

9

Resuscytacja noworodków i wspomaganie adaptacji noworodków po urodzeniu

**John Madar^a, Charles C Roehr^{b,c,d}, Sean Ainsworth^e, Hege Ersdal^{f,g},
Colin Morley^{h,i}, Mario Rüdiger^{j,k}, Christiane Skåre^l, Tomasz Szczapa^m, Arjan te Pasⁿ,
Daniele Trevisanuto^o, Berndt Urlesberger^p, Dominic Wilkinson^{q,r,s}, Jonathan P. Wyllie^t**

^a Department of Neonatology, University Hospitals Plymouth, Plymouth, UK

^b Newborn Services, John Radcliffe Hospital, Oxford University Hospitals, Oxford, UK

^c Department of Paediatrics, Medical Sciences Division, University of Oxford, Oxford, UK

^d Nuffield Department of Population Health, National Perinatal Epidemiology Unit, Medical Sciences Division, University of Oxford, Oxford, UK

^e Directorate of Women's and Children's Services, Victoria Hospital, Kirkcaldy, UK

^f Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Stavanger University Hospital, Stavanger, Norway

^g Faculty of Health Sciences, University of Stavanger, Stavanger, Norway

^h University of Melbourne, Australia

ⁱ Department of Obstetrics, University of Cambridge, UK

^j Department for Neonatology and Pediatric Intensive Care Medicine, Clinic for Pediatrics, University Hospital C.G. Carus, Technische Universität Dresden, Germany

^k Center for Feto-Neonatal Health, Technische Universität Dresden, Germany

^l Department of Anaesthesiology, Oslo University Hospital, Norway

^m Department of Neonatology, Neonatal Biophysical Monitoring and Cardiopulmonary Therapies Research Unit, Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland

ⁿ Department of Paediatrics, Division of Neonatology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands

^o Department of Woman's and Child's Health, University Hospital of Padova, Padova, Italy

^p Division of Neonatology, Medical University Graz, Austria

^q Oxford Uehiro Centre for Practical Ethics, Faculty of Philosophy, University of Oxford, UK

^r John Radcliffe Hospital, Oxford, UK

^s Murdoch Children's Research Institute, Melbourne, Australia

^t James Cook University Hospital, Middlesbrough, UK

Abstrakt

Europejska Rada Resuscytacji opracowała niniejsze wytyczne dotyczące zabiegów resuscytacyjnych u noworodków na podstawie *Konsensusu Międzynarodowego Komitetu Łącznikowego ds. Resuscytacji* (ILCOR, *International Liaison Committee on Resuscitation*) z 2020 r. dotyczącego zaleceń naukowych i terapeutycznych (CoSTR, *Consensus on Science and Treatment Recommendations*) w zakresie resuscytacji noworodków. Wytyczne obejmują postępowanie z noworodkiem urodzonym w terminie i wcześniakiem. Omówiono algorytm zapewniający logiczne podejście do resuscytacji noworodka, czynniki prenatalne mające wpływ na stan noworodka, szkolenie i edukację, kontrolę temperatury, postępowanie z pępowiną po urodzeniu, wstępną ocenę i klasyfikację noworodków, wspomaganie drożności dróg oddechowych oraz oddychania i krążenia, komunikację z rodzicami, a także zagadnienia dotyczące niepodejmowania i zaprzestania resuscytacji.

Wprowadzenie i zakres

Niniejsze wytyczne opracowano na podstawie konsensusu Międzynarodowego Komitetu Łącznikowego ds. Resuscytacji (ILCOR, *International Liaison Committee on Resuscitation*) z 2020 r. dotyczącego zaleceń naukowych i terapeutycznych (CoSTR, *Consensus on Science and Treatment Recommendations*) w zakresie resuscytacji noworodków¹. Na potrzeby wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji zalecenia ILCOR zostały uzupełnione – w zakresie zagadnień nieuwzględnionych w konsensusie ILCOR CoSTR z 2020 r. – danymi pochodzącymi z przeglądów literatury przeprowadzonych przez grupę Europejskiej Rady Resuscytacji ds. wytycznych dotyczących zabiegów resuscytacyjnych u nowo-

rodków. Tam, gdzie było to właściwe, wytyczne oparto na konsensusie ekspertów wchodzących w skład wspomnianej grupy.

Wytyczne te zostały zaprojektowane i uzgodnione przez członków grupy roboczej ds. opracowania wytycznych dotyczących zabiegów resuscytacyjnych u noworodków. Metody zastosowane w procesie opracowywania niniejszych wytycznych opisano w podsumowaniu². Wytyczne udostępniono publicznie w październiku 2020 r. w celu uzyskania komentarzy. Grupa Robocza ds. Opracowania Wytycznych przeanalizowała informacje zwrotne i w stosownych przypadkach zaktualizowała wytyczne (zob. materiały uzupełniające). Wytyczne przedstawiono zgromadzeniu ogólnemu Europejskiej Rady Resuscytacji, które zatwierdziło je na posiedzeniu w dniu 10 grudnia 2020 r.

Kluczowe przesłania niniejszych wytycznych podsumowano na [Rycinie 2](#).

Zagadnienia związane z COVID-19

Europejska Rada Resuscytacji opracowała wytyczne dotyczące resuscytacji noworodków w kontekście COVID-19 (SARS-CoV-2)³. Są one oparte na ILCOR CoSTR i przeglądzie systematycznym^{4,5}. Wiedza na temat ryzyka zakażenia u dzieci narażonych na kontakt z wirusem, a także zagrożeń dla personelu medycznego sprawującego opiekę nad zakażonym noworodkiem wciąż się rozwija. Najnowsze wskazówki i zarządzenia lokalne w zakresie leczenia i resuscytacji noworodków w kontekście COVID-19 można znaleźć w wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji oraz zaleceniach krajowych.

Podsumowanie zmian w stosunku do wytycznych z 2015 r.

Zaopatrzenie pępowiny

Zaleca się zaciśnięcie pępowiny po upływie przynajmniej 60 s od urodzenia, optymalnie po upowietrzeniu płuc. U dzieci urodzonych powyżej 28. tygodnia ciąży, gdy opóźnienie odpępnienia jest niemożliwe, należy rozważyć wykonanie przetaczania pępowinowego.

Postępowanie w przypadku wód płodowych podbarwionych smółką

U noworodków z obniżoną żywotnością nie zaleca się wykonania bezpośrednio po urodzeniu laryngoskopii (z odsysaniem czy bez odsysania), ponieważ zabieg ten może spowodować opóźnienie upowietrzenia płuc i wentylacji.

Zastosowanie maski krtaniowej

Jeżeli wentylacja przez maskę twarzową lub intubacja są nieskuteczne lub niemożliwe do wykonania, można rozważyć zastosowanie maski krtaniowej jako alternatywnej metody udrożnienia dróg oddechowych. Dotyczy to noworodków urodzonych powyżej 34. tygodnia ciąży o masie ciała ok. 2000 g (choć opisywano skuteczne użycie niektórych rodzajów maski krtaniowej również u dzieci z masą ciała 1500 g).

Cięśnienie podczas wentylacji

Jeżeli pomimo drożnych dróg oddechowych początkowe oddechy rozprężające okazują się nieskuteczne, sugeruje się stopniowe zwiększanie ciśnienia wdychowego.

U wcześniaków urodzonych poniżej 32. tygodnia ciąży sugeruje się stosowanie początkowego ciśnienia 25 cm H₂O.

Powietrze/tlen w resuscytacji wcześniaków

Zaleca się, aby początkowe stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej wynosiło 21% u noworodków urodzonych w 32. tygodniu ciąży i powyżej, 21–30% u noworodków urodzonych pomiędzy 28. a 31. tygodniem oraz 30% u noworodków urodzonych poniżej 28. tygodnia ciąży.

Stężenie to należy miarczkować w taki sposób, aby saturacja w 5 minucie życia wynosiła $\geq 80\%$. Wyniki badań wskazują, że nieuzyskanie tej wartości stanowi niekorzystny czynnik rokowniczy.

Uciśnięcie klatki piersiowej

Jeżeli konieczne jest wykonywanie uciśnięć klatki piersiowej, należy zwiększyć stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej do 100% oraz rozważyć zabezpieczenie drożności dróg oddechowych za pomocą rurki dotchawiczej.

Dostęp naczyniowy

Preferowaną optymalną drogą podaży leków i płynów pozostaje żyła pępkowa. W nagłych wypadkach można jednak alternatywnie zastosować dostęp doszpikowy.

Adrenalina

Jeżeli pomimo prawidłowo prowadzonej wentylacji oraz uciśnięć klatki piersiowej nie następuje przyspieszenie akcji serca, zaleca się dożylnie podanie adrenaliny w dawce 10–30 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Przy braku odpowiedzi dawkę można powtarzać co 3–5 minut.

Glukoza podczas resuscytacji

Przy przedłużającej się resuscytacji sugeruje się dożylnie podanie glukozy w dawce 250 mg/kg (2,5 ml/kg 10% glukozy) w celu uniknięcia hipoglikemii.

Rokowanie

Brak poprawy stanu noworodka pomimo intensywnej resuscytacji prowadzonej przez 10–20 minut wiąże się z niekorzystnym rokowaniem. Jeżeli podjęto wszystkie zalecane czynności resuscytacyjne i wykluczono odwracalne przyczyny braku odpowiedzi, właściwe jest omówienie z pozostałymi członkami zespołu oraz rodzicami dziecka decyzji o zaprzestaniu leczenia.

Skrócone wskazówki dotyczące praktyki klinicznej

Czynniki prenatalne mające wpływ na stan noworodka

Przebieg adaptacji oraz konieczność wspomagania po urodzeniu

Większość noworodków adaptuje się prawidłowo do życia pozamacicznego, niektóre jednak wymagają pomocy medycznej przy stabilizacji czynności życiowych lub podjęcia resuscytacji. Ok. 85% dzieci podejmuje samodzielną czynność oddechową po urodzeniu, kolejne 10% wymaga osuszenia, stymulacji i prostych manewrów udrożniających drogi oddechowe, a u ok. 5% konieczne jest podjęcie wentylacji dodatnim ciśnieniem. Odsetek intubacji wynosi 0,4–2%. Mniej niż 0,3% noworodków wymaga zastosowania uciśnięć klatki piersiowej, a jedynie 0,05% – podania adrenaliny.

Czynniki ryzyka

Czynniki zwiększające ryzyko urodzenia się dziecka wymagającego stabilizacji czynności życiowych lub resuscytacji wymieniono na [Rycinie 1](#).

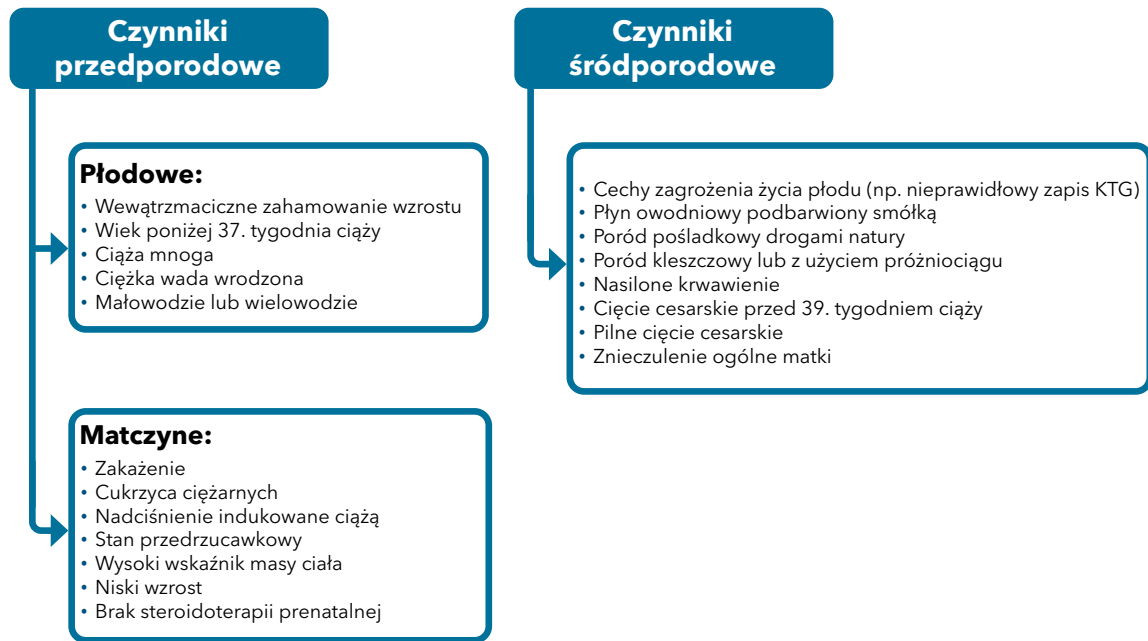
Personel obecny przy porodzie

Każdy noworodek może po urodzeniu wymagać pomocy medycznej. Należy sformułować lokalne wytyczne dotyczące składu zespołów medycznych obecnych przy porodach, zgodne z najnowszym rozumieniem najlepszej praktyki klinicznej oraz uwzględniające dane kliniczne i zidentyfikowane czynniki ryzyka ([Rycina 1](#)). Oto przykładowe zalecenia:

- Podczas każdego porodu powinna być dostępna osoba przeszkolona w zakresie resuscytacji noworodka.
- Jeżeli konieczna jest interwencja, powinien ją przeprowadzać zespół odpowiedzialny wyłącznie za opiekę nad noworodkiem.
- Podczas każdego porodu powinna istnieć możliwość natychmiastowego zorganizowania pomocy zespołu wyspecjalizowanego w resuscytacji noworodka.

Sprzęt i warunki otoczenia

- Cały sprzęt musi być regularnie sprawdzany i stale gotowy do użycia.



Rycina 1. Najczęstsze czynniki zwiększające ryzyko urodzenia się dziecka wymagającego stabilizacji czynności życiowych lub resuscytacji

- O ile to możliwe, jeszcze przed porodem należy przygotować odpowiednie stanowisko oraz sprzęt resuscytacyjny. Zadanie to ułatwiają listy kontrolne.
- Resuscytacja noworodka powinna przebiegać w ciepłym, dobrze oświetlonym, zabezpieczonym od przeciągów miejscu, na płaskiej powierzchni i – jeśli to możliwe – pod promiennikiem podczerwieni.
- Sprzęt służący do monitorowania stanu noworodka oraz wspomaganie wentylacji powinien być gotowy do natychmiastowego użycia.
- Należy też zapewnić łatwy dostęp do dodatkowych urządzeń, których zastosowanie może się okazać konieczne podczas przedłużającej się resuscytacji.

Zaplanowany poród domowy

- Przy każdym planowanym porodzie domowym powinno być obecnych dwóch przeszkolonych profesjonalistów.
- Przynajmniej jedna z tych osób powinna umieć prowadzić wentylację z użyciem maski oraz wykonywać uciśnięcia klatki piersiowej u noworodka.
- Zalecenia dotyczące obecności personelu medycznego przy planowanym porodzie domowym różnią się w poszczególnych krajach, jednak decyzja dotycząca takiego porodu uzgodniona z lekarzem i położną nie powinna negatywnie wpłynąć na standard początkowej oceny ani na działania związane ze stabilizacją czynności życiowych czy resuscytacją noworodka.
- Poród domowy ogranicza zakres możliwych czynności resuscytacyjnych ze względu na odległość od ośrodków opieki zdrowotnej oraz brak specjalistycznego sprzętu medycznego. Należy o tym poinformować matkę podczas planowania porodu domowego.
- Jeżeli poród odbywa się w miejscu do tego nieprzystosowanym, należy zapewnić podstawowe wyposażenie w odpowiednim dla noworodka rozmiarze. Obejmuje ono:

- czyste rękawiczki dla osoby odbierającej poród oraz osób asystujących
 - ciepłe, suche ręczniki i kocyki pozwalające zapewnić dziecku ciepło
 - stetoskop – do oceny częstości akcji serca
 - sprzęt umożliwiający bezpieczne wspomaganie upowietrzenia płuc i prowadzenie wentylacji, np. worek samorozprężalny z maską twarząwą
 - sterylne narzędzia do zaciśnięcia i bezpiecznego przecięcia pępowiny.
- Nieoczekiwane porody pozaszpitalne z dużym prawdopodobieństwem wiążą się z koniecznością zaangażowania służb ratowniczych. Ich personel powinien być odpowiednio przeszkolony i wyposażony we właściwy sprzęt.
- Osoby asystujące przy porodach domowych powinny mieć opracowane schematy postępowania na wypadek komplikacji.

Przygotowanie zespołu

- Jeżeli czas na to pozwala, przed porodem należy krótko omówić z zespołem zakres odpowiedzialności poszczególnych osób, sprawdzić sprzęt oraz ustalić plan stabilizacji czynności życiowych i resuscytacji.
- Powinno się z wyprzedzeniem przydzielić role i zadania. Pomocne mogą tu być listy kontrolne.
- Jeżeli istnieje ryzyko, że noworodek będzie wymagał resuscytacji, trzeba przygotować na to rodziców.

Szkolenie i edukacja

Zalecenia

- Osoby prowadzące resuscytację noworodka muszą się legitymować właściwą wiedzą, a także umiejętnościami technicznymi i nietechnicznymi.

- W szpitalach i innych ośrodkach, w których mogą się odbywać porody, powinny funkcjonować programy szkoleniowe obejmujące teoretyczne i praktyczne aspekty resuscytacji noworodka.
- Zakres i organizacja tych szkoleń zależą od potrzeb personelu oraz charakteru instytucji.
- Zaleca się, aby programy szkoleń obejmowały:
 - regularne ćwiczenia praktyczne
 - współpracę w zespole i kierowanie zespołem
 - nauczanie wielomodułowe
 - symulacje kliniczne
 - przekazywanie uczestnikom praktycznych informacji zwrotnych pochodzących z różnych źródeł (w tym z urzędzeń generujących informacje zwrotne)
 - obiektywne podsumowanie wyników.
- Optymalnie szkolenia powinny się odbywać co najmniej 2 razy w roku
 - aktualizacje szkoleń mogą dotyczyć konkretnych zadań, scenariuszy symulacyjnych, zachowań i aspektów psychologicznych.

Kontrola temperatury

Zalecenia

Standardy postępowania

- Należy regularnie monitorować temperaturę ciała noworodka po urodzeniu oraz odnotować temperaturę przy przyjęciu na oddział – stanowi ona wskaźnik prognostyczny oraz parametr świadczący o jakości opieki.
- Temperaturę ciała noworodka należy utrzymywać w zakresie 36,5–37,5°C.
- Powinno się unikać zarówno hipotermii ($\leq 36^\circ\text{C}$), jak i hipertermii ($>38^\circ\text{C}$). W uzasadnionych przypadkach po resuscytacji można rozważyć zastosowanie hipotermii terapeutycznej (zob. *Opieka poresuscytacyjna*).

Warunki otoczenia

- Należy chronić dziecko przed przeciągami – zadbać o zamknięcie okien oraz odpowiednie ustawienie klimatyzacji.

NLS 2021
5 ZASAD GŁÓWNYCH
WYTYCZNE 2021

- 1. Opóźnione zaciśnięcie pępowiny może poprawić stan dziecka - szczególnie wcześniaka**
- 2. Skuteczne utrzymanie temperatury jest niezbędne - owiń w suche tkaniny i stymuluj**
- 3. Oceń oddech i czynność serca - szybka czynność serca wskazuje na prawidłowe natlenowanie**
- 4. Proste czynności zapewniające drożność dróg oddechowych i wspomagające oddychanie w większości sytuacji są wystarczające**
- 5. Stosuj uciskanie klatki piersiowej tylko po uzyskaniu skutecznej wentylacji i jeśli rytm serca pozostaje bardzo wolny**

Rycina 2. Podsumowanie kluczowych informacji dotyczących resuscytacji noworodków (zob. też infografiki na końcu rozdziału)

- W pomieszczeniu, w którym odbywa się opieka nad noworodkiem (sala porodowa lub operacyjna), temperatura powinna wynosić 23–25°C.
- W przypadku wcześniaków urodzonych ≤ 28 . tygodnia ciąży temperatura pomieszczenia powinna wynosić $>25^\circ\text{C}$.

Noworodki donoszone i urodzone blisko terminu (>32. tygodnia ciąży)

- Natychmiast po urodzeniu należy dziecko osuszyć, a także okryć głowę i ciało (z wyjątkiem twarzy) ciepłym i suchym ręcznikiem, aby zapobiec dalszej utracie ciepła.
- Jeżeli noworodek nie wymaga resuscytacji, należy go ułożyć przy matce, umożliwiając bezpośredni kontakt, i okryć oboje ręcznikiem. Konieczna jest ciągła uważna obserwacja matki i dziecka pod kątem utrzymania normotermii, zwłaszcza w przypadku dzieci urodzonych przedwcześnie oraz z niską masą urodzeniową.
- Jeśli noworodek wymaga wspomaganie procesu adaptacji lub podjęcia resuscytacji, należy go ułożyć na ciepłej powierzchni pod włączonym wcześniej promiennikiem ciepła.

Wcześnieiki urodzone ≤ 32 . tygodnia ciąży

- Dziecko należy bez osuszania całkowicie (z wyjątkiem twarzy) okryć folią polietylenową i położyć pod promiennikiem podczerwieni.
- Przy opóźnionym zaciśnięciu pępowiny, jeżeli nie jest możliwe zastosowanie promiennika, konieczne będzie wdrożenie innych metod (wymienionych poniżej) w celu utrzymania prawidłowej temperatury noworodka pozostającego w łączności z łóżyskiem.
- Dzieci urodzone ≤ 32 . tygodnia ciąży mogą wymagać zastosowania dodatkowych metod, takich jak podwyższenie temperatury pomieszczenia, okrycie ciepłymi kocykami, założenie czapki i użycie podgrzewanego materacyka.
- W przypadku dzieci o mniejszej dojrzałości czy niższej wadze urodzeniowej ułożenie przy matce z bezpośrednim kontaktem jest możliwe, wymaga jednak szczególnego nadzoru w celu uniknięcia hipotermii.
- Przy stosowaniu wspomaganie oddechu warto rozważyć użycie nawilżonych i ogrzewanych gazów oddechowych.
- Wykazano, że w przypadku bardzo niedojrzałych wcześniaków program poprawy jakości opieki z zastosowaniem list kontrolnych oraz ciągłej informacji zwrotnej dla zespołu znacząco zmniejsza liczbę przypadków hipotermii przy przyjęciu na oddział.

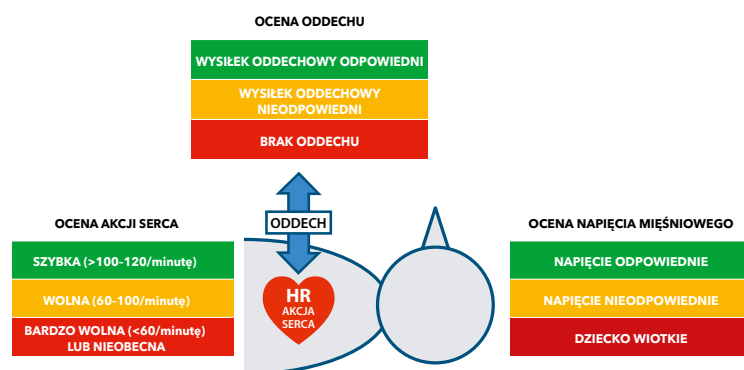
Postępowanie w przypadku porodu poza szpitalem

- U noworodków urodzonych niespodziewanie poza szpitalem występuje większe ryzyko hipotermii, która wiąże się z gorszym rokowaniem.
- Korzystne może być owinięcie dziecka – po osuszeniu – w spożywczy worek foliowy i okrycie kocem. Dzieci w dobrym stanie urodzone >30 . tygodnia ciąży można transportować ułożone przy matce, w bezpośrednim kontakcie (po osuszeniu), o ile matka pozostaje w normotermii. Podczas transportu noworodek powinien być okryty, chroniony przed przeciągiem oraz starannie obserwowany pod kątem temperatury ciała, drożności dróg oddechowych i prawidłowego oddechu.

Zaopatrzenie pępowiny po urodzeniu

- Przed porodem należy omówić z rodzicami opcje zaciśnięcia pępowiny, podając przemawiające za nimi argumenty.
- Jeżeli bezpośrednio po urodzeniu dziecko nie wymaga resuscytacji ani wspomaganie przy stabilizacji czynności życiowych, należy dążyć do zaciśnięcia pępowiny nie wcześniej niż po upływie 60 s. Przedłużenie tego czasu może przynieść dodatkowe korzyści.
- Optymalnie zaciśnięcie pępowiny powinno nastąpić po upowietrzeniu płuc.
- Jeżeli jest możliwe bezpieczne zapewnienie kontroli temperatury oraz prowadzenie wstępnych czynności resuscytacyjnych przy niezaciśniętej pępowinie, można opóźnić jej zaciśnięcie na czas wykonywania tych zabiegów.
- Jeśli opóźnienie zaciśnięcia pępowiny nie jest możliwe, u dzieci urodzonych >28 . tygodnia ciąży należy rozważyć wykonanie przetaczania pępowinowego.

Ocena wstępna



Rycina 3. Ocena napięcia mięśniowego, oddechu i akcji serca pomaga określić zakres koniecznych interwencji

Ocenę wstępną można przeprowadzić przed zaciśnięciem i przecięciem pępowiny. Zwykle dokonuje się jej w następującej kolejności:

- Napięcie mięśniowe (i zabarwienie skóry).
- Ocena **oddechu**.
- Ocena **akcji serca**.
- Podczas oceny wstępnej należy zapewnić dziecku odpowiednią temperaturę otoczenia.
- Wstępna, szybka ocena stanu noworodka ma na celu określenie wyjściowego stanu ogólnego oraz konieczności wspomaganie i/lub resuscytacji, a także stwierdzenie, czy właściwe będzie opóźnienie zaciśnięcia pępowiny i jaki jest jego odpowiedni czas.
- Częste powtarzanie oceny akcji serca i oddechu pozwala ustalić, czy proces adaptacji przebiega prawidłowo i czy istnieje potrzeba podjęcia dalszych interwencji.

Stymulacja dotykowa

Podczas oceny wstępnej można wykonać stymulację dotykową poprzez:

- Osuszanie noworodka.

- Delikatne pocieranie podeszew stóp lub pleców na poziomie klatki piersiowej. Należy unikać bardziej intensywnych metod stymulacji.

Napięcie mięśniowe i zabarwienie skóry

- Wiotki noworodek najprawdopodobniej wymaga wentylacji.
- Zabarwienie skóry nie jest dobrym wskaźnikiem utlenowania krwi dziecka. Rozpoznanie sinicy bywa trudne. Bładość może stanowić objaw wstrząsu lub – rzadziej – hipowolemii. W takim przypadku należy wziąć pod uwagę możliwość utraty krwi i zaplanować odpowiednie działania.

Oddychanie

- Czy dziecko oddycha? Jeżeli tak, należy odnotować częstość, głębokość i symetrię oddechu oraz ocenić wysięk oddechowy jako:
 - odpowiedni
 - nieodpowiedni, np. westchnienia lub postękiwanie
 - brak oddechu.

Częstość akcji serca

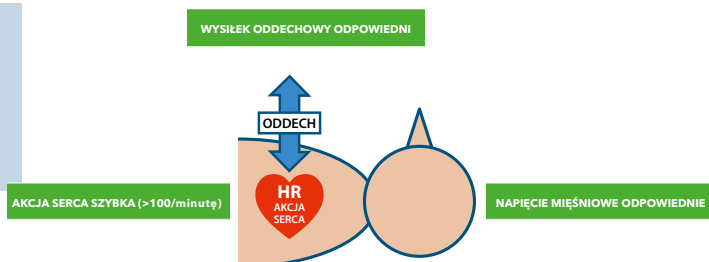
- Akcję serca należy ocenić z użyciem stetoskopu. Do dalszej, ciągłej oceny należy wykorzystać pulsoksymetr oraz ewentualnie monitorowanie elektrokardiograficzne (EKG). Częstość akcji serca klasyfikuje się jako:
 - szybką (>100/minutę) – prawidłową
 - wolną (60–100/minutę) – pośrednią, z możliwą hipoksją
 - bardzo wolną lub nieobecną (<60/minutę) – krytyczną, z bardzo prawdopodobną hipoksją.

Jeżeli po ocenie wstępnej i stymulacji noworodek nie podejmuje spontanicznej i efektywnej czynności oddechowej i/lub akcja serca nie wzrasta (i/lub zwalnia, chociaż początkowo była szybka), należy rozpocząć wspomaganie oddechu.

Klasyfikacja noworodków na podstawie oceny wstępnej

Na podstawie oceny wstępnej noworodka można zazwyczaj zakwalifikować do jednej z trzech grup, jak przedstawiono na poniższych ilustracjach.

1.



Rycina 4a. Adaptacja prawidłowa

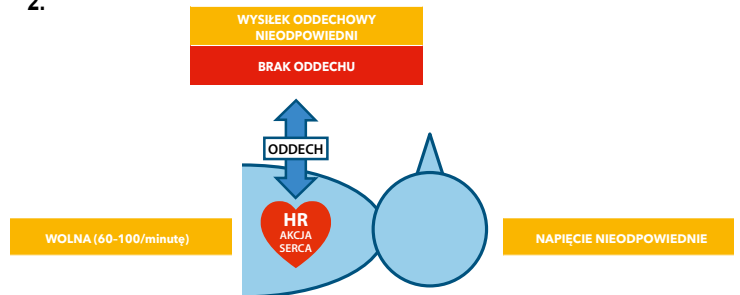
napięcie mięśniowe odpowiednie
oddech prawidłowy lub płacz
akcja serca szybka (>100/minutę)

Ocena: *Adaptacja prawidłowa* – oddech nie wymaga wspomagania, akcja serca prawidłowa (Rycina 4a).

Postępowanie:

- Opóźnić zaciśnięcie pępowiny.
- Osuszyć noworodka i okryć go ciepłym ręcznikiem.
- Pozostawić dziecko z matką lub opiekunką, zapewnić utrzymanie prawidłowej temperatury.
- Jeżeli stan noworodka jest stabilny, rozważyć ułożenie go przy matce, z umożliwieniem bezpośredniego kontaktu.

2.



Rycina 4b. Adaptacja nieprawidłowa

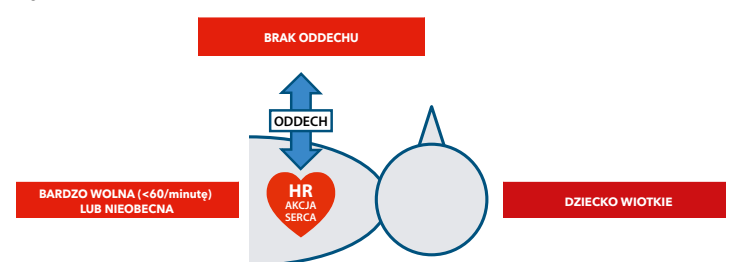
napięcie mięśniowe obniżone
oddech nieprawidłowy lub bezdech
akcja serca wolna (60–100/minutę)

Ocena: *Adaptacja nieprawidłowa* – dziecko wymaga wspomagania oddechu, wolna akcja serca może wskazywać na hipoksję (Rycina 4b).

Postępowanie:

- Opóźnić zaciśnięcie pępowiny, o ile nie utrudni to opieki nad noworodkiem.
- Osuszyć dziecko, stymulować, okryć ciepłym ręcznikiem.
- Udrożnić drogi oddechowe – upowietrznij płuca i rozpocząć wentylację.
- W sposób ciągły oceniać zmiany w zakresie akcji serca i oddechu.
- Jeżeli akcja serca nie przyspiesza, kontynuować wentylację.
- Może być potrzebna pomoc dodatkowych osób.

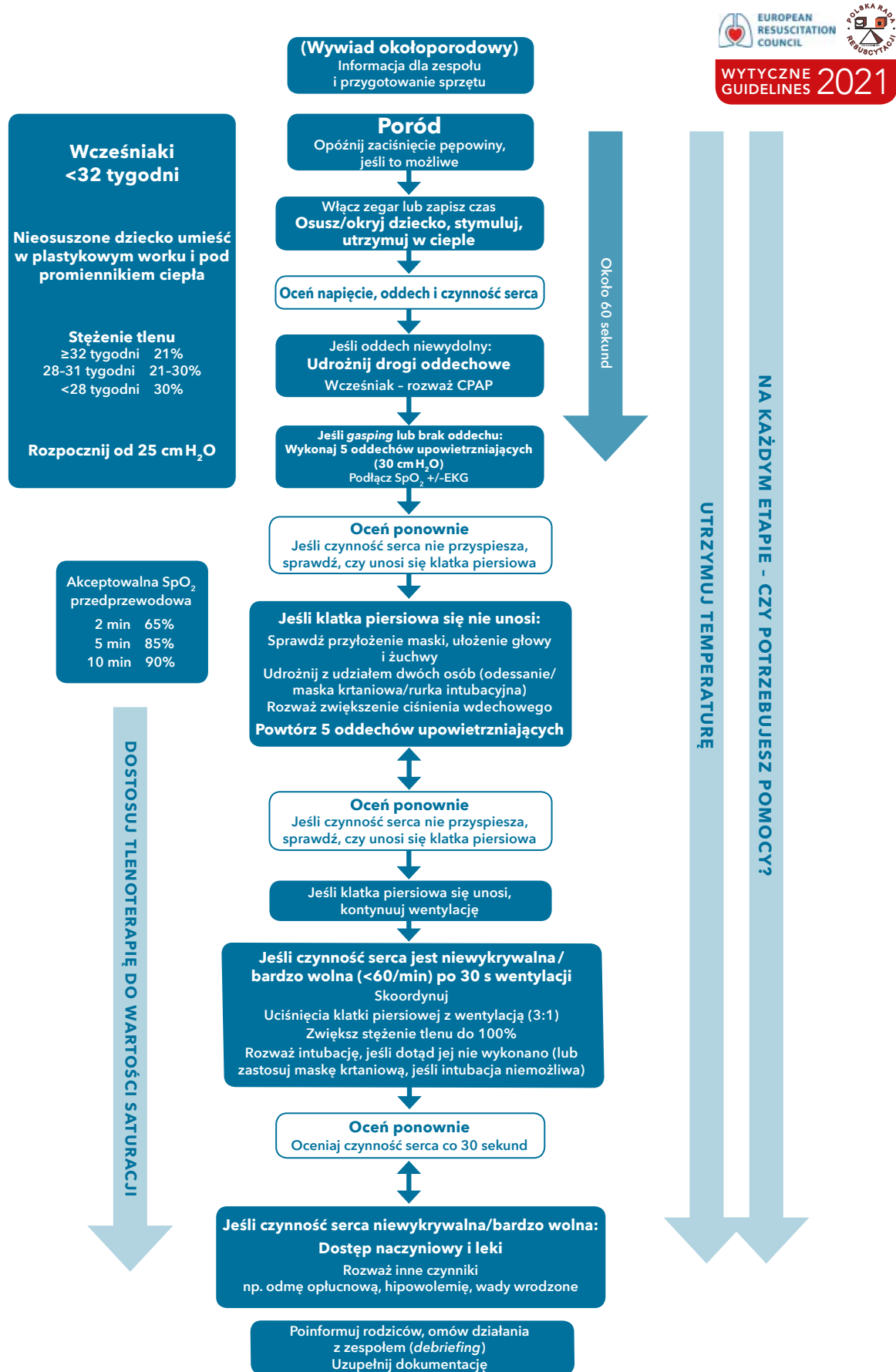
3.



Rycina 4c. Poważne zaburzenia adaptacji

dziecko wiotkie, może występować bładość powłok
oddech nieprawidłowy lub bezdech
akcja serca bardzo wolna (<60/minutę) lub niewykrywalna

Ocena: *Poważne zaburzenia adaptacji* – dziecko wymaga wspomagania oddechu, akcja serca wskazuje na nasiloną hipoksję (Rycina 4c).



Rycina 5. Algorytm zabiegów resuscytacyjnych u noworodków

Postępowanie:

- Natychmiast zacisnąć pępowinę i przenieść dziecko na stanowisko do resuscytacji. Opóźnione zaciśnięcie pępowiny jest dopuszczalne, o ile nie utrudni czynności resuscytacyjnych.
- Osuszyć dziecko, stymulować, okryć ciepłym ręcznikiem.
- Udrożnić drogi oddechowe – upowietrzyć płuca i rozpocząć wentylację.
- W sposób ciągły oceniać akcję serca, oddech i efektywność wentylacji.
- Kontynuować wykonywanie zabiegów resuscytacyjnych stosownie do reakcji dziecka.
- Najprawdopodobniej będzie potrzebna pomoc dodatkowych osób.

Noworodki urodzone przedwcześnie

- Obowiązują te same zasady postępowania.
- Należy rozważyć zastosowanie alternatywnych/dodatkowych metod utrzymywania temperatury, takich jak owinięcie folią polietylenową.
- Jeżeli dziecko oddycha, należy zastosować delikatne wspomaganie oddechu, rozpoczynając od metody stałego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (*Continuous Positive Airway Pressure* – CPAP).
- Powinno się stosować ciągłe monitorowanie stanu noworodka (pulsoksymetr oraz ewentualnie EKG).

Zabiegi resuscytacyjne u noworodków

Po dokonaniu oceny wstępnej i przeprowadzeniu początkowych interwencji należy kontynuować wspomaganie oddechu, jeżeli:

- Dziecko nie podjęło prawidłowej, regularnej czynności oddechowej lub
- Częstość akcji serca wynosi <100 /minutę.

Zazwyczaj jedyne konieczne działania obejmują **udrożnienie dróg oddechowych, upowietrzenie płuc i wentylację**. Bez tych interwencji wszelkie inne zabiegi będą bezskuteczne.

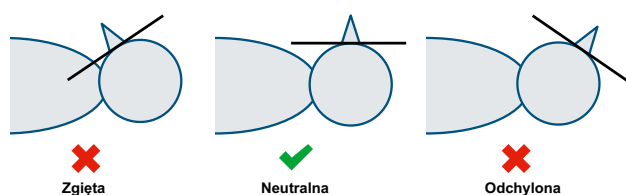
Udrożnienie dróg oddechowych

Jeżeli z oceny wstępnej wynika, że noworodek nie podjął efektywnej, regularnej czynności oddechowej lub częstość akcji serca wynosi <100 /minutę, należy rozpocząć zabiegi resuscytacyjne (Rycina 5).

Zapewnienie i podtrzymanie drożności dróg oddechowych jest kluczowe dla uzyskania prawidłowej adaptacji i spontanicznego oddechu lub dla skuteczności późniejszych zabiegów resuscytacyjnych.

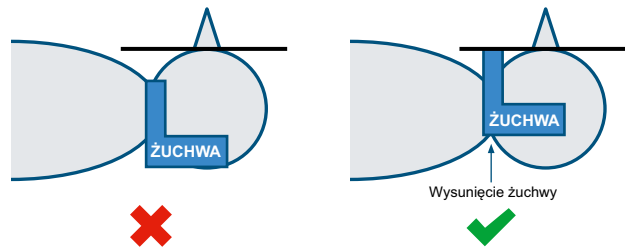
Techniki udrożniania dróg oddechowych

- Noworodka należy ułożyć na plecach, podtrzymując główkę w pozycji neutralnej (Rycina 6a).



Rycina 6a. Główka w pozycji neutralnej. Twarz w linii poziomej (rycina środkowa) – nie zgięta (rycina lewa) ani odchylona (rycina prawa)

- Jeżeli dziecko jest wiotkie, kluczowe dla udrożnienia i zabezpieczenia drożności dróg oddechowych oraz zmniejszenia przecieku powietrza wokół maski może być wysunięcie żuchwy do przodu (uniesienie żuchwy) (Rycina 6b). Podczas wentylacji z użyciem maski twarzowej największą skuteczność wykazują metody udrożniania dróg oddechowych stosowane przez dwie osoby. Pozwalają one sprawnie wykonać manewr wysunięcia żuchwy.



Rycina 6b. Wysunięcie żuchwy zwiększa przestrzeń gardłową

- Rurka ustno-gardłowa może być przydatna u noworodków do- noszonych, gdy występują trudności w jednoczesnym wysunięciu żuchwy i prowadzeniu wentylacji, a także przy zaburzeniach drożności górnych dróg oddechowych, np. w przypadku mikrognacji. U noworodków urodzonych ≤ 34 . tygodnia ciąży należy jednak rurki ustno-gardłowe stosować ostrożnie, ponieważ mogą one nasilić niedrożność dróg oddechowych.
- W przypadku problemów z utrzymaniem drożności dróg oddechowych i z uzyskaniem odpowiedniego upowietrzenia za pomocą maski twarzowej można też rozważyć zastosowanie rurki nosowo-gardłowej.

Niedrożność dróg oddechowych

- Niedrożność dróg oddechowych może być spowodowana nie- prawidłowym ułożeniem, obniżonym napięciem mięśniowym w obrębie dróg oddechowych i/lub skurczem krtani, szczególnie u wcześniaków bezpośrednio po urodzeniu.
- Odsysanie jest konieczne jedynie wtedy, gdy oględziny gardła po niepowodzeniu zabiegów mających na celu upowietrzenie płuc wykażą niedrożność wywołaną śluzem, mazią płodową, smólką, skrzepami krwi itp.
- Odsysanie należy zawsze wykonywać pod bezpośrednią kontrolą wzroku, najlepiej z użyciem laryngoskopu i cewnika o szerokim świetle.

Smółka

- W przypadku noworodków z obniżoną żywotnością, urodzonych z wód płodowych podbarwionych smólką istnieje duże ryzyko, że konieczne będzie zastosowanie zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych. Niezbędna może się okazać interwencja zespołu neonatologicznego przeszkolonego w zakresie takich zabiegów.
- Rutynowe odsysanie dróg oddechowych u noworodków z ob- niżoną żywotnością nie jest zalecane, może bowiem opóź- nić podjęcie wentylacji. U noworodków z bezdechem lub nie- wydolnych oddechowo, urodzonych z wód płodowych pod- barwionych smólką należy – ze względu na brak dowodów

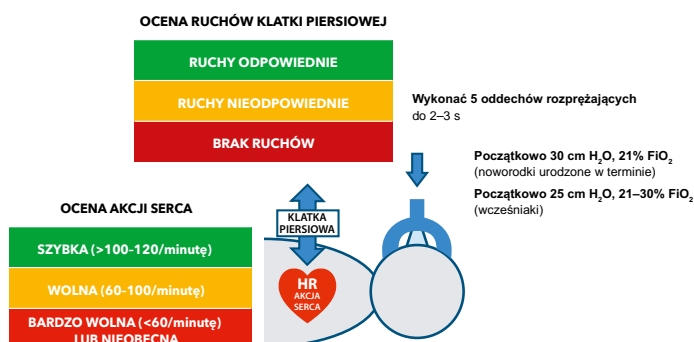
naukowych przemawiających na korzyść odsysania – położyć nacisk na jak najszybsze rozpoczęcie wentylacji.

- Jeżeli początkowe próby uzyskania upowietrzenia płuc i wentylacji okazują się nieskuteczne, przyczyną może być fizyczne zatkanie dróg oddechowych. W takiej sytuacji należy rozważyć oględziny i odessanie pod bezpośrednią kontrolą wzroku. Rzadko konieczna jest intubacja i odessanie przeszkody przez rurkę dotchawiczą.

Początkowe oddechy rozprężające i wentylacja wspomagana

Oddechy rozprężające (Rycina 7)

- Jeżeli u dziecka występuje bezdech, westchnienia lub niewydolność oddechowa, należy jak najszybciej rozpocząć wentylację dodatnim ciśnieniem – optymalnie w ciągu 60 s po urodzeniu.
- Należy zastosować maskę twarzową o odpowiednim rozmiarze połączoną z urządzeniem zapewniającym wentylację dodatnim ciśnieniem. Maskę należy szczelnie przyłożyć do twarzy noworodka.
- Należy wykonać 5 oddechów rozprężających, za każdym razem utrzymując dodatnie ciśnienie przez okres do 2–3 s.
- Przy początkowych oddechach rozprężających u noworodków donoszonych stosuje się ciśnienie 30 cm H₂O; należy rozpocząć od wentylacji powietrzem. U wcześniaków urodzonych ≤32. tygodnia należy rozpocząć wentylację ciśnieniem 25 cm H₂O, stosując mieszaninę o zawartości 21–30% tlenu (zob. powietrze/tlen).



Rycina 7. Należy wykonać 5 oddechów rozprężających po 2–3 s przez maskę twarzową oraz ocenić odpowiedź w zakresie akcji serca i ruchów klatki piersiowej

Ocena

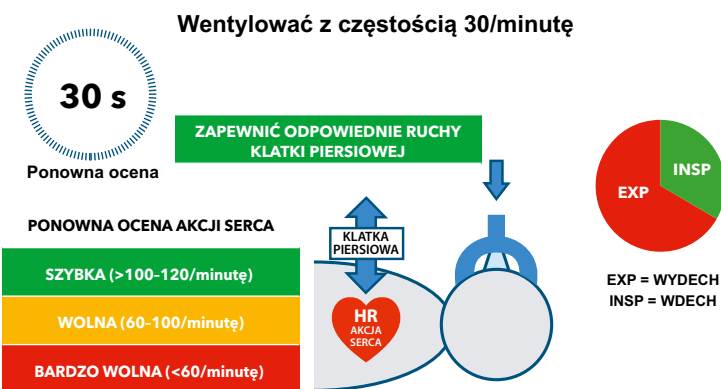
- **Częstość akcji serca:**
 - przyspieszenie (w ciągu 30 s) akcji serca lub jej stabilność, jeśli początkowo była szybka, potwierdza prawidłową wentylację/utlenianie
 - wolna lub bardzo wolna akcja serca zwykle sugeruje utrzymywanie się hipoksji i prawie zawsze wskazuje na nieodpowiednią wentylację.
- **Ruchy klatki piersiowej:**
 - widoczne ruchy klatki piersiowej towarzyszące oddechom rozprężającym wskazują na drożność dróg oddechowych oraz dostarczanie do płuc gazów oddechowych

- brak ruchów klatki piersiowej może świadczyć o niedrożności dróg oddechowych lub o zbyt niskim ciśnieniu wdechowym i niewystarczającej objętości gazów oddechowych dostarczanych do płuc.

Wentylacja (Rycina 8)

Jeżeli występuje odpowiedź w zakresie akcji serca:

- Należy nieprzerwanie prowadzić wentylację, aż dziecko podejmie wydolną czynność oddechową, a częstość akcji serca wyniesie >100/minutę.
- Celem jest wykonywanie w ciągu 1 minuty ok. 30 wdechów trwających krócej niż 1 s.
- Jeśli klatka piersiowa odpowiednio się porusza, należy zredukować ciśnienie wdechowe.
- Nie rzadziej niż co 30 s należy wykonywać ponowną ocenę akcji serca i oddechu.
- Jeżeli utrzymuje się bezdech lub wentylacja przez maskę twarzową okazuje się nieskuteczna, należy rozważyć zastosowanie pewniejszych metod zabezpieczenia drożności dróg oddechowych (maski krtaniowej lub rurki dotchawiczej).



Rycina 8. Po wykonaniu skutecznych oddechów rozprężających należy prowadzić wentylację z częstością 30 oddechów/minutę oraz regularnie oceniać akcję serca

Brak odpowiedzi

Jeżeli *nie* występuje odpowiedź w zakresie akcji serca oraz oddechom rozprężającym nie towarzyszą ruchy klatki piersiowej, należy:

- Sprawdzić, czy sprzęt działa prawidłowo.
- Upewnić się, czy głowa noworodka znajduje się w pozycji neutralnej, a zuchwa jest wysunięta.
- Zweryfikować rozmiar maski oraz jej ułożenie i szczelność.
- Rozważyć alternatywne metody zapewnienia drożności dróg oddechowych, takie jak:
 - wspomaganie przez dwie osoby z użyciem maski, jeśli dotąd maska była zabezpieczana przez jedną osobę
 - oględziny gardła i ewentualne odessanie patologicznej treści pod bezpośrednią kontrolą wzroku
 - zabezpieczenie drożności dróg oddechowych za pomocą intubacji dotchawiczej lub maski krtaniowej
 - wprowadzenie rurki ustno-gardłowej lub nosowo-gardłowej, gdy nie można zabezpieczyć drożności dróg oddechowych za pomocą innych metod.
- Rozważyć stopniowe zwiększanie ciśnienia wdechowego.

- Jeżeli korzysta się z monitorowania czynności oddechowej – sprawdzić, czy objętość wydechu nie jest zbyt niska ani zbyt wysoka (docelowo powinna wynosić ok. 5–8 ml/kg).

Następnie należy:

- Powtarzać oddechy rozprężające.
- Regularnie oceniać akcję serca i ruchy klatki piersiowej.

Rozważając zastosowanie maski krtaniowej lub intubacji dotchawiczej, trzeba pamiętać, że procedury te muszą być wykonywane przez osoby kompetentne i z użyciem odpowiedniego sprzętu. Jeśli zespół nie dysponuje takim personelem czy sprzętem, należy kontynuować wentylację za pomocą maski twarzowej i wezwać pomoc.

Bez odpowiedniego upowietrzenia płuc uciśnięcia klatki piersiowej będą bezskuteczne. Dlatego jeśli akcja serca pozostaje bardzo wolna, należy przed rozpoczęciem uciśnięć klatki piersiowej potwierdzić skuteczność wentylacji, obserwując ruchy klatki piersiowej lub stosując inne metody oceny czynności oddechowej.

CPAP i PEEP. Zabezpieczanie drożności dróg oddechowych i wentylacja wspomagana

CPAP i PEEP

- U spontanicznie oddychających *wcześnieaków* należy rozważyć zastosowanie CPAP z użyciem maski lub kaniul donosowych jako początkową metodę wspomaganie oddechu po urodzeniu.
- W tych przypadkach, jeżeli wykorzystywany sprzęt na to pozwala, należy podczas wentylacji dodatnim ciśnieniem stosować dodatnie ciśnienie końcowowydechowe (*Positive End-Expiratory Pressure* – PEEP) o wartości co najmniej 5–6 cm H₂O.

Urządzenia do wentylacji wspomaganej

- Należy sprawdzić, czy stosowana maska ma odpowiedni rozmiar oraz szczelnie przylega do twarzy noworodka.
- O ile to możliwe, należy – zwłaszcza u *wcześnieaków* – stosować układ T, który przy wspomaganie oddechu pozwala zarówno na użycie CPAP, jak i na prowadzenie wentylacji dodatnim ciśnieniem z PEEP.
- Podczas stosowania CPAP alternatywą dla maski twarzowej mogą być kaniule donosowe w odpowiednim rozmiarze.
- Jeżeli używa się worka samorozprężalnego, powinien on mieć odpowiednią objętość, aby zapewnić właściwe rozprężenie płuc. Należy uważać, aby nie stosować zbyt wysokiej objętości. Podczas wentylacji workiem samorozprężalnym nie ma możliwości uzyskania CPAP.

Maska krtaniowa

- Zastosowanie maski krtaniowej należy rozważyć:
 - u noworodków urodzonych ≥ 34 . tygodnia ciąży (o masie ciała ok. 2000 g), choć opisywano skuteczne użycie niektórych rodzajów maski krtaniowej również u dzieci z masą ciała 1500 g
 - jeżeli występują problemy z prowadzeniem efektywnej wentylacji za pomocą maski twarzowej

- gdy intubacja jest niemożliwa lub niebezpieczna ze względu na wadę wrodzoną, brak odpowiedniego sprzętu lub brak umiejętności
- jako alternatywę dla intubacji w celu zabezpieczenia drożności dróg oddechowych.

Rurka dotchawicza

- Intubację dotchawiczą można rozważyć na różnych etapach resuscytacji noworodka:
 - gdy wentylacja przez maskę jest nieskuteczna pomimo weryfikacji techniki wykonania, korekty ułożenia głowy noworodka oraz zwiększenia ciśnienia wdechowego przy stosowaniu układu T lub worka samorozprężalnego
 - jeżeli wentylacja jest prowadzona przez dłuższy czas – intubacja umożliwia pewniejsze zabezpieczenie drożności dróg oddechowych
 - przy odsysaniu dolnych dróg oddechowych w celu usunięcia niedrożności na poziomie tchawicy
 - gdy wykonuje się uciśnięcia klatki piersiowej
 - w szczególnych sytuacjach klinicznych (takich jak wrodzona przepuklina przeponowa czy podaż surfaktantu).
- Prawidłowe położenie rurki dotchawiczej należy potwierdzić poprzez wykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu.
- Dostępność rurek dotchawiczych w różnych rozmiarach pozwala wybrać najodpowiedniejszą z nich, zapewniając właściwą wentylację przy minimalnym ryzyku przecieku i uszkodzenia dróg oddechowych (Tabela 1).
- Prawidłowe położenie rurki dotchawiczej i właściwą wentylację można również potwierdzić poprzez monitorowanie czynności oddechowej – wykazując odpowiednią objętość wydechu (ok. 5–8 ml/kg) i minimalizację przecieku.
- Przy wprowadzaniu rurki dotchawiczej pomocne może być zastosowanie wideolaryngoskopu.
- Jeżeli rurka ma być pozostawiona w drogach oddechowych, jej położenie należy potwierdzić w badaniu radiologicznym.

Tabela 1. Wymiary rurki dotchawiczej zakładanej przez usta w zależności od czasu trwania ciąży (rurka zakładana przez nos powinna być dłuższa o 1 cm)

Czas trwania ciąży (tygodnie)	Długość do kąćka ust (cm)	Średnica wewnętrzna (mm)
23–24	5,5	2,5
25–26	6,0	2,5
27–29	6,5	2,5
30–32	7,0	3,0
33–34	7,5	3,0
35–37	8,0	3,5
38–40	8,5	3,5
41–43	9,0	4,0

Powietrze/tlen

- Podczas resuscytacji na sali porodowej powinno się korzystać z pulsoksymetru oraz mieszalników tlenu.
- W przypadku zdrowych noworodków donoszonych należy dążyć do uzyskania w ciągu pierwszych 5 minut życia docelowej saturacji powyżej 25 percentyla (Tabela 2).

Tabela 2. Średnia docelowa saturacja w ciągu pierwszych 10 minut życia u zdrowych noworodków donoszonych (za: Dawson i wsp.²⁸¹)

Czas od urodzenia (min)	Dolna granica docelowej saturacji (%)
2	65
5	85
10	90

- Jeżeli pomimo efektywnej wentylacji akcja serca nie przyspiesza lub saturacja pozostaje niska, należy zwiększyć stężenie podawanego tlenu, aby uzyskać odpowiednią saturację przedprzewodową.
- Należy regularnie (np. co 30 s) sprawdzać stężenie podawanego tlenu i saturację oraz stosować miareczkowanie, aby uniknąć zarówno hipoksji, jak i hiperoksji.
- U wcześniaków, jeżeli saturacja wynosi >95%, nie stosuje się dodatkowego tlenu.

Noworodki donoszone i późne wcześniaki (≥35. tygodnia ciąży)

- Jeżeli konieczne jest wspomaganie oddechu po urodzeniu, należy rozpocząć od wentylacji powietrzem (21% tlenu).

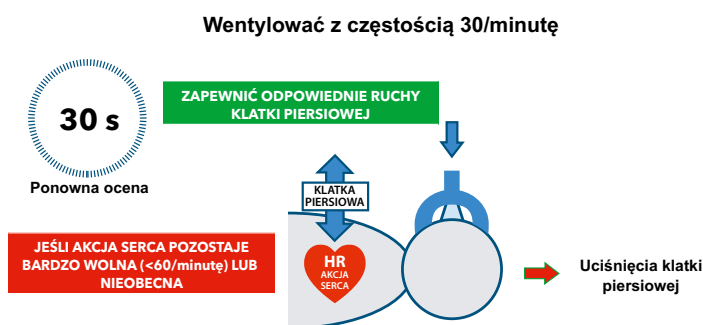
Wcześnieiki urodzone <35. tygodnia ciąży

- Resuscytację powinno się rozpocząć od podawania powietrza lub od niskiego stężenia tlenu, stosownie do dojrzałości noworodka:
 - urodzone ≥32. tygodnia – 21%
 - urodzone w 28–31. tygodniu – 21–30%
 - urodzone <28. tygodnia – 30%.
- U wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży należy przeciwdziałać saturacji <80% i bradykardii w 5. minucie życia. Oba te zjawiska wiążą się ze złym rokowaniem.

Uciśnięcia klatki piersiowej

Ocena potrzeby wykonywania uciśnień (Rycina 9)

- Jeżeli po 30 s prawidłowo wykonywanej wentylacji akcja serca pozostaje bardzo wolna (<60/minutę) lub nieobecna, należy rozpocząć wykonywanie uciśnień klatki piersiowej.
- Rozpoczynając wykonywanie uciśnień klatki piersiowej należy:
 - zwiększyć stężenie podawanego tlenu do 100%
 - wezwać do pomocy osobę z odpowiednim doświadczeniem (o ile nie została już wezwana).



Rycina 9. Przed ponowną oceną akcji serca należy prowadzić prawidłową wentylację przez 30 s

Wykonywanie uciśnień klatki piersiowej

- Uciśnięcia należy wykonywać synchronicznie z wentylacją w proporcji 3 uciśnięcia na 1 wdech z częstotliwością ok. 15 cykli na 30 s.
- Jeśli to możliwe, lepiej zastosować oburęczną technikę uciśnień.
- Co 30 s należy ponownie ocenić odpowiedź pacjenta.
- Jeżeli akcja serca pozostaje bardzo wolna lub nieobecna, należy kontynuować wentylację i uciśnięcia. Trzeba jednak zabezpieczyć drożność dróg oddechowych (np. zaintubować noworodka, jeśli pozwalają na to kompetencje, a nie zostało to wykonane wcześniej).
- Gdy uzyska się wiarygodny odczyt z pulsoksymetru, należy miareczkować podawany tlen pod kontrolą saturacji.

Należy rozważyć:

- Dostęp naczyniowy i podaż leków.

Dostęp naczyniowy

Podczas resuscytacji noworodka w ciężkim stanie po urodzeniu dostęp do naczyń obwodowych może być trudny do uzyskania i nie stanowi optymalnej drogi podawania leków obkurczających naczynia.

Dostęp do żyły pępkowej

- Żyła pępkowa pozwala uzyskać szybki dostęp naczyniowy u noworodków. Podczas resuscytacji powinna być pierwszym cewnikowanym naczyniem.
- Podczas cewnikowania należy stosować układ zamknięty, aby zmniejszyć ryzyko zatoru powietrznego, gdy noworodek wykonuje westchnienie, generując ujemne ciśnienie w klatce piersiowej.
- Przed podaniem leków/płynów należy potwierdzić prawidłowe położenie cewnika, aspirując krew.
- W sytuacjach nagłych procedurę można przeprowadzić w warunkach czystych, bez zachowania jałowości.
- Z dostępu przez żyłę pępkową można korzystać do kilku dni po urodzeniu, np. przy nagłym pogorszeniu stanu noworodka.

Dostęp doszypikowy

- Dostęp doszypikowy może być alternatywną drogą podania leków/płynów w sytuacjach nagłych.

Wspomaganie adaptacji i opieka poresuscytacyjna

- Jeżeli po resuscytacji dziecko wymaga założenia dostępu żylnego, można wykorzystać żyłę obwodową. Jednak przy konieczności stosowania wielu infuzji wskazane może być założenie dostępu centralnego.
- Gdy nie ma innej możliwości uzyskania dostępu naczyniowego, przez krótki czas można korzystać z dostępu doszypikowego.

Leki

Podczas resuscytacji

W trakcie resuscytacji noworodka rzadko konieczne jest stosowanie leków, a dane na temat skuteczności ich podawania są ograniczone. Gdy pomimo prawidłowego udrożnienia dróg od-

dechowych oraz prowadzenia efektywnej wentylacji i wykonywania uciśnień klatki piersiowej przez 30 s nie dochodzi do poprawy stanu noworodka i częstość akcji serca pozostaje na poziomie <60/minutę, można rozważyć podanie leków omówionych poniżej.

- **Adrenalina**
 - gdy pomimo efektywnej wentylacji i uciśnień klatki piersiowej nie udaje się uzyskać akcji serca >60/minutę
 - preferowana droga podania: dożylna lub doszypikowa
 - ▶ dawkowanie: 10–30 µg/kg (0,1–0,3 ml/kg roztworu adrenaliny 1:10000 [1000 µg w 10 ml])
 - dotchawczo: jeśli pacjent jest zaintubowany i nie można uzyskać innego dostępu
 - ▶ dawkowanie: 50–100 µg/kg
 - jeżeli akcja serca pozostaje <60/minutę, kolejne dawki należy podawać co 3–5 minut.
- **Glukoza**
 - przy przedłużającej się resuscytacji, aby zredukować ryzyko hipoglikemii
 - dożylnie lub doszypikowo.
 - ▶ dawkowanie: bolus 250 mg/kg (2,5 ml/kg 10% roztworu glukozy).
- **Podaż płynów**
 - przy podejrzeniu utraty krwi lub wstrząsu opornego na inne zabiegi resuscytacyjne
 - dożylnie lub doszypikowo
 - ▶ dawkowanie: 10 ml/kg krwi grupy 0 Rh– lub krystaloidów izotonicznych.
- **Wodorowęglan sodu**
 - można rozważyć przy przedłużającej się resuscytacji i braku odpowiedzi. Należy zapewnić odpowiednią wentylację, aby zneutralizować kwasinę wewnątrzsercową
 - dożylnie lub doszypikowo
 - ▶ dawkowanie: 1–2 mmol/kg wodorowęglanu sodu (2–4 ml/kg roztworu 4,2%) w powolnym wlewie.

Przy utrzymującym się bezdechu

- **Nalokson**
 - domięśniowo
 - ▶ w rzadkich przypadkach, gdy matka podczas porodu otrzymywała leki z grupy opioidów, a noworodek pomimo resuscytacji nie podejmuje czynności oddechowej przy prawidłowej pojemności minutowej, stosuje się nalokson w dawce początkowej 200 µg. Efekt działania leku jest krótkotrwały, więc po jego podaniu należy monitorować czynność oddechową dziecka.

Przy braku wystarczającej odpowiedzi

Należy rozważyć obecność innych czynników, które mogą modyfikować odpowiedź na resuscytację i wymagają wdrożenia stosownego postępowania (np. odma opłucnowa, hipowolemia, wady wrodzone, awaria sprzętu).

Opieka poresuscytacyjna

Po skutecznej resuscytacji stan noworodka może się w późniejszym okresie pogorszyć. Po osiągnięciu właściwych parametrów

wentylacji i krążenia dziecko powinno pozostawać na oddziale, który zapewni mu ściśle monitorowanie i dalszą opiekę.

Glukoza

- Po resuscytacji należy starannie monitorować poziom glukozy.
- Powinno się dysponować protokołami postępowania na wypadek niestabilnej glikemii.
- Należy unikać wystąpienia hiper- i hipoglikemii.
- Należy unikać wahań stężenia glukozy.
- Można rozważyć podanie glukozy we wlewie, aby uniknąć hipoglikemii.

Kontrola temperatury

- Temperatura ciała dziecka powinna się utrzymywać w zakresie 36,5–37,5°C.
- Jeżeli temperatura spada poniżej tego poziomu, należy noworodka ogrzać – o ile nie ma wskazań do zastosowania hipotermii terapeutycznej (zob. poniżej).

Hipotermia terapeutyczna

- Jeśli po skutecznej resuscytacji wystąpią kliniczne i/lub biochemiczne cechy wskazujące na znaczne ryzyko umiarkowanej bądź ciężkiej encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej, należy rozważyć zastosowanie hipotermii (33–34°C).
- Trzeba wtedy przygotować dokumentację potwierdzającą wskazania do wdrożenia hipotermii. Powinna ona obejmować wynik badania gazometrycznego krwi pępowinowej oraz badania neurologicznego.
- Należy zorganizować bezpieczny transport do ośrodka, który będzie prowadził dalsze monitorowanie i leczenie.
- Nieuzasadnione zastosowanie hipotermii terapeutycznej, bez uwzględnienia rozpoznania encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej, może być szkodliwe (zob. kontrola temperatury).

Rokowanie (dokumentacja)

- Należy się upewnić, czy dokumentacja kliniczna zawiera dane pozwalające na retrospektywną ocenę stanu dziecka przy urodzeniu, a także opis przeprowadzonych interwencji i odpowiedzi na zabiegi resuscytacyjne. Taka dokumentacja ułatwi przegląd zastosowanych działań oraz użycie narzędzi prognostycznych.

Komunikacja z rodzicami

Gdy prawdopodobna jest potrzeba interwencji po urodzeniu

- O ile to tylko możliwe, decyzja o podjęciu próby resuscytacji skrajnie niedojrzałego wcześniaka lub dziecka o szczególnie złym rokowaniu powinna być skonsultowana z rodzicami oraz doświadczonym zespołem pediatrycznym i położniczym.
- Należy jeszcze przed porodem omówić w tym gronie możliwe zabiegi, w tym potencjalną potrzebę i zakres resuscytacji, a także rokowanie, aby opracować spójny plan interwencji.
- Wszystkie omawiane kwestie oraz decyzje należy starannie odnotować w dokumentacji matki przed porodem oraz w dokumentacji dziecka po jego urodzeniu.

Przy każdym porodzie

- Jeżeli zachodzi konieczność podjęcia zabiegów resuscytacyjnych, wskazane jest, aby rodzice byli przy nich obecni, o ile wyrażają taką wolę i pozwalają na to warunki.

- Decyzja o obecności rodziców podczas resuscytacji musi uwzględniać stanowisko zarówno zespołu prowadzącego resuscytację, jak i rodziców.
- Niezależnie od tego, czy rodzice są obecni przy resuscytacji, należy – o ile to tylko możliwe – zapewnić im dostęp do informacji o stanie dziecka i udzielanej mu pomocy.
- Obecność przy resuscytacji dziecka może być dla rodziców bardzo stresująca. W miarę możliwości należy wyznaczyć osobę z personelu, która udzieli im wsparcia oraz będzie ich informować o przebiegu działań.
- Po zakończeniu porodu lub resuscytacji, nawet jeżeli zakończyła się ona niepowodzeniem, należy jak najszybciej zapewnić rodzicom możliwość bezpośredniego kontaktu fizycznego z dzieckiem.
- Powinno się też jak najwcześniej wyjaśnić rodzicom istotę wszystkich procedur wdrożonych po urodzeniu dziecka oraz przyczynę ich zastosowania.
- Wszystkie zdarzenia oraz związane z nimi rozmowy z rodzicami trzeba odnotować.
- Należy też umożliwić rodzicom powtórne omówienie interwencji w późniejszym czasie i pomóc im zrozumieć jej przebieg.
- Po porodzie oraz zastosowaniu jakichkolwiek zabiegów resuscytacyjnych należy rozważyć udzielenie rodzicom dodatkowego wsparcia.

Niepodejmowanie lub zaprzestanie resuscytacji

- Wszystkie zalecenia należy interpretować w kontekście aktualnych ustaleń krajowych i lokalnych.
- Po powzięciu decyzji o niepodejmowaniu lub zaprzestaniu resuscytacji należy się skoncentrować na zapewnieniu komfortu i godności dziecku oraz jego rodzinie.
- Decyzje te powinny być w miarę możliwości podejmowane wspólnie z doświadczonym zespołem pediatrycznym.

Zaprzestanie resuscytacji

- W każdym kraju mogą istnieć zalecenia dotyczące przerywania zabiegów resuscytacyjnych opracowane przez stowarzyszenia naukowe na podstawie uwarunkowań lokalnych.
- Jeżeli akcja serca pozostaje niewykrywalna przez ponad 10 minut od urodzenia, należy przeanalizować czynniki kliniczne (np. czas trwania ciąży, obecność cech dysmorficznych), skuteczność podjętych zabiegów resuscytacyjnych oraz opinię zespołu pod kątem zasadności dalszego prowadzenia resuscytacji.
- Jeśli u donoszonego noworodka akcja serca pozostaje niewykrywalna przez ponad 20 minut od urodzenia, pomimo wdrożenia wszystkich zalecanych zabiegów resuscytacyjnych i wykluczenia przyczyn odwracalnych, należy rozważyć zakończenie resuscytacji.
- Gdy mimo podjęcia właściwych zabiegów resuscytacyjnych akcja serca przyspiesza w niewystarczającym stopniu, decyzje są daleko bardziej złożone. W takiej sytuacji może być uzasadnione przekazanie dziecka na oddział intensywnej terapii, a jeśli nie uda się uzyskać poprawy stanu pacjenta – rozważenie zaprzestania zabiegów resuscytacyjnych.
- Po powzięciu decyzji o niepodejmowaniu lub zaprzestaniu resuscytacji należy zapewnić noworodkowi właściwą opiekę paliatywną.

Niepodejmowanie resuscytacji

- Decyzje o nierozpoczynaniu zabiegów resuscytacyjnych powinno się podejmować po rozmowie z rodzicami oraz w kontekście lokalnych czy krajowych dowodów naukowych dotyczących wyników uzyskiwanych w przypadku wdrożenia resuscytacji i aktywnego leczenia ukierunkowanego na przeżycie.
- Przy ekstremalnie wysokim (>90%) ryzyku zgonu noworodka oraz nieakceptowalnie wysokim ryzyku powikłań u dzieci, które przeżyją, podejmowanie prób resuscytacji i aktywnego leczenia ukierunkowanego na przeżycie jest zwykle niewłaściwe.
- Przy wysokich szansach na przeżycie (>50%) oraz akceptowalnym ryzyku powikłań podejmowanie resuscytacji jest niemal zawsze wskazane. Dotyczy to większości noworodków urodzonych ≥ 24 . tygodnia ciąży (o ile nie występują objawy zaburzeń prenatalnych, takich jak zakażenie wewnątrzmaciczne czy stan niedotlenieniowo-niedokrwienny) oraz większości noworodków z wadami wrodzonymi. Resuscytację powinno się zazwyczaj podjąć również wtedy, gdy szanse na przeżycie i ryzyko powikłań są trudne do określenia, a wcześniejsze omówienie tej kwestii z rodzicami było niemożliwe.
- Gdy szanse przeżycia są niewielkie (<50%), ryzyko powikłań wysokie, a wdrożenie leczenia wiązałoby się z dużym obciążeniem noworodka, należy uzyskać opinię rodziców na temat podejmowania resuscytacji i – zazwyczaj – uszanować ich wolę.

Dowody stanowiące podstawę wytycznych

Czynniki prenatalne mające wpływ na stan noworodka

Adaptacja

Przeżycie po urodzeniu wiąże się z poważnymi zmianami fizjologicznymi, które zachodzą podczas adaptacji z życia płodowego do noworodkowego. Po pierwsze, musi dojść do oczyszczenia i upowietrzenia płuc – umożliwi to wymianę gazową w płucach⁶. To kluczowe zdarzenie zapoczątkowuje sekwencję współzależnych adaptacji sercowo-płucnych, które pozwalają rozpocząć samodzielne życie⁷. Spontaniczny wysiłek oddechowy (ciśnienie ujemne) lub – mniej skuteczna – sztuczna wentylacja (ciśnienie dodatnie) są niezbędne do uzyskania ciśnienia przezpłucnego, koniecznego do upowietrzenia płuc wypełnionych płynem w celu utworzenia, a następnie utrzymania czynnościowej pojemności zalegającej^{8,9}. Większość noworodków przechodzi przez ten okres bezproblemowo, ale nie wszystkie. U niektórych pojawiają się trudności z adaptacją – bez szybkiego wdrożenia odpowiedniego wspomaganie mogą one wymagać późniejszej resuscytacji. Najnowsze badania obserwacyjne przeprowadzone na dużej skali potwierdzają, że ok. 85% noworodków urodzonych o czasie spontanicznie podejmuje czynność oddechową, 10% reaguje na osuszanie, stymulację, udrożnienie dróg oddechowych i/lub zastosowanie CPAP lub PEEP, a ok. 5% zaczyna oddychać po zastosowaniu wentylacji dodatnim ciśnieniem. Szacunkowy odsetek intubacji wynosi 0,4–2%. Mniej niż 0,3% noworodków wymaga uciskania klatki piersiowej, a ok. 0,05% podania adrenaliny¹⁰⁻¹⁶.

Czynniki ryzyka

Istnieje kilka czynników związanych z matką i dzieckiem występujących w okresie przed- i śródporodowym, które zwiększają ryzyko trudnego porodu, problemów dotyczących adaptacji oraz konieczności zastosowania resuscytacji. Zgodnie z ostatnią aktualizacją dowodów ILCOR większość najnowszych badań potwierdza wcześniej zidentyfikowane czynniki ryzyka konieczności udzielenia pomocy po porodzie^{1,17-26}. Nie istnieje uniwersalny model pozwalający przewidzieć ryzyko resuscytacji czy potrzebę wspomaganie w okresie adaptacji, a lista czynników ryzyka wymienionych w wytycznych nie jest wyczerpująca.

Planowy poród w terminie przez cięcie cesarskie przy braku innych czynników ryzyka nie wiąże się z większym prawdopodobieństwem konieczności resuscytacji noworodka^{18,27,28}. Po przeglądzie dowodów zalecenia ILCOR pozostają niezmienione: Kiedy noworodek rodzi się w terminie przez cięcie cesarskie w znieczuleniu regionalnym, przy porodzie powinien być obecny lekarz umiejący prowadzić wentylację wspomaganą. Nie jest natomiast konieczna obecność lekarza posiadającego umiejętność intubacji noworodka¹.

Personel obecny przy porodzie

Nie zawsze można przed porodem przewidzieć potrzebę stabilizacji czynności życiowych lub podjęcia resuscytacji. Interwencje mogą nie być konieczne, ale personel obecny przy porodzie musi mieć kwalifikacje do podjęcia początkowych zabiegów resuscytacyjnych. Istotne jest, aby zespół udzielający dodatkowego wsparcia, jeśli nie jest obecny na miejscu, mógł szybko zareagować. Jego doświadczenie i zdolność do szybkiego działania mogą mieć wpływ na ostateczny wynik²⁹. W różnych ośrodkach stosuje się różne wytyczne dotyczące obecności wyspecjalizowanych zespołów przy porodach, co może prowadzić do znacznych odmienności w uzyskiwanych wynikach³⁰. Prospektywna kontrola 56 kanadyjskich oddziałów neonatologicznych wykazała, że przy obowiązujących wówczas wytycznych potrzeby podjęcia resuscytacji nie udało się przewidzieć w 76% przypadków³¹. W serii resuscytacji sfilmowanych na dwóch norweskich oddziałach o III stopniu referencyjności potrzeby podjęcia resuscytacji nie przewidziano w 32% przypadków³². Na jednym z oddziałów kanadyjskich zespół resuscytacyjny uczestniczył w ok. 65% wszystkich porodów; przerywanej wentylacji dodatnim ciśnieniem wymagało tylko 22% noworodków z tej grupy oraz 4,6% tych, u których nie przewidywano konieczności resuscytacji¹⁷.

Sprzęt i warunki otoczenia

Szczegółowa specyfikacja sprzętu potrzebnego do stabilizacji czynności życiowych i resuscytacji noworodka może być różna, a osoby korzystające z tych urządzeń muszą być świadome ich ograniczeń. Pojawiły się sugestie dotyczące standaryzacji optymalnego rozplanowania obszaru resuscytacji³³, ale opublikowane dowody nie wykazały poprawy wyników w następstwie zastosowania żadnych konkretnych rozwiązań. Wytyczne opierają się na opinii międzynarodowych ekspertów^{1,34}.

Zaplanowany poród domowy

W przeglądzie systematycznym 8 badań obejmujących 14 637 planowych porodów domowych o niskim ryzyku oraz 30 177 planowych porodów szpitalnych o niskim ryzyku stwierdzono podobne ryzyko zachorowalności i śmiertelności noworodków³⁵. Osoby

asystujące w porodach domowych muszą zdawać sobie sprawę, że pomimo stratyfikacji ryzyka i podjęcia działań mających na celu uniknięcie powikłań noworodki urodzone w domu mogą wymagać resuscytacji i że należy się na taką okoliczność przygotować³⁴.

Przygotowanie zespołu i listy kontrolne

Zaleca się przeprowadzanie odpraw i przydzielanie ról, aby usprawnić funkcjonowanie zespołu i dynamikę działań³⁶, nie ma jednak dowodów na poprawę wyników klinicznych po zastosowaniu takiego podejścia³⁷. Podobnie wykorzystanie list kontrolnych podczas odpraw (i przy podsumowaniach) może usprawnić komunikację i współpracę w zespole, ale również w tym przypadku niewiele jest dowodów na wpływ na wyniki kliniczne^{38,39}. W przeprowadzonym niedawno przez ILCOR przeglądzie zakresu literatury dotyczącym wpływu odpraw i podsumowań na wyniki resuscytacji noworodków wykazano, że działania te mogą poprawić krótkoterminowe wyniki kliniczne i wyniki dotyczące sprawności personelu, ale ich znaczenie dla rezultatów długoterminowych pozostaje niejasne¹.

Udzielenie związanych informacji rodzinie przed porodem może znacząco wpłynąć na jej oczekiwania, rozumienie przebiegu zdarzeń, podejmowanie decyzji i interakcje z personelem medycznym. Z tego względu rozmowa wstępna często stanowi element krajowych zaleceń dotyczących praktyki (zob. *Rodzice i rodzina*)³³.

Szkolenie i edukacja

Metaanaliza resuscytacji prowadzonej u dorosłych wykazała, że uczestnictwo co najmniej jednej osoby mającej ukończony kurs zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych poprawia uzyskiwane wyniki⁴⁰. Badania nad metodami szkolenia w resuscytacji noworodków się rozwijają, ale ze względu na ich niejednorodność oraz brak ustandaryzowanych miar punktów końcowych nadal niewiele jest dowodów na temat wpływu różnych metod szkoleniowych na wyniki kliniczne⁴¹⁻⁴³.

W przypadku osób uczestniczących w kursach resuscytacji alternatywę dla szkolenia jednorazowego może stanowić szkolenie lub powtórne szkolenie regularnie rozłożone w czasie (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)⁴⁴. Edukacja przerywana, nieregularna, bez okresowego przypominania prowadzi do zaniku umiejętności w zakresie resuscytacji noworodków⁴⁵. Wykazano natomiast, że częste i krótkie szkolenia z wykorzystaniem symulacji poprawiają 24-godzinną przeżywalność pacjentów w środowiskach o małych zasobach⁴⁶. W dwóch badaniach obserwacyjnych, w których analizowano zapisy wideo resuscytacji w czasie rzeczywistym w kontekście list kontrolnych obejmujących oczekiwane czynności, odnotowano częste błędy w stosowaniu ustrukturyzowanych wytycznych dotyczących resuscytacji noworodków^{15,47}. Sugeruje to, że szkolenia powinny się powtarzać częściej niż raz w roku, jednak optymalny odstęp między kursami nie został jeszcze ustalony^{48,49}.

W *Wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji z 2015 r.* zalecono wdrożenie ustrukturyzowanego programu edukacyjnego w zakresie resuscytacji noworodków. Podejście to poparto dwoma przeglądami systematycznymi i metaanalizami³⁴. Zgodnie z przeglądem Cochrane obejmującym 14 badań (187 080 porodów) istnieją umiarkowanej jakości dowody wskazujące, że szkolenie takie zmniejsza wczesną śmiertelność noworodków (typowe RR:

0,88; 95% CI: 0,78–1,00)⁵⁰. Metaanaliza 20 badań porównujących okresy przed szkoleniem i po szkoleniu w zakresie resuscytacji noworodków, obejmujących łącznie 1 653 805 porodów, wykazała zmniejszenie śmiertelności okołoporodowej o 18% (RR: 0,82; 95% CI: 0,74–0,91), jednak wartość tych wyników umniejsza ryzyko błędu i ich pośredni charakter⁴³. Optymalna treść i organizacja takich programów szkoleniowych zależą od potrzeb personelu oraz rodzaju instytucji.

W niedawno przeprowadzonym przeglądzie systematycznym ILCOR uwzględniono kilka badań dotyczących szkolenia zespołowego w resuscytacji noworodków^{51–55}. Stwierdzono, że regularne ćwiczenia, które umożliwiają osobom mającym prowadzić resuscytację ponowne przetrenowanie zabiegów i doskonalenie umiejętności na poziomie indywidualnym i grupowym, poprawiają sprawność działań zespołu i bezpieczeństwo pacjentów. Sugeruje to, że kursy z zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych dla personelu medycznego powinny obejmować specjalne szkolenie w zakresie pracy zespołowej i kierowania zespołem (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)³⁷.

Uważa się, że najkorzystniejsze dla procesu uczenia się jest szkolenie w zakresie resuscytacji noworodków oparte na wielu metodach, zwłaszcza gdy jedną z nich stanowi trening z wykorzystaniem symulacji, w którym kładzie się nacisk na informacje zwrotne dotyczące postępowania w praktyce^{42,50,56–60}. Informacje takie mogą pochodzić z różnych źródeł, takich jak osoba prowadząca, manekin czy zapisy cyfrowe (wideo, audio, monitoring czynności oddechowej itp.)^{37,60–62}. Rola takich metod jak wirtualna rzeczywistość, teleedukacja i symulacja w formie gier planszowych w szkoleniu w zakresie resuscytacji nie została jeszcze ustalona. W przeglądzie 12 gier związanych z resuscytacją noworodków wykazano, że mogą one doskonalić wiedzę, umiejętności i przestrzeganie algorytmu resuscytacji⁶³.

Urządzenia generujące informacje zwrotne na temat jakości interwencji można również wykorzystywać w celu poprawy wyników i zgodności z wytycznymi w warunkach rzeczywistych^{37,64,65}. Po zatrzymaniu krążenia zarówno u dorosłych, jak i u dzieci zaleca się dokonywanie podsumowań indywidualnych i zespołowych wyników resuscytacji opartych na obiektywnych danych (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)^{37,66–69}. Dotyczy to również resuscytacji noworodków^{63,70,71}.

Kontrola temperatury

Narażone na działanie zimna, nieosuszone noworodki nie są w stanie utrzymać odpowiedniej temperatury ciała w pomieszczeniu, które dorosłym wydaje się komfortowo ciepłe. Zbadano mechanizmy i skutki stresu wywołanego wychłodzeniem organizmu oraz sposoby jego unikania^{72,73}. Utrata ciepła może następować poprzez konwekcję, przewodzenie, promieniowanie i parowanie, co oznacza, że u niechronionych noworodków temperatura ciała szybko spada. Stres spowodowany zimnem obniża prężność tętnu we krwi tętnicznej i zwiększa ryzyko kwasicy metabolicznej. Noworodki w ciężkim stanie są na ten stres szczególnie wrażliwe. Temperatura przy przyjęciu na oddział u noworodków bez zamartwicy jest silnym czynnikiem predykcyjnym śmiertelności i zachorowalności, niezależnie od wieku ciążowego i innych uwarunkowań^{74,75}. Zgodnie z zaleceniami ILCOR należy ją odnotować jako czynnik predykcyjny wyników, a także wskaźnik jakości opieki (silne zalecenie, dowody umiarkowanej jakości)⁴⁹. Natychmiastowe

osuszenie noworodka i owinięcie go w ciepły ręcznik w celu uniknięcia ekspozycji na zimne otoczenie pomoże mu utrzymać temperaturę ciała.

Wcześnieiki są szczególnie wrażliwe na hipotermię, a ta z kolei wiąże się z poważnymi powikłaniami, takimi jak krwotok dokomorowy, konieczność wspomagania oddechu, hipoglikemia, a według niektórych badań także sepsa o późnym początku⁴⁹. W europejskim badaniu kohortowym, które obejmowało 5697 noworodków urodzonych <32. tygodnia ciąży przyjętych do opieki neonatologicznej, temperatura ciała przy przyjęciu wynosząca <35,5°C wiązała się ze zwiększoną śmiertelnością w ciągu pierwszych 28 dni⁷⁶. Odnotowano też wzrost wyjściowej śmiertelności o 28% na każdy 1°C spadku temperatury przy przyjęciu poniżej zalecanego zakresu⁷⁷.

W przeglądzie Cochrane obejmującym 46 badań i 3850 dwójek noworodków urodzonych >32. tygodnia ciąży, u których resuscytacja nie była konieczna, stwierdzono, że bezpośredni kontakt fizyczny z matką może być skuteczny w utrzymaniu stabilności termicznej (dowody niskiej jakości), a także poprawia więź matki z dzieckiem i zwiększa odsetek matek karmiących piersią (dowody niskiej lub umiarkowanej jakości)⁷⁸. W większości jednak badania uwzględnione w tym przeglądzie były niewielkie i przeprowadzone bez zaślepienia, w niejednorodnych grupach. W przypadku dzieci o mniejszej dojrzałości czy niższej wadze urodzeniowej ułożenie przy matce z bezpośrednim kontaktem jest możliwe, wymaga jednak szczególnej ostrożności w celu uniknięcia hipotermii. W jednoosobowym badaniu obserwacyjnym dotyczącym 55 noworodków w wieku ciążowym od 28⁰ do 32⁺⁶ tygodni, zrandomizowanych do grupy bezpośredniego kontaktu fizycznego lub do grupy konwencjonalnej kontroli, średnia temperatura ciała po godzinie od urodzenia była niższa o 0,3°C w pierwszej z tych grup (36,3°C ± 0,52; p=0,03)⁷⁹. Prowadzone są dalsze badania w tym zakresie⁸⁰.

Po ostatniej aktualizacji dowodów ILCOR, w której uwzględniono przegląd systematyczny Cochrane obejmujący 25 badań z udziałem 2433 wcześniaków i noworodków z niską masą urodzeniową, zalecenia dotyczące leczenia nie zmieniły się w stosunku do tych z roku 2015⁷⁵. Zaleca się utrzymywanie temperatury ciała noworodka w zakresie 36,5–37,5°C w celu zmniejszenia stresu metabolicznego (silne zalecenie, dowody bardzo niskiej jakości)^{1,49}. W przypadku wcześniaków urodzonych ≤32. tygodnia ciąży, które są ogrzewane promiennikami podczerwieni w szpitalnej sali porodowej, sugeruje się zastosowanie interwencji połączonych. Mogą one obejmować podniesienie temperatury otoczenia do 23–25°C, a także wykorzystanie ogrzanych koców, plastikowych okładów bez osuszania, czapki i materaca termicznego. Działania te pozwolą zmniejszyć hipotermię przy przyjęciu na oddział intensywnej terapii noworodka (słabe zalecenie, dowody bardzo niskiej jakości)¹. W przypadku noworodków urodzonych <28. tygodnia ciąży temperatura w pomieszczeniu powinna wynosić >25°C^{72,73,81}. Przy braku dostępu do urządzeń egzotermicznych można u wcześniaków z dobrym skutkiem zastosować owinięcie w folię spożywczą i okrycie kocem^{72,73,82}.

Sugeruje się, aby unikać hipertermii (>38,0°C), ponieważ wiąże się ona z potencjalnym zagrożeniem (słabe zalecenie, dowody bardzo niskiej jakości)^{1,49}. U noworodków urodzonych przez gorączkujące matki częściej występuje okołoporodowa niewydolność oddechowa, drgawki noworodkowe, wczesna śmiertelność i porażenie mózgowie^{83–85}. Badania przeprowadzone na zwierzę-

tach wskazują, że hipertermia w trakcie niedokrwienia lub po niedokrwieniu mózgu wiąże się z progresją uszkodzenia mózgu⁸⁵.

Monitorowanie temperatury ma kluczowe znaczenie dla uniknięcia stresu spowodowanego wychłodzeniem. Istnieje jednak bardzo niewiele dowodów wskazujących na optymalne umiejscowienie sond monitorujących temperaturę u noworodka na sali porodowej. W badaniu obserwacyjnym 122 wcześniaki urodzone między 28. a 36. tygodniem ciąży zrandomizowano do grup, w których monitorowano temperaturę mierzoną za pomocą sond umieszczonych na grzbiecie, na klatce piersiowej i w okolicy pachowej; uzyskane wyniki były porównywalne²⁹. Do tej pory nie opublikowano badań uwzględniających zastosowanie sond doobytniczych.

Podgrzane, nawilżone gazy wdechowe zmniejszają odsetek umiarkowanej hipotermii u wcześniaków⁸⁶. Metaanaliza dwóch randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 476 wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży wykazała, że podanie podgrzanych, nawilżonych gazów wdechowych bezpośrednio po porodzie obniżyło prawdopodobieństwo wystąpienia hipotermii przy przyjęciu na oddział o 36% (95% CI: 17–50%) (wysoki poziom dowodów)^{87,88}. Nie stwierdzono istotnego wzrostu ryzyka hipertermii ani różnicy w śmiertelności między grupami otrzymującymi gazy nawilżone i nienawilżone. Nie jest jasne, czy poprawiły się też inne wyniki.

Wykazano, że w przypadku bardzo niedojrzałych wcześniaków programy poprawy jakości opieki z zastosowaniem list kontrolnych oraz ciągłej informacji zwrotnej dla zespołu znacząco zmniejszają liczbę przypadków hipotermii przy przyjęciu na oddział^{81,89}.

Zaciśnięcie pępowiny

Nie ma powszechnie przyjętej definicji opóźnionego czy odroczonego zaciśnięcia pępowiny. Wskazuje się jedynie, że nie następuje ono bezpośrednio po urodzeniu dziecka. W przeprowadzonych niedawno przeglądach systematycznych i metaanalizach wczesne lub natychmiastowe zaciśnięcie pępowiny definiowano jako założenie zacisku w ciągu 30 s od urodzenia, zaś późniejsze lub opóźnione zaciśnięcie pępowiny jako założenie zacisku po upływie >30 s od urodzenia lub na podstawie parametrów fizjologicznych (takich jak ustanie pulsowania pępowiny lub podjęcie czynności oddechowej), bez przetaczania pępowinowego^{90,91}.

Fizjologiczne aspekty zaciśnięcia pępowiny

Dane obserwacyjne, badania fizjologiczne, modele zwierzęce i niektóre badania kliniczne sugerują, że natychmiastowe zaciśnięcie pępowiny, szeroko obecnie praktykowane i wprowadzone głównie w celu zapobiegania krwotokom poporodowym u matek, nie jest tak nieszkodliwe, jak kiedyś sądzono^{92,93}. Znacząco zmniejsza ono obciążenie wstępne komór, jednocześnie przyczyniając się do wzrostu obciążenia następczego lewej komory^{7,94}. Rezultaty tego są widoczne w badaniach obserwacyjnych, w których odnotowano zmniejszenie wielkości serca przez 3–4 cykle serca⁹⁵ i bradykardię⁹⁶, oraz w eksperymentalnych modelach zwierzęcych⁹⁷.

Różnice uwarunkowane wiekiem ciążowym

U noworodków donoszonych opóźnienie zaciśnięcia pępowiny powoduje transfer ok. 30 ml/kg krwi z łożyska⁹⁸. Wpływa to korzystnie na poziom żelaza i wskaźniki hematologiczne obser-

wowane w ciągu następnych 3–6 miesięcy u wszystkich noworodków i zmniejsza odsetek transfuzji u wcześniaków^{99,100}. Obawy dotyczące policitemii i żółtaczki wymagających interwencji nie znajdują potwierdzenia w badaniach z randomizacją. Obawy dotyczące pozycji noworodka względem kanału szyjki macicy również wydają się nieuzasadnione, ponieważ skurcze macicy i rozprężenie płuc wywierają większy wpływ na pępowinowy przepływ krwi niż grawitacja^{101,102}.

W metaanalizie ILCOR obejmującej 23 badania z udziałem 3514 zakwalifikowanych noworodków, w których porównywano natychmiastowe zaciśnięcie pępowiny z zaciśnięciem opóźnionym o co najmniej 30 s u wcześniaków urodzonych <34. tygodnia ciąży, stwierdzono, że opóźnione zaciśnięcie pępowiny może nieznacznie poprawić przeżywalność (RR: 1,02; 95% CI: 0,993–1,04) (dowody o umiarkowanej wiarygodności)⁹⁰. Wczesna stabilność układu sercowo-naczyniowego była większa przy mniejszym wspomaganii inotropowym (RR: 0,36; 95% CI: 0,17–0,75) i przy wyższym najniższym średnim ciśnieniu tętniczym krwi (MD: 1,79 mmHg; 95% CI: 0,53–3,05) w ciągu pierwszych 12–24 godzin. U noworodków obserwowano korzystniejsze wskaźniki hematologiczne: szczytowa wartość hematokrytu okazała się wyższa po 24 godzinach (MD: 2,63; 95% CI: 1,85–3,42) i po 7 dniach (MD: 2,70; 95% CI: 1,88–3,52). Dzieci te rzadziej wymagały transfuzji krwi (MD: –0,63; 95% CI: –1,08 do –0,17). Nie udokumentowano wpływu na żadne z powikłań związanych z wcześniactwem, takich jak ciężki krwotok dokomorowy, martwicze zapalenie jelit czy przewlekła choroba płuc. Nie stwierdzono też oczywistego negatywnego wpływu na inne punkty końcowe dotyczące noworodków ani matek (dowody umiarkowanej lub wysokiej jakości). Analizy podgrup wyodrębnionych ze względu na czas opóźnienia zaciśnięcia pępowiny w porównaniu z natychmiastowym zaciśnięciem pępowiny wskazały na prawie liniową zależność między przeżyciem do wypisu a czasem opóźnienia zaciśnięcia pępowiny (opóźnienie o ≤1 minutę: RR: 1,00, 95% CI: 0,97–1,04; opóźnienie o 1–2 minuty: RR: 1,03, 95% CI: 1,00–1,05; opóźnienie o >2 minuty: RR: 1,07, 95% CI: 0,99–1,15). Żaden z tych wyników nie był istotny statystycznie z powodu stosunkowo niewielkiej liczebności grupy.

Metaanaliza ILCOR obejmująca 33 badania (5236 noworodków) nad opóźnionym wobec natychmiastowego zaciśnięcia pępowiny u noworodków urodzonych w terminie i późnych wcześniaków pozwoliła zaktualizować wnioski z poprzedniego badania Cochrane z roku 2013^{91,103}. Nie wykazano istotnego wpływu na śmiertelność (RR: 2,54; 95% CI: 0,50–12,74; 4 badania, 537 noworodków) ani konieczność podjęcia resuscytacji (RR: 5,08; 95% CI: 0,25–103,58; 3 badania, 329 noworodków). Odnotowano poprawę parametrów hematologicznych i krążeniowych: wczesnych (hemoglobina ≤24 godzin po urodzeniu: MD: 1,17 g/dl; 95% CI: 0,48–1,86; 9 badań, 1352 noworodki) i 7 dni po urodzeniu (MD: 1,11 g/dl; 95% CI: 0,40–1,82; 3 badania, 695 noworodków), ale nie stwierdzono wpływu na niedokrwistość w dłuższej obserwacji. Zaktualizowany przegląd nie wskazuje na wyraźne różnice dotyczące odpowiedzi na fototerapię (RR: 1,28; 95% CI: 0,90–1,82) (dowody o niskim lub bardzo niskim poziomie wiarygodności dla wszystkich wyników). Analiza nie dostarczyła jednoznacznych dowodów w zakresie wskaźników rozwoju układu nerwowego w dłuższej obserwacji.

Konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań. W większości opracowań definiowano moment zaciśnięcia pępowiny, odwołując się do czasu opóźnienia. Nie ma wystarczających danych,

aby zalecić stosowanie „fizjologicznego” zaciśnięcia pępowiny (tj. po podjęciu czynności oddechowej)¹⁰⁴, choć może ono przynosić pewne korzyści¹⁰⁵. Badania fizjologiczne sugerują, że gdy zaciśnięcie pępowiny wykonuje się po pierwszych oddechach, nie występuje hipoksja ani bradykardia, obserwowane po natychmiastowym zaciśnięciu pępowiny^{96,97,106}.

Kwestia resuscytacji noworodków z niezaciśniętą pępowiną wymaga dalszych badań. Z większości badań nad opóźnionym zaciśnięciem pępowiny wykluczano noworodki, które wymagały resuscytacji po urodzeniu, ponieważ resuscytację można było podejmować wyłącznie po oddzieleniu od matki. Obecnie dostępny jest sprzęt pozwalający prowadzić resuscytację przy matce, a wstępne badania wykazały, że opóźnione zaciśnięcie pępowiny jest u takich noworodków wykonalne¹⁰⁷⁻¹⁰⁹. Optymalna strategia w tych przypadkach pozostaje jednak niejasna.

Przetaczanie pępowinowe

Przeciwwskazanie do opóźnionego zaciśnięcia pępowiny stanowi utrudniony przepływ krwi przez łożysko z powodu odklejenia łożyska, wypadnięcia pępowiny, naczyń przodujących, oderwania pępowiny lub krwotoku u matki. W takich sytuacjach za alternatywę uznano przetaczanie pępowinowe z pępowiny niezaciśniętej lub przeciętej. W przypadku przetaczania z pępowiny niezaciśniętej pępowinę masuje się 3–5 razy, co powoduje szybszy przepływ krwi w kierunku dziecka niż przy biernym powrocie wywołanym skurczami macicy. W wyniku tego zabiegu donoszony noworodek może otrzymać nawet 50 ml krwi łożyskowej. Po zakończeniu przetaczania pępowinę zaciska się i przecina, a noworodka można przenieść do obszaru resuscytacyjnego¹¹⁰.

Przetaczanie pępowinowe z pępowiny przeciętej polega na przesuwaniu krwi z pozostawionego (po zaciśnięciu i przecięciu) odcinka pępowiny o długości ok. 25 cm. Objętość krwi jest w tym przypadku mniejsza niż przy przetaczaniu z pępowiny niezaciśniętej – donoszony noworodek otrzymuje jej ok. 25 ml. Dziecko jest natychmiast przenoszone do obszaru resuscytacyjnego, a przetaczanie pępowinowe odbywa się podczas resuscytacji lub stabilizacji czynności życiowych¹¹¹.

U wcześniaków urodzonych <34. tygodnia ciąży przetaczanie krwi z pępowiny niezaciśniętej daje tylko przejściowe korzyści w porównaniu z natychmiastowym zaciśnięciem pępowiny. Należą do nich: rzadsze stosowanie środków inotropowych, mniejszy odsetek noworodków wymagających transfuzji krwi oraz wyższe wartości hemoglobiny i hematokrytu w pierwszej dobie, ale nie po 7 dniach. Nie stwierdzono różnic w zakresie najczęstszych chorób występujących u noworodków (dowody niskiej lub umiarkowanej jakości). Nie odnotowano też korzyści w porównaniu z opóźnionym zaciśnięciem pępowiny⁹⁰. W metaanalizach nie wykazano wpływu na śmiertelność (RR: 0,99; 95% CI: 0,95–1,02). Należy jednak podkreślić, że jedno duże badanie oceniające przetaczanie pępowinowe z pępowiny niezaciśniętej w porównaniu z opóźnionym zaciśnięciem pępowiny zostało zakończone przedwcześnie, gdy stwierdzono częstsze występowanie ciężkiego krwotoku dokomorowego (RD: 16%; 95% CI: 6–26%; $p=0,002$) u noworodków urodzonych <28. tygodnia, które przydzielono do grupy przetaczania krwi z pępowiny niezaciśniętej¹¹².

Nie ma wystarczających danych, aby można było przeprowadzić metaanalizę dotyczącą przetaczania pępowinowego w przypadku noworodków urodzonych w terminie i późnych wcześniaków⁹¹.

Ocena wstępna

Ocena wstępna

Ocena w skali Apgar nie służy identyfikacji noworodków wymagających resuscytacji¹¹³. Jednak poszczególne składowe tej skali, a mianowicie częstość oddechów, częstość akcji serca i napięcie mięśniowe, jeśli zostaną szybko określone, mogą pomóc w identyfikacji noworodków prawdopodobnie wymagających resuscytacji.

Stymulacja dotykowa

Metody stymulacji dotykowej są bardzo zróżnicowane, przy czym technika optymalna pozostaje nieznana^{114,115}. U wcześniaków często pomija się stymulację dotykową¹¹⁵⁻¹¹⁸, ale w jednośrodkowym randomizowanym kontrolowanym badaniu klinicznym z udziałem 51 noworodków urodzonych między 28. a 32. tygodniem ciąży, dotyczącym stymulacji powtarzanej w porównaniu ze stymulacją standardową stosowaną tylko wtedy, gdy uznano ją za konieczną, wykazano, że stymulacja powtarzana poprawiła wysiłek oddechowy i saturację krwi tlenem (SpO_2 : $87,6 \pm 3,3\%$ wobec $81,7 \pm 8,7\%$; $p=0,007$)¹¹⁹. W wielośrodkowym badaniu obserwacyjnym przeprowadzonym w Tanzanii wśród 86 624 noworodków, głównie noworodków donoszonych i późnych wcześniaków, stymulacja większej liczby noworodków przy urodzeniu (po wprowadzeniu podstawowego programu szkolenia w zakresie resuscytacji) wiązała się ze wzrostem 24-godzinnej przeżywalności¹²⁰.

Napięcie mięśniowe i zabarwienie skóry

Zdrowe noworodki są po urodzeniu sine, ale zaczynają różowieć w ciągu ok. 30 s od podjęcia skutecznej czynności oddechowej¹²¹. Sinica obwodowa występuje powszechnie i sama w sobie nie wskazuje na niedotlenienie. Utrzymująca się bledność mimo wentylacji może świadczyć o zaawansowanej kwasicy lub – rzadziej – hipowolemii z intensywnym skurczem naczyń skórnych. Zaróżowienie górnej części ciała przy sinej części dolnej może stanowić objaw przecieku prawo-lewego przez otwarty przewód Botalla.

Zabarwienie skóry nie jest wiarygodnym wskaźnikiem utlenowania – to lepiej oceniać za pomocą pulsoksymetrii. Istnieje niewiele badań dotyczących tego zagadnienia u noworodków. W badaniu obserwacyjnym z udziałem 27 klinicystów dokonujących subiektywnej oceny utlenowania krwi na podstawie nagrań wideo wcześniaków, których saturacja była znana, stwierdzono brak spójności ocen; wartości były zarówno zaniżane, jak i zawyżane¹²².

Oddychanie

Brak płaczu może być spowodowany bezdechem, ale może też świadczyć o niewłaściwym oddechu, wymagającym wspomagania. W badaniu obserwacyjnym obejmującym 19 977 noworodków tuż po urodzeniu w większym szpitalu 11% z nich nie płakało, a u ok. połowy tej grupy stwierdzono bezdech. U ok. 10% dzieci, które po urodzeniu oceniono jako oddychające, doszło do bezdechu. Brak płaczu przy obecności oddechu wiązał się z 12-krotnym wzrostem zachorowalności¹²³.

U wcześniaków obecność i adekwatność wysiłku oddechowego mogą być trudne do oceny, ponieważ oddech bywa u nich bardzo subtelny i często zostaje przeoczony^{121,124}. Oddech postrzegany jako nieadekwatny wymaga interwencji. W retrospektywnym badaniu obserwacyjnym opartym na zapisach wideo przeprowadzonym wśród 62 wcześniaków urodzonych <28. tygodnia ciąży

lub z masą urodzeniową <1000 g u 80% stwierdzono oznaki oddechu, ale u wszystkich zastosowano wspomaganie oddechu z użyciem CPAP lub intubacji¹²⁵.

Częstość akcji serca

Częstość akcji serca mierzy się natychmiast po urodzeniu, aby ocenić stan noworodka. Później jest ona najczulszym wskaźnikiem skuteczności odpowiedzi na interwencje¹²⁶⁻¹²⁸. Nie opublikowano dotąd dowodów jednoznacznie określających wartości progowe dla interwencji podczas resuscytacji noworodka. Częstości akcji serca 100/minutę i 60/minutę, przy których podejmuje się działania, mają zasadniczo charakter pragmatyczny¹²⁹.

U noworodków donoszonych oddychających prawidłowo, u których zastosowano opóźnione zaciśnięcie pępowiny, częstość akcji serca wynosi zwykle >100/minutę¹²⁸. W badaniu obserwacyjnym obejmującym 1237 noworodków donoszonych i późnych wcześniaków poddanych resuscytacji w środowisku wiejskim początkowa częstość akcji serca po urodzeniu rozkładała się dwumodalnie, osiągając wartości szczytowe ok. 60/minutę i 165/minutę. U większości noworodków z bradykardią wentylacja prowadziła do przyspieszenia akcji serca do wartości o medianie 161/minutę. Wolniejsza początkowa i późniejsza akcja serca wiązała się z gorszym wynikiem leczenia¹³⁰. U wcześniaków urodzonych <30. tygodnia ciąży akcja serca stabilizuje się dopiero przy częstości ok. 120/minutę, a u niektórych stabilizacja następowała nie wcześniej niż przy częstości >150/minutę¹³¹.

Osluchiwanie za pomocą stetoskopu jest niedrogie i proste. Pozwala na dość dokładną, szybką ocenę częstości akcji serca. W badaniach przeprowadzonych na sali porodowej wśród noworodków z grupy niskiego ryzyka częstość akcji serca można było określić w ciągu 14 (10–18) s (mediana [IQR]). Ustalono w ten sposób wartości okazały się niższe od uzyskanych za pomocą EKG lub pulsoksymetrii o 9 (± 7) do 14 (± 21)/minutę (średnia różnica [95% CI])^{132,133}.

Badanie palpacyjne tętna u podstawy pępowiny lub (z mniejszą wiarygodnością) na tętnicy ramiennej czy udowej jest również proste i szybkie. Uzyskane wartości można uznać za wiarygodne, jeśli wskazują na szybką akcję serca (>100/minutę). Często jednak są one niedokładne, nieciągłe, zależne od ruchów i istotnie niedoszacowane, co może prowadzić do podejmowania nieodpowiednich interwencji^{133,134}.

Ciągłe monitorowanie pozwala bardziej dynamicznie określać zmiany akcji serca podczas resuscytacji i jest – w porównaniu z pomiarem przerywanym – metodą preferowaną. Pulsoksymetr (najlepiej podłączony na prawej ręce) podaje dokładną częstość akcji serca, a także informacje o utlenowaniu. Wartości początkowe mogą być nieco niższe niż te uzyskane za pomocą EKG. W badaniu obejmującym 53 noworodki wartości akcji serca określone z użyciem pulsoksymetru były podczas pierwszych 2 minut istotnie niższe niż uzyskane w EKG (81 [60–109] wobec 148 [83–170]/minutę w 90 sekundzie [$p < 0,001$])¹³⁵. W późniejszym okresie różnice względem EKG wynosiły 2 (26)/minutę (średnia [SD])¹³⁶, ale czas uzyskania wiarygodnych wartości może być dłuższy niż w przypadku oceny metodą osłuchową¹³⁷. Według niektórych obserwacji korzystniejsze jest podłączenie czujnika najpierw do noworodka¹³⁸, według innych – do pulsoksymetru¹³⁹; zwykle jednak sygnał uzyskuje się w ciągu ok. 15 s od podłączenia. Hipoperfuzja obwodowa, zanik sygnału, ruch, zaburzenia rytmu serca i oświetlenie otoczenia mogą zakłócać pomiary z użyciem pulsoksyme-

tru. Przy niskiej jakości sygnału wyniki pulsoksymetrii mogą być istotnie zaniżone¹⁴⁰⁻¹⁴².

Wykazano, że EKG stanowi praktyczną i szybką metodę dokładnego określania akcji serca. W porównaniu z pulsoksymetrią ocena EKG może być o kilka sekund szybsza i bardziej wiarygodna, zwłaszcza w ciągu pierwszych 2 minut po urodzeniu^{141,142}. W dwóch randomizowanych kontrolowanych badaniach klinicznych odnotowano krótszy czas wyznaczania częstości akcji serca z użyciem EKG w porównaniu z pulsoksymetrią, przy średniej (SD) wynoszącej 66 (20) wobec 114 (39) s oraz medianie (IQR) równej 24 (19–39) wobec 48 (36–69) s ($p = 0,001$ dla obu porównań)^{132,143}.

W niedawnej aktualizacji dowodów ILCOR wskazano, że 7 nowych badań opublikowanych od 2015 r. (2 przeglądy systematyczne, 2 randomizowane kontrolowane badania kliniczne i 3 badania obserwacyjne) potwierdza wcześniejsze zalecenia, zgodnie z którymi u noworodków wymagających resuscytacji¹ można stosować EKG w celu szybkiego i dokładnego określenia częstości akcji serca (słabe zalecenie, dowody niskiej jakości)^{49,144}.

Ważne jest, aby zdawać sobie sprawę z ograniczeń tych metod. EKG nie zastępuje pulsoksymetrii – choć pozwala ono określić częstość akcji serca przy braku wykrywalnego rzutu serca (aktywność elektryczna bez tętna)¹⁴⁵, pulsoksymetria zapewnia pomiar perfuzji i utlenowania. Dzięki nowszym technologiom, takim jak suche elektrody, uzyskuje się sygnał lepszej jakości, a pletyzmografia i badanie metodą Dopplera umożliwiają szybkie i wiarygodne wyznaczenie częstości akcji serca na podstawie rzutu serca. Zalecenie stosowania tych metod wymaga jednak przeprowadzenia ich walidacji klinicznej^{141,142}.

Drogi oddechowe

Drogi oddechowe

Przy zgięciu i wyproście drogi oddechowe mogą ulec zamknięciu¹⁴⁶. Dowody dotyczące mechanizmów powstawania okluzji dróg oddechowych u noworodków są ograniczone. Retrospektywna analiza obrazów dróg oddechowych 53 noworodków w wieku 0–4 miesięcy poddanych sedacji, u których wykonano rezonans magnetyczny głowy, wskazuje, że przy wyprostowaniu może dojść do niedrożności w wyniku przesunięcia do przodu tylnej części dróg oddechowych na wysokości języka¹⁴⁷. Dlatego w kontekście zapewnienia optymalnej drożności dróg oddechowych korzystniejsza jest pozycja neutralna.

Wysunięcie żuchwy

Nie istnieją badania dotyczące kwestii wysunięcia żuchwy u noworodków. Badania przeprowadzone u dzieci wykazały, że przemieszczenie żuchwy ku przodowi powiększa przestrzeń gardłową poprzez odsunięcie nągłośni od tylnej ściany gardła, co powoduje odwrócenie zwężenia wejścia do krtani¹⁴⁸. Manualne techniki wentylacji stosowane przez dwie osoby przejawiają wyższość nad wspomaganie dróg oddechowych za pomocą jednej ręki¹⁴⁶.

Rurki ustno-gardłowe i nosowo-gardłowe

Choć wykazano, że rurki ustno-gardłowe są skuteczne u dzieci¹⁴⁹, nie opublikowano danych potwierdzających ich skuteczność w utrzymywaniu drożności dróg oddechowych po urodzeniu. W randomizowanym badaniu obejmującym 137 wcześniaków, w którym mierzono przepływ gazu przez maskę, zablokowanie

oddechów rozprężających występowało częściej w grupie z rurkami ustno-gardłowymi (zablokowanie całkowite: 81% wobec 64%, $p=0,03$; zablokowanie częściowe: 70% wobec 54%, $p=0,04$)¹⁵⁰. Przyczyniając się jednak do uniesienia języka i zapobiegając zamknięciu przez język wejścia do krtani, rurka ustno-gardłowa ułatwia zabezpieczenie drożności dróg oddechowych, kiedy pojawiają się trudności, a za pomocą takich manewrów jak wysunięcie żuchwy nie udaje się usprawnić wentylacji. Rurki nosowo-gardłowe pomagają uzyskać drożność w przypadku wrodzonych nieprawidłowości górnych dróg oddechowych¹⁵¹ i były z powodzeniem stosowane u wcześniaków po urodzeniu¹⁵².

Niedrożność dróg oddechowych

Przyczyna niedrożności dróg oddechowych jest zazwyczaj nieznana. Może to być niewłaściwe ułożenie głowy, przywiedzenie krtani lub zbyt mocne przyciśnięcie maski do ust i nosa, zwłaszcza u wcześniaków po urodzeniu. W zwierzęcym modelu wcześniaka Crawshaw i wsp., wykorzystując obrazowanie rentgenowskie z kontrastem fazowym, wykazali, że w przypadku niepowietrzonych płuc i niestabilnego wzorca oddechowego krtani i nagłośnia są najczęściej zamknięte (przywiedzione), co sprawia, że przerywana wentylacja dodatnim ciśnieniem bez oddechu rozprężającego jest nieskuteczna; otwarcie krtani i nagłośni następuje dopiero po upowietrzeniu płuc¹⁵³. W badaniu obserwacyjnym obejmującym 56 wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży stwierdzono podczas monitorowania czynności oddechowej znaczny przeciek przez maskę (>75%) i/lub obecność przeszkody w przepływie wdechowym (75%) w 73% interwencji w ciągu pierwszych 2 minut wentylacji dodatnim ciśnieniem¹⁵⁴. Nie istnieją dowody wskazujące, że niedrożność może być spowodowana przez prawidłowy płyn i wydzieliny płucne, nie ma zatem potrzeby rutynowego odsysania płynu z części ustnej gardła.

Odsysanie ustno-gardłowe i nosowo-gardłowe

Nie wykazano, aby odsysanie ustno-gardłowe czy nosowo-gardłowe poprawiało czynność oddechową u noworodków. Może ono tymczasem opóźnić wykonanie innych koniecznych interwencji i pojawienie się spontanicznego oddechu. Ewentualne konsekwencje obejmują podrażnienie błon śluzowych, skurcz krtani, bezdech, bradykardię wywołaną pobudzeniem nerwu błędnego, hipoksemię, desaturację i upośledzenie regulacji mózgowego przepływu krwi¹⁵⁵⁻¹⁵⁹. W przeprowadzonym niedawno przez ILCOR przeglądzie zakresu literatury, do którego włączono 10 badań (8 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 1 badanie obserwacyjne i 1 opis przypadku) dotyczących odsysania klarownego płynu i obejmujących łącznie >1500 dzieci, głównie urodzonych w terminie i późnych wcześniaków, nie znaleziono dowodów podważających istniejące zalecenia: U noworodków urodzonych z wód płodowych klarownych ani podbarwionych smółką nie zaleca się rutynowego śródporodowego odsysania jamy ustno-gardłowej ani jamy nosowo-gardłowej (dowody o bardzo niskiej wiarygodności, obniżonej ze względu na ryzyko błędu oraz pośredni charakter i niedokładność wyników)¹. Jeśli podejmuje się próbę odsysania, należy je przeprowadzić pod bezpośrednią kontrolą wzroku, najlepiej z użyciem laryngoskopu i cewnika o szerokim świetle.

Przeprowadzono niewiele badań oceniających skuteczność urządzeń do odsysania stosowanych w oczyszczaniu dróg oddechowych u noworodków. W badaniu *in vitro* z wykorzysta-

niem symulowanej smółki wykazano wyższość ssaka Yankauera w oczyszczaniu z cząstek stałych w porównaniu z cewnikami giętymi o szerokim świetle (12–14 F) i gruszkami. Większość urządzeń usuwała zanieczyszczenia inne niż cząstki stałe, natomiast w przypadku cząstek stałych skuteczne były jedynie ssak Yankauera i gruszka. Gruszki charakteryzują się niższą skutecznością, ale nie wymagają oddzielnego źródła próżni. Dużo niższą skuteczność wykazywały też cewniki ssące o mniejszej średnicy¹⁶⁰. Zalety pediatrycznego ssaka Yankauera to możliwość obsługi za pomocą jednej ręki i skuteczność przy niższych wartościach podciśnienia, które w mniejszym stopniu uszkadzają błonę śluzową. Aspirator smółki podłączony do rurki dotchawiczej działa w podobny sposób i może być używany do usuwania z tchawicy uporczywych zanieczyszczeń. Urządzenia te należy podłączać do źródła ssania o ciśnieniu nieprzekraczającym 150 mmHg (20 kPa)¹⁶¹.

Smółka

Lekkie podbarwienie wód płodowych smółką występuje często i na ogół nie stwarza większych trudności przy adaptacji. Rzadziej stwierdzone podbarwienie bardzo gęstą smółką wskazuje na zagrożenie okołoporodowe i potencjalną konieczność podjęcia resuscytacji.

Nie ma dowodów przemawiających za stosowaniem odsysania śródporodowego ani rutynowej intubacji i odsysania u żywotnych noworodków urodzonych z wód płodowych podbarwionych smółką^{162,163}. Retrospektywne badania przeprowadzone na podstawie danych z rejestrów nie wykazały wzrostu zachorowalności po zmniejszeniu liczby intubacji na sali porodowej z powodu obecności smółki^{164,165}. W przeglądzie systematycznym ILCOR obejmującym 3 randomizowane kontrolowane badania kliniczne z udziałem 449 noworodków oraz 1 badanie obserwacyjne z udziałem 231 noworodków nie odnotowano korzyści z zastosowania natychmiastowej laryngoskopii – z odsysaniem czy bez odsysania tchawicy – w porównaniu z natychmiastową resuscytacją bez laryngoskopii (RR: 0,99; 95% CI: 0,93–1,06; $p=0,87$)¹. Równoległe metaanalizy, do których włączono kolejne randomizowane kontrolowane badania kliniczne z udziałem 132 noworodków, doprowadziły do podobnych wniosków¹⁶⁶⁻¹⁶⁸. W przeprowadzonej po zmianie polityki analizie wpływu resuscytacji obejmującej 1138 noworodków z obniżoną żywotnością urodzonych z wód płodowych podbarwionych smółką stwierdzono zmniejszenie liczby przyjęć na oddział intensywnej terapii noworodka i brak wzrostu częstości występowania zespołu aspiracji smółki przy zaniechaniu odsysania na rzecz natychmiastowej wentylacji¹⁶⁹.

U noworodków z obniżoną żywotnością rutynowe odsysanie może spowodować opóźnienie w rozpoczęciu wentylacji, chociaż niektóre noworodki wymagają laryngoskopii – z intubacją dotchawiczą lub bez – w celu udrożnienia dróg oddechowych lub późniejszego zastosowania wentylacji. Dlatego w przypadku bezdechu lub nieefektywnej czynności oddechowej u noworodków urodzonych z wód płodowych podbarwionych smółką zalecenia ILCOR sugerują, aby po porodzie nie wykonywać rutynowo natychmiastowej laryngoskopii bezpośredniej ani odsysania. Nacisk kładzie się na rozpoczęcie wentylacji w pierwszej minucie życia (słabe zalecenie, dowody o niskiej wiarygodności)¹.

U noworodków z niewydolnością oddechową wywołaną aspiracją smółki nie zaleca się rutynowego podawania surfaktantu ani płukania oskrzeli z użyciem soli fizjologicznej czy surfaktantu^{170,171}.

Początkowe oddechy rozprężające i wentylacja wspomagana

Po wstępnej ocenie dokonanej po urodzeniu, jeśli występuje brak oddechu lub wysiłek oddechowy jest nieodpowiedni, priorytet stanowi upowietrzenie płuc – nie wolno z tym zwlekać. Badanie obserwacyjne przeprowadzone w środowisku o małych zasobach wskazuje, że osoby prowadzące resuscytację potrzebowały ok. 80 ± 55 s, aby podjąć wentylację, przy czym u noworodków z bezdechem każde 30 s opóźnienia w rozpoczęciu wentylacji po urodzeniu pociągało za sobą 16% ($p=0,045$) wzrost zachorowalności/śmiertelności¹⁰. U noworodków urodzonych o czasie wspomaganie oddechu należy rozpocząć od podawania powietrza¹⁷².

Ciśnienie wdechowe i czas trwania oddechów rozprężających

U noworodków spontaniczna czynność oddechowa lub wspomagane początkowe oddechy rozprężające powodują powstanie czynnościowej pojemności zalegającej^{9,173}. W przypadku wspomaganie wentylacji optymalne ciśnienie wdechowe, czas trwania oddechów rozprężających i przepływ wymagany do uzyskania efektywnej czynnościowej pojemności zalegającej zależą od czynników technicznych oraz biologicznych i nie zostały jeszcze ostatecznie określone. Nadal toczy się dyskusja na temat zasadności stosowania dłuższych oddechów rozprężających, a ostatnio także na temat zalet przedłużonych oddechów rozprężających (zob. poniżej)¹. W obecnych zaleceniach w zakresie resuscytacji noworodków dotyczących oddechów rozprężających Europejska Rada Resuscytacji opowiada się za dłuższym czasem ich trwania, nie ma jednak dowodów wskazujących na przewagę czy negatywne skutki takiego podejścia w porównaniu z innymi zalecanymi metodami. Sugeruje się wykonanie po udrożnieniu dróg oddechowych 5 początkowych oddechów rozprężających z utrzymaniem ciśnienia wdechowego przez okres do 2–3 s w celu rozprężenia płuc^{49,173-175}.

Dowody dotyczące optymalnego ciśnienia początkowego stosowanego w celu upowietrzenia płuc są ograniczone. Panuje zgoda co do tego, że u donoszonych noworodków z bezdechem ciśnienie wdechowe wynoszące 30 cm H₂O zwykle wystarcza do rozprężenia płuc wypełnionych płynem. Wartość tę pierwotnie ustalono na podstawie wcześniejszych badań dotyczących ograniczonej liczby noworodków^{173,176,177}. Nowsze badanie prospektywne obejmujące 1237 noworodków donoszonych i późnych wcześniaków poddanych resuscytacji w środowisku wiejskim z użyciem worka samorozprężalnego z maską bez PEEP sugeruje, że czasami konieczne jest zastosowanie wyższego ciśnienia początkowego – mediana ciśnienia szczytowego wymaganego do skutecznej stabilizacji czynności życiowych wyniosła 37 cm H₂O¹⁷⁸. U wcześniaków, jak wskazuje krytyczny przegląd dostępnych dowodów, zalecane wcześniej początkowe ciśnienie wdechowe równe 20 cm H₂O prawdopodobnie nie wystarcza do uzyskania skutecznego rozprężenia płuc^{175,179-181}. Jako rozsądne sugeruje się zatem stosowanie ciśnienia początkowego 25 cm H₂O. Ponieważ mniejsze drogi oddechowe charakteryzują się wyższym oporem niż większe drogi oddechowe, niektóre wcześniaki mogą wymagać oddechów rozprężających z ciśnieniem >25 cm H₂O.

Czas do pojawienia się spontanicznego oddechu jest odwrotnie proporcjonalny do szczytowego ciśnienia wdechowego i czasu trwania oddechów rozprężających¹⁷⁴. Jeśli u noworodka występuje jakiegokolwiek wysiłek oddechowy, wentylacja jest najbardziej sku-

teczna, gdy oddechy rozprężające zbiegają się z wysiłkiem oddechowym¹⁸¹. Jednak objętość oddechowa wentylacji dodatnim ciśnieniem może wtedy przekraczać objętość oddechową czynności spontanicznej^{124,182}. Uznaje się, że taka synchronizacja jest trudna do osiągnięcia¹⁸³.

Przeprowadzone niedawno badanie obserwacyjne dotyczące wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży sugeruje, że u spontanicznie oddychających noworodków zastosowanie maski przy wspomaganie oddechu może wywołać bezdech¹⁸⁴. Jednak wpływ tego zjawiska na wynik leczenia jest obecnie niejasny¹⁸⁵.

Wentylacja

Dane dotyczące optymalnej częstości oddechów podczas resuscytacji noworodków są ograniczone. W badaniu obserwacyjnym obejmującym 434 późne wcześniaki i noworodki urodzone o czasie poddane wentylacji z użyciem maski wentylacja z częstością ok. 30/minutę pozwalała uzyskać odpowiednią objętość oddechową bez hipokarbii, a częstość 30/minutę z wartością V_{TE} wynoszącą 10–14 ml/kg wiązała się z największym usuwaniem CO₂¹⁸⁶. W badaniu obserwacyjnym z udziałem 215 późnych wcześniaków i noworodków urodzonych o czasie wykazano z kolei nieliniową zależność między dostarczoną objętością oddechową a częstością akcji serca. Minimalna objętość oddechowa niezbędna do wywołania wzrostu częstości akcji serca wynosiła 6,0 (3,6–8,0) ml/kg. Objętość oddechowa wynosząca 9,3 ml/kg powodowała najszybszy i największy wzrost częstości akcji serca¹²⁷.

Dostarczona objętość oddechowa wymagana do wytworzenia czynnościowej pojemności zalegającej może przekraczać wydechową objętość oddechową: Foglia i wsp. podają wartości >12 ml/kg w przypadku noworodka donoszonego¹⁸³. Wydechowa objętość oddechowa zwiększa się podczas pierwszych wdechów przy wentylacji dodatnim ciśnieniem, ponieważ następuje upowietrzenie płuc, wzrasta podatność i powstaje czynnościowa pojemność zalegająca¹⁷⁸. W większości przypadków należy dążyć do obniżenia szczytowego ciśnienia po upowietrzeniu płuc, aby zapobiec nadmiernej objętości oddechowej¹⁸³.

Nie opublikowano dotąd badań, które jednoznacznie określałyby optymalny czas trwania oddechów rozprężających przy wentylacji dodatnim ciśnieniem. Dłuższe oddechy rozprężające pozwalają na stosowanie niższych ciśnień¹⁸³. Badania obserwacyjne przeprowadzone wśród noworodków oddychających spontanicznie sugerują, że po rozprężeniu płuc oddychają one z częstością 30–40 oddechów/minutę, a niezależnie od wzorca oddechowego czas wdechu wynosi 0,3–0,4 s¹⁸⁷.

Ocena

Podstawową reakcją na zastosowanie właściwych początkowych oddechów rozprężających jest szybka poprawa częstości akcji serca^{126,127}. Większość noworodków wymagających wspomaganie oddechu odpowiada szybkim przyspieszeniem akcji serca w ciągu 30 s od rozprężenia płuc¹⁸⁸. Ruchy klatki piersiowej zwykle wskazują na upowietrzenie/rozprężenie płuc, u wcześniaków jednak nie jest to oczywiste¹⁸⁹. Znaczne uniesienia klatki piersiowej podczas wentylacji dodatnim ciśnieniem mogą świadczyć o nadmiernej objętości oddechowej, której należy unikać. Jeżeli częstość akcji serca wzrasta, ale oddech pozostaje nieprawidłowy, należy kontynuować wentylację.

Brak odpowiedzi w postaci przyspieszenia akcji serca najprawdopodobniej wynika z nieodpowiedniego zabezpieczenia

drożności dróg oddechowych lub niewłaściwej wentylacji, a także nieoptymalnego ułożenia czy uszczelnienia maski^{182,190,191}. Czasem potrzebna jest korekta pozycji głowy czy dróg oddechowych¹⁴⁶. Uzyskanie odpowiedniej objętości wdechowej i oddechowej może wymagać zastosowania wyższego ciśnienia wdechowego¹⁷⁸. U wcześniaków czynnikami ryzyka są nadmierne ciśnienie w masce i zamknięcie głośni^{8,153,154,192}.

U noworodków urodzonych w terminie i wcześniaków wentylacja z wykorzystaniem maski stosowana przez dwie osoby wiąże się z mniejszym przeciekaniem przez maskę i jest korzystniejsza niż wentylacja z użyciem jednej ręki^{191,193}. Nie opublikowano dotąd danych dotyczących częstości występowania przeszkody mechanicznej, uznaje się jednak, że przyczyną niedrożności dróg oddechowych może być smółka lub inne substancje (np. krew, śluz, płyn owodniowy)¹⁹⁴. Metody zabezpieczania drożności dróg oddechowych omówiono w innym miejscu (zob. *Zabezpieczanie drożności dróg oddechowych i wentylacja wspomagana*).

Przedłużone oddechy rozprężające (>5 s)

W badaniach prowadzonych na zwierzętach zaobserwowano, że stosowanie przedłużonych oddechów rozprężających może być korzystne dla uzyskania czynnościowej pojemności zalegającej podczas adaptacji płuc od wypełnienia płynem do wypełnienia powietrzem po urodzeniu^{195,196}. W 2020 r. zaktualizowano przegląd systematyczny Cochrane, w którym oceniano początkowe oddechy rozprężające trwające >1 s w porównaniu ze standardowymi (≤1 s). Kryteria włączenia do głównego porównania, dotyczącego stosowania przedłużonych oddechów rozprężających bez uciskania klatki piersiowej, spełniło 8 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 941 noworodków. Czas trwania przedłużonych oddechów rozprężających wynosił 15–20 s przy ciśnieniu 20–30 cm H₂O. W żadnym z badań nie stosowano przedłużonych oddechów rozprężających o czasie trwania ≤5 s. Nie wykazano wyższości przedłużonych oddechów rozprężających nad przerywaną wentylacją w zakresie zmniejszenia śmiertelności na sali porodowej (dowody niskiej jakości, ograniczenia wynikające z projektu badania i niedokładności) ani podczas hospitalizacji (dowody umiarkowanej jakości, ograniczenia wynikające z projektu badania). Nie stwierdzono też korzyści ze stosowania przedłużonych oddechów rozprężających w porównaniu z wentylacją przerywaną w odniesieniu do drugorzędowych punktów końcowych: intubacji, potrzeby wspomaganie oddechu czy występowania dysplazji oskrzelowo-płucnej (dowody umiarkowanej jakości)¹⁹⁷.

W dużym wieloośrodkowym randomizowanym kontrolowanym badaniu klinicznym (nieuwzględnionym w niniejszej analizie) dotyczącym stosowania przedłużonych oddechów rozprężających w porównaniu z przerywaną wentylacją dodatnim ciśnieniem u ekstremalnie przedwcześnie urodzonych noworodków (wiek ciąży: 23–26 tygodni) stwierdzono, że wentylacja obejmująca 2 przedłużone oddechy rozprężające trwające 15 s nie zmniejszała ryzyka dysplazji oskrzelowo-płucnej ani zgonu w 36. tygodniu wieku określonego na podstawie daty ostatniej miesiączki. Do badania włączono 460 noworodków spośród planowanych 600, ale przerwano je przedwcześnie z powodu wystąpienia w grupie przedłużonych oddechów rozprężających nadmiernej wczesnej śmiertelności, którą prawdopodobnie można przypisać resuscytacji. Zgon w wieku <48 godzin odnotowano u 16 noworodków (7,4%) w grupie przedłużonych oddechów rozprężających oraz u 3 (1,4%) w grupie standardowej resuscytacji (skorygowana

na różnica ryzyka: 5,6%; 95% CI: 2,1–9,1%; $p=0,002$). Różnica ta nie wynikała jednak bezpośrednio ze stosowania przedłużonych oddechów rozprężających¹⁹⁸.

Niedawno przeprowadzony przegląd systematyczny ILCOR obejmował 10 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, w tym badania wymienione powyżej, z łącznym udziałem 1509 noworodków¹. W przypadku pierwszorzędnego punktu końcowego, jakim był zgon przed wypisem ze szpitala, nie stwierdzono istotnych korzyści ani szkód wynikających z zastosowania przedłużonych oddechów rozprężających trwających >1 s (w rzeczywistości >5 s) w porównaniu z wentylacją dodatnim ciśnieniem z oddechami rozprężającymi o czasie trwania ≤1 s (dowody o niskiej wiarygodności, obniżonej ze względu na ryzyko błędu i niespójność). Nie zidentyfikowano badań oceniających kluczowe drugorzędowe punkty końcowe, którymi były długoterminowe wskaźniki rozwoju neurologicznego oraz zgon w okresie obserwacji. W analizie podgrup wyodrębnionych ze względu na długość przedłużonych oddechów rozprężających (6–15 s: 9 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 1300 noworodków; >15 s: 2 randomizowane kontrolowane badania kliniczne, 222 noworodki) oraz ze względu na ciśnienie wdechowe (>20 mmHg: 6 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 803 noworodki; ≤20 mmHg: 699 noworodków) nie wykazano istotnych korzyści ani szkód wynikających ze stosowania przedłużonych oddechów rozprężających w porównaniu z przerywaną wentylacją dodatnim ciśnieniem trwającą ≤1 s (wiarygodność obniżona ze względu na ryzyko błędu oraz, zależnie od okoliczności, na niedokładność i niespójność).

W analizach podgrup porównujących przedłużone oddechy rozprężające o czasie trwania >1 s z oddechami rozprężającymi trwającymi ≤1 s u noworodków w wieku <28⁺ tygodni uzyskano dowody o niskiej wiarygodności (obniżonej ze względu na ryzyko błędu i niedokładność) pochodzące z 5 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 862 noworodków wskazujące na potencjalną szkodliwość (RR: 1,38; 95% CI: 1,00–1,91). U noworodków w wieku od 28⁺ do 31⁺ tygodni uzyskano dowody o bardzo niskiej wiarygodności (obniżonej ze względu na ryzyko błędu i bardzo poważną niedokładność) pochodzące z 4 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 175 wcześniaków wskazujące na brak istotnych korzyści i szkód (RR: 1,33; 95% CI: 0,22–8,20). Czas trwania wszystkich przedłużonych oddechów rozprężających wynosił ≥5 s. Nie opublikowano dotąd danych dotyczących bardziej dojrzałych noworodków.

Dalsze subanalizy z wyłączeniem badań o wysokim ryzyku błędu (9 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 1390 noworodków; RR: 1,24; 95% CI: 0,92–1,68), badań z pojedynczym oddechem (9 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 1402 noworodki; RR: 1,17; 95% CI: 0,88–1,55) oraz badań obejmujących przedłużone oddechy rozprężające wykonywane jedynie z użyciem maski (9 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, 1441 noworodków; RR: 1,06; 95% CI: 0,61–1,39) nie wykazały różnicy w uzyskanych wynikach między stosowaniem przedłużonych i standardowych oddechów rozprężających (dowody o niskiej wiarygodności, obniżonej ze względu na ryzyko błędu i niedokładność).

Zalecenia ILCOR dotyczące leczenia sugerują, aby u wcześniaków, u których wykonuje się wentylację dodatnim ciśnieniem ze względu na bradykardię lub nieefektywną czynność oddechową po urodzeniu, nie stosować rutynowo początkowych przedłu-

zonych oddechów rozprężających o czasie trwania ≥ 5 s (słabe zalecenie, dowody o niskiej wiarygodności). W warunkach badawczych można jednak rozważyć zastosowanie przedłużonych oddechów rozprężających. Nie zebrano wystarczających dowodów, aby sformułować konkretne zalecenia dotyczące czasu trwania oddechów rozprężających u późnych wcześniaków i noworodków urodzonych w terminie. Uznano, że badania obejmowały zbyt małą łączną liczbę noworodków, aby można było zyskać pewność co do szacowanego efektu. Ustalenie, czy przedłużone oddechy rozprężające przynoszą korzyści czy szkody, wymaga przeprowadzenia badań o większym zasięgu¹.

Nie istnieją randomizowane badania porównujące stosowanie początkowych oddechów trwających ≤ 1 s oraz oddechów trwających 2–3 s. W niedawno przeprowadzonym randomizowanym kontrolowanym badaniu klinicznym z udziałem 60 wcześniaków urodzonych <34. tygodnia ciąży, w którym stosowano oddechy rozprężające o czasie trwania 2–3 s w porównaniu z pojedynczym cyklem 15 przedłużonych oddechów rozprężających, nie wykazano różnicy w zakresie objętości minutowej ani końcowowdechowego CO_2 ¹⁹⁹. Noworodki, u których wykonywano przedłużone oddechy rozprężające, szybciej podejmowały wysiłek oddechowy (mediana: 3,5 [zakres: 0,2–59] wobec 12,8 [zakres: 0,4–119] s; $p = 0,001$). Przedłużone oddechy rozprężające wiązały się z krótszym czasem trwania wentylacji w ciągu pierwszych 48 godzin (mediana: 17 [zakres: 0–48] wobec 32,5 [zakres: 0–48] godzin; $p = 0,025$).

PEEP i CPAP. Urządzenia stosowane przy zabezpieczeniu drożności dróg oddechowych i wentylacji wspomaganej

PEEP

Badania przeprowadzone na zwierzętach wykazały, że stosowanie dużych objętości oddechowych bezpośrednio po urodzeniu może uszkodzić niedojrzałe płuca^{200,201}. Ich wyniki sugerują, że utrzymywanie PEEP bezpośrednio po urodzeniu wiąże się z mniejszym uszkodzeniem płuc^{202,203}, choć jedno z badań wskazuje na brak takich korzyści²⁰⁴. Zastosowanie PEEP bezpośrednio po urodzeniu poprawia upowietrzenie płuc, czynnościową pojemność zalegającą, podatność i wymianę gazową, zwłaszcza utlenianie^{205,206}.

PEEP cechuje się większą niezawodnością, gdy stosuje się urządzenia ograniczające ciśnienie, które wykorzystują ciągły przepływ gazu, takie jak układ T. W przeprowadzonym niedawno przez ILCOR przeglądzie dowodów zidentyfikowano 2 badania z randomizacją i 1 badanie quasi-randomizowane (dowody bardzo niskiej jakości) porównujące wentylację z użyciem układu T i worka samorozprężalnego. Odnotowano w nich podobne wskaźniki zgonów i przewlekłej choroby płuc¹. Wśród 80 noworodków urodzonych <29. tygodnia ciąży nie stwierdzono różnicy w zakresie SpO_2 po 5 minutach od urodzenia (61% [13–72%] wobec 55% [42–67%]; $p = 0,27$)²⁰⁷. Wśród 1027 noworodków urodzonych ≥ 26 . tygodnia ciąży nie udokumentowano różnicy w osiąganiu częstości akcji serca >100 /minutę (1 [0,5–1,6] wobec 1 [0,5–1,8]; $p = 0,068$ (min [IQR])²⁰⁸. W przypadku użycia układu T zaobserwowano mniejszą częstość niektórych interwencji; na sali porodowej zaintubowano 86 (17%) wobec 134 (26%) noworodków (OR: 0,58 [0,4–0,8]; $p = 0,002$). Maksymalne dodatnie ciśnienie wdechowe wynosiło 26 (2) cm H_2O dla układu T wobec 28 (5) cm H_2O dla worka samorozprężalnego (średnia [SD]) ($p < 0,001$).

W quasi-randomizowanym badaniu obejmującym 90 noworodków urodzonych w 34. (3,7) (średnia [SD]) tygodniu ciąży czas trwania wentylacji dodatnim ciśnieniem na sali porodowej był istotnie krótszy w przypadku użycia układu T (mediana [IQR]: 30 s [30–60] wobec 60 s [30–90]; $p < 0,001$)²⁰⁹. W grupie, w której stosowano worki samorozprężalne, intubacji poddano większy odsetek noworodków (34% wobec 15%; $p = 0,04$). W dużym wielośrodkowym badaniu obserwacyjnym z udziałem 1962 noworodków urodzonych między 23. a 33. tygodniem ciąży zaobserwowano wyższą przeżywalność i mniejszy odsetek przypadków dysplazji oskrzelowo-płucnej, gdy po urodzeniu stosowano PEEP (OR: 1,38; 95% CI: 1,06–1,80)²¹⁰.

Wszystkie noworodki donoszone i wcześniaki, u których pomimo podjęcia odpowiednich czynności wstępnych utrzymuje się bezdech, muszą być poddane wentylacji dodatnim ciśnieniem. Zalecenia ILCOR dotyczące leczenia nie zmieniły się od 2015 r. Sugeruje się, aby w początkowej wentylacji wcześniaków podczas resuscytacji na sali porodowej stosować PEEP (słabe zalecenie, dowody niskiej jakości)¹. U wcześniaków otrzymujących wentylację dodatnim ciśnieniem sugeruje się początkowe stosowanie PEEP ok. 5–6 cm H_2O . Ze względu na brak dowodów nie można sformułować jednoznacznych zaleceń dotyczących wielkości PEEP u noworodków urodzonych w terminie^{49,144}.

CPAP

W przeglądzie systematycznym Cochrane dotyczącym stosowania CPAP w ciągu pierwszych 15 minut życia u wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży zidentyfikowano 7 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 3123 noworodków. Stwierdzono, że CPAP zmniejsza potrzebę dodatkowego wspomaganie oddechu, nie uzyskano jednak wystarczających dowodów, aby ocenić profilaktyczne stosowanie CPAP w porównaniu z tlenoterapią i innymi metodami wspomaganie²¹¹. Jakość dowodów uznano za niską ze względu na znaczną heterogeniczność, niedokładność i brak zaślepienia badań. W 3 spośród tych badań, obejmujących łącznie 2354 noworodki, porównywano CPAP z wentylacją wspomaganą. Wykazano, że profilaktyczne stosowanie donosowego CPAP u bardzo niedojrzałych wcześniaków zmniejsza potrzebę użycia wentylacji mechanicznej i surfaktantu; zmniejsza też częstość występowania dysplazji oskrzelowo-płucnej i zgonu, a także dysplazji oskrzelowo-płucnej (wiarygodność dowodów obniżona ze względu na niedokładność).

W innym przeglądzie systematycznym uwzględniono 4 randomizowane kontrolowane badania kliniczne – 3 włączone do analizy Cochrane oraz 1 dodatkowe²¹². W analizie zbiorczej odnotowano istotną korzyść w zakresie złożonego punktu końcowego, jakim było wystąpienie zgonu lub dysplazji oskrzelowo-płucnej albo obu tych zdarzeń w skorygowanym 36. tygodniu ciąży u noworodków leczonych z użyciem donosowego CPAP (RR: 0,91, 95% CI: 0,84–0,99; RD: 0,04, 95% CI: –0,07 do 0,00; NNT: 25). Po przeglądzie dowodów zalecenia ILCOR pozostają niezmiennione w stosunku do tych z 2015 r.: u spontanicznie oddychających wcześniaków z niewydolnością oddechową wymagających wspomaganie oddechu na sali porodowej sugeruje się początkowe stosowanie CPAP, nie zaś intubacji i przerywanej wentylacji dodatnim ciśnieniem (słabe zalecenie, dowody o umiarkowanej wiarygodności)^{1,49,144}. Istnieje niewiele danych, które pozwoliłyby sformułować zalecenia dotyczące właściwego stosowania CPAP

przy urodzeniu u noworodków donoszonych^{213,214}. Do zachowania ostrożności skłaniają retrospektywne badania kohortowe. Ich wyniki sugerują, że u noworodków urodzonych w terminie i późnych wcześniaków stosowanie CPAP na sali porodowej może się wiązać z częstszym występowaniem odmy płucnej²¹⁵⁻²¹⁷.

Urządzenia do wentylacji wspomaganej

Skuteczną wentylację u noworodka można osiągnąć za pomocą worka napełnianego przepływem, worka samorozprężalnego lub ograniczonego ciśnieniowo układu T^{207,208,218-220}. Zaletą układu T w porównaniu ze standardowymi workami samorozprężalnymi jest jego zdolność do dostarczania stałej wartości PEEP lub CPAP – właśnie to mogło się przyczynić do wystąpienia zaobserwowanych w badaniach różnic w wynikach pomiędzy tymi urządzeniami (zob. PEEP).

Chociaż stosowanie układu T wydaje się korzystne, nie można go wykorzystać we wszystkich sytuacjach. W przeciwieństwie do układu T worek samorozprężalny jest użyteczny przy braku dostępu do gazów z dodatnim ciśnieniem. Jednak zastawki wylotowe worków samorozprężalnych są zależne od przepływu; jeśli worek jest energicznie uciskany, wytwarzane ciśnienie może przekroczyć wartość określoną przez producenta (zwykle 30–40 cm H₂O)^{221,222}. Umiejętność zapewnienia odpowiedniego ciśnienia szczytowego i końcowego przy użyciu worka napełnianego przepływem wymaga dłuższego szkolenia niż sprawna obsługa worka samorozprężalnego. W badaniu obserwacyjnym z wykorzystaniem manekinów, w którym uczestniczyło 50 klinicystów, trudności techniczne związane z workami napełnianymi przepływem spowodowały uzyskanie gorszych wyników niż w przypadku worków samorozprężalnych²²³.

W przeglądzie jakościowym zidentyfikowano 30 badań porównujących układ T z innymi urządzeniami do manualnej wentylacji noworodków. Większość badań przeprowadzono na manekinach, a tylko 2 dotyczyły noworodków^{154,207}. Osoby stosujące układ T – w porównaniu z workiem samorozprężalnym i workiem napełnianym przepływem – były w stanie zapewnić szczytowe ciśnienie wdechowe najbardziej zbliżone do docelowego, z najmniejszą zmiennością²²⁴⁻²²⁸. Podobnie osoby korzystające z układu T uzyskiwały wartości PEEP bliższe wartościom ustalonym wyjściowo, przy potencjalnie mniejszych urazach objętościowych, ponieważ w przypadku układu T objętości oddechowe są mniejsze i cechują się mniejszą zmiennością w porównaniu z workiem samorozprężalnym²²⁵⁻²²⁸. Układ T pozwalał też osiągnąć bardziej jednolity czas wdechu niż worek samorozprężalny, niezależnie od doświadczenia osoby prowadzącej wentylację. Układ T okazuje się jest również bardziej niezawodny przy przedłużonych oddechach rozprężających²²⁹. Jeśli chodzi o ograniczenia układu T, trzeba pamiętać, że resuscytacja jest procesem dynamicznym i osoba ją prowadząca musi się dostosować do reakcji noworodka lub jej braku. Użytkownicy układu T nie byli tak skuteczni w wykrywaniu zmian w podatności jak użytkownicy worków samorozprężalnych i worków napełnianych przepływem²³⁰. Zbyt wysokie wartości PEEP mogły z kolei wynikać z przypadkowego dokręcenia zastawek²³¹. Osoby stosujące układ T potrzebowały więcej czasu na zmianę ciśnienia wdechowego podczas resuscytacji niż użytkownicy worków samorozprężalnych i worków napełnianych przepływem. W układzie T przeciek przez maskę może być większy niż w przypadku worka samorozprężalnego^{227,228}, a zmiany tempa przepływu gazu przez układ T wywierały istotny wpływ na szczytowe ciśnienie wdechowe,

PEEP²³²⁻²³⁵ i przeciek przez maskę²³². Układ T może wymagać dłuższego szkolenia z zakresu prawidłowej konfiguracji, ale zapewni bardziej jednolitą wentylację niż worek samorozprężalny, nawet w przypadku niedoświadczonych użytkowników²³⁶. Worki samorozprężalne nie pozwalają na stosowanie CPAP; trudno jest też uzyskać stałe ciśnienie końcowowdechowe, nawet z zastawką PEEP^{224-226,237-240}. Ponadto obserwuje się odmienności w funkcjonowaniu różnych układów T i różnych worków samorozprężalnych²⁴¹. Nowsza, pionowa konstrukcja worka samorozprężalnego i zmodyfikowanej maski wiąże się z wieloma zaletami użytkowymi, w tym ze skuteczniejszym stosowaniem PEEP^{188,242-244}.

Poza 1107 noworodkami z 2 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych włączonych do analizy w roku 2015^{207,208} w niedawnym przeglądzie zakresu literatury przeprowadzonym przez ILCOR oceniającym układ T w porównaniu z workiem samorozprężalnym w zakresie wentylacji^{1,245} odnotowano znaczną liczbę dalszych pacjentów w 1 randomizowanym kontrolowanym badaniu klinicznym ($n=90$)²⁰⁹ i 1 dużym badaniu obserwacyjnym ($n=1962$)²¹⁰. Badania te różniły się pod względem analizowanych populacji (2 badania obejmowały noworodki urodzone w terminie i wcześniaki^{208,209}, 2 dotyczyły wyłącznie wcześniaków)^{207,210}. Ich wyniki przedstawiono w części dotyczącej PEEP. Sugerują one lepszą przeżywalność, mniejszą potrzebę wykonywania intubacji i rzadsze występowanie dysplazji oskrzelowo-płucnej w przypadku stosowania układu T w porównaniu z workiem samorozprężalnym, szczególnie u wcześniaków.

Grupa Robocza ILCOR uznała, że chociaż dowody przybierają trend w kierunku preferowania użycia układu T, zalecenia zostaną niezmienione do czasu przeprowadzenia kolejnego przeglądu systematycznego¹. W konsensusie dotyczącym zaleceń naukowych z 2015 r. stwierdzono, że stosowanie układu T przynosi bliskie istotności statystycznej korzyści w zakresie klinicznego punktu końcowego, jakim jest uzyskanie spontanicznego oddechu⁴⁹.

Maska twarzowa a kaniula donosowa

W przypadku stosowania maski twarzowej przy wentylacji noworodków problem stanowi potencjalnie duży i zmienny przeciek oraz utrata objętości mieszaniny oddechowej, wynikające z nieoptymalnego doboru rozmiaru maski i niewłaściwej techniki jej użytkowania. W badaniach przeprowadzonych na manekinach, w których oceniano stosowanie układu T i różnych masek, wśród 50 ochotników prowadzących wentylację odnotowano zmienny przeciek przez maskę, sięgający 80%. Sytuacja się poprawiła po przeprowadzeniu pisemnego instruktażu i zademonstrowaniu alternatywnych technik przykładania maski^{190,191}. Schmölder i wsp., wykorzystując zapisy z monitorowania przepływu przy zabezpieczeniu drożności dróg oddechowych u 56 wcześniaków, wykazali w 73% przypadków zmienny stopień niedrożności ($\geq 75\%$) i/lub przecieku ($>75\%$) podczas pierwszych 2 minut wspomagania¹⁵⁴.

Jako alternatywę zaproponowano rurki nosowo-gardłowe. W badaniu obserwacyjnym dotyczącym czynności układu oddechowego stwierdzono, że w przypadku stosowania pojedynczej rurki nosowo-gardłowej czas do wdrożenia wentylacji dodatnim ciśnieniem był dłuższy, przeciek okazał się większy, częściej występowała niedrożność, częściej podawano nieodpowiednie objętości oddechowe, a SpO₂ w pierwszych minutach wentylacji dodatnim ciśnieniem było niższe²⁴⁶. Jednak w 2 badaniach randomizowanych obejmujących łącznie 507 wcześniaków urodzo-

nych <31. tygodnia ciąży nie odnotowano różnicy w zakresie odsetka intubacji na sali porodowej pomiędzy maską twarząwą a pojedynczą kaniulą donosową^{152,247}.

Maska krtaniowa

W wentylacji noworodków można stosować maskę krtaniową, zwłaszcza gdy wentylacja z użyciem maski twarzowej lub intubacja dotchawicza się nie powiodły lub nie są możliwe do wykonania⁴⁹. Niedawno przeprowadzony przegląd systematyczny 7 badań (794 noworodki) wykazał, że maska krtaniowa jest skuteczniejsza niż maska twarzowa z workiem samorozprężalnym – pozwala uzyskać krótszy czas resuscytacji i wentylacji oraz zmniejsza potrzebę wykonania intubacji dotchawicznej (dowody niskiej lub umiarkowanej jakości)²⁴⁸. Należy zauważyć, że wentylacja z użyciem maski twarzowej z workiem samorozprężalnym była skuteczna u ponad 80% włączonych do badania noworodków. Skuteczność maski krtaniowej była porównywalna ze skutecznością intubacji dotchawicznej (dowody bardzo niskiej lub niskiej jakości). Sugeruje to zasadność użycia maski krtaniowej jako alternatywnego urządzenia zabezpieczającego drożność dróg oddechowych, gdy próby intubacji dotchawicznej podczas resuscytacji się nie powiodły lub gdy osoby prowadzące resuscytację nie dysponują sprzętem lub umiejętnościami umożliwiającymi bezpieczną intubację.

Ponieważ dostępne badania obejmowały noworodki o masie urodzeniowej >1500 g lub urodzone ≥34. tygodnia ciąży, nie istnieją dowody przemawiające za stosowaniem maski krtaniowej u mniej dojrzałych wcześniaków^{248,249}. Nie oceniano też wykorzystania maski krtaniowej w przypadku porodu z wód płodowych podbarwionych smółką, podczas wykonywania uciśnień klatki piersiowej ani przy podawaniu leków ratunkowych drogą dotchawiczą.

Wprowadzenie rurki dotchawicznej

Zastosowanie i czas intubacji dotchawicznej zależą od umiejętności i doświadczenia osób prowadzących resuscytację. Dostępne wzory służące określaniu długości rurki dotchawicznej mogą się okazać zawodne^{250,251}. Odpowiednie długości rurek do intubacji ustnej dla poszczególnych zakresów wieku ciążowego, uzyskane na podstawie danych obserwacyjnych, przedstawiono w Tabeli 1²⁵². Stwierdzono, że rurka nosowo-tchawicza powinna być o ok. 1 cm dłuższa niż rurka wprowadzana przez usta²⁵³. Zazwyczaj stosuje się rurki bez mankieta. Nie opublikowano dotąd danych przemawiających za rutynowym stosowaniem rurek z mankieta podczas resuscytacji noworodków. Wykazano ich skuteczność u noworodków o masie ciała <3 kg podczas okołoperacyjnego wspomaganie oddechu²⁵⁴.

Średnica największej części dróg oddechowych zależy od wieku ciążowego i masy ciała noworodka, natomiast zewnętrzne średnice rurek o tej samej średnicy wewnętrznej mogą się różnić w zależności od producenta²⁵⁵. Należy dysponować rurkami dotchawiczymi o różnych rozmiarach, aby można było zastosować tę najbardziej odpowiednią, zapewniającą właściwą wentylację z jedynie minimalnym przeciekaniem gazów wokół rurki i bez urazu dróg oddechowych. Rurkę o małej średnicy da się prawidłowo umieścić w szerokich drogach oddechowych, ale nie pozwoli ona uzyskać odpowiedniej wentylacji z powodu małej podatności płuc i nadmiernego przecieku. Średnicę rurki można oszacować jako ≤1/10 wieku ciążowego²⁵⁶.

Należy potwierdzić położenie rurki dotchawicznej poprzez wykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu (zob. poniżej), ocenić dłu-

gość wprowadzonej rurki wizualnie podczas intubacji oraz ustalić położenie końca rurki klinicznie i – najlepiej – radiologicznie. Oznaczenia na końcówkach rurek dotchawicznych ułatwiające ich dystalne umieszczenie względem strun głosowych różnią się znacznie w zależności od producenta²⁵⁷. W obrębie poszczególnych ośrodków użytkownicy zazwyczaj zapoznają się z określonymi typami rurek. Położenie rurki może się zmienić podczas jej zabezpieczania²⁵². W przeglądzie systematycznym opublikowanej literatury dotyczącej metod potwierdzania prawidłowego położenia rurki stwierdzono, że oceny obiektywne są bardziej wiarygodne niż subiektywne, takie jak wzrokowa ocena ruchów klatki piersiowej²⁵⁸. Po intubacji dotchawicznej i zastosowaniu przerywanej wentylacji dodatnim ciśnieniem szybki wzrost częstości akcji serca i stwierdzenie obecności CO₂ w wydychanym powietrzu są uzasadnionymi wskaźnikami umiejscowienia rurki w tchawicy²⁵⁸.

Monitorowanie końcowowydechowego CO₂ i czynności oddechowej

U noworodków ze spontanicznym krążeniem zaleca się, aby potwierdzać prawidłowe położenie rurki dotchawicznej poprzez wykrywanie obecności CO₂ w wydychanym powietrzu (obok oceny klinicznej)⁴⁹. Nawet u noworodków z bardzo niską masą urodzeniową^{259,260} i obecnym rzutem serca wykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu szybciej i dokładniej potwierdza intubację dotchawiczą niż sama ocena kliniczna^{260,261}. Z badań wyłączono jednak noworodki wymagające intensywnej resuscytacji. Niewykrycie obecności CO₂ w wydychanym powietrzu zdecydowanie sugeruje nieprawidłowe umieszczenie rurki – najprawdopodobniej intubację przełyku lub przemieszczenie rurki^{259,261}. Zgłaszano jednak fałszywie ujemne odczyty końcowowydechowego CO₂ podczas zatrzymania krążenia²⁵⁹ oraz u noworodków z bardzo niską masą urodzeniową, choć modele wskazują na skuteczność tej metody przy małych objętościach oddechowych²⁶². Słaby lub nieobecny płucny przepływ krwi, a także niedrożność tchawicy mogą utrudnić wykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu pomimo prawidłowego wprowadzenia rurki dotchawicznej. Nie istnieją dane dotyczące wpływu leków na monitorowanie wydychanego CO₂ u noworodków, jednak badania przeprowadzone wśród dorosłych sugerują, że takie leki jak adrenalina i wodorowęglan sodu mogą modyfikować wyniki oznaczeń końcowowydechowego CO₂²⁶³. Podobnie dzieje się, gdy ciśnienie wdechowe jest niewystarczające, aby wytworzyć odpowiednią czynnościową pojemność zalegającą i właściwy przepływ wdechowy. Niewykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu pomimo prawidłowego położenia rurki dotchawicznej może prowadzić do decyzji o ekstubacji. Jeżeli oznaczenie CO₂ budzi wątpliwości, położenie rurki należy potwierdzić za pomocą laryngoskopii bezpośredniej.

Po porodach z powodzeniem stosowano zarówno metody jakościowe (kolorymetryczne), jak i ilościowe (krzywe kapnograficzne)²⁶⁴. Badania przeprowadzone u dorosłych sugerują, że krzywa kapnograficzna może się cechować większą czułością niż kolorymetria w wykrywaniu wydychanego CO₂, jednak ze względu na brak danych dotyczących wiarygodności krzywej kapnograficznej u noworodków należy jej stosowanie rozważać z ostrożnością^{263,265,266}.

Do potwierdzenia pozycji rurki dotchawicznej przydatne jest też monitorowanie przepływu. W randomizowanym badaniu kontrolowanym czujnik przepływu potwierdzał prawidłowe położenie rurki szybciej i z większą wiarygodnością niż kapnografia²⁶⁷.

U pacjentów niezaintubowanych można stosować monitorowanie przepływu lub objętości oddechowej²⁶⁸ oraz stężenia

końcowydechowego CO₂^{269,270}. W ocenie wentylacji z użyciem maski twarzowej wykazano skuteczność kapnografii ilościowej, ale metoda ta nie zapewnia wiarygodnych oznaczeń końcowydechowego CO₂²⁷⁰. Nie opisano dotąd wykorzystania detektorów CO₂ w wydychanym powietrzu do oceny wentylacji dodatnim ciśnieniem z użyciem innych interfejsów (np. rurek nosowych, masek krtaniowych) na sali porodowej.

Wideolaryngoskopia

Systematyczny przegląd badań dotyczących stosowania wideolaryngoskopii u noworodków wskazuje, że wideolaryngoskopia zwiększa skuteczność intubacji przy pierwszej próbie, ale nie skraca czasu do intubacji ani nie zmniejsza liczby prób intubacji (dowody o umiarkowanej lub bardzo niskiej wiarygodności). Uwzględnione w przeglądzie badania były jednak prowadzone wśród osób szkolonych w wykonywaniu intubacji i podkreślają potencjalną przydatność wideolaryngoskopii jako narzędzia służącego do nauczania. Potwierdzenie skuteczności oraz ocena bezpieczeństwa i efektywności kosztowej wideolaryngoskopii w intubacji dotchawiczej noworodków wykonywanej przez osoby szkolące się, a także osoby biegłe w laryngoskopii bezpośredniej wymagają przeprowadzenia właściwie zaprojektowanych randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych o odpowiedniej mocy²⁷¹. Skuteczność wideolaryngoskopii w kontekście resuscytacji po urodzeniu nie została jeszcze w pełni oceniona.

Powietrze/tlen

Noworodki donoszone i późne wcześniaki (≥35. tygodnia ciąży)

Najnowsze badanie ILCOR CoSTR sugeruje, że u noworodków urodzonych w terminie i późnych wcześniaków (≥35. tygodnia ciąży), u których stosuje się wspomaganie oddechu przy porodzie, należy rozpocząć od podawania 21% tlenu (słabe zalecenie, dowody o niskiej wiarygodności)¹. Odradza się podawania na początku 100% tlenu (silne zalecenie, dowody o niskiej wiarygodności). Przegląd systematyczny i metaanaliza 5 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych i 5 badań quasi-randomizowanych obejmujących 2164 pacjentów wykazały względne zmniejszenie śmiertelności krótkoterminowej o 27% w przypadku początkowego stosowania powietrza w porównaniu z podawaniem 100% tlenu wśród noworodków urodzonych ≥35. tygodnia ciąży, u których po urodzeniu wdrożono wspomaganie oddechu (RR: 0,73; 95% CI: 0,57–0,94)¹⁷². Nie stwierdzono różnic w zakresie upośledzenia rozwoju neurologicznego ani występowania encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej (dowody o niskiej lub bardzo niskiej wiarygodności). Stosowanie niskich stężeń tlenu w mieszaninie oddechowej może powodować suboptymalne utlenowanie w przypadku istotnej choroby płuc²⁷², a u noworodków urodzonych o czasie wysokie stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej może się wiązać z opóźnieniem podjęcia spontanicznej czynności oddechowej²⁷³. Dlatego stężenie tlenu należy miareczkować w celu osiągnięcia odpowiedniej saturacji przedprzewodowej. Zwiększone stężenia tlenu należy podawać jak najkrócej^{274–276}.

Wcześniaki urodzone <35. tygodnia ciąży

W przeglądzie systematycznym i metaanalizie ILCOR obejmujących 10 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych i 4 badania kohortowe z udziałem 5697 noworodków porównywano początkowe niskie i wysokie stężenie tlenu podawanego

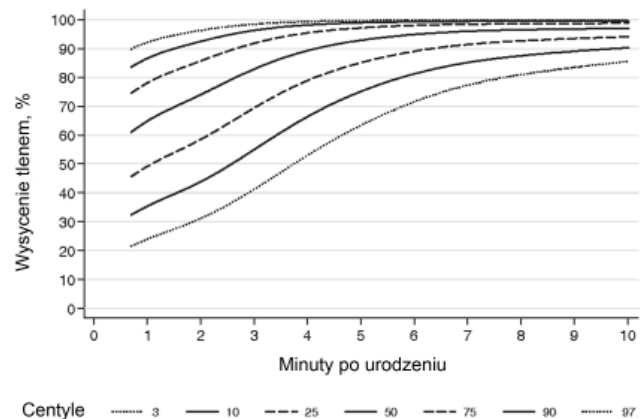
wcześniakom urodzonym <35. tygodnia ciąży, u których zastosowano wspomaganie oddechu po urodzeniu. Nie stwierdzono istotnych statystycznie korzyści ani szkód wynikających z początkowego podawania niższego – w porównaniu z wyższym – stężenia tlenu w odniesieniu do krótko- czy długoterminowej śmiertelności ($n=968$; RR: 0,83; 95% CI: 0,50–1,37), upośledzenia rozwoju neurologicznego ani kluczowych chorób występujących u wcześniaków²⁷⁷. Sugeruje się stosowanie niskiego (21–30%), nie zaś wyższego (60–100%) stężenia początkowego (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności). Wybrany zakres odzwierciedla zakres niskich stężeń tlenu stosowanych w badaniach klinicznych. Stężenie tlenu należy miareczkować z użyciem pulsoksymetrii (słabe zalecenie, dowody o niskiej wiarygodności)¹.

W przeciwieństwie do noworodków urodzonych w terminie u wcześniaków podawanie tlenu w celu osiągnięcia odpowiedniego utlenowania zwiększa wysiłek oddechowy. W badaniu doświadczalnym na zwierzętach²⁷⁸ oraz 1 randomizowanym kontrolowanym badaniu klinicznym obejmującym 52 wcześniaki urodzone <30. tygodnia ciąży²⁷⁹ rozpoczęcie stabilizacji czynności życiowych przy wyższych stężeniach tlenu (100% wobec 30%) prowadziło do wzrostu wysiłku oddechowego, poprawy utlenowania i skrócenia czasu wentylacji przez maskę. Objętości minutowe były istotnie większe przy stężeniu 100% ($146,34 \pm 112,68$ ml/kg/minutę) w porównaniu z 30% ($74,43 \pm 52,19$ ml/kg/minutę) ($p = 0,014$).

W opublikowanym ostatnio konsensusie europejskim zalecono stosowanie początkowego stężenia tlenu w powietrzu wdechowym wynoszącego 30% u noworodków urodzonych <28. tygodnia ciąży, 21–30% u noworodków urodzonych w 28–31 tygodniu ciąży i 21% u noworodków urodzonych ≥32. tygodnia ciąży²⁸⁰.

Docelowe wysycenie tlenem

Zakres docelowy zalecany dla noworodków donoszonych i wcześniaków jest podobny i opiera się na wartościach czasowych saturacji przedprzewodowej u noworodków donoszonych oddychających powietrzem²⁸¹. Zalecenia konsensusu sugerują, aby dążyć do wartości zbliżonych do zakresu międzykwartylowego²⁸² lub stosować 25 centyl jako dolną wartość progową⁴⁹ (Rycina 10).



Rycina 10. Wysycenie tlenem u zdrowych noworodków po urodzeniu bez interwencji (centyle: 3, 10, 25, 50, 75, 90 i 97). Adaptowano za zgodą: Dawson 2010

W przeglądzie systematycznym obejmującym 8 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych z udziałem 768 wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży, u których stosowano niskie ($\leq 30\%$) i wyższe ($\geq 60\%$) początkowe stężenie tlenu, stwierdzono, że nieosiągnięcie minimalnego SpO_2 równego 80% w ciągu 5 minut wiąże się z 2-krotnie większym ryzykiem zgonu (OR: 4,57; 95% CI: 1,62–13,98; $p < 0,05$), a także z mniejszą częstością akcji serca (średnia różnica: 8,37; 95% CI: –15,73 do –1,01; $p < 0,05$) i większym ryzykiem poważnego krwotoku dokomorowego (OR: 2,04; 95% CI: 1,01–4,11; $p < 0,05$)²⁸³. Nie jest jasne, czy zaobserwowane zjawiska były spowodowane ciężkością choroby czy ilością tlenu podawanego podczas stabilizacji czynności życiowych.

Dostępne dane sugerują, że prawie wszystkim wcześniakom urodzonym <32. tygodnia ciąży podaje się tlen w ciągu pierwszych 5 minut po porodzie, aby uzyskać powszechnie zalecane wartości docelowe saturacji^{276,281,283}. Miareczkowanie stężenia tlenu w pierwszych minutach bywa jednak trudne, a u wcześniaków urodzonych <32. tygodnia ciąży można przez znaczny czas nie uzyskać zamierzonego zakresu docelowego^{284,285}. Analiza poszczególnych pacjentów spośród 706 wcześniaków włączonych do randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych wskazuje, że tylko 12% osiągnęło w ciągu 5 minut po porodzie wartość progową SpO_2 równą 80% ²⁸³.

Miareczkowanie stężenia tlenu

Aby uniknąć skrajnej hipoksji i hiperoksji oraz bradykardii, należy dobrać odpowiednie początkowe stężenie tlenu, a także w odpowiednim czasie ostrożnie miareczkować stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej na podstawie progowych poziomów saturacji zależnych od czasu. W jednym z ostatnio przeprowadzonych przeglądów zasugerowano, że wymaga to weryfikacji i w razie potrzeby miareczkowania podawanego tlenu co 30 s²⁸⁶.

Miareczkując tlen podczas stosowania układu T trzeba pamiętać, że osiągnięcie pożądanego stężenia tlenu na dystalnym końcu układu zajmuje czas o medianie 19 s (IQR: 0–57)²⁸⁷. Chociaż przyczyna tego opóźnienia pozostaje niejasna, w znacznym stopniu przyczynia się do niego nieuszczelnienie maski. Uszczelnienie maski również nie przyniesie natychmiastowych rezultatów.

Wspomaganie układu krążenia

Wspomaganie krążenia za pomocą uciskania klatki piersiowej jest skuteczne tylko wtedy, gdy płuca zostały skutecznie rozprężone i do serca może być dostarczony tlen. Uciśnięcia klatki piersiowej mogą upośledzić wentylację, dlatego przed ich podjęciem należy się upewnić, czy wentylacja przebiega prawidłowo²⁸⁸.

Najskuteczniejszą tradycyjną techniką uciskania klatki piersiowej jest uciskanie dwoma kciukami dolnej 1/3 części mostka, gdy palce obejmują klatkę piersiową i podpierają plecy²⁸⁹⁻²⁹². Technika ta pozwala uzyskać wyższe ciśnienie krwi i perfuzję w tętnicach wieńcowych przy mniejszym zmęczeniu niż alternatywna technika dwóch palców^{293,294}. W badaniu z użyciem manekinów ułożenie kciuków na mostku okazało się skuteczniejsze niż ich ułożenie obok siebie, ale powodowało większe prawdopodobieństwo zmęczenia ratownika²⁹⁵. Mostek uciska się na głębokość ok. 1/3 przednio-tylnej średnicy klatki piersiowej, a pomiędzy uciskami ściana klatki piersiowej powraca do pozycji wyjściowej²⁹⁶⁻³⁰⁰. Uciskanie „znad głowy” wydaje się równie skuteczne jak uciskanie w pozycji bocznej³⁰¹.

W przeprowadzonym ostatnio przez ILCOR przeglądzie dowodów zidentyfikowano 19 badań opublikowanych od 2015 r., w tym 1 przegląd systematyczny i 18 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych, z których wszystkie były badaniami na manekinach³⁰². Nie znaleziono podstaw do zmiany zaleceń dotyczących leczenia wydanych w 2015 r. Sugeruje się, aby uciskanie klatki piersiowej u noworodków wykonywać metodą dwóch kciuków, dłonią obejmując klatkę piersiową (opcja preferowana) (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)¹. W badaniach na manekinach opisano też jednak nowsze techniki: z dwoma kciukami ułożonymi pod kątem 90° względem klatki piersiowej oraz technikę uciskania klatki piersiowej zgiętymi palcami (*knocking fingers*). Ustalenie, czy wykazują one wyraźną przewagę nad standardową techniką dwóch kciuków, wymaga przeprowadzenia dalszych badań^{1,303}.

ILCOR dokonał niedawno aktualizacji dowodów, aby określić najskuteczniejszy stosunek liczby uciśnień do liczby oddechów w resuscytacji noworodków¹. Zidentyfikowano 13 badań opublikowanych od 2015 r. Cztery badania na manekinach noworodków, w których porównywano alternatywne proporcje uciśnień do oddechów oraz strategię wentylacji asynchronicznej, nie wykazały przewagi nad tradycyjnymi synchronicznymi technikami 3:1. W badaniach przeprowadzonych na zwierzętach, w których porównywano wykonywanie uciśnień klatki piersiowej podczas przedłużonych oddechów rozprężających ze stosowaniem tradycyjnej proporcji uciśnień do oddechów, wynoszącej 3:1, nie stwierdzono jednoznacznych korzyści. Toczy się kolejnych kilka badań dotyczących tej kwestii.

ILCOR nie znalazł podstaw do zmiany zaleceń z 2015 r. dotyczących stosunku liczby uciśnień i oddechów wynoszącego 3:1 (słabe zalecenie, dowody bardzo niskiej jakości) oraz dążenia do uzyskania łącznie ok. 90 uciśnień i 30 oddechów/minutę^{1,49,144}. Uciśnięcia i oddechy powinno się tak skoordynować, aby uniknąć ich jednoczesnego wykonywania³⁰⁴. Teoretycznie korzystne jest dopuszczenie fazy relaksacji, nieco dłuższej niż faza uciśnień, prawdopodobnie jednak jakość uciśnień i oddechów jest ważniejsza niż ich częstość³⁰⁵.

W przypadku resuscytacji noworodków po urodzeniu, u których główną przyczyną zatrzymania krążenia są prawie zawsze zaburzenia wymiany gazowej, należy wykonywać uciśnięcia i oddechy w proporcji 3:1. Ratownicy mogą rozważyć zastosowanie wyższego stosunku (np. 15:2), jeśli zatrzymanie krążenia ma z dużym prawdopodobieństwem podłoże kardiogenne – częstsze w przypadku zaobserwowanej zapaści poporodowej niż tuż po urodzeniu. Gdy uciśnięcia klatki piersiowej podejmuje się ze względu na utrzymującą się bardzo wolną lub nieobecną akcję serca, rozsądne jest zwiększenie stężenia tlenu w mieszaninie oddechowej do 100%. Brak jednak badań przeprowadzonych wśród ludzi, które by potwierdzały zasadność takiego działania, a badania na zwierzętach nie wykazują żadnych korzyści ze stosowania 100% tlenu podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej³⁰⁶⁻³¹².

O ile nie stosuje się ciągłego monitorowania z użyciem pulsoksymetrii lub EKG, należy sprawdzić częstość akcji serca po okresie nie dłuższym niż 30 s, a następnie robić to regularnie. Uciskanie klatki piersiowej można przerwać po uzyskaniu spontanicznej częstości akcji serca >60 /minutę, ale dopiero stałe przyspieszenie akcji serca świadczy o rzeczywistej poprawie. Akcja serca staje się stabilna, gdy przekroczy wartość 120/minutę^{130,131}.

Według doniesień monitorowanie stężenia CO_2 w wydychanym powietrzu i pulsoksymetria są przydatne w weryfikacji powrotu

spontanicznego krążenia³¹³⁻³¹⁶. Dostępne obecnie dowody nie potwierdzają jednak zasadności stosowania w tym celu żadnego konkretnego urządzenia zapewniającego informację zwrotną w warunkach klinicznych, a ekstrapolacja wyników uzyskanych u dorosłych i starszych dzieci okazała się w przypadku noworodków – z różnych powodów – podatna na błędy^{49,144,265}.

Dostęp naczyniowy

Cewnikowanie żyły pępkowej i dostęp doszpikowy

W przeglądzie systematycznym nie znaleziono danych dotyczących porównania dostępu przez żyłę pępkową lub użycia kaniuli dożylnych z dostępem doszpikowym u noworodków w celu podania leków w dowolnych warunkach¹. Nie zidentyfikowano żadnych opisów serii przypadków, opisów przypadków ani doniesień na temat podawania leków drogą doszpikową na sali porodowej. Konsensus sugeruje, aby stosować cewnikowanie żyły pępkowej jako podstawową metodę dostępu naczyniowego. Jeśli dostęp do żyły pępkowej jest niemożliwy lub utrudniony ze względu na warunki porodu, sugeruje się drogę doszpikową jako rozsądną alternatywę (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności).

Przegląd systematyczny dotyczący stosowania dostępu doszpikowego u noworodków w dowolnej sytuacji obejmował 1 opis serii przypadków i 12 opisów przypadków wprowadzenia dostępu doszpikowego łącznie u 41 noworodków, którym podano kilka leków, w tym adrenalinę i płyn³¹⁷. Wykazano, że droga doszpikowa jest praktyczną alternatywą dla cewnikowania żyły pępkowej; istotne zdarzenia niepożądane obejmują jednak złamania kości piszczelowej, zapalenie kości i szpiku kostnego oraz wynaczenie płynów i leków, które prowadzi do zespołu ciasnoty przedziałów powięziowych i amputacji¹.

Wybór drogi i metody dostępu może zależeć od lokalnej dostępności sprzętu, a także wyszkolenia i doświadczenia personelu¹. Niewiele jest danych na temat skuteczności stosowania dostępu doszpikowego bezpośrednio po porodzie, optymalnego miejsca czy typu urządzenia³¹⁸, chociaż badania symulacyjne przeprowadzone na sali porodowej sugerują, że założenie i stosowanie dostępu doszpikowego może być szybsze niż cewnikowanie żyły pępkowej³¹⁹.

Dostęp obwodowy

Nie znaleziono badań oceniających wykorzystanie kaniulacji żył obwodowych u noworodków wymagających resuscytacji po urodzeniu. Retrospektywna analiza 61 spośród 70 wcześniaków wymagających dostępu żylnego w pojedynczym ośrodku wykazała, że kaniulacja żył obwodowych jest możliwa do wykonania i w większości przypadków udaje się ją uzyskać przy pierwszej próbie³²⁰.

Leki

W resuscytacji noworodków rzadko wskazane jest podawanie leków^{11,12}. Bradykardia zwykle wynika z głębokiego niedotlenienia, a podstawę resuscytacji stanowi upowietrzenie płuc wypełnionych płynem i zapewnienie odpowiedniej wentylacji. Jeśli jednak częstość akcji serca pozostaje <60/minutę mimo wyraźnej skutecznej wentylacji i uciskania klatki piersiowej, należy rozważyć zastosowanie leków.

Wiedza na temat wykorzystania leków w resuscytacji noworodków jest w dużej mierze ograniczona do danych z badań re-

trospektywnych, a także ekstrapolacji wyników badań przeprowadzonych na zwierzętach i wśród osób dorosłych³²¹.

Adrenalina

W niedawno przeprowadzonym przeglądzie systematycznym zidentyfikowano 2 badania obserwacyjne z udziałem 97 noworodków porównujące dawki i drogi podawania adrenaliny³²². Nie stwierdzono różnic między dożylnym i dotchawiczym podaniem leku w odniesieniu do pierwszorzędnego punktu końcowego, jakim był zgon przy wypisie ze szpitala (RR: 1,03; 95% CI: 0,62–1,71), ani też w odniesieniu do braku powrotu spontanicznego krążenia, czasu do powrotu spontanicznego krążenia (1 badanie, 50 noworodków) czy odsetka noworodków, którym podano dodatkową adrenalinę (2 badania, 97 noworodków). Nie zaobserwowano różnic w wynikach pomiędzy 2 dawkami dotchawiczymi (1 badanie). Nie znaleziono badań oceniających dawkę dożylną czy też odstęp między dawkami u noworodków ludzkich (dowody o bardzo niskiej wiarygodności). Mimo braku danych dotyczących noworodków ludzkich stosowanie adrenaliny jest uzasadnione, gdy skuteczna wentylacja i uciskanie klatki piersiowej nie doprowadziły do przyspieszenia akcji serca >60/minutę. Zalecenia ILCOR dotyczące leczenia sugerują, że jeśli stosuje się adrenalinę, należy podać dożylnie dawkę początkową 10–30 µg/kg (0,1–0,3 ml/kg roztworu adrenaliny 1:10 000 [1 mg w 10 ml]) (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności). Przy braku dostępu naczyniowego sugeruje się podanie adrenaliny dotchawiczo w większej dawce: 50–100 µg/kg (0,5–1,0 ml/kg roztworu adrenaliny 1:10 000 [1 mg w 10 ml]) (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności); nie należy jednak opóźniać prób uzyskania dostępu żylnego (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności). Jeśli częstość akcji serca pozostaje <60/minutę, sugeruje się podawanie kolejnych dawek, najlepiej donaczyniowo, co 3–5 minut (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności). Gdy odpowiedź na adrenalinę podaną dotchawiczo jest niewystarczająca, sugeruje się podanie dawki dożylnie natychmiast po uzyskaniu dostępu żylnego, niezależnie od czasu, jaki upłynął od poprzedniej dawki (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)¹.

Glukoza

Hipoglikemia jest ważnym dodatkowym czynnikiem ryzyka okoloporodowego uszkodzenia mózgu³²³. Podczas długotrwałego niedotlenienia dochodzi do szybkiego wyczerpania zapasów endogennego glikogenu. W jednym z badań u noworodków z zmartwicą urodzeniową stwierdzono przed podaniem glukozy na sali porodowej znacznie niższą glikemię (1,9 ± 0,6 mmol/l wobec 3,2 ± 0,3 mmol/l)³²⁴, dlatego przy przedłużającej się resuscytacji rozsądne jest zastosowanie glukozy w postaci bolusa 250 mg/kg (2,5 ml/kg 10% glukozy). Po skutecznej resuscytacji należy podjąć formalne działania mające na celu zapobieganie zarówno hipoglikemii, jak i hiperglikemii (zob. *Opieka poresuscytacyjna*).

Podaż płynów

W ostatniej aktualizacji dowodów ILCOR¹ nie zidentyfikowano dalszych badań przeprowadzonych wśród ludzi, które potwierdzałyby zalecenia CoSTR z 2010 r.; odnaleziono natomiast 1 takie randomizowane kontrolowane badanie kliniczne na zwierzętach^{34,274}. Wczesne uzupełnianie objętości krwi jest wskazane u noworodków z utratą krwi, które nie odpowiadają na resuscytację. Dlatego

jeśli podejrzewa się utratę krwi lub wstrząs (bładość, słaba perfuzja, słaby puls), a noworodek nie zareagował odpowiednio na inne zabiegi resuscytacyjne, należy rozważyć uzupełnienie objętości krwi z użyciem krystaloidów lub krwinek czerwonych. Utrata krwi powodująca ostrą hipowolemię jest u noworodków zdarzeniem rzadkim. Niewiele argumentów przemawia za uzupełnianiem objętości krwi przy braku utraty krwi, gdy noworodek nie odpowiada na wentylację, uciskanie klatki piersiowej i podanie adrenaliny. Ponieważ jednak utrata krwi może być ukryta, a odróżnienie normowolemicznych noworodków we wstrząsie spowodowanym zamartwicą od noworodków hipowolemicznych bywa problematyczne, można rozważyć podanie płynów¹.

Gdy odpowiednia grupa krwi (tj. 0 Rh-) jest niedostępna, do przywrócenia objętości wewnątrznaczyniowej należy raczej zastosować krystaloid izotoniczny niż albuminy. Początkowo podaje się bolus o objętości 10 ml/kg. Jeśli okaże się to skuteczne, konieczne może być powtórzenie dawki w celu utrzymania poprawy. Podczas resuscytacji wcześniaków uzupełnianie objętości krwi jest potrzebne rzadko, a szybkie podawanie dużych objętości płynów może prowadzić do krwotoków dokomorowych i płucnych³²⁵.

Wodorowęglan sodu

Jeżeli pomimo zastosowania odpowiedniej wentylacji i właściwego uciskania klatki piersiowej nie udaje się przywrócić efektywnego spontanicznego rzutu serca, odwrócenie kwasicy wewnątrzsercowej może poprawić czynność mięśnia sercowego i przyczynić się do uzyskania spontanicznego krążenia. Nie ma wystarczających danych, aby zalecać rutynowe stosowanie wodorowęglanu w resuscytacji noworodków. Hiperosmolarność i obecność CO₂ powstałego z wodorowęglanu sodu mogą upośledzać czynność mięśnia sercowego i mózgu³²⁶.

W niedawno przeprowadzonym przeglądzie dowodów¹ nie uzyskano danych uzasadniających zmianę zaleceń z roku 2010^{34,274}. Nie zaleca się stosowania wodorowęglanu sodu podczas krótkotrwałej resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Można jednak rozważyć jego użycie przy przedłużającym się zatrzymaniu krążenia, które nie odpowiada na inne metody leczenia. Wtedy lek należy podać dopiero po zapewnieniu stabilnej wentylacji i wdrożeniu uciśnięć klatki piersiowej. Dawkę 1–2 mmol/kg wodorowęglanu sodu (2–4 ml/kg roztworu 4,2%) można podać w powolnym wstrzyknięciu dożylnym.

Nalokson

Nie istnieją przekonujące dowody, że nalokson przynosi klinicznie istotne korzyści noworodkom z depresją oddechową spowodowaną hipoksją^{327,328}. Zgodnie z obecnymi zaleceniami nie stosuje się naloksonu podczas resuscytacji – należy się wtedy skupić na zapewnieniu skutecznego wspomaganie oddechu.

Nalokson najlepiej zarezerwować dla noworodków, u których przywrócono rzut serca, ale u których mimo resuscytacji nadal występuje bezdech, a także dla tych, których matki otrzymały podczas porodu znieczulenie z użyciem opioidów. W większości przypadków odpowiednio jest podanie na sali porodowej początkowej dawki domięśniowej 200 µg, niezależnie od masy ciała. Dawka domięśniowa zapewnia utrzymanie stałego stężenia leku w osoczu przez ok. 24 godziny³²⁹. U noworodków, u których oddychanie jest upośledzone w wyniku działania opioidów, po podaniu naloksonu może wystąpić tachypnoe z odbicia³³⁰.

Opieka poresuscytacyjna

Hipo- i hiperglikemia

Niedotlenienie okołoporodowe na kilka sposobów zaburza adaptację metaboliczną i utrzymanie zaopatrzenia mózgu w energię. Znaczne obniżenie stężenia glukozy we krwi na sali porodowej sprzyja ketogenezie³²⁴. Hipoglikemia występuje powszechnie; u 1/4 noworodków z umiarkowaną lub ciężką encefalopatią niedotleniowo-niedokrwinną zgłoszonych do krajowego rejestru hipotermii terapeutycznej stężenie glukozy we krwi wynosiło <2,6 mmol/l³³¹.

Badania na zwierzętach sugerują, że niedotlenieniowe uszkodzenie mózgu pogłębia się zarówno w wyniku hipoglikemii, jak i hiperglikemii³³²⁻³³⁴. U ludzkich noworodków z encefalopatią niedotleniowo-niedokrwinną nieprawidłowy profil glikemii we wczesnym okresie poporodowym (tj. hipoglikemia, hiperglikemia lub niestabilne stężenie glukozy we krwi) wiąże się z innym obrazem uszkodzenia mózgu w badaniu rezonansu magnetycznego niż w przypadku normoglikemii³²⁴. Przy hiperglikemii i niestabilnym stężeniu glukozy we krwi wyniki zintegrowanej elektroencefalografii amplitudowej wskazywały na gorszą ogólną czynność mózgu i występowanie napadów drgawkowych³³⁵.

W badaniu CoolCap zarówno hipoglikemia, jak i hiperglikemia wiązały się z gorszymi wynikami neurologicznymi³³⁶. Istnieje też wyraźna zależność między początkową hipoglikemią a gorszymi wynikami neurologicznymi u noworodków z niedotlenieniem okołoporodowym^{337,338}.

W przeprowadzonym niedawno przez ILCOR przeglądzie dowodów dotyczących postępowania w zakresie glukozy po resuscytacji nie zidentyfikowano żadnych przeglądów systematycznych ani randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych oceniających to postępowanie w ciągu pierwszych kilku godzin po urodzeniu¹. Odnaleziono 13 badań nierandomizowanych lub obserwacyjnych opublikowanych od 2015 r., w których poszukiwano odpowiedzi na pytanie, czy utrzymywanie normoglikemii podczas resuscytacji lub bezpośrednio po niej poprawia wyniki leczenia.

W aktualizacji sugeruje się, że noworodki, które wymagają intensywnej resuscytacji, powinny być monitorowane i leczone z zamiarem utrzymania stężenia glukozy w prawidłowym zakresie. Należy stosować protokoły postępowania dotyczącego stężenia glukozy we krwi, które pozwalają uniknąć zarówno hipo-, jak i hiperglikemii, a także dużych wahań stężenia glukozy we krwi. Aktualizacja dowodów sugeruje, że priorytetem powinno być przeprowadzenie badań mających na celu określenie optymalnych protokołów postępowania związanego z glikemią po resuscytacji u wcześniaków i noworodków donoszonych oraz wyznaczenie optymalnego zakresu docelowego stężenia glukozy. Ostatecznie nie wprowadzono żadnych zmian do poprzedniego zalecenia, zgodnie z którym należy rozważyć dożylny wlew glukozy wkrótce po resuscytacji w celu uniknięcia hipoglikemii (dowody o niskiej wiarygodności)³³⁹.

Ponowne ogrzewanie

Jeśli hipotermia terapeutyczna nie jest wskazana, należy korygować hipotermię po urodzeniu, ponieważ dowiedziono, że pogarsza ona wyniki leczenia^{76,77}. U noworodków należy utrzymywać prawidłowy zakres temperatur.

W niedawnym przeglądzie dowodów ILCOR nie znaleziono żadnych przeglądów systematycznych ani randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych opublikowanych od czasu wydania poprzednich wytycznych¹. Zidentyfikowano 2 retrospektywne

badania obserwacyjne z udziałem 182³⁴⁰ i 98³⁴¹ pacjentów, w których sprawdzano, czy u noworodków z hipotermią ($\leq 36^{\circ}\text{C}$ przy przyjęciu) szybkie lub powolne ponowne ogrzanie wpływa na uzyskiwane wyniki. Wyniki obu badań wskazują, że tempo ponownego ogrzewania (po skorygowaniu o czynniki zakłócające) nie wpływa na kluczowe ani istotne punkty końcowe. W jednym z badań zasugerowano jednak, że szybkie ponowne ogrzanie zmniejsza ryzyko wystąpienia zespołu niewydolności oddechowej³⁴⁰. W podsumowaniu przeglądu stwierdzono, że nie istnieją nowe dowody uzasadniające zmianę konsensusu ILCOR z 2015 r., zgodnie z którym zalecenie szybkiego ($0,5^{\circ}\text{C}/\text{godzinę}$ lub więcej) lub powolnego ($0,5^{\circ}\text{C}/\text{godzinę}$ lub mniej) ponownego ogrzewania noworodków z niezamierzoną hipotermią (temperatura $\leq 36^{\circ}\text{C}$) przy przyjęciu do szpitala byłoby oparte jedynie na przypuszczeniach^{274,339,342}.

Hipotermia indukowana

Temat ten nie był przedmiotem przeglądu w ramach najnowszego procesu ILCOR. W przeglądzie Cochrane obejmującym 11 randomizowanych badań kontrolowanych z udziałem 1505 noworodków urodzonych w terminie i późnych wcześniaków obliczono, że hipotermia terapeutyczna spowodowała istotne statystycznie i ważne klinicznie zmniejszenie śmiertelności lub występowania poważnej niepełnosprawności rozwojowej układu nerwowego do 18. miesiąca życia (złożony punkt końcowy) (typowe RR: 0,75, 95% CI: 0,68–0,83; typowe RD: 0,15, 95% CI: –0,20 do 0,10). Na tej podstawie stwierdzono, że u noworodków donoszonych i późnych wcześniaków z rozwijającą się umiarkowaną lub ciężką encefalopatią niedotlenieniowo-niedokrwienną należy stosować hipotermię terapeutyczną³⁴³. Chłodzenie powinno być podejmowane i prowadzone zgodnie z jasno określonymi protokołami opartymi na dowodach naukowych, w ośrodkach intensywnej terapii noworodków i z możliwością zastosowania opieki wielodyscyplinarnej. Należy rozpocząć leczenie w ciągu 6 godzin po urodzeniu, dążyć do osiągnięcia temperatury $33,5\text{--}34,5^{\circ}\text{C}$, kontynuować terapię przez 72 godziny od urodzenia i ogrzewać dziecko ponownie przez co najmniej 4 godziny. W 4-ramiennym badaniu klinicznym obejmującym 364 noworodki, które losowo przydzielono do grup dłuższego (120 godzin) lub głębszego (32°C) chłodzenia, nie dowiedziono wyższości ani dłuższego chłodzenia, ani stosowania niższej temperatury³⁴⁴. Badania przeprowadzone na zwierzętach wskazują, że skuteczność chłodzenia zależy od wczesnego podjęcia interwencji. Hipotermia rozpoczęta w 6–24 godzinie po urodzeniu może przynieść korzyści, ale jej skuteczność nie jest pewna³⁴⁵. Decyzję o wdrożeniu takiego leczenia podejmuje względem każdego pacjenta indywidualnie zespół leczący. W przypadku noworodków z łagodną encefalopatią obecne dowody są niewystarczające, aby zalecić rutynowe stosowanie hipotermii terapeutycznej³⁴⁶.

Narzędzia prognostyczne

Temat ten nie był przedmiotem przeglądu w ramach procesu ILCOR. Nie znaleziono żadnych przeglądów systematycznych ani przeglądów zakresu literatury dotyczących tej kwestii.

Skala Apgar została zaproponowana jako *prosta, powszechna, jasna klasyfikacja noworodków*, która ułatwia *omawianie i porównywanie wyników zabiegów położniczych, rodzajów uśmierzenia bólu u matki i efektów resuscytacji* (podkreślenie autorów)¹¹³. Choć jest ona szeroko stosowana w praktyce klinicznej i do celów badawczych, jej przydatność została zakwestionowana z powodu dużych różnic w wynikach między osobami dokonującymi oceny

i między ocenami dokonywanymi przez tę samą osobę. W badaniu retrospektywnym obejmującym 42 noworodki urodzone w 23–40. tygodniu ciąży O'Donnell i wsp. odnotowali znaczną rozbieżność (średnio o 2,4 punktu) między punktacją w skali Apgar wyznaczoną retrospektywnie na podstawie nagrań wideo porodów a punktacją określoną przez osoby obecne przy porodzie³⁴⁷.

Brak korelacji z uzyskiwanymi wynikami częściowo tłumaczy się brakiem jednomyślnej opinii co do tego, jak oceniać noworodki poddawane interwencjom medycznym oraz urodzone przedwcześnie. Zaproponowano różne wersje skali Apgar, uwzględniające korekty ze względu na dojrzałość i podjęte interwencje – takie jak wersja Specified, Expanded i Combined (ta ostatnia zawiera elementy dwóch pierwszych). Pozwalają one z większą precyzją niż skala tradycyjna przewidywać wyniki leczenia wcześniaków i noworodków donoszonych, ale nie są powszechnie stosowane^{348,349}.

Komunikacja z rodzicami

Zasady określające potrzebę właściwej komunikacji z rodzicami wywodzą się z konsensusu klinicznego i są zapisane w opublikowanych wytycznych europejskich i brytyjskich^{350,351}.

Śmiertelność i zachorowalność noworodków zależą od regionu, pochodzenia etnicznego i dostępności zasobów³⁵²⁻³⁵⁴. Badania społeczne wskazują, że rodzice chcą być zaangażowani w podejmowanie decyzji dotyczących resuscytacji noworodków w ciężkim stanie^{355,356}. Lokalne dane dotyczące przeżywalności i uzyskiwanych wyników leczenia są ważnym elementem rozmów z rodzicami. Podejście danego ośrodka do wyboru postępowania (np. na granicy zdolności do przeżycia) wpływa na późniejsze wyniki leczenia noworodków, które przeżyły³⁵⁷.

Wytyczne europejskie opowiadają się za obecnością rodziny podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej³⁵⁸. Pracownicy ochrony zdrowia coraz częściej oferują członkom rodziny możliwość obecności podczas resuscytacji, zwłaszcza gdy odbywa się ona na sali porodowej. W miarę możliwości należy spełniać życzenia rodziców dotyczące ich obecności podczas resuscytacji^{1,359,360}.

Nie istnieją wystarczające dowody, które wskazywałyby na wpływ obecności przy resuscytacji na wyniki leczenia pacjenta lub stan rodziców. Wydaje się, że dla niektórych rodziców obecność podczas resuscytacji dziecka jest doświadczeniem korzystnym, ale zarówno wśród personelu medycznego, jak i wśród członków rodzin pacjentów istnieją obawy dotyczące wpływu tej obecności na wyniki (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)^{1,360}.

W jednoośrodkowym przeglądzie dotyczącym działań podejmowanych przy łóżku matki podczas porodu rodzice, z którymi przeprowadzono wywiady, opowiadali się za obecnością przy resuscytacji, niektórzy jednak uważali, że bycie świadkiem resuscytacji jest trudne³⁶¹. Lekarze uczestniczący w badaniu twierdzili, że obecność rodziców ułatwia komunikację, ale jednocześnie sugerowali, że personel może potrzebować wsparcia i szkoleń w zakresie postępowania w takich sytuacjach³⁶². W retrospektywnym badaniu ankietowym dotyczącym obciążenia pracą klinicystów podczas resuscytacji wykazano, że obecność rodziców wpływa na zmniejszenie postrzeganego obciążenia pracą³⁶³.

Dane jakościowe podkreślają potrzebę wsparcia podczas i po każdej resuscytacji – bez niego poród może stanowić negatywne doświadczenie i wiązać się z następstwami pourazowymi^{364,365}. Rodzice powinni mieć możliwość przemyślenia sytuacji, zadania pytań o szczegóły postępowania i uzyskania informacji o dostęp-

nych formach pomocy³⁵⁹. Korzystne może też być zaoferowanie rodzicom obecnym przy resuscytacji możliwości późniejszego omówienia tego, co przeżyli^{364,365}.

Decyzje o zaprzestaniu lub niepodejmowaniu resuscytacji powinny być w miarę możliwości podejmowane wspólnie z doświadczonym zespołem pediatrycznym.

Zaprzestanie lub niepodejmowanie leczenia

Zaprzestanie resuscytacji

Nieuzyskanie powrotu spontanicznego krążenia po 10–20 minutach intensywnej resuscytacji wiąże się z dużym ryzykiem śmiertelności i poważnego upośledzenia układu nerwowego u noworodków, które przeżyją. Nie istnieją dowody, które wskazywałyby, że jakkolwiek określony czas trwania resuscytacji pozwala w sposób uniwersalny przewidzieć śmiertelność lub poważne upośledzenie neurologiczne.

Utrzymująca się przez ponad 10 minut niewykrywalna akcja serca nie determinuje złych wyników leczenia³⁶⁶⁻³⁶⁸. W odniesieniu do złożonego punktu końcowego, jakim jest przeżycie bez zaburzeń rozwoju neurologicznego, w niedawnym przeglądzie systematycznym ILCOR zidentyfikowano dowody o niskiej wiarygodności (obniżonej ze względu na ryzyko błędu i niespójność) pochodzące z 13 badań z udziałem 277 noworodków, w których opisano wyniki neurologiczne. Spośród wszystkich 277 noworodków 69% zmarło przed ostatnią obserwacją, 18% przeżyło z umiarkowanymi lub ciężkimi zaburzeniami neurologicznymi, a w 11% uznano, że dziecko przeżyło bez umiarkowanych ani ciężkich zaburzeń neurologicznych (2% utracono z obserwacji)¹. Pomocne może być uwzględnienie czynników klinicznych, skuteczności resuscytacji i opinii innych członków zespołu klinicznego na temat kontynuowania resuscytacji³⁶⁹.

Jeśli pomimo podjęcia wszystkich zalecanych zabiegów resuscytacyjnych i wykluczenia przyczyn odwracalnych noworodek wymaga ciągłej i długotrwałej resuscytacji krążeniowo-oddechowej, należy zaprzestać działań resuscytacyjnych. Rozsądny czas, po którym należy to rozważyć, to ok. 20 minut od urodzenia (słabe zalecenie, dowody o bardzo niskiej wiarygodności)¹.

Decyzja o zaprzestaniu resuscytacji jest decyzją kliniczną. Trzeba jednak w miarę możliwości zapewnić rodzicom bieżące informacje w trakcie resuscytacji i uprzedzić ich, że dziecko z dużym prawdopodobieństwem nie przeżyje. U skrajnie niedojrzałych wcześniaków przedłużona resuscytacja wiąże się z niższym wskaźnikiem przeżywalności i wyższą zachorowalnością; decyzje o zaprzestaniu resuscytacji należy podejmować indywidualnie^{370,371}.

Niepodejmowanie resuscytacji

W sytuacjach, w których przewidywana śmiertelność jest wyjątkowo wysoka, a zachorowalność u noworodków, które przeżyły, bardzo poważna, uzasadnione może być niepodejmowanie resuscytacji – zwłaszcza gdy istnieje możliwość wcześniejszego omówienia tej kwestii z rodzicami³⁷²⁻³⁷⁹. Przykłady z opublikowanej literatury obejmują skrajne wcześniactwo (wiek ciążowy <22 tygodni i/lub masa urodzeniowa <350 g)³⁸⁰ oraz anomalie, takie jak anencefalia i obustronna agenezja nerek.

Niepodejmowanie resuscytacji i zaprzestanie leczenia podtrzymującego życie w trakcie lub po resuscytacji są przez wielu uważane za równoważne pod względem etycznym. Klinicyści nie powinni się wahać przed zaprzestaniem leczenia, jeśli nie leżałoby ono w najlepszym interesie noworodka³⁸¹.

Ważnym celem jest spójne i skoordynowane podejście do poszczególnych przypadków przez zespół położniczy i neonatologiczny oraz rodziców. Gdy szanse przeżycia są niewielkie (<50%), ryzyko powikłań wysokie, a wdrożenie leczenia wiązałoby się z dużym obciążeniem noworodka, należy uzyskać opinię rodziców na temat podejmowania resuscytacji i – zazwyczaj – uszanować ich wolę³⁵¹.

Konflikt interesów

CR zgłasza otrzymanie honorariów za wykłady od firmy Chiesi oraz otrzymanie finansowania od National Institute for Health Research. JM zgłasza okazjonalne doradztwo na rzecz firm Laerdal Medical i Brayden w zakresie sprzętu do resuscytacji noworodków. HE zgłasza otrzymanie finansowania badań w ramach projektu Safer Births od fundacji Laerdal, rządu, Banku Światowego, Global Financing Facility i Laerdal Global Health. CM zgłasza otrzymanie honorariów od firm Dräger i Chiesi oraz pełnienie funkcji konsultanta dla firm Fisher and Paykel i Laerdal. TS zgłasza otrzymanie finansowania działalności edukacyjnej od firm GE i Chiesi. CS zgłasza otrzymanie finansowania od rządu i fundacji ZOLL. ATP zgłasza pełnienie funkcji doradcy naukowego dla firmy CONCORD neonatal oraz posiadanie patentu na stół do resuscytacji firmy Concord. MR zgłasza pełnienie funkcji konsultanta w badaniach nad surfaktantem prowadzonych przez firmę Chiesi. JW zgłasza otrzymanie grantu NIH jako współwnioskodawca w ramach projektu Baby-OSCAR.

Załącznik A. Dane uzupełniające

Związane z niniejszym artykułem dane uzupełniające dostępne online można znaleźć na stronie internetowej <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.014>.

Piśmiennictwo

- Wyckoff MH, Wyllie J, Aziz K, et al. Neonatal Life Support 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A156-87, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.015>.
- Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021 – executive summary. *Resuscitation* 2021;161.
- Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation* 2020;153:45-55, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.06.001>.
- Perkins GD, Morley PT, Nolan JP, et al. International Liaison Committee on Resuscitation: COVID-19 consensus on science, treatment recommendations and task force insights. *Resuscitation* 2020;151:145-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.035>.
- Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: a systematic review. *Resuscitation* 2020;151:59-66, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.022>.
- te Pas AB, Davis PG, Hooper SB, Morley CJ. From liquid to air: breathing after birth. *J Pediatr* 2008;152:607-11, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2007.10.041>.
- Hooper SB, Polglase GR, Roehr CC. Cardiopulmonary changes with aeration of the newborn lung. *Paediatr Respir Rev* 2015;16:147-50, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.prv.2015.03.003>.
- Dekker J, vanKaam AH, Roehr CC, et al. Stimulating and maintaining spontaneous breathing during transition of preterm infants. *Pediatr Res* 2019, doi:<http://dx.doi.org/10.1038/s41390-019-0468-7>.
- Hooper SB, Siew ML, Kitchen MJ, te Pas AB. Establishing functional residual capacity in the non-breathing infant. *Semin Fetal Neonatal Med* 2013;18:336-43, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2013.08.011>.
- Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, Perlman JM. Early initiation of basic resuscitation interventions including face mask ventilation may reduce birth asphyxia related mor-

- tality in low-income countries: a prospective descriptive observational study. *Resuscitation* 2012;83:869-73, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.12.011.
11. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room: associated clinical events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:20-5.
 12. Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. *Pediatrics* 2006;118:1028-34, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2006-0416.
 13. Halling C, Sparks JE, Christie L, Wyckoff MH. Efficacy of intravenous and endotracheal epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. *J Pediatr* 2017;185:232-6, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.02.024.
 14. Bjorland PA, Oymar K, Ersdal HL, Rettedal SI. Incidence of newborn resuscitative interventions at birth and short-term outcomes: a regional population-based study. *BMJ Paediatr Open* 2019;3: e000592, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjpo-2019-000592.
 15. Skare C, Bolding AM, Kramer-Johansen J, et al. Video performance-debriefings and ventilation-refreshers improve quality of neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2018;132:140-6, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.07.013.
 16. Niles DE, Cines C, Inley E, et al. Incidence and characteristics of positive pressure ventilation delivered to newborns in a US tertiary academic hospital. *Resuscitation* 2017;115:102-9, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.03.035.
 17. Aziz K, Chadwick M, Baker M, Andrews W. Ante- and intra-partum factors that predict increased need for neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2008;79:444-52, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.08.004.
 18. Annibale DJ, Hulseley TC, Wagner CL, Southgate WM. Comparative neonatal morbidity of abdominal and vaginal deliveries after uncomplicated pregnancies. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:862-7.
 19. Liljestrom L, Wikstrom AK, Agren J, Jonsson M. Antepartum risk factors for moderate to severe neonatal hypoxic ischemic encephalopathy: a Swedish national cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2018;97:615-23, doi:http://dx.doi.org/10.1111/aogs.13316.
 20. Lee J, Lee JH. A clinical scoring system to predict the need for extensive resuscitation at birth in very low birth weight infants. *BMC Pediatr* 2019;19:197, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s12887-019-1573-9.
 21. Londero AP, Rossetti E, Pittini C, Cagnacci A, Driul L. Maternal age and the risk of adverse pregnancy outcomes: a retrospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2019;19:261, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s12884-019-2400-x.
 22. Bajaj M, Natarajan G, Shankar S, et al. Delivery Room Resuscitation and Short-Term Outcomes in Moderately Preterm Infants. *J Pediatr* 2018;195:33-8.e2, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.11.039.
 23. Yangthara B, Horrasith S, Paes B, Kitsommar R. Predictive factors for intensive birth resuscitation in a developing-country: a 5-year, single-center study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2020;33:570-6, doi:http://dx.doi.org/10.1080/14767058.2018.1497602.
 24. Berazategui JP, Aguilar A, Escobedo M, et al. Risk factors for advanced resuscitation in term and near-term infants: a case-control study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F44-50, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2015-309525.
 25. Berhan Y, Haileamlak A. The risks of planned vaginal breech delivery versus planned caesarean section for term breech birth: a meta-analysis including observational studies. *BJOG* 2016;123:49-57, doi:http://dx.doi.org/10.1111/1471-0528.13524.
 26. Foo XY, Greer RM, Kumar S. Impact of maternal body mass index on intrapartum and neonatal outcomes in Brisbane, Australia, 2007 to 2013. *Birth* 2016;43:358-65, doi:http://dx.doi.org/10.1111/birt.12246.
 27. Parsons SJ, Sonneveld S, Nolan T. Is a paediatrician needed at all Caesarean sections? *J Paediatr Child Health* 1998;34:241-4.
 28. Gordon A, McKechnie EJ, Jeffery H. Pediatric presence at cesarean section: justified or not? *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:599-605, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ajog.2005.06.013.
 29. Bensouda B, Boucher J, Mandel R, Lachapelle J, Ali N. 24/7 in house attending staff coverage improves neonatal short-term outcomes: a retrospective study. *Resuscitation* 2018;122:25-8, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.11.045.
 30. Tu JH, Proffit J, Melsop K, et al. Relationship of hospital staff coverage and delivery room resuscitation practices to birth asphyxia. *Am J Perinatol* 2017;34:259-63, doi:http://dx.doi.org/10.1055/s-0036-1586505.
 31. Mitchell A, Niday P, Boulton J, Chance G, Dulberg C. A prospective clinical audit of neonatal resuscitation practices in Canada. *Adv Neonatal Care* 2002;2:316-26, doi:http://dx.doi.org/10.1053/adnc.2002.36831.
 32. Skare C, Bolding AM, Nakstad B, et al. Ventilation fraction during the first 30s of neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2016;107:25-30, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.07.231.
 33. Sawyer T, Lee HC, Aziz K. Anticipation and preparation for every delivery room resuscitation. *Semin Fetal Neonatal Med* 2018;23:312-20, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2018.06.004.
 34. Wyllie J, Jos Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto DBU. European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2015 section 7 resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation* 2015;95:248-62.
 35. Rossi AC, Prefumo F. Planned home versus planned hospital births in women at low-risk pregnancy: a systematic review with meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2018;222:102-8, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ejogrb.2018.01.016.
 36. Halamek LP, Cady RAH, Sterling MR. Using briefing, simulation and debriefing to improve human and system performance. *Semin Perinatol* 2019;43:151178, doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.semper.2019.08.007.
 37. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, implementation, and teams: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A188-239, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.014.
 38. Bennett SC, Finer N, Halamek LP, et al. Implementing delivery room checklists and communication standards in a multi-neonatal ICU quality improvement collaborative. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2016;42: 369-76, doi:http://dx.doi.org/10.1016/s1553-7250(16)42052-0.
 39. Katheria A, Rich W, Finer N. Development of a strategic process using checklists to facilitate team preparation and improve communication during neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2013;84:1552-7, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.06.012.
 40. Lockey A, Lin Y, Cheng A. Impact of adult advanced cardiac life support course participation on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2018;129:48-54, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.05.034.
 41. Huang Y, Tang Y, Tang J, et al. Educational efficacy of high-fidelity simulation in neonatal resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ* 2019;19:323, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s12909-019-1763-z.
 42. Rakshasbhuvankar AA, Patole SK. Benefits of simulation based training for neonatal resuscitation education: a systematic review. *Resuscitation* 2014;85:1320-3, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.07.005.
 43. Patel A, Khatib MN, Kurhe K, Bhargava S, Bang A. Impact of neonatal resuscitation trainings on neonatal and perinatal mortality: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Paediatr Open* 2017;1:e000183, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjpo-2017-000183.
 44. Yeung J, Djarv T, Hsieh MJ, et al. Spaced learning versus massed learning in resuscitation – a systematic review. *Resuscitation* 2020;156:61-71, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.08.132.
 45. Mosley CM, Shaw BN. A longitudinal cohort study to investigate the retention of knowledge and skills following attendance on the Newborn Life support course. *Arch Dis Child* 2013;98:582-6, doi: http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2012-303263.
 46. Mduma E, Ersdal H, Svensen E, Kidanto H, Auestad B, Perlman J. Frequent brief on-site simulation training and reduction in 24-h neonatal mortality: an educational intervention study. *Resuscitation* 2015;93:1-7, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.04.019.
 47. Yamada NK, Yaeger KA, Halamek LP. Analysis and classification of errors made by teams during neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2015;96:109-13, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.048.
 48. Finn JC, Bhanji F, Lockey A, et al. Part 8: Education, implementation, and teams: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2015;95:e203-24, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.046.
 49. Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2015;95:e169-201, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.045.
 50. Dempsey E, Pammi M, Ryan AC, Barrington KJ. Standardised formal resuscitation training programmes for reducing mortality and morbidity in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;9:CD009106, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009106.pub2.
 51. Thomas EJ, Taggart B, Crandell S, et al. Teaching teamwork during the Neonatal Resuscitation Program: a randomized trial. *J Perinatol* 2007;27:409-14, doi:http://dx.doi.org/10.1038/sj.jp.7211771.
 52. Thomas EJ, Williams AL, Reichman EF, Lasky RE, Crandell S, Taggart WR. Team training in the neonatal resuscitation program for interns: teamwork and quality of resuscitations. *Pediatrics* 2010;125:539-46, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-1635.
 53. Nadler I, Sanderson PM, Van Dyken CR, Davis PG, Liley HG. Presenting video recordings of newborn resuscitations in debriefings for teamwork training. *BMJ Qual Saf* 2011;20:163-9, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs.2010.043547.
 54. Rovamo L, Nurmi E, Mattila MM, Suominen P, Silvennoinen M. Effect of a simulation-based workshop on multidisciplinary teamwork of newborn emergencies: an intervention study. *BMC Res Notes* 2015;8:671, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13104-015-1654-2.
 55. Rosen MA, DiazGranados D, Dietz AS, et al. Teamwork in healthcare: key discoveries enabling safer, high-quality care. *Am Psychol* 2018;73:433-50, doi:http://dx.doi.org/10.1037/amp0000298.
 56. Soar J, Monsieurs KG, Ballance JH, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 9. Principles of education in resuscitation. *Resuscitation* 2010;81:1434-44, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.08.014.
 57. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2013;84:1174-83, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.04.016.
 58. Levett-Jones T, Lapkin S. A systematic review of the effectiveness of simulation debriefing in health professional education. *Nurse Educ Today* 2014;34:e58-63, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.020.
 59. Garden AL, Le Fevre DM, Waddington HL, Weller JM. Debriefing after simulation-based non-technical skill training in healthcare: a systematic review of effective practice. *Anaesth Intensive Care* 2015;43:300-8, doi:http://dx.doi.org/10.1177/0310057X1504300303.
 60. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 10. Principles of Education in Resuscitation. *Resuscitation* 2015;95:287-300.
 61. Mazza A, Cavallin F, Cappellari A, et al. Effect of a short training on neonatal face-mask ventilation performance in a low resource setting. *PLoS One* 2017;12:e0186731, doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0186731.
 62. O'Curraín E, Thio M, Dawson JA, Donath SM, Davis PG. Respiratory monitors to teach newborn facemask ventilation: a randomised trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F582-6, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316118.

63. Ghoman SK, Patel SD, Cutumisu M, et al. Serious games, a game changer in teaching neonatal resuscitation? A review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020;105:98-107, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2019-317011.
64. Schmolzer GM, Morley CJ, Kamlin O. Enhanced monitoring during neonatal resuscitation. *Semin Perinatol* 2019;43:151177, doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.semperi.2019.08.006.
65. van Vonderen JJ, van Zanten HA, Schilleman K, et al. Cardiorespiratory monitoring during neonatal resuscitation for direct feedback and audit. *Front Pediatr* 2016;4, doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2016.00038.
66. Edelson DP, Litzinger B, Arora V, et al. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med* 2008;168:1063-9, doi:http://dx.doi.org/10.1001/archinte.168.10.1063.
67. Wolfe H, Zebuhr C, Topjian AA, et al. Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcomes*. *Crit Care Med* 2014;42: 1688-95, doi:http://dx.doi.org/10.1097/CCM.00000000000000327.
68. Couper K, Kimani PK, Davies RP, et al. An evaluation of three methods of in-hospital cardiac arrest educational debriefing: the cardiopulmonary resuscitation debriefing study. *Resuscitation* 2016;105:130-7, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.05.005.
69. Bleijenberg E, Koster RW, de Vries H, Beesems SG. The impact of post-resuscitation feedback for paramedics on the quality of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2017;110:1-5, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.08.034.
70. Morley CJ. Monitoring neonatal resuscitation: why is it needed? *Neonatology* 2018;113:387-92, doi:http://dx.doi.org/10.1159/000487614.
71. Skare C, Calisch TE, Saeter E, et al. Implementation and effectiveness of a video-based debriefing programme for neonatal resuscitation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018;62:394-403, doi:http://dx.doi.org/10.1111/aas.13050.
72. Trevisanuto D, Testoni D, de Almeida MFB. Maintaining normothermia: why and how? *Semin Fetal Neonatal Med* 2018;23:333-9, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2018.03.009.
73. Chitty H, Wyllie J. Importance of maintaining the newly born temperature in the normal range from delivery to admission. *Semin Fetal Neonatal Med* 2013;18:362-8, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2013.08.002.
74. Javaudin F, Hamel V, Legrand A, et al. Unplanned out-of-hospital birth and risk factors of adverse perinatal outcome: findings from a prospective cohort. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27:26, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13049-019-0600-z.
75. McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;2: CD004210, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004210.pub5.
76. Wilson E, Maier RF, Norman M, et al. Admission hypothermia in very preterm infants and neonatal mortality and morbidity. *J Pediatr* 2016;175:61-7, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.04.016e4.
77. Lupton AR, Salhab W, Bhaskar B, Neonatal Research N. Admission temperature of low birth weight infants: predictors and associated morbidities. *Pediatrics* 2007;119:e643-9, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2006-0943.
78. Moore ER, Bergman N, Anderson GC, Medley N. Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;11:CD003519, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003519.pub4.
79. Linner A, Klemming S, Sundberg B, et al. Immediate skin-to-skin contact is feasible for very preterm infants but thermal control remains a challenge. *Acta Paediatr* 2020;109:697-704, doi: http://dx.doi.org/10.1111/apa.15062.
80. Linner A, Westrup B, Lode-Kolz K, et al. Immediate parent-infant skin-to-skin study (PISTOSS): study protocol of a randomised controlled trial on very preterm infants cared for in skin-to-skin contact immediately after birth and potential physiological, epigenetic, psychological and neurodevelopmental consequences. *BMJ Open* 2020;10:e038938, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038938.
81. Manani M, Jegatheesan P, DeSandre G, Song D, Showalter L, Govindaswami B. Elimination of admission hypothermia in preterm very low-birth-weight infants by standardization of delivery room management. *Perm J* 2013;17:8-13, doi:http://dx.doi.org/10.7812/TPP/12-130.
82. Belsches TC, Tilly AE, Miller TR, et al. Randomized trial of plastic bags to prevent term neonatal hypothermia in a resource-poor setting. *Pediatrics* 2013;132:e656-61, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-0172.
83. Lieberman E, Eichenwald E, Mathur G, Richardson D, Heffner L, Cohen A. Intrapartum fever and unexplained seizures in term infants. *Pediatrics* 2000;106:983-8.
84. Grether JK, Nelson KB. Maternal infection and cerebral palsy in infants of normal birth weight. *JAMA* 1997;278:207-11.
85. Kasdorf E, Perlman JM. Hyperthermia, inflammation, and perinatal brain injury. *Pediatr Neurol* 2013;49:8-14, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2012.12.026.
86. te Pas AB, Lopriore E, Dito I, Morley CJ, Walther FJ. Humidified and heated air during stabilization at birth improves temperature in preterm infants. *Pediatrics* 2010;125:e1427-32, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-2656.
87. Meyer MP, Owen LS, Te Pas AB. Use of heated humidified gases for early stabilization of preterm infants: a meta-analysis. *Front Pediatr* 2018;6:319, doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2018.00319.
88. McGrory L, Owen LS, Thio M, et al. A randomized trial of conditioned or unconditioned gases for stabilizing preterm infants at birth. *J Pediatr* 2018;193:47-53, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.09.006.
89. DeMauro SB, Douglas E, Karp K, et al. Improving delivery room management for very preterm infants. *Pediatrics* 2013;132:e1018-25, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-0686.
90. Seidler T. Umbilical cord management at preterm birth (<34 weeks): systematic review and meta-analysis. *Pediatrics* 2021.
91. Gomersall CD. Umbilical cord management at term and late preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics* 2021.
92. Hooper SB, Te Pas AB, Lang J, et al. Cardiovascular transition at birth: a physiological sequence. *Pediatr Res* 2015;77:608-14, doi:http://dx.doi.org/10.1038/pr.201521.
93. Hooper SB, Binder-Heschl C, Polglase GR, et al. The timing of umbilical cord clamping at birth: physiological considerations. *Matern Health Neonatol Perinatol* 2016;2:4, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s40748-016-0032-y.
94. Bhatt S, Alison BJ, Wallace EM, et al. Delaying cord clamping until ventilation onset improves cardiovascular function at birth in preterm lambs. *J Physiol* 2013;591:2113-26, doi:http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2012.250084.
95. Peltonen T. Placental transfusion advantage an disadvantage. *Eur J Pediatr* 1981;137:141-6. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=7308224.
96. Brady JP, James LS. Heart rate changes in the fetus and newborn infant during labor, delivery, and the immediate neonatal period. *Am J Obstet Gynecol* 1962;84:1-12.
97. Polglase GR, Dawson JA, Kluckow M, et al. Ventilation onset prior to umbilical cord clamping (physiological-based cord clamping) improves systemic and cerebral oxygenation in preterm lambs. *PLoS One* 2015;10:e0117504, doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0117504.
98. Farrar D, Airey R, Law GR, Tuffnell D, Cattle B, Duley L. Measuring placental transfusion for term births: weighing babies with cord intact. *BJOG* 2011;118:70-5, doi:http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-0528.2010.02781.x.
99. Strauss RG, Mock DM, Johnson KJ, et al. A randomized clinical trial comparing immediate versus delayed clamping of the umbilical cord in preterm infants: short-term clinical and laboratory endpoints. *Transfusion* 2008;48:65865, doi:http://dx.doi.org/10.1111/j.1537-2995.2007.01589.x.
100. Rabe H, Reynolds G, Diaz-Rossello J. A systematic review and meta-analysis of a brief delay in clamping the umbilical cord of preterm infants. *Neonatology* 2008;93:138-44, doi:http://dx.doi.org/10.1159/000108764.
101. Vain NE, Satragno DS, Gorenstein AN, et al. Effect of gravity on volume of placental transfusion: a multicentre, randomised, non-inferiority trial. *Lancet* 2014;384:235-40, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60197-5.
102. Hooper SB, Crossley KJ, Zahra VA, et al. Effect of body position and ventilation on umbilical artery and venous blood flows during delayed umbilical cord clamping in preterm lambs. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F312-9, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-311159.
103. McDonald SJ, Middleton P, Dowswell T, Morris PS. Effect of timing of umbilical cord clamping of term infants on maternal and neonatal outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;7:CD004074, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004074.pub3.
104. Hooper SB, Polglase GR, te Pas AB. A physiological approach to the timing of umbilical cord clamping at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F355-60, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2013-305703.
105. Ersdal HL, Linde J, Mduma E, Auestad B, Perlman J. Neonatal outcome following cord clamping after onset of spontaneous respiration. *Pediatrics* 2014;134:265-72, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2014-0467.
106. Brouwer E, Knol R, Vernooij ASN, et al. Physiological-based cord clamping in preterm infants using a new purpose-built resuscitation table: a feasibility study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F396-402, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-315483.
107. Katheria AC, Brown MK, Faksh A, et al. Delayed cord clamping in newborns born at term at risk for resuscitation: a feasibility randomized clinical trial. *J Pediatr* 2017;187:313-7.e1, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.04.033.
108. Duley L, Dorling J, Pushpa-Rajah A, et al. Randomised trial of cord clamping and initial stabilisation at very preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F6-14, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-312567.
109. Knol R, Brouwer E, van den Akker T, et al. Physiological-based cord clamping in very preterm infants randomised controlled trial on effectiveness of stabilisation. *Resuscitation* 2020;147:26-33, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.007.
110. McAdams RM, Fay E, Delaney S. Whole blood volumes associated with milking intact and cut umbilical cords in term newborns. *J Perinatol* 2018;38:24550, doi:http://dx.doi.org/10.1038/s41372-017-0002-x.
111. Upadhyay A, Gothwal S, Parihar R, et al. Effect of umbilical cord milking in term and near term infants: randomized control trial. *Am J Obstet Gynecol* 2013;208:120.e1-6, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ajog.2012.10.884.
112. Katheria A, Reister F, Essers J, et al. Association of umbilical cord milking vs delayed umbilical cord clamping with death or severe intraventricular hemorrhage among preterm infants. *JAMA* 2019;322:1877-86, doi: http://dx.doi.org/10.1001/jama.2019.16004.
113. Appar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953;32:260-7 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13083014>.
114. Baik-Schneiditz N, Urlesberger B, Schwaberg B, et al. Tactile stimulation during neonatal transition and its effect on vital parameters in neonates during neonatal transition. *Acta Paediatr* 2018;107:952-7, doi:http://dx.doi.org/10.1111/apa.14239.
115. Dekker J, Martherus T, Cramer SJE, van Zanten HA, Hooper SB, Te Pas AB. Tactile stimulation to stimulate spontaneous breathing during stabilization of preterm infants at birth: a retrospective analysis. *Front Pediatr* 2017;5:61, doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2017.00061.
116. Pietravalle A, Cavallin F, Opocher A, et al. Neonatal tactile stimulation at birth in a low-resource setting. *BMC Pediatr* 2018;18:306, doi: http://dx.doi.org/10.1186/s12887-018-1279-4.

117. van Henten TMA, Dekker J, Te Pas AB, Zivanovic S, Hooper SB, Roehr CC. Tactile stimulation in the delivery room: do we practice what we preach? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F661-2, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316344>.
118. Gaertner VD, Flemmer SA, Lorenz L, Davis PG, Kamlin COF. Physical stimulation of newborn infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F132-6, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-312311>.
119. Dekker J, Hooper SB, Martherus T, Cramer SJE, van Geloven N, Te Pas AB. Repetitive versus standard tactile stimulation of preterm infants at birth: a randomized controlled trial. *Resuscitation* 2018;127:37-43, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.03.030>.
120. Msemo G, Massawe A, Mmbando D, et al. Newborn mortality and fresh stillbirth rates in Tanzania after helping babies breathe training. *Pediatrics* 2013;131:e353-60, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2012-1795>.
121. van Vonderen JJ, Roest AA, Siew ML, Walther FJ, Hooper SB, te Pas AB. Measuring physiological changes during the transition to life after birth. *Neonatology* 2014;105:230-42, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000356704>.
122. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Clinical assessment of infant colour at delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007;92:F465-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2007.120634>.
123. Ashish KC, Lawn JE, Zhou H, et al. Not crying after birth as a predictor of not breathing. *Pediatrics* 2020;145, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2019-2719>.
124. Schilleman K, van der Pot CJ, Hooper SB, Lopriore E, Walther FJ, te Pas AB. Evaluating manual inflations and breathing during mask ventilation in preterm infants at birth. *J Pediatr* 2013;162:457-63, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.09.036>.
125. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Crying and breathing by extremely preterm infants immediately after birth. *J Pediatr* 2010;156:846-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.01.007>.
126. Linde JE, Perlman JM, Oymar K, et al. Predictors of 24-h outcome in newborns in need of positive pressure ventilation at birth. *Resuscitation* 2018;129:1-5, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.05.026>.
127. Linde JE, Schulz J, Perlman JM, et al. The relation between given volume and heart rate during newborn resuscitation. *Resuscitation* 2017;117: 806, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.06.007>.
128. Linde JE, Schulz J, Perlman JM, et al. Normal newborn heart rate in the first five minutes of life assessed by dry-electrode electrocardiography. *Neonatology* 2016;110:231-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000445930>.
129. Saugstad OD. International Liaison Committee on R. New guidelines for newborn resuscitation a critical evaluation. *Acta Paediatr* 2011; 100:1058-62, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02301.x>.
130. Eilevstjonn J, Linde JE, Blacy L, Kidanto H, Ersdal HL. Distribution of heart rate and responses to resuscitation among 1237 apnoeic newborns at birth. *Resuscitation* 2020;152:69-76, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.037>.
131. Yam CH, Dawson JA, Schmolzer GM, Morley CJ, Davis PG. Heart rate changes during resuscitation of newly born infants <30 weeks gestation: an observational study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011;96:F102-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.180950>.
132. Murphy MC, De Angelis L, McCarthy LK, O'Donnell CPF. Comparison of infant heart rate assessment by auscultation, ECG and oximetry in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F490-2, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-314367>.
133. Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. *Resuscitation* 2006;71:319-21, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.04.015>.
134. Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. *Resuscitation* 2004;60:213-7, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15036740.
135. van Vonderen JJ, Hooper SB, Kroese JK, et al. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. *J Pediatr* 2015;166:49-53, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.09.015>.
136. Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. *J Pediatr* 2008;152:756-60, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.01.002>.
137. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics* 2012;130:e1177-81, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2012-0784>.
138. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Obtaining pulse oximetry data in neonates: a randomised crossover study of sensor application techniques. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005;90:F84-5, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2004.058925>.
139. Louis D, Sundaram V, Kumar P. Pulse oximeter sensor application during neonatal resuscitation: a randomized controlled trial. *Pediatrics* 2014;133:476-82, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-2175>.
140. Narayan IC, Smit M, van Zwet EW, Dawson JA, Blom NA, te Pas AB. Low signal quality pulse oximetry measurements in newborn infants are reliable for oxygen saturation but underestimate heart rate. *Acta Paediatr* 2015;104:e158-63, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.12932>.
141. Johnson PA, Cheung PY, Lee TF, O'Reilly M, Schmolzer GM. Novel technologies for heart rate assessment during neonatal resuscitation at birth: a systematic review. *Resuscitation* 2019;143:196-207, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.07.018>.
142. Anton O, Fernandez R, Rendon-Morales E, Aviles-Espinosa R, Jordan H, Rabe H. Heart rate monitoring in newborn babies: a systematic review. *Neonatology* 2019;116:199-210, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000499675>.
143. Katheria A, Arnell K, Brown M, et al. A pilot randomized controlled trial of EKG for neonatal resuscitation. *PLoS One* 2017;12:e0187730, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0187730>.
144. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* 2015;132:S204-41, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000276>.
145. Luong D, Cheung PY, Barrington KJ, et al. Cardiac arrest with pulseless electrical activity rhythm in newborn infants: a case series. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F572-4, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316087>.
146. Chua C, Schmolzer GM, Davis PG. Airway manoeuvres to achieve upper airway patency during mask ventilation in newborn infants – An historical perspective. *Resuscitation* 2012;83:411-6, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.11.007>.
147. Bhalala US, Hemani M, Shah M, et al. Defining optimal head-tilt position of resuscitation in neonates and young infants using magnetic resonance imaging data. *PLoS One* 2016;11:e0151789, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0151789>.
148. von Ungern-Sternberg BS, Erb TO, Reber A, Frei FJ. Opening the upper airway airway maneuvers in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2005;15:181-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2004.01534.x>.
149. Rechner JA, Loach VJ, Ali MT, Barber VS, Young JD, Mason DG. A comparison of the laryngeal mask airway with facemask and oropharyngeal airway for manual ventilation by critical care nurses in children. *Anaesthesia* 2007;62:790-5, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2044.2007.05140.x>.
150. Kamlin COF, Schmolzer GM, Dawson JA, et al. A randomized trial of oropharyngeal airways to assist stabilization of preterm infants in the delivery room. *Resuscitation* 2019;144:106-14, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.035>.
151. Abel F, Bajaj Y, Wyatt M, Wallis C. The successful use of the nasopharyngeal airway in Pierre Robin sequence: an 11-year experience. *Arch Dis Child* 2012;97:331-4, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2011-301134>.
152. Kamlin CO, Schilleman K, Dawson JA, et al. Mask versus nasal tube for stabilization of preterm infants at birth: a randomized controlled trial. *Pediatrics* 2013;132:e381-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-0361>.
153. Crawshaw JR, Kitchen MJ, Binder-Heschl C, et al. Laryngeal closure impedes non-invasive ventilation at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F112-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-312681>.
154. Schmolzer GM, Dawson JA, Kamlin CO, O'Donnell CP, Morley CJ, Davis PG. Airway obstruction and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011;96:F254-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2010.191171>.
155. Bancalari A, Diaz V, Aranea H. Effects of pharyngeal suction on the arterial oxygen saturation and heart rate in healthy newborns delivered by elective cesarean section. *J Neonatal Perinatal Med* 2019;12:271-6, doi:<http://dx.doi.org/10.3233/NPM-180137>.
156. Kelleher J, Bhat R, Salas AA, et al. Oronasopharyngeal suction versus wiping of the mouth and nose at birth: a randomised equivalency trial. *Lancet* 2013;382:326-30, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60775-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60775-8).
157. Cordero Jr. L, Hon EH. Neonatal bradycardia following nasopharyngeal stimulation. *J Pediatr* 1971;78:441-7.
158. Gungor S, Kurt E, Teksoz E, Goktolga U, Ceyhan T, Baser I. Oronasopharyngeal suction versus no suction in normal and term infants delivered by elective cesarean section: a prospective randomized controlled trial. *Gynecology and Obstetric Investigation* 2006;61:9-14, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000087604>.
159. Modarres Nejad V, Hosseini R, Sarrafi Nejad A, Shafiee G. Effect of oronasopharyngeal suction on arterial oxygen saturation in normal, term infants delivered vaginally: a prospective randomised controlled trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology* 2014;34:400-2, doi:<http://dx.doi.org/10.3109/01443615.2014.897312>.
160. Zareen Z, Hawkes CP, Krickan ER, Dempsey EM, Ryan CA. In vitro comparison of neonatal suction catheters using simulated 'pea soup' meconium. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013;98:F241-3, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2012-302495>.
161. Bent RC, Wiswell TE, Chang A. Removing meconium from infant tracheae. What works best? *Am J Dis Child* 1992;146:1085-9 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1514556.
162. Foster JP, Dawson JA, Davis PG, Dahlen HG. Routine oro/nasopharyngeal suction versus no suction at birth. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;4:CD010332, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD010332.pub2>.
163. Wiswell TE, Gannon CM, Jacob J, et al. Delivery room management of the apparently vigorous meconium-stained neonate: results of the multicenter, international collaborative trial. *Pediatrics* 2000;105:1-7.
164. Edwards EM, Lakshminrusimha S, Ehret DEY, Horbar JD. NICU admissions for meconium aspiration syndrome before and after a national resuscitation program suctioning guideline change. *Children (Basel)* 2019;6, doi:<http://dx.doi.org/10.3390/children6050068>.
165. Kalra VK, Lee HC, Sie L, Ratnasiri AW, Underwood MA, Lakshminrusimha S. Change in neonatal resuscitation guidelines and trends in incidence of meconium aspiration syndrome in California. *J Perinatal* 2020;40:46-55, doi:<http://dx.doi.org/10.1038/s41372-019-0529-0>.
166. Trevisanuto D, Strand ML, Kawakami MD, et al. Tracheal suctioning of meconium at birth for non-vigorous infants: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;149:117-26, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.01.038>.
167. Phatthaprayoon N, Tangamornsuksan W, Ungtrakul T. Outcomes of endotracheal suctioning in non-vigorous neonates born through meconium-stained amniotic fluid: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2021;106:31-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2020-318941>.

168. Kumar A, Kumar P, Basu S. Endotracheal suctioning for prevention of meconium aspiration syndrome: a randomized controlled trial. *Eur J Pediatr* 2019;178:1825-32, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03463-z>.
169. Oommen VI, Ramaswamy VV, Szyld E, Roehr CC. Resuscitation of non-vigorous neonates born through meconium-stained amniotic fluid: post policy change impact analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2020-319771>.
170. Dargaville PA, Copnell B, Mills JF, et al. Fluid recovery during lung lavage in meconium aspiration syndrome. *Acta Paediatr* 2013;102: e90-3, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.12070>.
171. Dargaville PA, Copnell B, Mills JF, et al. Randomized controlled trial of lung lavage with dilute surfactant for meconium aspiration syndrome. *J Pediatr* 2011;158:383-9. e2, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.08.044>.
172. Welsford M, Nishiyama C, Shortt C, et al. Room air for initiating term newborn resuscitation: a systematic review with meta-analysis. *Pediatrics* 2019;143, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2018-1825>.
173. Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiologic responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. *J Pediatr* 1981;99:635-9.
174. Harris C, Bhat P, Murthy V, Milner AD, Greenough A. The first breath during resuscitation of prematurely born infants. *Early Hum Dev* 2016; 100:7-10, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2016.05.009>.
175. Bhat P, Hunt K, Harris C, Murthy V, Milner AD, Greenough A. Inflation pressures and times during initial resuscitation in preterm infants. *Pediatr Int* 2017;59:906-10, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/ped.13319>.
176. Vyas H, Field D, Milner AD, Hopkin IE. Determinants of the first inspiratory volume and functional residual capacity at birth. *Pediatr Pulmonol* 1986;2:189-93.
177. Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. *J Pediatr* 1979;95:1031-6 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=353879.
178. Ersdal HL, Eilevstjonn J, Perlman J, et al. Establishment of functional residual capacity at birth: observational study of 821 neonatal resuscitations. *Resuscitation* 2020;153:71-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.033>.
179. Hird MF, Greenough A, Gamsu HR. Inflating pressures for effective resuscitation of preterm infants. *Early Hum Dev* 1991;26:69-72 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1914990.
180. Lamberska T, Luksova M, Smisek J, Vankova J, Plavka R. Premature infants born at <25 weeks of gestation may be compromised by currently recommended resuscitation techniques. *Acta Paediatr* 2016;105:e142-50, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.13178>.
181. Murthy V, D'Costa W, Shah R, et al. Prematurely born infants' response to resuscitation via an endotracheal tube or a face mask. *Early Hum Dev* 2015;91:235-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2015.02.004>.
182. Kaufman J, Schmolzer GM, Kamlin CO, Davis PG. Mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013;98:F405-10, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2012-303313>.
183. Foglia EE, Te Pas AB. Effective ventilation: the most critical intervention for successful delivery room resuscitation. *Semin Fetal Neonatal Med* 2018;23:340-6, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2018.04.001>.
184. Kuypers K, Lamberska T, Martherus T, et al. The effect of a face mask for respiratory support on breathing in preterm infants at birth. *Resuscitation* 2019;144:178-84, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.043>.
185. O'Donnell CPF. Face mask respiratory support for preterm infants: takes their breath away? *Resuscitation* 2019;144:189-90, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.017>.
186. Holte K, Ersdal HL, Eilevstjonn J, et al. Predictors for expired CO₂ in neonatal bag-mask ventilation at birth: observational study. *BMJ Paediatr Open* 2019;3:e000544, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjpo-2019-000544>.
187. te Pas AB, Wong C, Kamlin CO, Dawson JA, Morley CJ, Davis PG. Breathing patterns in preterm and term infants immediately after birth. *Pediatr Res* 2009;65:352-6, doi:<http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e318193f117>.
188. Thallinger M, Ersdal HL, Francis F, et al. Born not breathing: a randomised trial comparing two self-inflating bag-masks during newborn resuscitation in Tanzania. *Resuscitation* 2017;116:66-72, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.04.012>.
189. Poulton DA, Schmolzer GM, Morley CJ, Davis PG. Assessment of chest rise during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Resuscitation* 2011;82:175-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.10.012>.
190. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, et al. Assessing the effectiveness of two round neonatal resuscitation masks: study 1. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2008;93:F235-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2007.117713>.
191. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, et al. Improved techniques reduce face mask leak during simulated neonatal resuscitation: study 2. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2008;93:F230-4, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2007.117788>.
192. Martherus T, Oberthuer A, Dekker J, et al. Supporting breathing of preterm infants at birth: a narrative review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F102-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-314898>.
193. Tracy MB, Klimek J, Coughtrey H, et al. Mask leak in one-person mask ventilation compared to two-person in newborn infant manikin study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011;96:F195-200, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.169847>.
194. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2019;145:95-150, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.10.016>.
195. Klingenberg C, Sobotka KS, Ong T, et al. Effect of sustained inflation duration; resuscitation of near-term asphyxiated lambs. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013;98:F222-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2012-301787>.
196. te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, et al. Effect of sustained inflation length on establishing functional residual capacity at birth in ventilated premature rabbits. *Pediatr Res* 2009;66:295-300, doi: <http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181b1bca4>.
197. Bruschetti M, O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ, Moja L, Calevo MG. Sustained versus standard inflations during neonatal resuscitation to prevent mortality and improve respiratory outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;3:CD004953, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004953.pub4>.
198. Kirpalani H, Ratcliffe SJ, Keszler M, et al. Effect of sustained inflations vs intermittent positive pressure ventilation on bronchopulmonary dysplasia or death among extremely preterm infants: the SAIL Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2019;321:1165-75, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2019.1660>.
199. Hunt KA, Ling R, White M, et al. Sustained inflations during delivery suite stabilisation in prematurely-born infants a randomised trial. *Early Hum Dev* 2019;130:17-21, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2019.01.005>.
200. Bjorklund LJ, Ingimarsson J, Curstedt T, et al. Manual ventilation with a few large breaths at birth compromises the therapeutic effect of subsequent surfactant replacement in immature lambs. *Pediatr Res* 1997;42:348-55 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9284276.
201. Ingimarsson J, Bjorklund LJ, Curstedt T, et al. Incomplete protection by prophylactic surfactant against the adverse effects of large lung inflations at birth in immature lambs. *Intensive Care Med* 2004;30: 1446-53, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00134-004-2227-3>.
202. Muscedere JG, Mullen JB, Gan K, Slutsky AS. Tidal ventilation at low airway pressures can augment lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1327-34, doi:<http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.149.5.8173774>.
203. Naik AS, Kallapur SG, Bachurski CJ, et al. Effects of ventilation with different positive end-expiratory pressures on cytokine expression in the preterm lamb lung. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:494-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.164.3.2010127>.
204. Polglase GR, Hillman NH, Pillow JJ, et al. Positive end-expiratory pressure and tidal volume during initial ventilation of preterm lambs. *Pediatr Res* 2008;64:517-22, doi:<http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181841363>.
205. Probyn ME, Hooper SB, Dargaville PA, et al. Positive end expiratory pressure during resuscitation of premature lambs rapidly improves blood gases without adversely affecting arterial pressure. *Pediatr Res* 2004;56:198-204 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15181198.
206. te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, et al. Establishing functional residual capacity at birth: the effect of sustained inflation and positive end-expiratory pressure in a preterm rabbit model. *Pediatr Res* 2009;65:537-41, doi:<http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e31819a21b>.
207. Dawson JA, Schmolzer GM, Kamlin CO, et al. Oxygenation with T-piece versus self-inflating bag for ventilation of extremely preterm infants at birth: a randomized controlled trial. *J Pediatr* 2011;158:912-8. e1-2, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.12.003>.
208. Szyld E, Aguilar A, Musante GA, et al. Comparison of devices for newborn ventilation in the delivery room. *J Pediatr* 2014;165:234-9. e3, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.02.035>.
209. Thakur A, Saluja S, Modi M, et al. T-piece or self inflating bag for positive pressure ventilation during delivery room resuscitation: an RCT. *Resuscitation* 2015;90:21-4, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.01.021>.
210. Guinsburg R, de Almeida MFB, de Castro JS, et al. T-piece versus self-inflating bag ventilation in preterm neonates at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F49-55, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-312360>.
211. Subramaniam P, Ho JJ, Davis PG. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure for preventing morbidity and mortality in very preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;6:CD001243, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD001243.pub3>.
212. Schmolzer GM, Kumar M, Pichler G, Aziz K, O'Reilly M, Cheung PY. Non-invasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2013;347:f5980, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.f5980>.
213. Poets CF, Rudiger M. Mask CPAP during neonatal transition: too much of a good thing for some term infants? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F378-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2015-308236>.
214. Claassen CC, Strand ML. Understanding the risks and benefits of delivery room CPAP for term infants. *Pediatrics* 2019;144:e20191720, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2019-1720>.
215. Hishikawa K, Goishi K, Fujiwara T, Kaneshige M, Ito Y, Sago H. Pulmonary air leak associated with CPAP at term birth resuscitation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F382-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-307891>.
216. Clevenger L, Britton JR. Delivery room continuous positive airway pressure and early pneumothorax in term newborn infants. *J Neonatal Perinatal Med* 2017;10:157-61, doi:<http://dx.doi.org/10.3233/NPM-171694>.
217. Smithhart W, Wyckoff MH, Kapadia V, et al. Delivery room continuous positive airway pressure and pneumothorax. *Pediatrics* 2019;144: e20190756, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2019-0756>.
218. Cole AF, Rolbin SH, Hew EM, Pynn S. An improved ventilator system for delivery-room management of the newborn. *Anesthesiology* 1979;51:356-8 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=158321.

219. Allwood AC, Madar RJ, Baumer JH, Readdy L, Wright D. Changes in resuscitation practice at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88:F375-9 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12937040.
220. Hoskyns EW, Milner AD, Hopkin IE. A simple method of face mask resuscitation at birth. *Arch Dis Child* 1987;62:376-8.
221. Oddie S, Wyllie J, Scally A. Use of self-inflating bags for neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2005;67:109-12. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.05.004>.
222. Ganga-Zandzou PS, Diependaele JF, Storme L, et al. Is Ambu ventilation of newborn infants a simple question of finger-touch? *Arch Pediatr* 1996;3:1270-2 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9033794.
223. Kanter RK. Evaluation of mask-bag ventilation in resuscitation of infants. *Am J Dis Child* 1987;141:761-3. doi:<http://dx.doi.org/10.1001/archpedi.1987.04460070063025>.
224. Bennett S, Finer NN, Rich W, Vaucher Y. A comparison of three neonatal resuscitation devices. *Resuscitation* 2005;67:113-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.02.016>.
225. Kelm M, Proquitt H, Schmalisch G, Roehr CC. Reliability of two common PEEP-generating devices used in neonatal resuscitation. *Klin Padiatr* 2009;221:415-8. doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1233493>.
226. Dawson JA, Gerber A, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Providing PEEP during neonatal resuscitation: which device is best? *J Paediatr Child Health* 2011;47:698-703. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1754.2011.02036.x>.
227. O'Donnell CP, Davis PG, Lau R, Dargaville PA, Doyle LW, Morley CJ. Neonatal resuscitation 2: an evaluation of manual ventilation devices and face masks. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005;90:F392-6. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2004.064691>.
228. Tracy MB, Klimek J, Coughtrey H, et al. Ventilator-delivered mask ventilation compared with three standard methods of mask ventilation in a manikin model. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011;96:F201-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.169730>.
229. Klingenberg C, Dawson JA, Gerber A, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Sustained inflations: comparing three neonatal resuscitation devices. *Neonatology* 2010;100:78-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000322983>.
230. Kattwinkel J, Stewart C, Walsh B, Gurka M, Paget-Brown A. Responding to compliance changes in a lung model during manual ventilation: perhaps volume, rather than pressure, should be displayed. *Pediatrics* 2009;123:e465-70. doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2008-2012> [doi].
231. Finer NN, Rich WD. Unintentional variation in positive end expiratory pressure during resuscitation with a T-piece resuscitator. *Resuscitation* 2011;82:717-9. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.02.017>.
232. te Pas AB, Schilleman K, Klein M, Witlox RS, Morley CJ, Walther FJ. Low versus high gas flow rate for respiratory support of infants at birth: a manikin study. *Neonatology* 2011;99:266-71. doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000318663>.
233. Schmolzer GM, Bhatia R, Morley CJ, Davis PG. Choice of flow meter determines pressures delivered on a T-piece neonatal resuscitator. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010;95:F383. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.179713>.
234. Schilleman K, Schmolzer GM, Kamlin OC, Morley CJ, te Pas AB, Davis PG. Changing gas flow during neonatal resuscitation: a manikin study. *Resuscitation* 2011;82:920-4. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.02.029>.
235. Hinder M, McEwan A, Drevhammer T, Donaldson S, Tracy MB. T-piece resuscitators: how do they compare? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F122-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-314860>.
236. Roehr CC, Kelm M, Proquitt H, Schmalisch G. Equipment and operator training denote manual ventilation performance in neonatal resuscitation. *Am J Perinatol* 2010;27:753-8. doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1254236>.
237. Morley CJ, Dawson JA, Stewart MJ, Hussain F, Davis PG. The effect of a PEEP valve on a Laerdal neonatal self-inflating resuscitation bag. *J Paediatr Child Health* 2010;46:51-6. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1754.2009.01617.x>.
238. Hartung JC, Schmolzer G, Schmalisch G, Roehr CC. Repeated thermo-sterilisation further affects the reliability of positive end-expiratory pressure valves. *J Paediatr Child Health* 2013;49:741-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jpc.12258>.
239. Hartung JC, Wilitzki S, Thio-Lluch M, te Pas AB, Schmalisch G, Roehr CC. Reliability of single-use PEEP-valves attached to self-inflating bags during manual ventilation of neonates in an in vitro study. *PLoS One* 2016;11:e0150224. doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0150224>.
240. Thio M, Dawson JA, Crossley KJ, et al. Delivery of positive end-expiratory pressure to preterm lambs using common resuscitation devices. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F83-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-314064>.
241. Tracy MB, Halliday R, Tracy SK, Hinder MK. Newborn self-inflating manual resuscitators: precision robotic testing of safety and reliability. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2019;104:F403-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-315391>.
242. Rafferty AR, Johnson L, Davis PG, Dawson JA, Thio M, Owen LS. Neonatal mannequin comparison of the upright self-inflating bag and snap-fit mask versus standard resuscitators and masks: leak, applied load and tidal volumes. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F5626. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-313701>.
243. Narayanan I, Mendhi M, Bansil P, Coffey PS. Evaluation of simulated ventilation techniques with the upright and conventional self-inflating neonatal resuscitators. *Respir Care* 2017;62:1428-36. doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.05328>.
244. Gomo OH, Eilevstjonn J, Holte K, Yeconia A, Kidanto H, Ersdal HL. Delivery of positive end-expiratory pressure using self-inflating bags during newborn resuscitation is possible despite mask leak. *Neonatology* 2020;117:341-8. doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000507829>.
245. Roehr CC, Davis PG, Weiner GM, Jonathan Wyllie J, Wyckoff MH, Trevisanato D. T-piece resuscitator or self-inflating bag during neonatal resuscitation: a scoping review. *Pediatr Res* 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-020-1005-4>.
246. van Vonderen JJ, Kamlin CO, Dawson JA, Walther FJ, Davis PG, te Pas AB. Mask versus nasal tube for stabilization of preterm infants at birth: respiratory function measurements. *J Pediatr* 2015;167:81-5.e1. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.04.003>.
247. McCarthy LK, Twomey AR, Molloy EJ, Murphy JF, O'Donnell CP. A randomized trial of nasal prong or face mask for respiratory support for preterm newborns. *Pediatrics* 2013;132:e389-95. doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-0446>.
248. Bansal SC, Caoci S, Dempsey E, Trevisanato D, Roehr CC. The laryngeal mask airway and its use in neonatal resuscitation: a critical review of where we are in 2017/2018. *Neonatology* 2018;113:152-61. doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000481979>.
249. Qureshi MJ, Kumar M. Laryngeal mask airway versus bag-mask ventilation or endotracheal intubation for neonatal resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:CD003314. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003314.pub3>.
250. Leung C. Optimal insertion depth for endotracheal tubes in extremely low-birth-weight infants. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:328-31. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001492>.
251. Uygur O, Oncel MY, Simsek GK, et al. Is nasal septum-tragus length measurement appropriate for endotracheal tube intubation depth in neonates? A randomized controlled study. *Am J Perinatol* 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-3400982>.
252. Kempley ST, Moreiras JW, Petrone FL. Endotracheal tube length for neonatal intubation. *Resuscitation* 2008;77:369-73. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.02.002>.
253. Shukla HK, Hendricks-Munoz KD, Atakent Y, Rapaport S. Rapid estimation of insertion length of endotracheal intubation in newborn infants. *J Pediatr* 1997;131:561-4. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(97\)70062-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(97)70062-3).
254. Thomas RE, Rao SC, Minutillo C, Hullett B, Bulsara MK. Cuffed endotracheal tubes in infants less than 3 kg: a retrospective cohort study. *Paediatr Anaesth* 2018;28:204-9. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13311>.
255. Fayoux P, Devisme L, Merrot O, Marciniak B. Determination of endotracheal tube size in a perinatal population: an anatomical and experimental study. *Anesthesiology* 2006;104:954-60. doi:<http://dx.doi.org/10.1097/0000542-200605000-00011>.
256. Sherman JM, Nelson H. Decreased incidence of subglottic stenosis using an "appropriate-sized" endotracheal tube in neonates. *Pediatr Pulmonol* 1989;6:183-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.1950060311>.
257. Gill I, O'Donnell CP. Vocal cord guides on neonatal endotracheal tubes. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014;99:F344. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-306028>.
258. Schmolzer GM, O'Reilly M, Davis PG, Cheung PY, Roehr CC. Confirmation of correct tracheal tube placement in newborn infants. *Resuscitation* 2013;84:731-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.11.028> (Research Support, Non-U.S. Gov't).
259. Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. The pediatric disposable end-tidal carbon dioxide detector role in endotracheal intubation in newborns. *J Perinatol* 1999;19:110-3. doi:<http://dx.doi.org/10.1038/sj.jp.7200136>.
260. Repetto JE, Donohue P-CP, Baker SF, Kelly L, Noguee LM. Use of capnography in the delivery room for assessment of endotracheal tube placement. *J Perinatol* 2001;21:284-7 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11536020.
261. Hosono S, Inami I, Fujita H, Minato M, Takahashi S, Mugishima H. A role of end-tidal CO(2) monitoring for assessment of tracheal intubations in very low birth weight infants during neonatal resuscitation at birth. *J Perinat Med* 2009;37:79-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1515/JPM.2009.017> [pii].
262. Garey DM, Ward R, Rich W, Heldt G, Leone T, Finer NN. Tidal volume threshold for colorimetric carbon dioxide detectors available for use in neonates. *Pediatrics* 2008;121:e1524-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2007-2708> [doi].
263. Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation* 2018;132:73-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.08.018>.
264. Hawkes GA, Finn D, Kenosi M, et al. A randomized controlled trial of end-tidal carbon dioxide detection of preterm infants in the delivery room. *J Pediatr* 2017;182:74-8.e2. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.006>.
265. Scrivens A, Zivanovic S, Roehr CC. Is waveform capnography reliable in neonates? *Arch Dis Child* 2019;104:711-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316577>.
266. Mactier H, Jackson A, Davis J, et al. Paediatric intensive care and neonatal intensive care airway management in the United Kingdom: the PIC-NIC survey. *Anaesthesia* 2019;74:116-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/anae.14526>.
267. van Os S, Cheung PY, Kushniruk K, O'Reilly M, Aziz K, Schmolzer GM. Assessment of endotracheal tube placement in newborn infants: a randomized controlled trial. *J Perinatol* 2016;36:370-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1038/jp.2015.208>.
268. Schmolzer GM, Morley CJ, Wong C, et al. Respiratory function monitor guidance of mask ventilation in the delivery room: a feasibility study. *J Pediatr* 2012;160:377-81.e2. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.09.017>.
269. Leone TA, Lange A, Rich W, Finer NN. Disposable colorimetric carbon dioxide detector use as an indicator of a patent airway during noninvasive mask ventilation. *Pediatrics* 2006;118:e202-4. doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2005-2493>.
270. Kong JY, Rich W, Finer NN, Leone TA. Quantitative end-tidal carbon dioxide monitoring in the delivery room: a randomized controlled trial. *J Pediatr* 2013;163:104-8.e1. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.12.016>.

271. Lingappan K, Arnold JL, Fernandes CJ, Pammi M. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;6:CD009975. doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009975.pub3.
272. Oei JL, Kapadia V. Oxygen for respiratory support of moderate and late preterm and term infants at birth: is air best? *Semin Fetal Neonatal Med* 2020;25:101074. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2019.101074.
273. Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, Schulze A. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2004;364:1329-33. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15474135.
274. Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 11: Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2010;81(Suppl 1):e260-87. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.08.029.
275. Vento M, Moro M, Escrig R, et al. Preterm resuscitation with low oxygen causes less oxidative stress, inflammation, and chronic lung disease. *Pediatrics* 2009;124:e439-49. doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-0434.
276. Mariani G, Dik PB, Ezquer A, et al. Pre-ductal and post-ductal O₂ saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr* 2007;150:418-21. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.12.015.
277. Welsford M, Nishiyama C, Shortt C, et al. Initial oxygen use for preterm newborn resuscitation: a systematic review with meta-analysis. *Pediatrics* 2019;143:1. doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2018-1828.
278. Dekker J, Hooper SB, Croughan MK, et al. Increasing respiratory effort with 100% oxygen during resuscitation of preterm rabbits at birth. *Front Pediatr* 2019;7:427. doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00427.
279. Dekker J, Martherus T, Lopriore E, et al. The effect of initial high vs. low FIO₂ on breathing effort in preterm infants at birth: a randomized controlled trial. *Front Pediatr* 2019;7:504. doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00504.
280. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, et al. European Consensus Guidelines on the management of respiratory distress syndrome 2019 update. *Neonatology* 2019;115:432-50. doi:http://dx.doi.org/10.1159/000499361.
281. Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010; 125:e1340-7. doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-1510.
282. Wyckoff MH, Aziz K, Escobedo MB, et al. Part 13: Neonatal resuscitation: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132:S543-60. doi:http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000267.
283. Oei JL, Finer NN, Saugstad OD, et al. Outcomes of oxygen saturation targeting during delivery room stabilisation of preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F446-54. doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-312366.
284. Goos TG, Rook D, van der Eijk AC, et al. Observing the resuscitation of very preterm infants: are we able to follow the oxygen saturation targets? *Resuscitation* 2013;84:1108-13. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.01.025.
285. White LN, Thio M, Owen LS, et al. Achievement of saturation targets in preterm infants <32 weeks' gestational age in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F423-7. doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2015-310311.
286. Kapadia V, Oei JL. Optimizing oxygen therapy for preterm infants at birth: are we there yet? *Semin Fetal Neonatal Med* 2020;25:101081. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2020.101081.
287. Dekker J, Stenning FJ, Willms L, Martherus T, Hooper SB, Te Pas AB. Time to achieve desired fraction of inspired oxygen using a T-piece ventilator during resuscitation of preterm infants at birth. *Resuscitation* 2019;136:100-4. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.024.
288. Huynh T, Hemway RJ, Perlman JM. Assessment of effective face mask ventilation is compromised during synchronised chest compressions. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F39-42. doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-306309.
289. Millin MG, Bogumil D, Fische JN, Burke RV. Comparing the two-finger versus two-thumb technique for single person infant CPR: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;148:161-72. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.039.
290. Houri PK, Frank LR, Menegazzi JJ, Taylor R. A randomized, controlled trial of two-thumb vs two-finger chest compression in a swine infant model of cardiac arrest [see comment]. *Prehosp Emerg Care* 1997;1:65-7.
291. David R. Closed chest cardiac massage in the newborn infant. *Pediatrics* 1988;81:552-4.
292. Menegazzi JJ, Auble TE, Nicklas KA, Hosack GM, Rack L, Goode JS. Two-thumb versus two-finger chest compression during CRP in a swine infant model of cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1993;22:240-3.
293. Whitelaw CC, Slywka B, Goldsmith LJ. Comparison of a two-finger versus two-thumb method for chest compressions by healthcare providers in an infant mechanical model. *Resuscitation* 2000;43:213-6.
294. Udassi S, Udassi JP, Lamb MA, et al. Two-thumb technique is superior to two-finger technique during lone rescuer infant manikin CPR. *Resuscitation* 2010;81:712-7. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.12.029.
295. Lim JS, Cho Y, Ryu S, et al. Comparison of overlapping (OP) and adjacent thumb positions (AP) for cardiac compressions using the encircling method in infants. *Emergency Medicine* 2013;30:139-42. doi:http://dx.doi.org/10.1136/emered-2011-200978.
296. Christman C, Hemway RJ, Wyckoff MH, Perlman JM. The two-thumb is superior to the two-finger method for administering chest compressions in a manikin model of neonatal resuscitation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011;96:F99-101. doi:http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.180406.
297. Phillips GW, Zideman DA. Relation of infant heart to sternum: its significance in cardiopulmonary resuscitation. *Lancet* 1986;1:1024-5.
298. Saini SS, Gupta N, Kumar P, Bhalla AK, Kaur H. A comparison of two-fingers technique and two-thumbs encircling hands technique of chest compression in neonates. *J Perinatol* 2012;32:690-4. doi:http://dx.doi.org/10.1038/jp.2011167.
299. You Y. Optimum location for chest compressions during two-rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2009;80:1378-81. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.08.013.
300. Meyer A, Nadkarni V, Pollock A, et al. Evaluation of the Neonatal Resuscitation Program's recommended chest compression depth using computerized tomography imaging. *Resuscitation* 2010;81:544-8. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.01.032.
301. Cheung PY, Huang H, Xu C, et al. Comparing the quality of cardiopulmonary resuscitation performed at the over-the-head position and lateral position of neonatal manikin. *Front Pediatr* 2019;7:559. doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00559.
302. Douvanas A, Koulouglioti C, Kalafati M. A comparison between the two methods of chest compression in infant and neonatal resuscitation. A review according to 2010 CPR guidelines. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2018;31:805-16. doi:http://dx.doi.org/10.1080/14767058.2017.1295953.
303. Rodriguez-Ruiz E, Martinez-Puga A, Carballo-Fazanes A, Abelairas-Gomez C, Rodriguez-Nunez A. Two new chest compression methods might challenge the standard in a simulated infant model. *Eur J Pediatr* 2019;178:1529-35. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03452-2.
304. Berkowitz ID, Chantarojanasiri T, Koehler RC, et al. Blood flow during cardiopulmonary resuscitation with simultaneous compression and ventilation in infant pigs. *Pediatr Res* 1989;26:558-64.
305. Dean JM, Koehler RC, Schleien CL, et al. Improved blood flow during prolonged cardiopulmonary resuscitation with 30% duty cycle in infant pigs. *Circulation* 1991;84:896-904.
306. Linner R, Werner O, Perez-de-Sa V, Cunha-Goncalves D. Circulatory recovery is as fast with air ventilation as with 100% oxygen after asphyxia-induced cardiac arrest in piglets. *Pediatr Res* 2009;66:391-4. doi:http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181b3b110.
307. Lipinski CA, Hicks SD, Callaway CW. Normoxic ventilation during resuscitation and outcome from asphyxial cardiac arrest in rats. *Resuscitation* 1999;42:221-9. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10625163.
308. Perez-de-Sa V, Cunha-Goncalves D, Nordh A, et al. High brain tissue oxygen tension during ventilation with 100% oxygen after fetal asphyxia in newborn sheep. *Pediatr Res* 2009;65:57-61. doi:http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181810a14.
309. Solevag AL, Dannevig I, Nakstad B, Saugstad OD. Resuscitation of severely asphyctic newborn pigs with cardiac arrest by using 21% or 100% oxygen. *Neonatology* 2010;98:64-72. doi:http://dx.doi.org/10.1159/000275560.
310. Temesvari P, Karg E, Bodi I, et al. Impaired early neurologic outcome in newborn piglets reoxygenated with 100% oxygen compared with room air after pneumothorax-induced asphyxia. *Pediatr Res* 2001;49:812-9. doi:http://dx.doi.org/10.1203/00006450-200106000-00017.
311. Watson KH, Tang M, Glumac A, et al. Normoxic versus hyperoxic resuscitation in pediatric asphyxial cardiac arrest: effects on oxidative stress. *Crit Care Med* 2011;39:335-43. doi:http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181fda0de.
312. Yeh ST, Cawley RJ, Aune SE, Angelos MG. Oxygen requirement during cardiopulmonary resuscitation (CPR) to effect return of spontaneous circulation. *Resuscitation* 2009;80:951-5. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.05.001.
313. Berg RA, Henry C, Otto CW, et al. Initial end-tidal CO₂ is markedly elevated during cardiopulmonary resuscitation after asphyxial cardiac arrest. *Pediatr Emerg Care* 1996;12:245-8.
314. Bhende MS, Thompson AE. Evaluation of an end-tidal CO₂ detector during pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Pediatrics* 1995;95:395-9.
315. Bhende MS, Karasic DG, Karasic RB. End-tidal carbon dioxide changes during cardiopulmonary resuscitation after experimental asphyxial cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 1996;14: 349-50.
316. Chalak LF, Barber CA, Hyman L, Garcia D, Christie L, Wyckoff MH. End-tidal CO₂ detection of an audible heart rate during neonatal cardiopulmonary resuscitation after asystole in asphyxiated piglets. *Pediatr Res* 2011;69:401-5. doi:http://dx.doi.org/10.1203/PDR.0b013e3182125f7f.
317. Scrivens A, Reynolds PR, Emery FE, et al. Use of intraosseous needles in neonates: a systematic review. *Neonatology* 2019;116:305-14. doi:http://dx.doi.org/10.1159/000502212.
318. Wagner M, Olischar M, O'Reilly M, et al. Review of routes to administer medication during prolonged neonatal resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:332-8. doi:http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001493.
319. Schwindt EM, Hoffmann F, Deindl P, Waldhoer TJ, Schwindt JC. Duration to establish an emergency vascular access and how to accelerate it: a simulation-based study performed in real-life neonatal resuscitation rooms. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:468-76. doi: http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001508.
320. Baik-Schneditz N, Pichler G, Schwaberg B, Miederl L, Avian A, Urlesberger B. Peripheral intravenous access in preterm neonates during postnatal stabilization: feasibility and safety. *Front Pediatr* 2017;5:171. doi:http://dx.doi.org/10.3389/fped.2017.00171.
321. Antonucci R, Antonucci L, Locci C, Porcella A, Cuzzolin L. Current challenges in neonatal resuscitation: what is the role of adrenaline? *Paediatr Drugs* 2018;20:417-28. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s40272-018-0300-6.
322. Isayama T, Mildenhall L, Schmolzer GM, et al. The route, dose, and interval of epinephrine for neonatal resuscitation: a systematic review. *Pediatrics* 2020;146. doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2020-0586.

323. Matterberger C, Baik-Schneditz N, Schwaberg B, et al. Blood glucose and cerebral tissue oxygenation immediately after birth: an observational study. *J Pediatr* 2018;200:19-23, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.05.008.
324. Basu SK, Ottolini K, Govindan V, et al. Early glycemic profile is associated with brain injury patterns on magnetic resonance imaging in hypoxic ischemic encephalopathy. *J Pediatr* 2018;203:137-43, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.07.041.
325. Finn D, Roehr CC, Ryan CA, Dempsey EM. Optimising intravenous volume resuscitation of the newborn in the delivery room: practical considerations and gaps in knowledge. *Neonatology* 2017;112:163-71, doi:http://dx.doi.org/10.1159/000475456.
326. Katheria AC, Brown MK, Hassan K, et al. Hemodynamic effects of sodium bicarbonate administration. *J Perinatol* 2017;37:518-20, doi:http://dx.doi.org/10.1038/jp.2016258.
327. Moe-Byrne T, Brown JVE, McGuire W. Naloxone for opioid-exposed newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;10:CD003483, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003483.pub3.
328. Guinsburg R, Wyckoff MH. Naloxone during neonatal resuscitation: acknowledging the unknown. *Clin Perinatol* 2006;33:121-32, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.clp.2005.11.017.
329. Moreland TA, Brice JE, Walker CH, Parija AC. Naloxone pharmacokinetics in the newborn. *Br J Clin Pharmacol* 1980;9:609-12, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8177387.
330. van Vonderen JJ, Siew ML, Hooper SB, de Boer MA, Walther FJ, te Pas AB. Effects of naloxone on the breathing pattern of a newborn exposed to maternal opiates. *Acta Paediatr* 2012;101:e309-12, doi: http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02649.x.
331. Azzopardi D, Strohm B, Linsell L, et al. Implementation and conduct of therapeutic hypothermia for perinatal asphyxial encephalopathy in the UK – analysis of national data. *PLoS One* 2012;7:e38504, doi: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0038504.
332. Vannucci RC, Vannucci SJ. Cerebral carbohydrate metabolism during hypoglycemia and anoxia in newborn rats. *Ann Neurol* 1978; 4:73-9, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=286973.
333. Vannucci RC, Nardis EE, Vannucci SJ. Cerebral metabolism during hypoglycemia and asphyxia in newborn dogs. *Biol Neonate* 1980;38:276-86, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=4226893.
334. Park WS, Chang YS, Lee M. Effects of hyperglycemia or hypoglycemia on brain cell membrane function and energy metabolism during the immediate reoxygenation-reperfusion period after acute transient global hypoxia-ischemia in the newborn piglet. *Brain Res* 2001;901:102-8, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11368956.
335. Pinchefskey EF, Hahn CD, Kamino D, et al. Hyperglycemia and glucose variability are associated with worse brain function and seizures in neonatal encephalopathy: a prospective cohort study. *J Pediatr* 2019;209:23-32, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.02.027.
336. Basu SK, Kaiser JR, Guffey D, et al. Hypoglycaemia and hyperglycaemia are associated with unfavourable outcome in infants with hypoxic ischaemic encephalopathy: a post hoc analysis of the CoolCap Study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F149-55, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2015-308733.
337. Salfhab WA, Wyckoff MH, Laptook AR, Perlman JM. Initial hypoglycemia and neonatal brain injury in term infants with severe fetal acidemia. *Pediatrics* 2004;114:361-6, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15286217.
338. Nadeem M, Murray DM, Boylan GB, Dempsey EM, Ryan CA. Early blood glucose profile and neurodevelopmental outcome at two years in neonatal hypoxic-ischaemic encephalopathy. *BMC Pediatr* 2011;11:10, doi:http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-11-10.
339. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Pediatrics* 2010;126:e1319-44, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2010-2972B.
340. Rech Morassutti F, Cavallin F, Zaramella P, Bortolus R, Parotto M, Trevisanuto D. Association of rewarming rate on neonatal outcomes in extremely low birth weight infants with hypothermia. *J Pediatr* 2015; 167:557-61.e2, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.06.008.
341. Feldman A, De Benedictis B, Alpan G, La Gamma EF, Kase J. Morbidity and mortality associated with rewarming hypothermic very low birth weight infants. *J Neonatal Perinatal Med* 2016;9:295-302, doi:http://dx.doi.org/10.3233/NPM-1691543.
342. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Part 11: Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* 2010;122(16 Suppl 2): S516-38, doi:http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971127.
343. Jacobs SE, Berg M, Hunt R, Tarnow-Mordi WO, Inder TE, Davis PG. Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;1:CD003311, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003311.pub3.
344. Shankaran S, Laptook AR, Pappas A, et al. Effect of depth and duration of cooling on deaths in the NICU among neonates with hypoxic ischemic encephalopathy: a randomized clinical trial. *JAMA* 2014;312:2629-39, doi:http://dx.doi.org/10.1001/jama.2014.16058.
345. Laptook AR, Shankaran S, Tyson JE, et al. Effect of therapeutic hypothermia initiated after 6 hours of age on death or disability among newborns with hypoxic-ischemic encephalopathy: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017;318:1550-60, doi:http://dx.doi.org/10.1001/jama.2017.14972.
346. Kariholu U, Montaldo P, Markati T, et al. Therapeutic hypothermia for mild neonatal encephalopathy: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020;105:225-8, doi: http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-315711.
347. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Interobserver variability of the 5-minute Apgar score. *J Pediatr* 2006;149:486-9, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.05.040.
348. Rudiger M, Braun N, Aranda J, et al. Neonatal assessment in the delivery room – trial to evaluate a specified type of Apgar (TEST-Apgar). *BMC Pediatr* 2015;15:18, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s12887-015-0334-7.
349. Dalili H, Nili F, Sheikh M, Hardani AK, Shariat M, Nayeri F. Comparison of the four proposed Apgar scoring systems in the assessment of birth asphyxia and adverse early neurologic outcomes. *PLoS One* 2015;10:e0122116, doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0122116.
350. Bossaert LL, Perkins GD, Askitopoulou H, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 11. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. *Resuscitation* 2015;95:302-11, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.033.
351. Nuffield Council on Bioethics. *Critical care decisions in fetal and neonatal medicine: ethical issues*. ISBN 1 904384 14 2006, http://www.nuffieldbioethics.org/fileLibrary/pdf/CCD_web_version_22_June_07_%28updated%29.pdf.
352. Harrington DJ, Redman CW, Moulden M, Greenwood CE. The long-term outcome in surviving infants with Apgar zero at 10 minutes: a systematic review of the literature and hospital-based cohort. *Am J Obstet Gynecol* 2007;196:463.e1-5.
353. Ely DM, Driscoll AK. Infant mortality in the United States, 2018: data from the period linked birth/infant death file. *Natl Vital Stat Rep* 2020;69:1-18 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32730740.
354. Numerato D, Fattore G, Tediosi F, et al. Mortality and length of stay of very low birth weight and very preterm infants: a EuroHOPE study. *PLoS One* 2015;10:e0131685, doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0131685.
355. Lee SK, Penner PL, Cox M. Comparison of the attitudes of health care professionals and parents toward active treatment of very low birth weight infants. *Pediatrics* 1991;88:110-4.
356. Gillam L, Sullivan J. Ethics at the end of life: who should make decisions about treatment limitation for young children with life-threatening or life-limiting conditions? *J Paediatr Child Health* 2011;47:5948, doi:http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1754.2011.02177.x.
357. Rysavy MA, Li L, Bell EF, et al. Between-hospital variation in treatment and outcomes in extremely preterm infants. *N Engl J Med* 2015;372:1801-11, doi:http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1410689.
358. Mentzelopoulos SD, Couper K, Van de Voorde P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: ethics of resuscitation and end of life decisions. *Resuscitation* 2021;161.
359. Fulbrook P, Latour J, Albarran J, et al. The presence of family members during cardiopulmonary resuscitation: European federation of Critical Care Nursing associations, European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care and European Society of Cardiology Council on Cardiovascular Nursing and Allied Professions Joint Position Statement. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2007;6:255-8, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcnurse.2007.07.003.
360. Dainty KN, Atkins DL, Breckwoldt J, et al. Family presence during resuscitation in paediatric cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2021.
361. Sawyer A, Ayers S, Bertullies S, et al. Providing immediate neonatal care and resuscitation at birth beside the mother: parents' views, a qualitative study. *BMJ Open* 2015;5:e008495, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008495.
362. Yoxall CW, Ayers S, Sawyer A, et al. Providing immediate neonatal care and resuscitation at birth beside the mother: clinicians' views, a qualitative study. *BMJ Open* 2015;5:e008494, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008494.
363. Zehnder E, Law BHY, Schmolzer GM. Does parental presence affect workload during neonatal resuscitation? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020;105:559-61, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2020-318840.
364. Harvey ME, Pattison HM. Being there: a qualitative interview study with fathers present during the resuscitation of their baby at delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2012;97:F439-43, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2011-301482.
365. Harvey ME, Pattison HM. The impact of a father's presence during newborn resuscitation: a qualitative interview study with healthcare professionals. *BMJ Open* 2013;3:e002547, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-002547.
366. Shah P, Anvekar A, McMichael J, Rao S. Outcomes of infants with Apgar score of zero at 10 min: the West Australian experience. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F492-4, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-307825.
367. Zhang Y, Zhu J, Liu Z, et al. Intravenous versus intraosseous adrenaline administration in out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective cohort study. *Resuscitation* 2020;149:209-16, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.01.009.
368. Zhong YJ, Claveau M, Yoon EW, et al. Neonates with a 10-min Apgar score of zero: outcomes by gestational age. *Resuscitation* 2019;143:77-84, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.07.036.
369. Torke AM, Bledsoe P, Wocial LD, Bosslet GT, Helft PR. CEASE: a guide for clinicians on how to stop resuscitation efforts. *Ann Am Thorac Soc* 2015;12:440-5, doi:http://dx.doi.org/10.1513/AnnalsATS.2014.12.552PS.
370. Foglia EE, Weiner G, de Almeida MFB, et al. Duration of resuscitation at birth, mortality, and neurodevelopment: a systematic review. *Pediatrics* 2020;146, doi:http://dx.doi.org/10.1542/peds.2020-1449.
371. Haines M, Wright IM, Bajuk B, et al. Population-based study shows that resuscitating apparently stillborn extremely preterm babies is associated with poor outcomes. *Acta Paediatr* 2016;105:1305-11, doi:http://dx.doi.org/10.1111/apa.13503.

372. Mactier H, Bates SE, Johnston T, et al. Perinatal management of extreme preterm birth before 27 weeks of gestation: a framework for practice. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2020;105:232-9, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2019-318402>.
373. Costeloe KL, Hennessy EM, Haider S, Stacey F, Marlow N, Draper ES. Short term outcomes after extreme preterm birth in England: comparison of two birth cohorts in 1995 and 2006 (the EPICure studies). BMJ 2012;345:e7976, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.e7976>.
374. Marlow N, Bennett C, Draper ES, Hennessy EM, Morgan AS, Costeloe KL. Perinatal outcomes for extremely preterm babies in relation to place of birth in England: the EPICure 2 study. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2014;99:F181-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2013-305555>.
375. Bottoms SF, Paul RH, Mercer BM, et al. Obstetric determinants of neonatal survival: antenatal predictors of neonatal survival and morbidity in extremely low birth weight infants. Am J Obstet Gynecol 1999;180:665-9 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10076145>.
376. Manktelow BN, Seaton SE, Field DJ, Draper ES. Population-based estimates of in-unit survival for very preterm infants. Pediatrics 2013;131:e425-32, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2012-2189>.
377. Medlock S, Ravelli AC, Tamminga P, Mol BW, Abu-Hanna A. Prediction of mortality in very premature infants: a systematic review of prediction models. PLoS One 2011;6:e23441, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0023441>.
378. Tyson JE, Parikh NA, Langer J, Green C, Higgins RD. Intensive care for extreme prematurity – moving beyond gestational age. N Engl J Med 2008;358:1672-81, doi:<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa073059> [doi].
379. Swamy R, Mohapatra S, Bythell M, Embleton ND. Survival in infants live born at less than 24 weeks' gestation: the hidden morbidity of non-survivors. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2010;95:F293-4, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2009.171629>.
380. Brumbaugh JE, Hansen NI, Bell EF, et al. Outcomes of extremely preterm infants with birth weight less than 400 g. JAMA Pediatr 2019; 173:434-45, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.0180>.
381. Wilkinson D, Savulescu J. A costly separation between withdrawing and withholding treatment in intensive care. Bioethics 2014;28:127-37, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8519.2012.01981.x>.

NLS 2021



ZACIŚNIĘCIE PĘPOWINY

KLUCZOWE ZASADY



Opóźnione zaciśnięcie pępowiny poprawia przeżywalność oraz stabilność hematologiczną i krążeniową, szczególnie u wcześniaków

GŁÓWNE ZALECENIA



Jeśli resuscytacja nie jest konieczna, zaleca się opóźnienie zaciśnięcia pępowiny o co najmniej 60 sekund, a najlepiej do momentu rozpoczęcia oddychania



Gdy opóźnione zaciśnięcie pępowiny nie jest możliwe, należy rozważyć przetaczenie pępowinowe, ale tylko u noworodków >28. tygodnia ciąży

NLS 2021

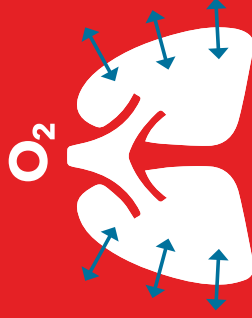
UTRZYMANIE CIEPŁA I STYMULACJA



KLUCZOWE ZASADY



Wychłodzenie zwiększa śmiertelność i zachorowalność noworodków



Stymulacja zwiększa skuteczność wysiłku oddechowego i wysycenie tlenem

GŁÓWNE ZALECENIA



- Noworodki donoszone i późne wcześniaki: osusz, owiń, utrzymuj ciepło. Umieść skóra do skóry
- Wcześniak <32 tygodni: umieść w plastikowej folii lub torbie bez osuszania, użyj promiennika ciepła
- Staraj się utrzymać temperaturę 36,5-37,5°C
- Powtarzaj delikatną stymulację, aby wspomagać oddychanie

NLS 2021

OCENA ODDYCHANIA I RYTMU SERCA



KLUCZOWE ZASADY



Bezdech i gasping wskazują na nieefektywne oddychanie

Pulsoksymetria i/lub EKG dostarczają wiarygodnych informacji dotyczących rytmu serca i utlenowania krwi

Rytm serca jest najlepszym wskaźnikiem utlenowania

GŁÓWNE ZALECENIA



- Rozpocznij wspomaganie oddychania, jeśli oddechy są nieefektywne
- Wykorzystaj pomiar rytmu serca i SpO₂ dla ciągłego monitorowania
- Często oceniaj rytm serca, ruchy klatki piersiowej i oddychanie, aby decydować o dalszym postępowaniu
- Uzyskaj rytm serca > 100/min i saturację > 85% po 5 minutach, > 90% po 10 minutach
- W razie potrzeby jak najwcześniej wezwij pomoc



NLS 2021

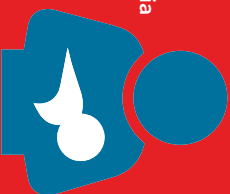


ZAPEWNIENIE DROŻNOŚCI DRÓG ODDECHOWYCH I WSPOMAGANIE ODDYCHANIA

KLUCZOWE ZASADY

Większość dzieci otrzymujących wsparcie wymaga jedynie zapewnienia drożności dróg oddechowych i wspomagania oddychania

Ułożenie zapewniające drożność dróg oddechowych jest ważniejsze niż usuwanie przeszkody mechanicznej



Większość noworodków donoszonych i wcześniaków wymaga jedynie podaży powietrza

CPAP może wspomagać oddychanie u wcześniaków

GLÓWNE ZALECENIA

- Głowa w pozycji neutralnej z uniesieniem żuchwy
- Rozważ CPAP u wcześniaka oddychającego samodzielnie
- Jeśli oddychanie nie jest efektywne, podaj 5 wdechów rozprężających przez maskę twarzową:
 - do 2-3 s 30 cm H₂O (<32 tygodni 25 cm H₂O)
 - zacznij od 21% O₂ (jeśli 28-31 tygodni: 21-30%, <28 tygodni: 30%)
- Jeśli rytm serca nie wzrasta i brak ruchów klatki piersiowej
 - sprawdź szczelność maski twarzowej
 - położenie głowy i żuchwy
- Rozważ inne postępowanie:
 - technika dwuosobowa
 - odessanie
 - maska krtaniowa lub rurka intubacyjna
 - stopniowe zwiększanie ciśnienia wdechów
- Następnie - powtórz wdechy rozprężające
- Po uzyskaniu ruchów klatki piersiowej - wentyluj 30/min

NLS 2021



UCISKANIE KLATKI PIERSIOWEJ I LEKI

KLUCZOWE ZASADY



Uciskanie klatki piersiowej jest skuteczne tylko wtedy, gdy płuca są upowietrznione i zapewniona jest skuteczna wentylacja

Leki muszą być podane do naczyń centralnych (do żyły pępkowej lub doszplikowo)

GLÓWNE ZALECENIA

- Jeśli pomimo 30 sekund skutecznej wentylacji rytm serca pozostaje bardzo wolny lub jest nieznaczalny, rozpocznij zsynchronizowane uciskanie klatki piersiowej
- 3 uciski : 1 wentylacja, 30 cykl/min
- Zwiększ stężenie podawanego tlenu do 100%
- Oceniaj rytm serca co 30 sekund - kontynuuj uciskanie klatki piersiowej, jeśli pozostaje bardzo wolny
- Zaintubuj, jeśli potrafisz, a jeszcze tego nie zrobiłeś. W przeciwnym razie rozważ użycie maski krtaniowej
- Zabezpiecz dostęp naczyniowy (przez żyłę pępkową lub doszplikowo) dla podaży leków (np. adrenalina, objętość, glukoza)

