

PRACA POGLĄDOWA

RESUSCYTACJA – POŁĄCZENIE UMIEJĘTNOŚCI PERSONELU Z WYKORZYSTANIEM APARATURY MEDYCZNEJ

RESUSCITATION – COMBINED APPLICATION OF PROFESSIONAL KNOWLEDGE AND MEDICAL EQUIPMENT

✉ MAŁGORZATA MAJCHERCZYK, IWONA MARUNIAK-CHUDEK

Klinika Intensywnej Terapii i Patologii Noworodka, Wydział Nauk Medycznych Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Oddział Neonatologii Patologii i Intensywnej Terapii Noworodka Górnośląskie Centrum Zdrowia Dziecka im. św. Jana Pawła II, Wydział Lekarski w Katowicach



Iwona Maruniak-Chudek
Klinika Intensywnej Terapii i Patologii Noworodka
Wydział Nauk Medycznych w Katowicach
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
Oddział Neonatologii Patologii i Intensywnej Terapii Noworodka
Górnośląskie Centrum Zdrowia Dziecka
im. św. Jana Pawła II, SPSK6
ul. Medyków 16, 40-752 Katowice
Tel.: 32 207 17 80, Fax: 32 207 17 81
ich@mp.pl

Wpłynęło: 01.10.2019
Zaakceptowano: 22.10.2019
Opublikowano on-line: 14.11.2019

Cytowanie: Majcherczyk M, Maruniak-Chudek I. Resuscytacja – połączenie umiejętności personelu z wykorzystaniem aparatury medycznej.

Postępy Neonatologii 2019;25(2):125–133
doi: 10.31350/postepyneonatologii/2019/2/PN2019013

Copyright by MAVIPURO Polska Sp. z o.o., Warszawa, 2019.
Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być powielana i rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób bez zgody wydawcy.

STRESZCZENIE:

Resuscytacja pourodzeniowa noworodka jest zdarzeniem nagłym, a jakość prowadzonych działań decyduje o życiu i zdrowiu dziecka, dlatego przygotowanie merytoryczne personelu medycznego musi być doskonałe. Wiele metod stabilizacji pacjenta wymaga zastosowania przyrządów medycznych, a nawet aparatury specjalistycznej, w związku z tym szpital powinien taki sprzęt posiadać, personel zaś musi znać zasady jego właściwego użytkowania. Ten element „wiedzy technicznej” jest we współczesnej neonatologii coraz bardziej obecny i równie ważny jak wiedza i doświadczenie konieczne w decyzjach „bezprzyrządowych”. W poniższym opracowaniu przedstawiono najważniejsze aspekty pracy ze sprzętem stosowanym w trakcie czynności resuscytacyjnych i stabilizujących. Zwrócono uwagę na rolę, jaką aparatura medyczna odgrywa na poszczególnych etapach resuscytacji, w kontekście patofizjologii niewydolności krążeniowo-oddechowej. Zadowalający wynik działań medycznych jest sumą wiedzy personelu, umiejętności wykonania procedur oraz znajomości urządzeń w miejscu pracy.

SŁOWA KLUCZOWE: noworodek, resuscytacja, sprzęt

ABSTRACT:

Perfect preparation and broad knowledge are necessary in newborn resuscitation, which is always urgent. We are supposed to operate with proper medical devices to stabilize a little patient, which makes our ability to use medical equipment as important as our knowledge and experience. The text below will try to focus on the most important issues of working with medical equipment and will put in the spotlight the aspect of using it on every stage of newborn resuscitation. An access to proper medical devices gives resuscitation providers a chance for a better outcome.

KEY WORDS: newborn, resuscitation, medical devices

WPROWADZENIE

Resuscytacja pourodzeniowa noworodka jest zdarzeniem nagłym, a jakość prowadzonych działań decyduje o życiu i zdrowiu dziecka, dlatego też przygotowanie merytorycznej personelu medycznego do wykonywania tych czynności musi być doskonałe. Wiele metod stabilizacji pacjenta wymaga zastosowania przyrządów medycznych, a nawet aparatury specjalistycznej, w związku z tym szpital powinien posiadać taki sprzęt, personel zaś musi znać zasady jego właściwego użycia. Ten element „wiedzy technicznej” jest we współczesnej neonatologii coraz bardziej obecny i równie ważny jak wiedza oraz doświadczenie konieczne w decyzjach „bezprzyrządowych”. Zadawalający wynik działań medycznych jest więc sumą wiedzy personelu, umiejętności wykonania procedur oraz znajomości urządzeń w miejscu pracy.

Bezpośrednio po urodzeniu około 10% noworodków wymaga interwencji medycznych umożliwiających upowietrzenie płuc i podjęcie przez dziecko czynności oddechowej. Pełnego postępowania resuscytacyjnego, to jest z uciskaniem klatki piersiowej i podaniem leków, wymaga mniej niż 1% noworodków. Jakkolwiek absolutną podstawą powodzenia resuscytacji są umiejętności personelu, to ogromne znaczenie ma również stosowany sprzęt. Wiedza o sprzęcie i celu jego stosowania oraz znajomości czynności resuscytacyjnych zapewniają skuteczną resuscytację.

UWARUNKOWANIA FORMALNE

Podstawą prawną obowiązującą w zakresie opieki nad noworodkiem w sali porodowej jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 16 sierpnia 2018 r. w sprawie standardu organizacyjnego opieki okołoporodowej (Dz. U. Rz. P. z dn.11.09.2018, poz.1756) [1]. Z treści tego dokumentu wynika, że osoba sprawująca opiekę podczas porodu jest przygotowana do wykonania czynności interwencyjnych w zakresie opieki nad rodzącą oraz nad noworodkiem, polegających między innymi na utrzymaniu drożności dróg oddechowych matki i dziecka oraz utrzymaniu czynności życiowych rodzącej albo położnicy i płodu lub noworodka. Według standardu określonego w powyżej wymienionym rozporządzeniu sala porodowa powinna być wyposażona w promiennik ciepła, układ wspomaganie oddychania, zegar Apgar, ssak, kardiomonитор i wagę, a ponadto w sali porodowej musi znajdować się stanowisko noworodkowe przeznaczone do badania, stabilizacji i resuscytacji noworodka. W salach cięć cesarskich, na oddziałach II i III stopnia opieki perinatalnej powinny być dwa takie stanowiska. Standard określony w rozporządzeniu jest zgodny z rekomendacjami międzynarodowych i krajowych towarzystw oraz organizacji, których celem statutowym jest określanie

warunków przeprowadzania działań resuscytacyjnych, a należą do nich: Europejska Rada Resuscytacji (European Resuscitation Council – ERC), Polska Rada Resuscytacji (PRR) oraz Polskie Towarzystwo Neonatologiczne (PTN). Elementem wyposażenia sali porodowej, nieuwzględnionym w cytowanym rozporządzeniu a promowanym od wielu lat przez wyżej wspomniane instytucje, jest pulsoksymetr, który służy do monitorowania saturacji i pulsu noworodka w czasie prowadzenia działań resuscytacyjnych oraz stabilizacji pourodzeniowej.

PERSONEL

Osobami uprawnionymi do prowadzenia resuscytacji pourodzeniowej noworodka są w pierwszej kolejności neonatolodzy i położne obecne w trakcie porodu, a także inne osoby znajdujące się na sali porodowej: położnicy, anestezjolog, pediatry, pielęgniarki. Należy również pamiętać, że do porodu i urodzenia się noworodka wymagającego działań resuscytacyjnych może dojść w innych pomieszczeniach szpitala (Izba Przyjęć, SOR) lub poza szpitalem (dom), co nakłada obowiązek znajomości procedur resuscytacyjnych także na innych pracowników medycznych, głównie ratowników.

Działaniami resuscytacyjnymi powinna kierować najbardziej doświadczona osoba w zespole, zwykle jest to neonatolog. Umiejętność podziału ról w zespole ratującym noworodka jest ważną cechą kierownika, mającą istotny wpływ na końcowy wynik działań. Jakość realizacji przez członków zespołu zleconych zadań (każdy w swoim zakresie) składa się na efekt końcowy i osiągnięty sukces. Istotną jednak jest zarówno dokładność w wykonywaniu czynności medycznych, jak i komunikacja między członkami zespołu a kierownikiem. Dobra współpraca jest możliwa w zespole, który pracuje według znanego sobie algorytmu postępowania resuscytacyjnego, a to potwierdza zasadność szkolenia całych zespołów i okresowego powtarzania takich szkoleń. Algorytm resuscytacji noworodka promowany przez ERC/PRR i PTN jest opracowany na podstawie zarówno wieloletniego doświadczenia, jak i wyników wieloletnich badań i obserwacji, które trwają lub są de novo inicjowane w miarę rozwoju nauk i wiedzy, szczególnie dotyczącej patofizjologii układu oddechowego, krążenia i nerwowego w okresie adaptacji pourodzeniowej [2, 3].

ŚRODOWISKO

Noworodek jest bardzo wrażliwy na wahania temperatury otoczenia, szczególnie na warunki wpływające na obniżenie ciepłoty jego ciała. Przyczyną dużej wrażliwości na nieoptymalną temperaturę otoczenia oraz łatwości

Tab. 1. Zalecane wartości temperatury sali porodowej/sali cięć cesarskich [5, 6].

Wiek ciążowy	Temperatura powietrza
<28	26°C i powyżej
<32	23–25°C, optymalnie ≥25°C

obniżania się ciepłoty ciała jest relatywnie niekorzystny stosunek masy ciała do jego powierzchni, a także to, że skóra dziecka po urodzeniu jest mokra. Nie bez znaczenia jest też stosunkowo mała ruchliwość noworodka, niewielka ilość termoaktywnej brunatnej tkanki tłuszczowej (szczególnie skąpa u wcześniaków) i brak termogenezy dreszczowej. Wychłodzenie noworodka następuje na skutek czterech zjawisk fizycznych: przewodzenia, promieniowania, parowania i konwekcji.

Sposoby zapobiegania hipotermii są stosunkowo proste:

- należy zadbać o właściwą temperaturę otoczenia (tab. 1) [4, 5],
- zamknąć drzwi i okna w celu uniknięcia przeciągów (konwekcja),
- unikać ukierunkowanego nawiewu z klimatyzacji na stanowisko noworodkowe (konwekcja),
- okryć noworodka suchymi pieluchami (parowanie),
- położyć noworodka na ciepłym i suchym podłożu (przewodzenie),
- dotykać noworodka ciepłymi dłońmi, ogrzanym stetoskopem (przewodzenie),
- położyć noworodka pod promiennikiem ciepła i zadbać, aby przedmioty w bezpośredniej bliskości noworodka nie były zimne (promieniowanie).

Obecnie zwraca się dużą uwagę na osiągnięcie normotermii 36,5–37,5°C, gdyż zarówno hipotermia, jak i hipertermia są szkodliwe dla noworodka. Hipotermia w chwili zakończenia działań resuscytacyjnych/stabilizacyjnych lub w chwili przyjęcia noworodka na oddział intensywnej terapii została uznana za czynnik ryzyka zgonu, niekorzystny prognostycznie i świadczący o nieoptymalnej opiece pourodzeniowej [2]. Mullany i wsp. stwierdzili, że obniżenie ciepłoty ciała o 1°C powoduje wzrost umieralności o 28% [6]. Do zaburzeń powiązanych z wystąpieniem hipotermii zalicza się większe ryzyko krwawień dokomorowych i okołokomorowych, hipoglikemię, sepsę i zaburzenia oddychania. W przypadku noworodków urodzonych przedwcześnie zasadne wydaje się umieszczenie noworodka w polietylenowym worku bez wcześniejszego osuszania, co chroni przed nadmiernym odparowaniem wody i utratą ciepła [7, 8, 9]. Może być również konieczne zastosowanie dodatkowych metod ocieplania, czyli materacy grzewczych (przepływających ciepłą wodą), poduszek egzotermicznych (ostrożnie używanych z uwagi na ryzyko przegrzania noworodka), ogrzewania przetaczanych płynów dożylnych, ogrzewania gazów oddechowych [9, 10, 11].

Kontrolując ciepłotę ciała noworodka, należy zwracać również uwagę na możliwość wystąpienia hipertermii; może do niej dojść w trakcie ogrzewania pacjenta bez ciągłej kontroli jego ciepłoty. Hipertermia zwiększa ryzyko uszkodzenia OUN, zwłaszcza u noworodka po niedotlenieniu, co wykazano w pracach eksperymentalnych [9, 12].

SPRZĘT

STANOWISKO

Stanowisko resuscytacyjne, zwane także stanowiskiem noworodkowym, jest podstawowym sprzętem, który znajduje się w każdej sali porodowej i sali cięć cesarskich. Każde stanowisko resuscytacyjne musi mieć płaską powierzchnię, optymalnie o regulowanej wysokości i nachyleniu. Istotne jest dobre oświetlenie, w tym punktowe, pomocne przy wykonywaniu procedur inwazyjnych, a także umożliwiające właściwą ocenę stanu noworodka, w tym ruchów oddechowych, koloru skóry i błon śluzowych oraz napięcia mięśniowego. Zegar Apgar pomaga nie tylko w ustaleniu właściwych punktów czasowych oceny noworodka, lecz również ułatwia określenie czasu, który upłynął od chwili urodzenia do pojawienia się własnych oddechów czy przyspieszenia akcji serca. Włączenie zegara Apgar powinno być odruchową, rutynową czynnością w momencie urodzenia się dziecka. Zgodnie z zaleceniami standardu opieki okołoporodowej niezbędny jest również ssak do oczyszczania dróg oddechowych w sytuacjach koniecznych oraz możliwość podłączenia do źródła gazów z opcją ustawienia ciśnienia oddechowych. Zastosowanie ssaka wymaga dostępu do próżni lub zewnętrznego (poza stanowiskiem) ssaka elektrycznego. Kardiomonitor jest wymienianym przez Rozporządzenie MZ aparatem do monitorowania akcji serca, dopuszczonym przez wytyczne resuscytacji ERC/PRR 2015. Zgodnie jednak z dotychczas obowiązującymi wytycznymi resuscytacji każde stanowisko resuscytacyjne na sali porodowej/sali cięć cesarskich powinno być wyposażone w pulsoksymetr [2].

STETOSKOP

Typowym zastosowaniem stetoskopu jest ocena szybkości akcji serca (ang. heart rate – HR), która u noworodka najczęściej wynosi 140–160 uderzeń/minutę. W resuscytacji noworodka wartościami znaczącymi są 100 uderzeń/min i 60 uderzeń/min. Ocena HR za pomocą stetoskopu jest szacowaniem, a nie dokładnym liczeniem. Szybkość akcji serca decyduje o dalszym postępowaniu z noworodkiem: obserwacji lub aktywnych działaniach resuscytacyjnych, dlatego też wartość tej oceny ma kluczowe znaczenie,

również znaczenie rokownicze. Niepokojem napawają więc doniesienia niektórych autorów o błędnych ocenach częstości akcji serca za pomocą stetoskopu, dotyczących nawet 28% pomiarów, co może prowadzić do nieprawidłowych decyzji w trakcie reanimacji [13]. Voogdt i wsp. w swoim opracowaniu wykazali niedokładność 1/3 pomiarów i tendencję do zawyżania wartości HR (73%). Niedokładność oceny HR dotyczyła głównie wartości z przedziału 60–80 uderzeń na minutę, co ma kluczowe znaczenie w podejmowaniu decyzji o uciskaniu klatki piersiowej. Autorzy jednak podkreślają eksperymentalny charakter swoich obserwacji i obawiają się, czy hipotetyczne wyniki się potwierdzą, jeśli badania zostaną przeprowadzone na żywych noworodkach [13]. Do alternatywnych metod oceny szybkości HR należy palpacyjna ocena tętnienia pępowiny lub tętna obwodowego, lecz uzyskane wyniki również mogą być zaburzone. Błędy w pomiarach HR tymi metodami były przyczyną wprowadzenia na sale porodowe kardiomonitorów. Wyniki badań, które przeprowadzili Treston i wsp. z zastosowaniem cyfrowych stetoskopów, wykazały natomiast, że obie metody (osłuchiwanie i kardiomonitoring EKG) są podobnie skuteczne i dokładne, a czas detekcji HR jest porównywalny [14].

Ocena przepływu powietrza przez nozdrza i usta oraz szmerów oddechowych jest dodatkową wartością stosowania stetoskopu i podczas resuscytacji może mieć istotne znaczenie (symetria i właściwość szmerów oddechowych, brak przepływu powietrza w trakcie wentylacji).

SPRZĘT DO UPOWIETRZNIANIA PŁUC

Jeśli jest konieczne rozpoczęcie oddechów upowietrzających, ratujący musi polegać na urządzeniach, bez których same umiejętności i wiedza nie wystarczają. Każdy z tych sprzętów ma szczególne właściwości jak również mocne i słabe strony.

MASKA TWARZOWA

Maski twarzowe występują w kształcie okrągłym lub anatomicznym, a oba modele są dopuszczone do stosowania u noworodków. Dostępne rozmiary masek twarzowych umożliwiają dokładne dopasowanie maski do twarzy pacjenta, tak aby zakrywała nos i usta, nie uciskała na oczy i nie wystawała poza kontury twarzy. Wobec tego, że twarz nie jest płaska, nie można oczekiwać 100% szczelności, natomiast rozmiar maski, sposób jej przyłożenia do twarzy i uchwyt wpływają na zmniejszenie przecieku powietrza. Polecanym chwytem uszczelniającym maskę na twarzy pacjenta jest chwyt C–E w kilku wariantach: dwupunktowy (ang. two point hold – kciuk i palec wskazujący ułożone w dwóch przeciwległych punktach po obu stronach pionowego „komina” maski), typu OK (ang. OK hold – kciuk

i palec wskazujący obejmują poziomą część maski i stykają się), modyfikowany pająkowy (ang. modified spider hold – palec drugi i trzeci są ułożone na masce od strony nosa pacjenta, po obu stronach części pionowej maski – „komina”). Uważa się, że chwyt C–E dwupunktowy zwiększa stabilizację maski, w związku z tym osoba ratująca zużywa mniej siły, by zapobiec przeciekom.

Amerykańska Akademia Pediatrii (American Academy of Pediatrics – AAP) zaleca zastosowanie następujących technik w przypadku problemów ze szczelnością i właściwą wentylacją z użyciem maski twarzowej [15]:

- dopasowanie i uszczelnienie maski,
- repozycja maski,
- odsysanie jamy ustnej i gardła,
- otwarcie ust pacjenta i utrzymywanie otwartej jamy ustnej,
- wyższe ciśnienia szczytowe podawanych oddechów,
- przyrządowe udroźnienie dróg oddechowych.

Autorzy opracowania bazującego na tych zaleceniach podkreślają, że im więcej wykonuje się manewrów poprawiających jakość wentylacji, tym większe jest prawdopodobieństwo finalnej intubacji [16].

WOREK SAMOROPRĘŻALNY

Worek samorozprężalny jest prosty w obsłudze i nie wymaga źródła gazu; te zalety czynią z niego łatwo dostępne narzędzie do upowietrzania płuc, będące stałym elementem wyposażenia wszystkich sal porodowych. Powyższe zalety sprawiają również, że jest doskonałym narzędziem awaryjnym, jeśli bardziej skomplikowane metody zawiodą. Przed użyciem worka trzeba sprawdzić prawidłowe działanie zastawki bezpieczeństwa, zabezpieczającej przed przypadkowym podaniem zbyt wysokich ciśnień szczytowych. Należy jednak zauważyć, że worek samorozprężalny nie nadaje się do podawania gazów ze stałym, wolnym przepływem i utrzymywania stałego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (ang. continuous positive airway pressure – CPAP). Obecnie są dostępne dołączane zastawki PEEP (ang. positive end expiratory pressure – dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe), które umożliwiają utrzymanie ciśnienia w drogach oddechowych w końcowej fazie wydechu. Najistotniejszą jednak wadą worka samorozprężalnego jest brak możliwości uzyskania kontrolowanych i powtarzalnych szczytowych ciśnień wdechowych, kontrolowanej objętości oddechowej i określonego czasu wdechu.

Worek samorozprężalny umożliwia wentylację powietrzem (co jest zalecane dla noworodków donoszonych i późnych wcześniaków) lub mieszaniną powietrza z tlenem. Podłączenie źródła tlenu umożliwia podanie mieszaniny zawierającej ok. 30–40% tlenu, natomiast w razie potrzeby zwiększenia tlenoterapii należy dołączyć rezerwar (w postaci worka lub rury karbowanej).

Cecha	Worek samorozprężalny	Układ T
Stałe, precyzyjne PIP	nie	tak
Pomiar podawanych PIP	tak, jeśli z dodatkowym manometrem	tak
Utrzymanie PEEP	tak, jeśli z dołączoną zastawką PEEP	tak
Možna użyć jako CPAP	nie	tak
Možna użyć do przedłużonych wdechów	nie	tak
Podaje mieszaninę ogrzaną i nawilżoną	nie	tak

Tab. 2. Porównanie cech worka samorozprężalnego i układu T z aparatem kontrolowanej podaży ciśnień [19].

APARAT Z UKŁADEM T

Wprowadzenie układu T i aparatu regulującego podawanie mieszaniny oddechowej pod względem ciśnienia i składu było ogromnym postępowaniem w ratowaniu życia najmłodszym pacjentom. Guinsburg stwierdził, że użycie układu T do resuscytacji w warunkach sali porodowej zwiększyło przeżywalność noworodków urodzonych przedwcześnie, między 22 a 23 tygodniem ciąży [17]. Można jednak założyć, że nie tylko ta grupa odniesie korzyści z wentylacji za pomocą układu T. Specyfika urządzenia umożliwia kontrolę ciśnienia wdechowego i utrzymanie ciśnienia końcowo-wydechowego oraz dokładne ustawienie stężenia tlenu. PEEP umożliwia wytworzenie i utrzymanie czynnościowej objętości zalegającej (ang. functional residual capacity – FRC), co jest szczególnie istotne w przypadku noworodków [18]. Pod kontrolą manometru można precyzyjnie ustawić ciśnienia końcowo-wydechowe (rekomendowany PEEP: 4–6 cmH₂O) oraz utrzymać ciśnienia szczytowe (ang. peak inspiratory pressure – PIP, 15–30 cmH₂O). Warunkiem koniecznym funkcjonowania tego urządzenia jest stały dopływ gazów oddechowych (tlenu i powietrza). Mieszanina gazów oddechowych jest w układzie T ogrzewana oraz nawilżana, co wymaga użycia kolejnego sprzętu, to jest nawilżacza gazów oddechowych. W tabeli 2 przedstawiono sumarycznie różnice między workiem samorozprężalnym a układem T [19].

DOPŁYW GAZÓW ODDECHOWYCH

Skład mieszaniny oddechowej stosowanej podczas resuscytacji noworodka od dawna jest przedmiotem gorących dyskusji. Nazwanie przez Ole Saugstada tlenoterapii „jedną z najbardziej niebezpiecznych terapii” [20] skierowało uwagę badaczy na sposób prowadzenia wentylacji zależnie od podawanego gazu. Badania prowadzone w kolejnych latach pokazały, że wentylacja 100% tlenem, powszechnie stosowana w ratownictwie pediatrycznym i osób dorosłych, może nie być optymalnym sposobem postępowania w resuscytacji noworodków. Pytanie o wyjściowe stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej stosowanej podczas resuscytacji jest wciąż aktualne. Ostatnia analiza Cochrane, dokonana w 2018 r. [21], wykazała co prawda wyższą śmiertelność

w grupie noworodków resuscytowanych bez podawania tlenu (ang. fraction of inspired oxygen – FiO₂) w porównaniu z noworodkami, którym podano 100% tlen, a docelowe wartości saturacji (SatO₂) wynosiły 85–90%, ale w podsumowaniu stwierdzono, że niska jakość prac uwzględnionych w tym opracowaniu uniemożliwia zaproponowanie ostatecznych zaleceń. Wieloośrodkowe badanie „To2rpido study” [22] wykazało także wyższą śmiertelność noworodków urodzonych poniżej 28 t.c., jeśli resuscytację rozpoczynano powietrzem atmosferycznym. Wniosków tych nie potwierdza metaanaliza z 2017 r. [23], odwrotne wyniki przedstawił również Saugstad w odniesieniu do wcześniaków o wieku ciążowym powyżej 31 tygodnia [24]. Autorzy innej publikacji [25] podsumowali dotychczasową wiedzę na ten temat i zaproponowali początkową zalecaną wentylację tlenem w resuscytacji z uwzględnieniem wieku płodowego. Według przedstawionych rekomendacji noworodki o dojrzałości powyżej 31 t.c. powinny być wentylowane powietrzem atmosferycznym, wcześniaki między 28 a 31 t.c. – tlenem o stężeniu w zakresie 21–30%, a dla wcześniaków poniżej 28 t.c. zalecane FiO₂ to 0,3. W wyniku zastosowanej tlenoterapii saturacja w granicach 80–85% powinna być uzyskana w piątej minucie życia.

NAWILŻANIE I OGRZEWANIE GAZÓW ODDECHOWYCH

Nawilżenie gazów oddechowych ma na celu utrzymanie czynności rzęsek nabłonka wyścielającego drogi oddechowe oraz zapobieganie wysychaniu błony śluzowej dróg oddechowych, co wspomaga naturalne procesy oczyszczania z wydzieliny i utrzymanie drożności dróg oddechowych [26, 27, 28]. Działanie takie jest szczególnie ważne przy długotrwałej wentylacji zastępczej, ale nawet krótkotrwała wentylacja prowadząca do wysuszenia nabłonka może mieć działanie uszkodzające, co sprzyja rozwojowi stanu zapalnego.

Działanie nawilżacza umożliwia też ogrzanie gazów oddechowych. Ma to szczególne znaczenie dla utrzymania komfortu cieplnego resuscytowanego noworodka, a możliwość ustawienia docelowej temperatury gazów zapewnia kontrolowane ogrzewanie pacjenta, zwłaszcza urodzonego przedwcześnie.

SPRZĘT DO MONITOROWANIA

PULSOKSYMETR

Aktualne wytyczne resuscytacji kładą nacisk na jak najszybsze zakładanie pulsoksymetru, ale nie przerywające ciągłości działań resuscytacyjnych. Najszybszy odczyt z pulsoksymetru otrzymuje się zakładając w pierwszej kolejności czujnik na dłoń (prawa kończyna górna – saturacja przedprzewodowa), a następnie podłączając go do urządzenia. Odczyt pulsoksymetru daje podwójne informacje: o pulsie oraz saturacji. Odczyt może być zaburzony, jeśli przepływ obwodowy krwi jest osłabiony (pacjent we wstrząsie, pacjent wychłodzony), dlatego też opieranie się wyłącznie na wskazaniach pulsoksymetru w ocenie krążenia nie jest bezpieczne. Obecnie coraz chętniej mówi się o użyciu na sali porodowej elektrod EKG, które pokazują nie tylko częstość uderzeń, ale również rytm serca, co może pozornie wskazywać na mniej istotną rolę pulsoksymetrii. Należy jednak pamiętać, że jedynie pulsoksymetr obrazuje saturację tlenem oraz umożliwia optymalne miareczkowanie podawanego tlenu, tak aby osiągnąć zadowalające wartości saturacji w kolejnych minutach życia (tab. 3) [2].

MONITOR EKG

Wytyczne resuscytacji z 2015 r. bardzo mocno podkreślają rolę monitorowania echokardiograficznego stosowanego od pierwszych chwil życia. Doniesienia o możliwym niedoszacowaniu częstości akcji serca w wyniku osłuchiwania stetoskopem [13] wydają się usprawiedliwiać to postępowanie ze względu na takie cechy monitorowania EKG, jak obiektywizm oceny i ciągłość pomiarów. Stwierdzono również przewagę monitorowania EKG nad monitorowaniem pulsu za pomocą pulsoksymetru. Przewaga nad pulsoksymetrem wynika przede wszystkim z szybkości uzyskania zapisu i prawdopodobnego „zaniżania” wartości pulsu w pierwszych dwóch minutach życia. Van Vonderen i wsp. [29] wykazali, że akcja serca poniżej 100 uderzeń na minutę (ang. beats per minute – bpm) częściej była obserwowana w pierwszych dwóch minutach życia, gdy mierzono ją pulsoksymetrem, w porównaniu z wartościami uzyskanymi za pomocą monitorowania EKG (odpowiednio 64% vs 27% w 60 sekundzie ($p=0,05$), 55% vs 26% w 90 sekundzie ($p<0,05$) i 53% vs 21% w 120 sekundzie ($p<0,05$)). Zjawisko to jest tłumaczone tym, że pulsoksymetr nie odbiera wszystkich fal tętna będących odzwierciedleniem kurczenia się mięśnia sercowego. Jest to możliwe z uwagi na duże zmiany hemodynamiczne zachodzące w pierwszych minutach życia. Katheria i wsp. [30] wskazują na istotne statystycznie różnice pomiędzy medianami czasu uzyskania sygnału dźwiękowego (EKG vs pulsoksymetria) u noworodków

z małą i bardzo małą masą ciała, co może wpływać na czas podejmowania krytycznych decyzji w procesie resuscytacji. Autorzy innej pracy zauważyli ponadto, że monitor EKG szybciej wskazuje na początek i koniec epizodu bradykardii (w 69% zaistniałego obniżenia częstości akcji serca pulsoksymetria nie odnotowała bradykardii, a jeśli już ją wykazała, to z opóźnieniem pięciosekundowym w stosunku do wskazań monitora EKG [31]).

Monitorowanie EKG ma więc niekwestionowane zalety, ale nie jest wolne od wad, takich jak: potencjalna traumatyczność elektrod stosowanych na skórę skrajnie niedojrzałego wcześniaka, konieczność obsługiwanego przez personel dodatkowego urządzenia, występowanie aktywności elektrycznej bez tętna (ang. pulseless electrical activity – PEA). PEA jest dobrze znana i opisywana, w realiach resuscytacji dorosłych i dzieci, ale zjawisko to stwierdza się też u noworodków [32, 33]. Jeżeli monitorowanie EKG wykazuje obecność akcji serca, natomiast noworodek nie reaguje na stosowane procedury, konieczna jest weryfikacja akcji serca za pomocą stetoskopu. Jeśli noworodek w trakcie resuscytacji nie wykazuje czynności życiowych i reakcji, to pomimo wyświetlania HR na monitorze EKG należy rozpocząć uciskanie klatki piersiowej [32, 33].

CZUJNIK TEMPERATURY CIAŁA

Zagadnienie kontroli ciepłoty ciała i normotermii zostało omówione powyżej. Sprzętem pomocnym w monitorowaniu ciepłoty jest czujnik temperatury ciała, szczególnie taki, który pracuje w opcji „servo-control”, a więc w zależności od wyjściowych ustawień i odczytywanej ciepłoty ciała noworodka zmienia stopień nagrzewania promiennika/inkubatora. Czujnik ciepłoty ciała chroni noworodka zarówno przed hipotermią, jak i przegrzaniem, a zalecanym miejscem umieszczenia czujnika jest dół pachowy. W chwili rozpoczęcia działań stabilizujących/resuscytacyjnych umieszczenie czujnika temperatury pod pachą noworodka jest bezwzględny wymogiem, szczególnie dotyczącym noworodków urodzonych przedwcześnie.

KAPNOMETR

Kapnometria jest zalecaną metodą potwierdzenia położenia rurki intubacyjnej (ang. endotracheal tube – ETT), cechuje ją bowiem największa wiarygodność [2]. Wykrycie obecności CO₂ w powietrzu wydychanym (ETCO₂, ang. endotracheal CO₂) świadczy o umieszczeniu rurki intubacyjnej w drożnych drogach oddechowych oraz o swobodnym przepływie powietrza wydychanego. Obecnie zaleca się stosowanie u noworodków kapnometrów kolorymetrycznych. Zasada ich działania opiera się na zmianie zabarwienia tła ekranu czujnika z fioletowego na żółty (reakcja chemiczna substancji naniesionej na ekran z dwutlenkiem

Tab. 3. Zadowalające wartości SpO₂ mierzone w pierwszych minutach życia na prawej dłoni noworodka [2].

Minuta życia	Wartość SpO ₂
2 min	60%
3 min	70%
4 min	80%
5 min	85%
10 min	90–95%

węgla). Istotnym ograniczeniem tej metody jest to, że kapnometr może dawać wyniki fałszywie dodatnie i fałszywie ujemne. Brak zachowanego krążenia, co może się zdarzyć podczas resuscytacji, da wynik fałszywie ujemny, podobnie jak niedrożne drogi oddechowe (zablokowane np. smółką), pomimo prawidłowego umieszczenia rurki intubacyjnej w tchawicy. Natomiast zanieczyszczenie czujnika, np. wydzieliną żołądka (zawiera kwas solny) czy adrenaliną, wywoła zmianę zabarwienia, nawet jeśli rurka intubacyjna nie jest umieszczona w tchawicy [2].

Monitorowanie objętości oddechowej (ang. tidal volume – Vt) może również dostarczyć informacji o wielkości wymiany gazowej, a pośrednio o prawidłowej lokalizacji rurki, ale metoda ta pozostaje w sferze badań, a nie praktycznego użycia. Obecnie nie ma wystarczających dowodów na to, aby rutynowe monitorowanie Vt lub ET-CO₂ podczas wentylacji w trakcie prowadzenia czynności resuscytacyjnych miało istotny wpływ na kliniczne efekty resuscytacji.

Klasyczne sposoby potwierdzania położenia ETT obejmują:

- osłuchiwanie szmerów nad polami płucnymi,
- zaobserwowanie obecności pary wodnej w rurce intubacyjnej podczas wydechu,
- zaobserwowanie ruchów klatki piersiowej podczas wentylacji prowadzonej przez rurkę,
- poprawę saturacji (i HR).

SPRZĘT DO WYKONYWANIA PROCEDUR ZABIEGOWYCH

Podstawowe procedury resuscytacji noworodka obejmują: osuszenie i utrzymanie normotermii, ułożenie w pozycji neutralnej, manewry udroźniające drogi oddechowe oraz wentylację przez maskę twarzową lub aparatem z końcówką T. W dalszej kolejności algorytm obejmuje uciskanie klatki piersiowej i podanie leków. Powyższe działania w większości są bezprzypadkowe lub wymagają niewielkiej ilości, częściowo opisanego powyżej.

Sprzęt dopuszczony do użycia podczas resuscytacji noworodka, stosowany też w zaawansowanych metodach resuscytacyjnych, można podzielić na: używany w celu zapewnienia drożności dróg oddechowych oraz używany w celu uzyskania dostępu naczyniowego.

Sprzęt zapewniający drożność dróg oddechowych:

- rurka ustno-gardłowa (U-G, rurka Guedell),
- cewnik do odsysania,
- maska krtaniowa (klasyczna LMA – ang. laryngeal mask lub i-gel – żelowa),
- rurka intubacyjna,
- laryngoskop.

Sprzęt zapewniający dostęp naczyniowy:

- cewnik i zestaw do kaniulacji żyły pępowinowej,
- igła doszypikowa.

Szczegółowe omówienie właściwości wszystkich powyższych wymienionych sprzętów wykracza poza ramy tego opracowania, ale konieczne jest zwrócenie uwagi na pewne cechy związane z zapewnieniem drożności dróg oddechowych (intubacja dotchawicza, założenie maski krtaniowej), będącym integralną częścią postępowania resuscytacyjnego i poresuscytacyjnego.

Intubacja jest rozważana w resuscytacji noworodka w następujących sytuacjach:

- podejrzenia niedrożności dróg oddechowych (smółka, inny materiał) w celu odessania z tchawicy,
- nieskutecznej lub przedłużonej wentylacji przy użyciu maski i worka samorozprężalnego (m.in. jatrogenne wypełnienie żołądka i jelit powietrzem),
- wykonywania uciśnień klatki piersiowej,
- konieczności prowadzenia wentylacji u noworodka z wadą wrodzoną: przepukliną przeponową, wytrzewieniem, przepukliną sznura pępowinowego,
- konieczności prowadzenia wentylacji i zastosowania surfaktantu u wcześniaka ELBW (ang. extremely low birth weight – ekstremalnie mała masa urodzeniowa ciała).

W intubacji noworodka preferuje się stosowanie prostych łyżek laryngoskopowych. Ważne jest zapewnienie dostępności kilku rozmiarów łyżek, w tym nr 1 (noworodki donoszone) oraz nr 0 i 00 (dla wcześniaka). Trzeba jednak pamiętać, że bywają intubacje trudne, np. u noworodka z rozszczepem podniebienia czy przerostem języka, wówczas jest konieczne zastosowanie łyżek zakrzywionych. ETT stosowane u noworodka powinny być bezmankietowe (fizjologiczne zwężenie podkrtaniowe działa uszczelniająco), klasyczne lub z opcją bezstresowego podawania surfaktantu, o właściwej średnicy wewnętrznej (wybranej z uwagi na masę ciała i dojrzałość) (tab. 4).

W przypadku trudnej intubacji bądź jej niepowodzenia warto rozważyć zastosowanie maski krtaniowej u noworodków ważących ponad 2000 g lub urodzonych ≥ 34 tygodni ciąży. Może być to szczególnie pomocne, jeśli u pacjenta występują wady wrodzone w obrębie twarzy i szyi, utrudniające osiągnięcie szczelności w trakcie wentylacji maską twarzową. W takich sytuacjach założenie maski krtaniowej może być łatwiejsze niż intubacja dotchawicza. Metaanaliza Cochrane z 2018 r. wykazała, że wentylacja z użyciem maski

Tab. 4. Średnica rurki intubacyjnej zalecana do zastosowania w zależności od masy ciała noworodka [2].

Masa ciała	Tydzień ciąży	Rozmiar wewnętrzny rurki intubacyjnej (ang. internal diameter – ID, wewnętrzna średnica)
<1000 g	<28	2,5
1000–2500 g	28–36	3
>2500 g	>36	3–3,5
>3500 g	>38	3,5

krtaniowej może się okazać skuteczniejsza niż z użyciem worka samorozprężalnego [34]. Maskę krtaniową zakładamy zgodnie z krzywizną języka, przytrzymując ją palcem wskazującym; podczas zakładania maski stoimy twarzą do pacjenta. Po włożeniu maski należy wypełnić mankiet maski powietrzem, tak by przylegał do wejścia do krtani. W przypadku masek typu i-gel nie są konieczne żadne dodatkowe procedury. Metody potwierdzenia prawidłowości położenia maski krtaniowej są podobne jak w przypadku kontroli położenia rurki intubacyjnej.

Coraz szersza dostępność sprzętu i aparatury medycznej daje większe szanse na uzyskanie lepszych efektów leczenia. Ważne jest jednak, aby wszelkie działania z użyciem oprzyrządowania były poparte znajomością wyposażenia i nie naruszały podstawowego algorytmu postępowania podczas resuscytacji.

KONFLIKT INTERESÓW: nie zgłoszono.

PIŚMIENICTWO

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 sierpnia 2018 r. w sprawie standardu organizacyjnego opieki okołoporodowej (Dz. U. Rz. P. z 11.09.2018 r., poz. 1756).
- Wytyczne resuscytacji 2015. Europejska Rada Resuscytacji, Polska Rada Resuscytacji, Kraków, 2015.
- Standardy opieki medycznej nad noworodkiem w Polsce. Wydanie III pod patronatem Polskiego Towarzystwa Neonatologicznego, Warszawa, 2019.
- Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC i wsp. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: section 7. Resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation* 2015;95:249–263. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.029
- Trevisanuto D, Testoni D, de Almeida MFB. Maintaining normothermia: Why and how? *Semin Fetal Neonatal Med* 2018;23(5):333–339. doi:10.1016/j.siny.2018.03.009
- Mullany LC, Katz J, Khatry SK i wsp. Risk of mortality associated with neonatal hypothermia in southern Nepal. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010;164(7):650–656. doi:10.1001/archpediatrics.2010.103
- Kent AL, Williams J. Increasing ambient operating theatre temperature and wrapping in polyethylene improves admission temperature in premature infants. *J Paediatr Child Health* 2008;44:325–331.
- Knobel RB, Wimmer Jr JE, Holbert D. Heat loss prevention for preterm infants in the delivery room. *J Perinatol* 2005;25(5):304–308. doi:10.1038/sj.jp.7211289
- McCall EM, Alderdice F, Halliday HL i wsp. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;12(2):CD004210. doi:10.1002/14651858.CD004210.pub5.
- Chawla S, Amaram A, Gopal SP. Safety and efficacy of Trans-warmer mattress for preterm neonates: result of randomized controlled trial. *J Perinatol* 2011;31(12):780–784. doi:10.1038/jp.2011.33
- te Pas AB, Lapriore E, Dito I i wsp.: Humidified and heated air during stabilization at birth improves temperature in preterm infants. *Pediatrics* 2010;125(6):e1427–1432. doi:10.1542/peds.2009-2656
- Lahana A, Delanaud S, Erbari R i wsp. Warming the premature infant in the delivery room: Quantification of the risk of hyperthermia. *Med Eng Phys* 2018;59:70–74. doi:10.1016/j.medengphys.2018.06.002.
- Voogdt KG, Morrison AC, Wood FE i wsp. A randomised, simulated study assessing auscultation of heart rate at birth. *Resuscitation* 2010;81(8):1000–1003. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.03.021.
- Treston BP, Semberova J, Kernan R i wsp. Assessment of neonatal heart rate immediately after birth using digital stethoscope, handheld ultrasound and electrocardiography: an observational cohort study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104(2):F227. doi:10.1136/archdischild-2018-315619
- Kattwinkel J. Resuscytacja noworodka. Red. wyd. polskiego E. Helwich. Elsevier Urban i Partner, Wrocław, 2013, pp. 67–125.
- Kilmartin KC, Finn D, Hawkes GA i wsp. Corrective ventilation strategies in delivery room resuscitation of preterm infants. *Acta Paediatr* 2018;107(12):2066–2070. doi:10.1111/apa.14570
- Guinsburg R. T-piece versus self-inflating bag ventilation in preterm neonates at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103(1):F49–F55. doi:10.1136/archdischild-2016-312360
- Siew ML, te Pas AB, Wallace MJ i wsp. Positive end-expiratory pressure enhances development of a functional residual capacity in preterm rabbits ventilated from birth. *J Appl Physiol* (1985). 2009;106(5):1487–1493. doi:10.1152/jappphysiol.91591.2008
- Goldsmith JP, Owen LS, Weiner GM, Davies PG. Delivery room stabilization and respiratory support. W: *Ventilation of the newborn*. Goldsmith, Elsevier Health Science, Philadelphia, 2016.
- Saugstad OD. Resuscitation of newborn infants: from oxygen to room air. *Lancet* 2010;376:1970–1971. doi:10.1016/S0140-6736(10)60543-0
- Lui K, Jones LJ, Foster JP i wsp. Lower versus higher oxygen concentrations titrated to target oxygen saturations during resuscitation of preterm infants at birth. *Cochrane Database Syst Rev* 2018:CD010239. doi:10.1002/14651858.CD010239.pub2.
- Oei JL, Saugstad OD, Lui K i wsp. Targeted oxygen in the resuscitation of preterm infants, a randomized clinical trial. *Pediatrics* 2017;139(1):e20161452. doi:10.1542/peds.2016-1452
- Oei JL, Vento M, Rabi Y i wsp. Higher or lower oxygen for delivery room resuscitation of preterm infants below 28 completed weeks gestation: a meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102(1):F24–F30. doi:10.1136/archdischild-2016-310435
- Saugstad OD. Oxygenation of the newborn. *Donald School J Ultrasound Obst Gynecol* 2016;10(2):170–171. doi:10.5005/jp-journals-10009-1462
- Oei JL, Saugstad OD, Vento M. Oxygen and preterm infant resuscitation: what else do we need to know? *Curr Opin Pediatr* 2018;30:192–198. doi:10.1097/MOP.0000000000000610.
- Tarnow-Mordi WO, Sutton P, Wilkinson AR. Inadequate humidification of respiratory gases during mechanical ventilation of the newborn. *Arch Dis Child* 1986;61(7):698–700. doi:10.1136/adc.61.7.698
- Williams R, Rankin N, Smith T i wsp. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. *Crit Care Med* 1996;24(11):1920–1929. doi:10.1097/00003246-199611000-00025
- Branson RD, Campbell RS. Humidification in the intensive care unit. *Respir Care Clin N Am* 1998;4(2):305–320.
- van Vonderer JJ, Hooper SB, Kroese JK i wsp. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. *J Pediatr* 2015;166(1):49–53. doi:10.1016/j.jpeds.2014.09.015
- Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics* 2012;130(5):e1177–1181. doi:10.1542/peds.2012-0784.
- Iglesias B, Rodrí Guez MAJ, Aleo E i wsp. 3-lead electrocardiogram is more reliable than pulse oximetry to detect bradycardia during stabilisation at birth of very preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F233–F237. doi:10.1136/archdischild-2016-311492

32. Luong D, Cheung PY, Barrington KJ i wsp. Cardiac arrest with pulseless electrical activity rhythm in newborn infants: a case series. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;pii:fetalneonatal-2018-316087. doi:10.1136/archdischild-2018-316087.
33. Sillers L, Handley SC, James JR, Foglia EE. Pulseless electrical activity complicating neonatal resuscitation. *Neonatology* 2019;115:95–98. doi:10.1159/000493357
34. Qureshi MJ, Kumar M. Laryngeal mask airway *versus* bag-mask ventilation or endotracheal intubation for neonatal resuscitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018;15(3):CD003314. doi:10.1002/14651858.CD003314.pub3