoa1906759.
18. Shehabi Y, Howe BD, Bellomo R, Arabi YM, Balley M, Bass FE i wsp. Early sedation with dexmedetomidine in critically ill patients. *N Engl J Med.* 2019;280:2506-17.
19. Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN i wsp. Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2019;380:1997-2008.
20. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, Penot-Ragon C, Perrin G, Loundou A i wsp. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2010;363:1107-16.
21. Torbic H, Krishnan S, Duggal A. Neuromuscular blocking agent for acute respiratory distress syndrome: how did we get conflicting results? *Critical Care.* 2019;23:305.
22. Chung W, Sun Q, Peng F, Xie J, Qiu H, Yang Y. Validation of neuromuscular blocking agent use in acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis of randomized trials. *Critical Care.* 2020; 24:54.
23. Subirà C, Hernández G, Vázquez A, Rodríguez-García R, González-Castro A, García C i wsp. Effect of pressure support vs T-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;321:2175-82.
24. Li Y, Li H, Zhang D. Comparison of T-piece and pressure support in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care.* 2020;24:67.
25. Vaschetto R, Longhini F, Persona P, Ori C, Stefani G, Liu S i wsp. Early extubation followed by immediate noninvasive ventilation vs. standard extubation in hypoxemic patients: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med.* 2019;45:62-71.
26. Thille AW, Muller G, Gacouin A, Coudroy R, Decavèle M, Sonnevile R i wsp. Effect of postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;322:1465-75.
27. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S i wsp.: Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2017;50:1602426 [https://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016].
28. Berbenetz N, Wang Y, Brown J, Godfrey C, Ahmad M, Vital FMR i wsp. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;4:CD005351.
29. Wilson ME, Dobler CC, Morrow AS, Beuschel B, Alsawas M, Benkhadra R i wsp. Association of home noninvasive positive pressure ventilation with clinical outcomes in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2020;323:455-65.