



dr n. med. i n. o zdr. Michał Kucap^{1,4}, Sandra Kłeczek², Miłosz Januszyk²

¹ Ratownictwo Medyczne w Żywcu

² Studenckie Koło Naukowe Medycyny Ratunkowej, Akademia Śląska w Katowicach

³ Krajowe Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego

⁴ Polskie Towarzystwo Ratowników Medycznych

Przedszpitalna wentylacja mechaniczna u pacjenta we wstrząsie kardiogenym

Praca recenzowana

Wprowadzenie

Wstrząs kardiogeny jest zespołem klinicznym wynikającym z pierwotnej niewydolności serca jako pompy. Niewydolność ta prowadzi do niedostatecznej perfuzji narządowej mimo odpowiedniego lub zwiększonego wypełnienia wewnątrznaczyniowego. W aktualnych dokumentach eksperckich podkre-

śla się, że istotą tego stanu nie jest wyłącznie hipotensja, lecz współwystępowanie cech hipoperfuzji, zaburzeń metabolicznych i postępującej dysfunkcji narządowej. W praktyce przedszpitalnej najczęstszą przyczyną pozostaje ostry zespół wieńcowy, ale obraz kliniczny może być zróżnicowany i obejmować także dekompensację przewlekłej nie- ➤

- wydolności serca, powikłania mechaniczne zawału, ciężkie arytmie lub niewydolność prawej komory (1-5).

Współistniejąca niewydolność oddechowa znacząco komplikuje postępowanie. Obrzęk płuc zwiększa pracę oddechową, nasila hipoksemię, pogarsza wydolność płuc i dodatkowo zwiększa zapotrzebowanie mięśnia sercowego na tlen. Decyzja o wdrożeniu wentylacji mechanicznej jest więc często konieczna już na etapie działań zespołu ratownictwa medycznego, gdy dostępne są jedynie ograniczone narzędzia diagnostyczne, a czas na interwencję jest krótki. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zasad racjonalnego stosowania wsparcia oddechowego u pacjentów

we wstrząsie kardiogenym w warunkach przedszpitalnych (1, 4-8).

Patofizjologia wstrząsu kardiogenego i znaczenie niewydolności oddechowej

W przebiegu wstrząsu kardiogenego spadek kurczliwości mięśnia sercowego prowadzi do zmniejszenia objętości wyrzutowej i rzutu serca. Odpowiedź kompensacyjna obejmuje aktywację układu współczulnego, zwężenie naczyń obwodowych i wzrost obciążenia wstępnego, co może przejściowo utrzymywać ciśnienie tętnicze, ale jednocześnie pogłębia niewydolność lewej komory. Wzrost ciśnienia napełniania lewej komory sprzyja przesięskowi płynu

► Title

Pre-hospital mechanical ventilation in a patient with cardiogenic shock

► Streszczenie

Wstrząs kardiogeny jest skrajną postacią ostrej niewydolności serca, w której dominują zmniejszenie rzutu serca i hipoperfuzja narządowa, co doprowadza do wysokiej śmiertelności. U znacznej części chorych współistnieje ostra niewydolność oddechowa, najczęściej w przebiegu obrzęku płuc, dlatego pojawia się konieczność szybkiego wdrożenia wsparcia wentylacyjnego. Celem niniejszej pracy jest uporządkowanie aktualnej wiedzy dotyczącej wpływu wentylacji dodatnim ciśnieniem na układ krążenia oraz przedstawienie praktycznych zasad postępowania przedszpitalnego u pacjentów we wstrząsie kardiogenym. Wentylacja nieinwazyjna (*non-invasive ventilation*, NIV), zwłaszcza CPAP (*continuous positive airway pressure*), może poprawiać utlenowanie, zmniejszać pracę oddechową i redukować obciążenie następcze lewej komory, równocześnie może jednak także ograniczać powrót żylny i obciążenie wstępne. Skutkuje to koniecznością indywidualnego miareczkowania dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego (*positive end-expiratory pressure*, PEEP) oraz ciągłej oceny odpowiedzi hemodynamicznej. U chorych przytomnych, współpracujących i bez bezwzględnych przeciwwskazań NIV pozostaje metodą pierwszego wyboru w ostrym obrzęku płuc. Intubacja dotchawicza i wentylacja inwazyjna powinny być zarezerwowane dla pacjentów, u których NIV nie jest skuteczna, osób z zaburzeniami świadomości, wyczerpaniem oddechowym lub narastającą niestabilnością. Procedura zabezpieczenia dróg oddechowych wymaga wcześniejszej optymalizacji hemodynamicznej. Skuteczne postępowanie przedszpitalne wymaga balansu między poprawą wymiany gazowej a utrzymaniem perfuzji, a także szybkiego transportu do ośrodka za-

pewniającego leczenie przyczynowe i zaawansowaną opiekę kardiologiczną (1-13).

► Słowa kluczowe

wstrząs kardiogeny, wentylacja mechaniczna, NIV, CPAP, PEEP, medycyna przedszpitalna, obrzęk płuc

► Summary

Cardiogenic shock is the most severe form of acute heart failure and is characterized by reduced cardiac output, end-organ hypoperfusion, and high mortality. Acute respiratory failure – most often due to cardiogenic pulmonary edema – is common and frequently necessitates early ventilatory support. The aim of this paper is to summarize current evidence on the hemodynamic effects of positive pressure ventilation and to present practical principles of prehospital management of patients with cardiogenic shock. Non-invasive ventilation, especially CPAP, may improve oxygenation, reduce work of breathing, and decrease left ventricular afterload; however, it may also reduce venous return and preload, making individualized PEEP titration and close hemodynamic reassessment essential. In conscious and cooperative patients without absolute contraindications, NIV should be considered the preferred initial ventilatory strategy in acute cardiogenic pulmonary edema. Endotracheal intubation and invasive ventilation should be reserved for NIV failure, impaired consciousness, respiratory fatigue, or worsening instability. Airway management in this population requires prior hemodynamic optimization, readiness for vasopressor support, and recognition of the physiologically difficult airway. Effective prehospital treatment depends on balancing gas exchange improvement with perfusion preservation and on timely transfer to a center capable of definitive reperfusion and advanced cardiovascular care (1-13).

► Keywords

cardiogenic shock, mechanical ventilation, non-invasive ventilation, CPAP, PEEP, prehospital care, pulmonary edema

do śródmiąższu i pęcherzyków płucnych, prowadząc do obrzęku płuc, zaburzeń stosunku wentylacji do perfuzji (V/Q) oraz do nasilonej duszności (1-6).

Nie każdy pacjent we wstrząsie kardiogenym ma tę samą patofizjologię. Duże znaczenie mają etiologia wstrząsu, obecność niewydolności prawej komory, stopień przewodnienia organizmu oraz zaawansowanie hipoperfuzji. U chorych z dominującą niewydolnością lewej komory wentylacja dodatnim ciśnieniem może częściowo odciążać serce poprzez zmniejszenie transmuralnego afterloadu (obciążenia następczego zależnego od różnicy między ciśnieniem wewnątrz lewej komory a ciśnieniem panującym na zewnątrz serca, z którym komora musi się zmierzyć podczas wyrzutu krwi). Z kolei u pacjentów z istotną zależnością od preloadu – zwłaszcza w niewydolności prawej komory lub przy współistniejącej hipowolemii – nawet niewielki spadek powrotu żylnego może prowadzić do gwałtownego pogorszenia hemodynamicznego. Z tego powodu rozpoznanie fenotypu wstrząsu ma bezpośrednie znaczenie dla doboru strategii oddechowej (1-3, 5).

Wpływ wentylacji dodatnim ciśnieniem na układ krążenia

Podstawowym mechanizmem działania wentylacji dodatnim ciśnieniem jest wzrost ciśnienia śródpiersiowego. Doprowadza ona do zmniejszenia gradientu powrotu żylnego i może redukować preload prawej komory. U chorego, u którego rzut serca jest już skrajnie ograniczony, efekt ten może przełożyć się na spadek pojemności minutowej i pogorszenie perfuzji narządowej. Równocześnie dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych może zmniejszać obciążenie następcze lewej komory, ograniczać przeciek płynu do pęcherzyków oraz poprawiać utlenowanie i pracę oddechową. W praktyce klinicznej wentylacja dodatnim ciśnieniem (PPV) jest więc interwencją o „podwójnym ostrzu” (1, 5, 7, 11, 12).

Szczególną rolę odgrywa PEEP (*positive end-expiratory pressure*). Jego zastosowanie

sprzyja rekrutacji pęcherzyków, poprawia saturację oraz zmniejsza wysiłek oddechowy, ale nadmierne wartości PEEP nasilają spadek preloadu i mogą zwiększać opór w krążeniu płucnym. Dlatego w warunkach przedszpitalnych zasadne jest stosowanie najniższego skutecznego ciśnienia dodatkowo, wprowadzanie zmian stopniowo, a także bieżąca ocena ciśnienia tętniczego, częstości oddechów, pracy oddechowej, stanu świadomości i klinicznych wykładników perfuzji. Każda poprawa oksygenacji powinna być interpretowana równolegle z odpowiedzią hemodynamiczną (1, 5, 7, 8, 11).

Wskazania do wsparcia oddechowego w warunkach przedszpitalnych

Do najważniejszych wskazań do rozpoczęcia zaawansowanego wsparcia oddechowego należą: hipoksemia utrzymująca się mimo tlenoterapii, nasilony wysiłek oddechowy, *tachypnoe*, objawy ostrego obrzęku płuc, narastające zmęczenie oddechowe oraz zaburzenia świadomości związane z hipoksją lub hiperkapnią. Ocena powinna mieć charakter dynamiczny i obejmować drożność dróg oddechowych, częstość i efektywność oddechu, stan świadomości, ciśnienie tętnicze oraz oznaki hipoperfuzji (tj. chłódna, blada, wilgotna skóra, wydłużony czas nawrotu kapilarnego, nitkowate tętno obwodowe, tachykardia, zaburzenia świadomości itp.). W praktyce przedszpitalnej decyzja nie powinna opierać się na pojedynczym parametrze, lecz na całym obrazie klinicznym (4-8).

U chorego przytomnego, współpracującego, z zachowanymi odruchami obronnymi i bez cech bezpośredniego zagrożenia zatrzymaniem krążenia preferowaną metodą jest NIV (wentylacja nieinwazyjna – *non-invasive ventilation*), najczęściej CPAP. To właśnie w kardiogenym obrzęku płuc korzyści z nieinwazyjnego dodatniego ciśnienia są najlepiej udokumentowane. Zastosowanie NIV powinno jednak być ograniczone lub przerwane w przypadku postępującej encefalopatii, niemożności utrzymania maski, pojawienia się wymiotów, znacznej ➤

- niestabilności hemodynamicznej, ciężkiej kwasicy z wyczerpaniem oddechowym albo przy braku szybkiej poprawy po wdrożeniu leczenia (7-12).

Strategie przedszpitalne: od NIV do intubacji

Postępowanie przedszpitalne powinno równolegle obejmować: natychmiastową tlenoterapię, monitorowanie, uzyskanie dostępu naczyniowego, ocenę EKG, identyfikację prawdopodobnej przyczyny wstrząsu oraz wdrożenie leczenia ukierunkowanego na utrzymanie perfuzji. U pacjentów z hipotensją i cechami hipoperfuzji noradrenalina pozostaje lekiem pierwszego wyboru w celu poprawy ciśnienia perfuzyjnego; u wybranych chorych można rozważyć leczenie inotropowe zgodnie z lokalnymi kompetencjami i procedurami. Rutynowa, agresywna płynoterapia jest niewskazana, ponieważ może nasilać zastój w krążeniu płucnym (1, 4-6).

Jeżeli NIV jest wdrażana, należy rozpocząć od ostrożnych ustawień i ocenić odpowiedź w krótkich interwałach czasowych. Utrzymująca się nadal duszność, utrzymywanie się hipoksemii, narastająca senność lub spadek ciśnienia tętniczego powinny skłaniać do rewizji strategii. Intubacja dotchawicza jest zasadna przede wszystkim wtedy, gdy pacjent ma zagrożone drogi oddechowe, rozwija się wyczerpanie oddechowe, NIV jest nieskuteczna lub przeciwwskazana lub gdy istnieje potrzeba pełnej kontroli wentylacji (7-10, 13).

Chory we wstrząsie kardiogenym jest typowym przykładem pacjenta z fizjologicznie trudnymi drogami oddechowymi. Intubacja wiąże się z ryzykiem okołointubacyjnej hipotensji i nagłego załamania krążenia. Przed indukcją należy więc możliwie poprawić hemodynamikę, przygotować wazopresor, zapewnić skuteczną preoksygenację i ograniczyć okres bezdechu. Wybór leków indukcyjnych powinien uwzględniać ich profil hemodynamiczny; w praktyce klinicznej najczęściej preferuje się etomidat lub ketaminę, a po intubacji konieczna

jest ostrożna wentylacja z unikaniem nadmiernych ciśnień w drogach oddechowych, a także umiejętny wybór i dawkowanie leków sedujących (10, 13).

Pałapki kliniczne i sytuacji wysokiego ryzyka

Najczęstsze błędy w przedszpitalnym postępowaniu wentylacyjnym u pacjenta we wstrząsie kardiogenym przedstawiono w tab. 1. Należą do nich: zbyt późne rozpoznanie niewydolności oddechowej, nadmierne przedłużanie nieskutecznej NIV, intubacja bez wcześniejszego przygotowania hemodynamicznego, nadmierna płynoterapia oraz stosowanie zbyt wysokiego PEEP bez kontroli odpowiedzi krążeniowej. Niebezpieczne jest także niedoszacowanie znaczenia transportu docelowego – u pacjenta z podejrzeniem ostrego zespołu wieńcowego każda decyzja terapeutyczna powinna wspierać jak najszybsze leczenie przyczynowe, w tym rewaskularyzację (1, 4-6, 10, 13).

Największe ryzyko destabilizacji dotyczy chorych w zaawansowanej fazie wstrząsu, z niewydolnością prawej komory i ciężkimi zaburzeniami rytmu, a także pacjentów wymagających pilnej intubacji. W tych sytuacjach kluczowe znaczenie mają częsta ocena stanu klinicznego i gotowość do natychmiastowej modyfikacji planu. Skuteczna opieka przedszpitalna nie polega wyłącznie na wdrożeniu wentylacji, lecz na ciągłym bilansowaniu korzyści oddechowych z bezpieczeństwem hemodynamicznym (1-3, 7, 10, 13).

Wnioski

1. U pacjenta we wstrząsie kardiogenym wentylacja mechaniczna może równocześnie poprawiać oksygenację i odciążać lewą komorę, ale także pogarszać rzut serca przez zmniejszenie preloadu.
2. NIV/CPAP powinna być traktowana jako metoda pierwszego wyboru u przytomnych i współpracujących chorych z kardiogenym obrzękiem płuc, o ile nie występują bezwzględne przeciwwskazania.

Błąd kliniczny	Możliwe następstwa	Strategia ograniczania ryzyka
Nadmierna płynoterapia	Nasilenie zastoju płucnego, pogorszenie wymiany gazowej, spadek utlenowania	Ocena kliniczna przewodnienia; płynoterapia tylko przy wyraźnym wskazaniu; preferowanie wczesnego włączenia amin presyjnych i/lub leków inotropowych
Zbyt wysokie wartości PEEP	Spadek preloadu, hipotensja, zmniejszenie rzutu serca	Stosowanie najniższego skutecznego PEEP i częsta ocena ciśnienia tętniczego oraz perfuzji
Intubacja bez przygotowania hemodynamicznego	Okołointubacyjny spadek ciśnienia, ryzyko zatrzymania krążenia	Preoksygenacja, przygotowanie noradrenaliny, minimalizacja bezdechu
Przedłużanie nieskutecznej NIV	Opóźnienie zabezpieczenia dróg oddechowych, narastająca niewydolność	Reewaluacja po kilku minutach; jasne kryteria niepowodzenia i gotowość do zmiany strategii
Brak priorytetyzacji leczenia przyczynowego	Przedłużenie czasu do rewaskularyzacji lub innej terapii specjalistycznej	Wczesna identyfikacja ciężkiej niewydolności serca i transport do właściwego ośrodka

Tab. 1. Najczęstsze błędy w przedszpitalnym postępowaniu wentylacyjnym u pacjenta we wstrząsie kardiogennym. Źródło: opracowanie własne autorów

3. Intubacja dotchawicza musi być planowana jako procedura wysokiego ryzyka hemodynamicznego, wymagająca wcześniejszego włączenia leków wspomagających układ krążenia (o działaniu inotropowym i/lub wazoaktywnym), skutecznej preoksygenacji i starannego doboru leków.

4. W warunkach przedszpitalnych najważniejsze są dynamiczne monitorowanie, ostrożne miareczkowanie PEEP, unikanie rutynowej agresywnej płynoterapii oraz szybki transport do ośrodka zdolnego do leczenia przyczynowego (1-13).

Jeżeli wentylacja nieinwazyjna jest wdrażana, należy rozpocząć od ostrożnych ustawień i ocenić odpowiedź w krótkich interwałach czasowych. □

Piśmiennictwo

1. Van Diepen S., Katz J.N., Albert N.M., Henry T.D., Jacobs A.K., Kapur N.K. et al.: *Contemporary Management of Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association*. „Circulation”, 2017, 136 (16), e232-e268, doi:10.1161/CIR.0000000000000525.
2. Waksman R., Pahuja M., van Diepen S., Prodfoot A.G., Morrow D., Spitzer E. et al.: *Standardized Definitions for Cardiogenic Shock Research and Mechanical Circulatory Support Devices: Scientific Expert Panel From the Shock Academic Research Consor-*

tium (SHARC). „Circulation”, 2023, 148 (14), 1113-1126, doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.064527.

3. Naidu S.S., Baran D.A., Jentzer J.C., Hollenberg S.M., van Diepen S., Basir M.B. et al.: *SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update: A Review and Incorporation of Validation Studies*. „J Soc Cardiovasc Angiogr Interv”, 2022, 1 (1), 100008, doi:10.1016/j.jscai.2021.100008.
4. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al.: *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes*. „Eur Heart J”, 2023, 44 (38), 3720-3826, doi:10.1093/eurheartj/ehad191.
5. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., Gardner R.S., Baumbach A., Böhm M. et al.: *2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure*. „Eur Heart J”, 2021, 42 (36), 3599-3726, doi:10.1093/eurheartj/ehab368.
6. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., Gardner R.S., Baumbach A., Böhm M. et al.: *2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure*. „Eur Heart J”, 2023, 44 (37), 3627-3639, doi:10.1093/eurheartj/ehad195.
7. Rochwerf B., Brochard L., Elliott M.W., Hess D., Hill N.S., Nava S. et al.: *Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure*. „Eur Respir J”, 2017, 50 (2), 1602426, doi:10.1183/13993003.02426-2016.

Pełne piśmiennictwo dostępne w serwisie ratownicy24.pl