

Resuscytacja i wsparcie okresu adaptacyjnego noworodków

7

Jonathan Wyllie^a, Jos Bruinenberg^b, Charles Christoph Roehr^{d, e}, Mario Rüdiger^f, Daniele Trevisanuto^c, Berndt Urllesberger^g

^a Department of Neonatology, The James Cook University Hospital, Middlesbrough, UK

^b Department of Paediatrics, Sint Elisabeth Hospital, Tilburg, The Netherlands

^c Department of Women and Children's Health, Padua University, Azienda Ospedaliera di Padova, Padua, Italy

^d Department of Neonatology, Charité Universitätsmedizin, Berlin, Berlin, Germany

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

^f Department of Neonatology, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, TU Dresden, Germany

^g Division of Neonatology, Medical University Graz, Graz, Austria

Wstęp

Poniższe wytyczne resuscytacji po urodzeniu powstały w trakcie procesu, który zakończył się utworzeniem CoSTR 2015 (*2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations*)^{1,2}. Są one rozwinięciem wytycznych opublikowanych wcześniej przez ERC³ i uwzględniają zaproponowane przez inne krajowe i międzynarodowe organizacje wytyczne, jak również ocenione dotychczas dowody naukowe⁴.

Podsumowanie zmian od Wytycznych 2010

Poniżej przedstawiono główne zmiany wprowadzone w wytycznych w 2015 roku, dotyczące resuscytacji bezpośrednio po urodzeniu:

- **Wspomaganie okresu adaptacji:** rozpoznanie szczególnej sytuacji noworodka zaraz po urodzeniu, który rzadko wymaga „resuscytacji”, ale czasami potrzebuje medycznej pomocy w trakcie okresu adaptacji. Termin „wspomaganie okresu adaptacji” został wprowadzony, by lepiej odróżnić działania mające na celu przywrócenie czynności niezbędnych do życia narządów (resuscytację) od pomocy w adaptacji.
- **Klemowanie pępowiny:** obecnie zaleca się co najmniej jednonumutowe opóźnienie w zaklemowaniu pępowiny u noworodków w dobrym stanie ogólnym zarówno donoszonych, jak i urodzonych przedwcześnie. Jak dotąd nie ma wystarczających dowodów, by zalecać konkretny czas zaklemowania pępowiny u noworodków, które wymagają resuscytacji bezpośrednio po urodzeniu.
- **Temperatura:** temperatura nowo narodzonych dzieci, nieurodzonych w zamartwicy powinna być utrzymana w granicach 36,5°C do 37,5°C. Znaczenie osiągnięcia takiej temperatury jest podkreślane i istotne ze względu na silny związek ze śmiertelnością i chorobowością. Temperatura noworodka przy przyjęciu do oddziału powinna być oceniana jako czynnik rokowniczy oraz jako wskaźnik jakości opieki.
- **Utrzymanie odpowiedniej temperatury:** utrzymanie temperatury ciała w granicach 36,5°C do 37,5°C u dzieci urodzonych poniżej 32. tygodnia ciąży może wyma-

gać stosowania złożonych interwencji zarówno bezpośrednio po urodzeniu, jak i podczas przyjmowania do oddziału i w okresie stabilizacji. Czynności te obejmują stosowanie ogrzanych, nawilżonych gazów oddechowych, utrzymywanie wyższej temperatury otoczenia i owinięcie ciała i głowy folią plastikową wraz z zastosowaniem podgrzewanego materaca lub stosowanie wyłącznie podgrzewanego materaca. Wszystkie te interwencje skutecznie zmniejszają ryzyko hipotermii.

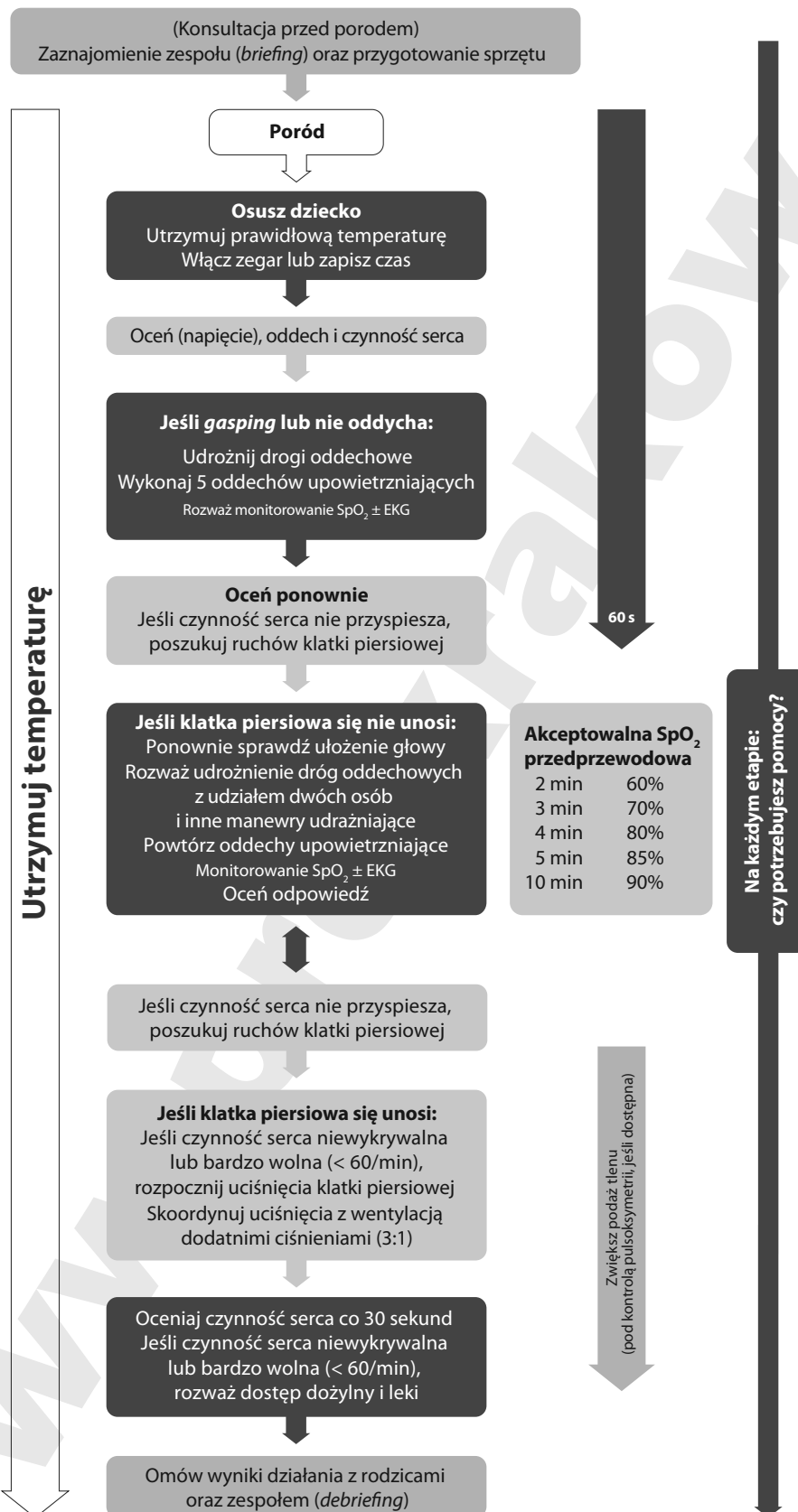
- **Optymalna ocena czynności serca:** u dzieci wymagających resuscytacji sugeruje się zastosowanie EKG, by zapewnić szybką i dokładną ocenę czynności serca.
- **Smółka:** w przypadku obecności smółki intubacja dotchawicza nie powinna być wykonywana rutynowo. Należy ją przeprowadzać wyłącznie przy podejrzeniu braku drożności na poziomie tchawicy. U nieoddychających lub niewydolnie oddychających noworodków nacisk kładzie się na rozpoczęcie wentylacji w ciągu pierwszej minuty życia i nie powinno się jej opóźniać.
- **Powietrze/Tlen:** wspomaganie oddychania u noworodków donoszonych należy rozpoczynać stosując powietrze. U noworodków urodzonych przedwcześnie początkowo należy stosować powietrze lub tlen w niskim stężeniu (do 30%). Jeśli mimo skutecznej wentylacji oksygenacja (najlepiej oceniana za pomocą pulsoksymetru) pozostaje nieakceptowalnie niska, należy rozważyć zastosowanie tlenu w wyższym stężeniu.
- **CPAP:** Wspomaganie oddychania u oddychających spontanicznie, ale niewydolnie wcześniaków, można początkowo prowadzić stosując CPAP, a niekoniecznie intubując.

Przedstawione poniżej wytyczne nie definiują jedyne- go możliwego sposobu prowadzenia resuscytacji po urodzeniu; nakreślają one jedynie szeroko akceptowany pogląd, jak można prowadzić resuscytację bezpośrednio po urodzeniu, zarówno bezpiecznie, jak i skutecznie (ryc. 7.1).

Przygotowanie

Adaptacja płodowo-noworodkowa, mająca miejsce w trakcie porodu, wymaga anatomicznych i fizjologicznych zmian w celu konwersji wymiany gazowej zapewnianej przez łożysko,

Zabiegi resuscytacyjne u noworodka



Ryc. 7.1. Algorytm zabiegów resuscytacyjnych u noworodka (NLS)
SpO₂ – pulsoksymetria przezskórna, EKG – elektrokardiografia

gdy płuca wypełnione są płynem, na oddychanie upowietrzonymi płucami. Proces ten jest wynikiem wchłaniania płynu śródplucnego, upowietrzenia płuc, podjęcia oddychania powietrzem i ustania krążenia łożyskowego.

Niewiele dzieci wymaga resuscytacji po urodzeniu, ale nieco więcej ma okołoporodowe problemy adaptacyjne, które przy braku odpowiedniego wsparcia mogą skutkować koniecznością podjęcia resuscytacji. Wśród dzieci, które wymagają jakiegokolwiek wsparcia, w zdecydowanej większości przypadków wymagane jest wyłącznie upowietrzenie płuc. Niewielka liczba spośród tych noworodków może, oprócz upowietrzenia płuc, wymagać krótkiego okresu uciśnięć klatki piersiowej. W retrospektywnym badaniu około 85% dzieci urodzonych o czasie podejmowało spontaniczny oddech w ciągu 10 do 30 sekund po urodzeniu. Pozostałe 10% noworodków podjęło oddech w odpowiedzi na osuszenie i stymulację, około 3% rozpoczęło oddychanie po zastosowaniu wentylacji dodatnim ciśnieniem, 2% wymagało intubacji w celu wsparcia oddychania, a 0,1% wymagało zastosowania uciśnięć klatki piersiowej i/lub podania adrenaliny⁵⁻⁷. Jednakże spośród 97 648 noworodków urodzonych w ciągu jednego roku w Szwecji, tylko 10 na 1000 (1%) dzieci o wadze 2,5 kg lub więcej wymagało jakiegokolwiek resuscytacji przy urodzeniu⁸. Większość tych dzieci, 8 na 1000, odpowiedziało na upowietrzenie płuc przy użyciu maski, a tylko 2 na 1000 wymagało intubacji. W tym samym badaniu podjęto próbę oszacowania potrzeby nieoczekiwanej resuscytacji po urodzeniu i stwierdzono, że u dzieci z grupy niskiego ryzyka, czyli u dzieci powyżej 32. tygodnia ciąży urodzonych w przebiegu prawidłowego porodu, około 2 na 1000 (0,2%) wymagało resuscytacji bądź pomocy w trakcie okresu adaptacyjnego po urodzeniu. Wśród nich 90% odpowiedziało na samą wentylację z użyciem maski. Pozostałe 10% nie odpowiadało na wentylację z użyciem maski i z tego powodu wykonano u nich intubację po urodzeniu. W tej grupie pacjentów nie było prawie potrzeby stosowania uciśnięć klatki piersiowej.

Potrzeba resuscytacji lub wspomagania okresu adaptacji jest częstsza u dzieci, u których w trakcie porodu były dowody na zaburzenia dobrostanu płodu, dzieci urodzonych przed 35. tygodniem ciąży, noworodków urodzonych drogami natury z położenia miednicowego, noworodków matek z infekcją oraz z ciążą mnogich⁹. Ponadto cięcie cesarskie związane jest z większym ryzykiem wystąpienia zaburzeń adaptacji oddechowej po urodzeniu wymagających czynności medycznych, zwłaszcza jeżeli dotyczy noworodków urodzonych przed 39. tygodniem ciąży¹⁰⁻¹³. Planowe cięcie cesarskie nie zwiększa ryzyka konieczności wykonywania resuscytacji u donoszonych noworodków bez dodatkowych obciążeń¹⁴⁻¹⁷.

Czasami można przewidzieć potrzebę resuscytacji lub stabilizacji stanu dziecka zanim noworodek się urodzi, chociaż nie zawsze się to udaje. U każdego noworodka w trakcie porodu mogą pojawić się problemy, dlatego personel przeszkolony w udzielaniu zabiegów resuscytacyjnych u noworodka powinien być łatwo osiągalny do każdego porodu. W trakcie porodów o znanym wcześniej, zwiększonym ryzyku wystąpienia problemów u noworodka powinien być obecny odpowiednio przeszkolony personel. Przynajmniej

jedna osoba w tym zespole powinna posiadać doświadczenie w intubacji dotchawiczej. Jeśli zajdzie potrzeba wykonania u noworodka interwencji terapeutycznych, powinny być to jedyne zadania, za które te osoby odpowiadają w danym czasie.

Należy stworzyć lokalne wytyczne, wynikające z analizy bieżącej praktyki i audytu klinicznego, które określą kto powinien być obecny w trakcie porodów. Każda instytucja musi mieć protokół dostępny w trakcie każdego porodu, wskazujący w jaki sposób szybko wezwać przeszkolony w zakresie resuscytacji zespół.

Jeśli pozwala na to czas, zespół obecny przy porodzie powinien być zapoznany z danym przypadkiem przed urodzeniem dziecka. Należy również jasno przydzielić role poszczególnym osobom. Istotne jest także przygotowanie rodziny w przypadku, gdy zachodzi ryzyko, że resuscytacja noworodka może być potrzebna.

Kluczowe jest, by każda instytucja lub miejsce, w którym może odbyć się poród, posiadały ustrukturyzowany program edukacyjny, nauczający standardów postępowania i umiejętności wymaganych w resuscytacji noworodka. Utrzymanie odpowiednich umiejętności wymaga ciągłego szkolenia i praktyki.

Zaplanowane porody domowe

Zalecenia dotyczące osób, które powinny być obecne w trakcie zaplanowanego porodu domowego, różnią się w zależności od kraju, ale raz podjęta decyzja o zaplanowanym porodzie domowym nie powinna mieć wpływu na standard wstępnej oceny, stabilizacji czy resuscytacji noworodka po urodzeniu. W trakcie porodów w domu i wystąpienia potrzeby resuscytacji noworodka będą istnieć ograniczenia nie do uniknięcia, wynikające z dostępności do opieki zaawansowanej i należy to w jasny sposób przekazać matce w trakcie planowania porodu domowego. W idealnych warunkach, w trakcie każdego porodu domowego powinny być obecne dwie odpowiednio przeszkolone osoby. Jedna z nich musi być w pełni przeszkolona i doświadczona w wykonywaniu wentylacji z użyciem maski i uciśnięć klatki piersiowej.

Sprzęt i otoczenie

W przeciwieństwie do resuscytacji krążeniowo-oddechowej u dorosłych resuscytacja noworodka często jest przewidywalna. W związku z tym przed urodzeniem się noworodka możliwe jest odpowiednie przygotowanie otoczenia i sprzętu.

Resuscytacja powinna odbywać się w ciepłym, dobrze oświetlonym, wolnym od przeciągów miejscu z płaską powierzchnią umieszczoną pod promiennikiem ciepła (jeśli wykonywana w szpitalu), z pozostałym sprzętem medycznym natychmiastowo dostępnym w razie potrzeby. Cały sprzęt medyczny musi być regularnie sprawdzany i testowany.

Jeśli poród odbywa się w miejscu do tego nieprzeznaczonym, zalecany minimalny zestaw obejmuje sprzęt do bezpiecznego upowietrzenia płuc i prowadzenia wentylacji w rozmiarze odpowiednim dla noworodka, ciepłe, suche ręczniki i koce, sterylny sprzęt do przecięcia i zaklepowania pępowiny oraz czyste rękawiczki dla osoby przyjmującej

poród i asystujących. Nieplanowane porody poza szpitalem zwykle angażują służby ratunkowe, które powinny być przygotowane na taką okoliczność.

Czas zaklemania pępowiny

Badania radiograficzne wykonywane u noworodków biorących pierwszy oddech po urodzeniu pokazują, że zaklemania pępowiny przed wykonaniem pierwszych oddechów skutkowało natychmiastowym zmniejszeniem rozmiaru serca w kolejnych trzech lub czterech cyklach pracy serca. Następnie serce stawało się większe, prawie osiągając wyjściowy rozmiar serca płodu. Początkowe zmniejszenie rozmiaru serca może być interpretowane jako efekt znaczącego zwiększenia przepływu krwi przez płuca w wyniku zmniejszonego oporu naczyń płucnych po upowietrzeniu płuc. Następujący wzrost rozmiaru serca może być konsekwencją powrotu krwi z płuc do serca¹⁸. Brady i współpracownicy zwrócili uwagę na występowanie bradykardii związanej z zakleowaniem pępowiny przed pierwszym oddechem i odnotowali brak tego objawu u dzieci, u których zaklemano pępowinę po rozpoczęciu oddychania¹⁹. Dowody naukowe płynące z badań eksperymentalnych przeprowadzanych w podobnych warunkach klinicznych u owiec sugerują, że ten sam mechanizm dotyczy również wcześniaków²⁰.

Badania dotyczące opóźnienia klemowania pępowiny potwierdzają poprawę parametrów dotyczących poziomu żelaza i innych wskaźników hematologicznych w czasie od 3 do 6 miesięcy po urodzeniu, jak również redukcję zapotrzebowania na przetoczenia krwi u noworodków urodzonych przedwcześnie^{21,22}. Sugerują one również częstsze stosowanie fototerapii z powodu żółtaczki w grupie dzieci, u których stosowano opóźnione klemowanie pępowiny; nie potwierdzono tego jednak w badaniu z randomizacją pacjentów²¹.

Systematyczny przegląd badań dotyczący opóźnionego klemowania pępowiny oraz wyciskania krwi wzdłuż pępowiny u noworodków urodzonych przedwcześnie potwierdził poprawę stabilności stanu noworodków bezpośrednio po urodzeniu, włączając w to wyższe średnie ciśnienie tętnicze oraz poziom hemoglobiny przy przyjęciu do oddziału, w porównaniu do grupy kontrolnej²³. Stwierdzono również mniejszą liczbę przetoczeń w kolejnych tygodniach życia²³. W niektórych badaniach sugerowano rzadsze występowanie krwawień dokomorowych i leukomalacji okołokomorowej^{22,24,25} oraz późnej sepsy²⁴.

Dotychczas żadne badania z udziałem pacjentów nie odnosiło się do opóźnionego klemowania pępowiny u noworodków wymagających resuscytacji po urodzeniu, ponieważ takie przypadki były wyłączone z poprzednich badań.

Opóźnienie zaklemania pępowiny o przynajmniej jedną minutę jest zalecane u noworodków niewymagających resuscytacji. Podobne opóźnienie powinno być zastosowane u wcześniaków niewymagających natychmiastowej resuscytacji po urodzeniu. Do czasu aż dostępne będzie więcej dowodów naukowych, noworodki, które po urodzeniu nie oddychają lub nie płaczą, mogą wymagać zaklemania pępowiny, tak by jak najszybciej można było podjąć czynności resuscytacyjne. W tej grupie noworodków alternatywnym postępowaniem może być wyciskanie krwi wzdłuż

pępowiny, chociaż na razie brak jest wystarczających dowodów, aby zalecać to jako postępowanie rutynowe^{1,2}. Wyciskanie krwi wzdłuż pępowiny korzystnie wpływa na krótkoterminowe wyniki badań hematologicznych, temperaturę przy przyjęciu do oddziału i diurezę w porównaniu do opóźnionego zaklemania pępowiny (>30 sekund) u dzieci urodzonych drogą cięcia cesarskiego, chociaż różnice te nie zostały potwierdzone u dzieci urodzonych drogami natury²⁶.

Kontrola temperatury

Nagie, mokre noworodki nie są w stanie utrzymać prawidłowej temperatury ciała w otoczeniu, w którym osoby dorosłe czują się komfortowo. Noworodki urodzone w zamartwicy są szczególnie narażone na utratę temperatury²⁷. Stres spowodowany zimnem powoduje u noworodka obniżenie ciśnienia parcjalnego tlenu²⁸ i nasilenie kwasicy metabolicznej²⁹. Związek pomiędzy hipotermią a śmiertelnością u noworodków znany jest od ponad stulecia³⁰, a temperatura przy przyjęciu do oddziału noworodka urodzonego bez zamartwicy jest silnym czynnikiem rokowniczym śmiertelności niezależnie od wieku ciążowego i miejsca porodu³¹⁻⁶⁵. Noworodki urodzone przedwcześnie są szczególnie narażone, a hipotermia jest związana również z występowaniem poważnych schorzeń towarzyszących, takich jak krwawienie dokomorowe^{35,42,55,66-69}, konieczność stosowania wsparcia oddechowego^{31,35,37,66,70-74}, hipoglikemia^{31,49,60,74-79}, a w niektórych badaniach również późna sepsa⁴⁹.

Temperatura noworodka urodzonego w dobrym stanie powinna być utrzymywana w granicach 36,5–37,5°C. Obniżona temperatura przy przyjęciu do oddziału o każdy 1°C poniżej tych wartości skutkuje 28% wzrostem ryzyka śmiertelności^{1,2,49}. Temperatura przy przyjęciu powinna być odnotowana jako czynnik rokowniczy wyników leczenia oraz wskaźnik jakości.

Jak zapobiegać utracie ciepła:

- Chronić noworodka przed przeciągiem⁸⁰. Należy upewnić się, że okna są zamknięte, a klimatyzacja właściwie zaprogramowana⁵².
- Donoszonego noworodka należy osuszyć zaraz po porodzie. Należy okryć głowę i ciało dziecka, z wyjątkiem twarzy, ciepłym i suchym ręcznikiem, by zapobiec dalszej utracie ciepła. Alternatywnie można położyć dziecko, kontakt – skóra do skóry, na matce i okryć obydwójce ręcznikiem.
- Należy utrzymywać temperaturę sali porodowej w granicach 23–25°C^{1,2,48,80}. W przypadku noworodków urodzonych poniżej 28. tygodnia ciąży temperatura w sali porodowej powinna wynosić >25°C^{27,48,79,81}.
- Jeśli noworodek wymaga wsparcia w okresie adaptacji lub resuscytacji, należy umieścić go pod promiennikiem ciepła, na cieplej powierzchni po uprzednim jej ogrzaniu.
- Wszystkie dzieci urodzone przed 32. tygodniem ciąży powinny zostać okryte polietylenową folią – ciało i głowa (oprócz twarzy), bez wcześniejszego osuszenia, i umieszczone pod promiennikiem ciepła^{73,77,82,83}.
- Ponadto dzieci urodzone przed 32. tygodniem ciąży mogą wymagać dalszych złożonych czynności, by utrzy-

mać po urodzeniu ich temperaturę pomiędzy 36,5°C a 37,5°C, do czasu przyjęcia do oddziału i stabilizacji. Czynności te obejmują stosowanie ogrzanych, nawilżonych gazów oddechowych^{84,85}, utrzymywanie wyższej temperatury otoczenia, założenie czapeczki wraz z zastosowaniem podgrzewanego materaca^{70,72,86,87} lub stosowanie wyłącznie podgrzewanego materaca⁸⁸⁻⁹². Wszystkie te interwencje skutecznie zmniejszają ryzyko hipotermii.

- U noworodków urodzonych nieoczekiwanie poza salą porodową może być korzystne pierwotne osuszenie z następowym umieszczeniem dziecka w plastikowym worku z folii spożywczej i owinięcie pieluchą^{93,94}. Alternatywą u noworodków urodzonych po 30. tygodniu ciąży w dobrym stanie ogólnym jest osuszenie i kontakt skóra do skóry lub kangurowanie przez matkę w celu utrzymania odpowiedniej temperatury ciała podczas transportu⁹⁵⁻¹⁰¹. Dzieci te powinny być okryte i chronione przed przeciągami.

Utrzymanie prawidłowej temperatury ciała noworodka jest ważne, jednak należy ją kontrolować, by nie dopuścić do hipertermii (>38,0°C). U noworodków urodzonych przez gorączkujące matki częściej zdarza się po urodzeniu depresja ośrodka oddechowego, drgawki noworodkowe, wczesny zgon i dziecięce porażenie mózgowie^{102,103}. Badania na zwierzętach pokazują, że hipertermia występująca w trakcie lub następująca po niedokrwieniu mózgu jest związana z dalszym jego uszkodzeniem^{104,105}.

Wstępna ocena

Skala Apgar nie została stworzona do oceniania i wskazywania noworodków wymagających resuscytacji^{106,107}. Mimo to składowe jej elementy, takie jak częstość oddychania, częstość pracy serca i napięcie mięśniowe, jeśli są szybko ocenione, mogą pomóc w identyfikacji noworodków wymagających resuscytacji (sama Virginia Apgar twierdziła, że czynność serca jest najważniejszym czynnikiem rokowniczym dotyczącym natychmiastowego wyniku leczenia)¹⁰⁶. Ponadto powtarzana ocena – zwłaszcza czynności serca, a także w mniejszym stopniu oddychania, może pomóc ustalić, czy noworodek reaguje na leczenie, czy też potrzebne będzie podjęcie dodatkowych czynności.

Oddychanie

Należy ocenić, czy noworodek oddycha. Jeśli tak, kolejnym krokiem jest ocena częstości, głębokości i symetrii oddychania, uwzględniając wszelkie objawy nieprawidłowego oddechu, takie jak *gasping* czy postękiwanie.

Czynność serca

Natychmiast po urodzeniu, oceniana jest czynność serca, by stwierdzić, jaki jest stan noworodka. Jest ona najbardziej czułym wskaźnikiem poprawy stanu dziecka w reakcji na podjęte czynności. Początkowo najszybciej i najdokładniej jest oceniać czynność serca poprzez osłuchiwanie okolicy koniuszka serca stetoskopem¹⁰⁸ lub używając elektrokardiografii¹⁰⁹⁻¹¹². Badanie tętna przy podstawie pępownicy często jest skuteczne, ale może być mylące. Tętnienie pępownicy uważa się za miarodajne, jeśli tętno jest powyżej 100/min¹⁰⁸,

a ocena kliniczna może zaniżyć faktyczną czynność serca^{108,109,113}. Dla noworodków wymagających resuscytacji i/lub ciągłego wsparcia oddechowego nowoczesny pulsoksymetr może wskazywać dokładnie czynność serca¹¹¹. Kilka badań wskazuje, że EKG jest szybsze niż pulsoksymetria i bardziej wiarygodne, zwłaszcza w ciągu dwóch pierwszych minut życia¹¹⁰⁻¹¹⁵. Jednak stosowanie EKG nie może zastąpić wykorzystania pulsoksymetrii prowadzonej w celu oceny oksygenacji u noworodka.

Kolor

Ocena koloru jest niewiarygodnym sposobem oceny oksygenacji¹¹⁶, dlatego jeśli to możliwe, lepiej oceniać ją przy użyciu pulsoksymetru. Zdrowy noworodek rodzi się siny, ale zaczyna się stawać się różowy w ciągu 30 sekund od rozpoczęcia skutecznego oddychania. Sinica obwodowa jest częsta i sama nie stanowi objawu hipoksemii. Utrzymująca się – mimo skutecznej wentylacji – bledłość, może oznaczać znaczną kwasicę lub rzadziej hipowolemię. Chociaż ocena koloru powłok jest niedoskonałą metodą oceny oksygenacji, nie należy jej zupełnie ignorować: jeśli dziecko wydaje się sine, konieczne jest sprawdzenie oksygenacji przedprzewodowej za pomocą pulsoksymetru.

Napięcie

Noworodek ze znacznie obniżonym napięciem mięśniowym jest prawdopodobnie nieprzytomny i będzie potrzebować wsparcia oddechowego.

Stymulacja dotykiem

Osuszanie noworodka zwykle jest wystarczającym bodźcem do wyzwolenia skutecznego oddychania. Należy wystrzegać się bardziej gwałtownych metod stymulacji. Jeśli dziecko nie podejmie spontanicznego i skutecznego oddychania po krótkim okresie stymulacji, należy zastosować dalsze czynności wspomagające.

Klasyfikacja oparta na ocenie wstępnej

Na podstawie wstępnej oceny noworodek może być zakwalifikowany do jednej z trzech grup:

1. **Aktywnie oddycha lub płacze**
Prawidłowe napięcie mięśniowe
Czynność serca powyżej 100/min

Nie ma potrzeby natychmiastowego klemowania pępownicy. Noworodek nie wymaga czynności innych niż osuszenie, owinięcie w ciepły ręcznik i jeśli możliwe, podanie matce. Dziecko zachowa ciepło poprzez przykrycie go i kontakt skóra do skóry z matką. Na tym etapie może zostać przystawione do piersi. Ważne jest, by upewnić się, że utrzymana jest prawidłowa ciepota noworodka.

2. **Nieprawidłowo oddycha lub bezdech**
Prawidłowe lub obniżone napięcie
Czynność serca poniżej 100/min

Należy osuszyć i owinać noworodka. Stan takiego dziecka zwykle poprawi się po upowietrzeniu płuc przez wentylację maską, ale jeśli niewystraszająco poprawi to czynność serca, może rzadziej wymagać także dalszej wentylacji.

3. Nieprawidłowo oddycha lub bezdech Wiotkie Wolna lub niewykrywalna czynność serca Zwykle bładość sugerująca słabą perfuzję

Należy osuszyć i owinąć noworodka. To dziecko będzie następnie wymagało natychmiastowego udrożnienia dróg oddechowych, upowietrzenia płuc i wentylacji. Gdy uda się skutecznie wykonać te czynności, dziecko to może wymagać również uciskania klatki piersiowej i być może podania leków.

Noworodki urodzone przedwcześnie mogą oddychać, ale mieć objawy niewydolności oddechowej; w takim przypadku należy rozpocząć wsparcie oddechowe, stosując ciągle dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych (*Continuous Positive Airway Pressure* – CPAP).

Istnieje niewielka grupa dzieci, u których mimo prawidłowego oddychania i dobrej akcji serca, stwierdza się hipoksemię. Może to wynikać z różnych przyczyn, np. wrodzonej, sinicznej wady serca, wrodzonego zapalenia płuc, odmy opłucnowej, przepukliny przeponowej lub niedoboru surfaktantu.

Zabiegi resuscytacyjne u noworodka

Rozpocznij zabiegi resuscytacyjne u noworodka, jeśli początkowa ocena wskazuje, że dziecko nie podjęło prawidłowego, regularnego oddechu lub czynność serca jest poniżej 100/min (ryc. 7.1). Zapewnienie drożności dróg oddechowych i upowietrzenie płuc to zwykle jedyne potrzebne czynności. Ponadto bardziej złożone czynności będą daremne, dopóki te dwa kroki nie zostaną prawidłowo wykonane.

Drogi oddechowe

Ułóż noworodka na plecach z głową w pozycji neutralnej (ryc. 7.2). Pomocne w utrzymaniu właściwej pozycji głowy może być podłożenie kocyka lub ręcznika o grubości 2 cm pod ramiona dziecka. U wiotkich noworodków dla zapewnienia drożności dróg oddechowych może być niezbędne wysunięcie żuchwy lub założenie odpowiednio dobranej rurki ustno-gardłowej.

W trakcie zapewniania drożności dróg oddechowych tradycyjnie jest stosowana pozycja na plecach, ale pozycja na boku również może być użyteczna do oceny i rutynowego zaopatrzenia donoszonych noworodków niewymagających resuscytacji¹¹⁷.



Ryc. 7.2. Noworodek z głową ułożoną w pozycji neutralnej

Nie ma potrzeby rutynowo usuwać płyn owodniowy z gardła i krtani¹¹⁸. Odsysanie jest potrzebne wyłącznie przy niedrożności dróg oddechowych. Przeszkoda może być spowodowana cząstkami smółki, jak również skrzepami krwi, gęstym, lepkiem śluzem lub mazią płodową. Jest to możliwe również w sytuacji, gdy płyn owodniowy nie był zanieczyszczony smółką. Mając na uwadze powyższe, trzeba jednak pamiętać, że agresywne odsysanie z gardła może opóźnić rozpoczęcie spontanicznego oddychania i spowodować skurcz krtani oraz mediowaną impulsacją nerwu błędnego bradykardię¹¹⁹⁻¹²¹.

Smółka

Przez ponad 30 lat uważano, że odessanie smółki z dróg oddechowych w momencie urodzenia powoduje zmniejszenie częstości występowania i nasilenia zespołu aspiracji smółki (*Meconium Aspiration Syndrome* – MAS). Badania potwierdzające tę tezę były oparte jednak na porównaniu wyników leczenia pacjentów, u których wykonano interwencję odsysania, zestawiając je z historycznymi grupami pacjentów^{122,123}. Ponadto inne badania nie dostarczyły żadnych dowodów na pozytywne skutki takich działań^{124,125}.

Lekko zanieczyszczony smółką płyn owodniowy występuje okołoporodowo często i zazwyczaj nie powoduje dużych trudności w adaptacji noworodka. Znacznie rzadziej występuje płyn owodniowy zanieczyszczony gęstą smółką, co jest wyznacznikiem stresu okołoporodowego i powinno budzić gotowość do potencjalnej resuscytacji. Dwa wielośrodkowe, randomizowane badania wykazały, że rutynowa, elektrywna intubacja i odessanie z tchawicy wykonane u żywotnych po urodzeniu noworodków nie zmniejsza ryzyka MAS¹²⁶, a odsysanie z nosa i jamy ustnej noworodka w krocze matki, przed urodzeniem ramion (odsysanie w trakcie porodu), było nieskuteczne¹²⁷. Z tego powodu nie zaleca się odsysania w trakcie porodu i rutynowej intubacji z odsysaniem tchawicy u żywotnych noworodków w przypadku stwierdzenia obecności płynu owodniowego zanieczyszczonego smółką. Niedawno opublikowane małe badanie z randomizacją wykazało, że nie ma różnicy w częstości występowania MAS u dzieci zaintubowanych z następowym odsysaniem w porównaniu do noworodków, których nie intubowano¹²⁸.

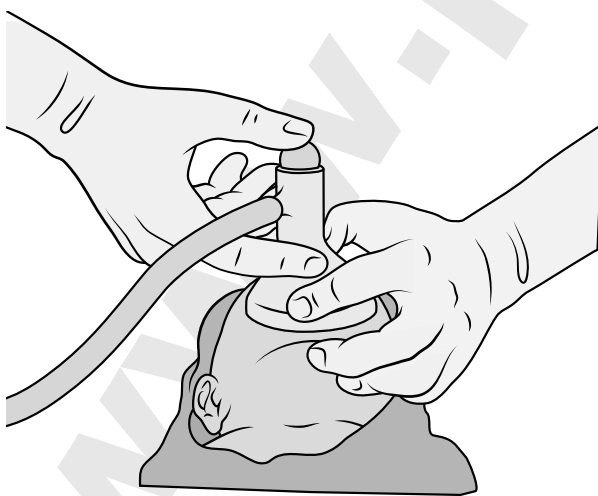
Obecność gęstej, lepkiej smółki u noworodka urodzonego w zamartwicy jest jedynym wskazaniem do początkowego *rozważenia* wizualizacji jamy ustnej i gardła i odsysania treści, która może być przeszkodą w drogach oddechowych. Intubacja dotchawicza nie może być rutynowo stosowana w przypadku obecności smółki i powinna być wykonywana jedynie przy podejrzeniu braku drożności na poziomie tchawicy¹²⁸⁻¹³². Należy położyć nacisk na rozpoczęcie wentylacji w ciągu pierwszej minuty życia u noworodków nieoddychających lub oddychających nieskutecznie i nie należy tego opóźniać. Jeśli podjęto próbę odsysania, należy użyć cewnika 12–14 FG lub pediatrycznego cewnika Yankauera podłączonego do źródła ssania, nie przekraczając ciśnienia ssania 150 mmHg¹³³. Nie jest zalecane rutynowe stosowanie surfaktantu lub płukanie oskrzeli solą fizjologiczną lub surfaktantem^{134,135}.

Oddechy wstępne i wspomaganie wentylacji

Po zastosowaniu początkowych czynności po urodzeniu, jeśli noworodek nie podejmuje oddychania lub oddycha nieprawidłowo, najważniejsze jest upowietrzenie płuc i nie wolno go opóźnić (ryc. 7.3). U donoszonych noworodków wentylację należy rozpocząć powietrzem¹³⁶. Pierwszym wskaźnikiem prawidłowego upowietrzenia płuc jest natychmiastowe przyspieszenie czynności serca. Jeśli czynność serca nie poprawia się, należy ocenić unoszenie się klatki piersiowej. U noworodków donoszonych spontaniczne lub wspomagane oddechy rozprężające powodują powstanie czynnościowej pojemności zalegającej (*Functional Residual Capacity* – FRC)¹³⁷⁻¹⁴¹. Nadal nie ustalono optymalnego ciśnienia, czasu trwania wdechu ani przepływu wymaganego do skutecznego powstania FRC.

Dla pierwszych pięciu oddechów rozprężających należy zastosować dodatnie ciśnienie i utrzymywać je przez 2–3 sekundy. To zazwyczaj pomaga rozprężyć płuca^{137,142}. Ciśnienie potrzebne do upowietrzenia wypełnionych płynem płuc u noworodków wymagających resuscytacji to 15–30 cmH₂O (1,5–2,9 kPa), średnio 20 cmH₂O^{137,141,142}. Dla donoszonych noworodków należy rozpocząć od ciśnienia szczytowego o wartości 30 cmH₂O, w przypadku noworodków urodzonych przedwcześnie ta wartość wynosi 20–25 cmH₂O^{143,144}.

Skuteczność tej interwencji może być oceniana dzięki szybkiej poprawie czynności serca lub poprzez obserwowanie unoszenia się klatki piersiowej. Jeśli nie uda się tego uzyskać, prawdopodobnie potrzebna będzie ponowna ocena drożności dróg oddechowych lub ułożenia zastosowanej maski. Rzadziej może być potrzebne wyższe ciśnienie wdechowe. Większość noworodków wymagających wsparcia oddechowego po urodzeniu reaguje szybką poprawą czynności serca w ciągu 30 sekund od rozprężenia płuc. Jeśli czynność serca poprawia się, a noworodek nadal nie oddycha prawidłowo, należy kontynuować wentylację z częstotliwością 30 oddechów na minutę, pozwalając, by każdy wdech trwał około jednej sekundy, do czasu gdy noworodek zacznie oddychać spontanicznie.



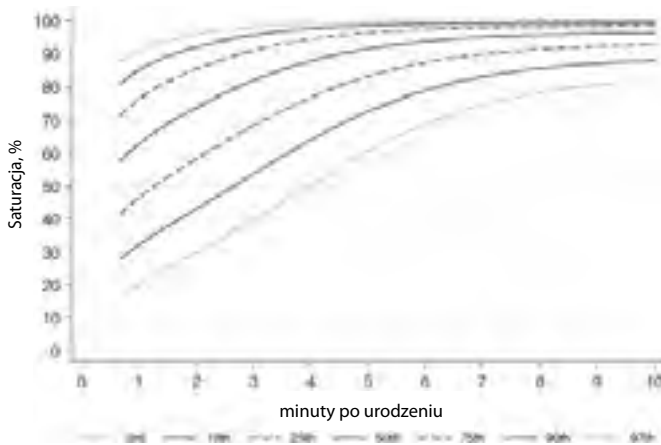
Ryc. 7.3. Wentylacja noworodka z wykorzystaniem maski twarzowej

Prawidłową zastępczą wentylację zwykle potwierdza szybki wzrost czynności serca lub czynność serca, która utrzymuje się powyżej 100/min. Jeśli dziecko nie odpowiada w ten sposób, prawdopodobnie drogi oddechowe nie są prawidłowo udrożnione lub nieprawidłowo prowadzona jest wentylacja. Należy obserwować, czy klatka piersiowa biernie unosi się w trakcie prowadzonych wdechów. Jeśli tak – osiągnięto upowietrzenie płuc. Jeśli brak jest biernych ruchów klatki piersiowej, nie pozwala to na stwierdzenie, że drogi oddechowe są drożne, a płuca upowietrzone. Przeciek wokół maski, niewłaściwe ułożenie w celu udrożnienia dróg oddechowych lub ich niedrożność to możliwe przyczyny, które będą wymagały korekty¹⁴⁵⁻¹⁴⁹. W tym celu należy rozważyć repozycję maski, aby ograniczyć przeciek i/lub ponowne ułożenie głowy dziecka, by poprawić drożność dróg oddechowych¹⁴⁵. Alternatywnie można wykonać wentylację za pomocą maski w dwie osoby, co zmniejsza przeciek zarówno w przypadku donoszonych noworodków i tych urodzonych przedwcześnie^{146,147}. Bez prawidłowego upowietrzenia płuc uciskanie klatki piersiowej będzie nieskuteczne, dlatego należy upewnić się, że upowietrzenie płuc i wentylacja są prowadzone prawidłowo przed przystąpieniem do wsparcia układu krążenia.

Niektóre osoby zapewniają drożność dróg oddechowych, wykonując intubację; wymaga to odpowiedniego treningu i doświadczenia. Jeśli ktoś nie opanował tej umiejętności, a czynność serca zwalnia, należy ponownie ocenić, czy zapewniono właściwe ułożenie w celu udrożnienia dróg oddechowych i podjąć oddechy rozprężające, w tym samym czasie wzywając osobę, która potrafi intubować. Należy kontynuować wentylację do czasu, aż dziecko samo zacznie prawidłowo, regularnie oddychać.

Przedłużone oddechy rozprężające >5 sekund (*Sustained Inflation* – SI)

Kilka badań z udziałem modeli zwierzęcych sugeruje, że dłuższe **oddechy rozprężające** mogą być korzystne w ustanowieniu czynnościowej pojemności zalegającej po urodzeniu, podczas zmiany wypełnienia płuc z płynu na powietrze^{150,151}. Przegląd piśmiennictwa z 2015 roku uwzględniający trzy badania randomizowane¹⁵²⁻¹⁵⁴ i dwa badania kohortowe^{144,155} wykazał, że początkowe przedłużone **oddechy rozprężające** zmniejszyły konieczność stosowania wentylacji mechanicznej. Nie stwierdzono jednak obniżenia śmiertelności, zmniejszenia występowania dysplazji oskrzelowo-płucnej czy zespołów ucieczki powietrza. W jednym badaniu kohortowym¹⁴⁴ sugerowano, że po zastosowaniu przedłużonych **oddechów rozprężających** rzadziej występuje konieczność intubacji. Recenzenci CoSTR doszli do konsensusu, że dane dotyczące bezpieczeństwa, szczegółowych informacji w zakresie optymalnego czasu trwania wdechu i ciśnienia wdechowego oraz odległych wyników leczenia są niewystarczające, by sugerować rutynowo stosowanie u noworodka w okresie adaptacji przedłużonych **oddechów rozprężających** dłuższych niż 5 sekund¹². Wydłużone powyżej 5 sekund wdechy rozprężające mogą być rozważone wyłącznie w indywidualnych okolicznościach klinicznych lub podczas prowadzenia badań klinicznych.



Ryc. 7.4. Wysycenie tlenem – saturacja (3., 10., 25., 50., 75., 90., i 97. percentyl SpO_2) u zdrowych noworodków, bez interwencji medycznych. Reprodukacja za pozwoleniem¹⁵⁷

Powietrze/Tlen

Donoszone noworodki

U noworodków donoszonych otrzymujących po urodzeniu wsparcie oddechowe dodatnim ciśnieniem (*Positive Pressure Ventilation* – PPV) najlepiej rozpocząć wentylację powietrzem (21% tlenu w mieszaninie oddechowej) w odróżnieniu od 100% tlenu. Jeśli, mimo skutecznej wentylacji, nie poprawia się czynność serca lub utlenowanie krwi (wyznaczane za pomocą pulsoksymetru, gdy tylko możliwe) pozostaje nieakceptowalnie niskie, należy zastosować większe stężenie tlenu, aby osiągnąć właściwą saturację przedprzewodową^{156,157}. Wysokie stężenia tlenu są związane z większą śmiertelnością i opóźnionym czasem rozpoczęcia spontanicznego oddychania¹⁵⁸, dlatego jeśli stosuje się mieszaninę oddechową wzbogaconą o dodatkowe stężenie tlenu, należy je zredukować, jak tylko pojawi się taka możliwość^{136,159}.

Noworodki urodzone przedwcześnie

Resuscytację noworodków urodzonych przedwcześnie, przed 35. tygodniem ciąży należy rozpocząć powietrzem lub mieszaniną o niskim stężeniu tlenu (21–30%)^{1,2,136,160}. Dostarczane stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej powinno być dokładnie miareczkowane tak, by uzyskać akceptowalną wartość saturacji przedprzewodowej, w okolicach 25. percentyla dla zdrowych, donoszonych noworodków bezpośrednio po urodzeniu (ryc. 7.4)^{156,157}.

W metaanalizie siedmiu badań z randomizacją, porównującej rozpoczęcie resuscytacji mieszaniną oddechową o wysokim (>65%) lub niskim (21–30%) stężeniu tlenu, zastosowanie wyższych stężeń tlenu w mieszaninie oddechowej nie wiązało się z poprawą przeżywalności^{159,161–166}, zmniejszeniem ryzyka dysplazji oskrzelowo-płucnej^{159,162,164–166}, krwawień dokomorowych^{159,162,165,166} czy retinopatii wcześniaczej^{159,162,166}. Stwierdzono natomiast wzrost markerów stresu oksydacyjnego¹⁵⁹.

Pulsoksymetria

Nowoczesna pulsoksymetria z zastosowaniem czujników noworodkowych dostarcza wiarygodnych odczytów

czynności serca i przezskórnej saturacji w ciągu 1–2 minut życia (ryc. 7.4)^{167,168}. Wiarygodny odczyt dotyczący saturacji krwi przedprzewodowej może być uzyskany w ciągu 2 minut u ponad 90% zdrowych, donoszonych noworodków, u około 80% noworodków urodzonych przedwcześnie i 80–90% noworodków wymagających resuscytacji¹⁶⁷. Dzieci w dobrym stanie ogólnym, urodzone o czasie, na poziomie morza, w trakcie porodu mają SpO_2 około 60%¹⁶⁹. Wartość ta zwiększa się do >90% do 10. minuty życia¹⁵⁶. 25. percentyl to około 40% przy urodzeniu i wzrasta do około 80% w 10. minucie¹⁵⁷. Wartości te są niższe u noworodków urodzonych drogą cięcia cesarskiego¹⁷⁰ czy na większej wysokości¹⁷¹ oraz u noworodków, u których zastosowano opóźnione zaklepowanie pępowiny¹⁷². U noworodków urodzonych przedwcześnie osiągnięcie saturacji >90% może zająć więcej czasu¹⁵⁷.

Należy stosować pulsoksymetrię, by zapobiec nadmiernej podaży tlenu, jak również w celu jego miareczkowania w trakcie terapii (ryc. 7.1 i 7.4). Wskazania przezskórnej saturacji powyżej akceptowalnych wartości powinna skutkować zakończeniem stosowania zwiększonego stężenia tlenu w mieszaninie oddechowej.

Dodatnie ciśnienie końcowowydechowe (*Positive End Expiratory Pressure* – PEEP)

Wszystkie donoszone noworodki i te urodzone przedwcześnie muszą otrzymać wentylację dodatnim ciśnieniem, jeżeli nie oddychają mimo wykonania pierwszych czynności w zaopatrzeniu noworodka po uprzednim rozprężeniu płuc. Sugeruje się, że u noworodków urodzonych przedwcześnie otrzymujących wentylację dodatnim ciśnieniem powinno się zastosować PEEP o wartości około 5 cmH_2O ¹⁷³.

Badania na zwierzętach pokazują, że płuca noworodków urodzonych przedwcześnie łatwo jest uszkodzić stosowaniem zaraz po urodzeniu oddechów o dużej objętości¹⁷⁴. Badania te sugerują, że zastosowanie PEEP zaraz po urodzeniu może chronić przed uszkodzeniem płuc^{175,176}, chociaż inne badania nie potwierdzają tych korzyści¹⁷⁷. PEEP poprawia również upowietrzenie płuc, ich podatność oraz wymianę gazową^{178–180}. Dwa randomizowane badania z udziałem noworodków nie wykazały obniżenia śmiertelności, zmniejszenia częstości resuscytacji czy występowania dysplazji oskrzelowo-płucnej, jakkolwiek nie miały wystarczającej mocy dla tych zmiennych^{181,182}. Jedno badanie wykazało natomiast, że PEEP zmniejsza zapotrzebowanie na stosowanie większych stężeń tlenu w mieszaninie oddechowej¹⁸².

Urządzenia do wspomaganie wentylacji

Skuteczną wentylację można uzyskać za pomocą worka podłączonego do układu ze stałym przepływem gazów oddechowych, worka samorozprężalnego lub układu T z regulowanym zakresem ciśnień wentylacji^{181–185}. Zastawki nadmiarowe w worku samorozprężalnym są zależne od przepływu, w związku z czym ciśnienie generowane przy gwałtownej kompresji worka może faktycznie być większe niż wskazane przez producenta^{186,187}. Docelowe ciśnienie wdechowe, objętość oddechowa i długość czasu wdechu są lepiej osiągalne w modelach mechanicznych przy użyciu układu T w porównaniu do worka samorozprężalnego^{187–190},

choć kliniczne konsekwencje tego nie są jednoznaczne. Aby móc osiągnąć właściwe ciśnienie wentylacji za pomocą worka podłączonego do układu ze stałym przepływem gazów oddechowych w zestawieniu z workiem samorozprężalnym, potrzebne jest dłuższe szkolenie¹⁹¹. Do wentylacji noworodka można zastosować worek samorozprężalny, worek z podłączony do układu ze stałym dopływem gazów oddechowych czy układ T. Są to urządzenia zaprojektowane, by regulować lub ograniczać ciśnienie stosowane w drogach oddechowych. W odróżnieniu od pozostałych dwóch sposobów wentylacji jedynie worki samorozprężalne są możliwe do użycia przy braku dostępu do sprężonych gazów, ale ich użycie nie daje możliwości stosowania ciągłego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (*Continuous Positive Airway Pressure* – CPAP) i może nie być możliwe za ich pomocą uzyskanie PEEP, nawet w przypadku prawidłowo działającej zastawki PEEP^{189,192-195}.

Do oceny wentylacji^{197,198} stosuje się monitory ciśnienia wdychanego, objętości oddechowej¹⁹⁶ czy monitory dwutlenku węgla w powietrzu wydechowym, ale nie ma dowodów na ich wpływ na wyniki leczenia. Dotychczas nie stwierdzono dodatkowych korzyści ponad samą ocenę kliniczną ani ryzyka związanego ze stosowaniem tych urządzeń. Nie ma doniesień dotyczących zastosowania w celu oceny wentylacji detektorów wydychanego CO₂ w połączeniu z innymi metodami zabezpieczenia dróg oddechowych (np. kaniule donosowe lub maski krtaniowe) podczas stosowania PPV w sali porodowej.

Maska twarzowa versus kaniule donosowe

Problemem zgłaszanym w czasie stosowania maski twarzowej w celu wentylacji noworodka jest przeciek wokół maski spowodowany brakiem szczelności¹⁴⁵⁻¹⁴⁸. By temu zapobiec, niektóre ośrodki używają kaniul nosowo-gardłowych w trakcie prowadzenia wsparcia oddechowego. Dwa badania z randomizacją prowadzone u noworodków urodzonych przedwcześnie porównywały skuteczność tych metod i nie stwierdzono żadnych różnic^{199,200}.

Maska krtaniowa

Maska krtaniowa (LMA – *laryngeal mask airway*) może być stosowana w resuscytacji noworodka, zwłaszcza jeśli wentylacja przez maskę twarzową nie jest skuteczna albo intubacja dotchawicza jest nieskuteczna lub niemożliwa do wykonania. LMA można rozważyć jako alternatywę do maski twarzowej celem wykonania wentylacji dodatnim ciśnieniem u noworodków ważących ponad 2000 gramów lub urodzonych ≥ 34 . tygodnia ciąży²⁰¹. Niedawno opublikowane badanie z randomizacją wskazuje, że po szkoleniu ze stosowania jednego z typów LMA jej użycie było związane z wykonaniem mniejszej ilości intubacji dotchawiczych i przyjęć do oddziału noworodkowego w porównaniu do noworodków wentylowanych wyłącznie za pomocą maski twarzowej²⁰¹. W przypadku noworodków ważących <2000 gramów lub urodzonych <34. tygodnia ciąży ograniczona jest ilość dowodów naukowych pozwalających ocenić zastosowanie LMA w tej grupie pacjentów. Maski krtaniowa może być wzięta pod uwagę, stanowiąc alternatywę dla intubacji dotchawiczej jako postępowanie drugiego rzutu do zastoso-

Tabela 7.1. Długość rurki dotchawiczej oceniana na poziomie kąćka ust w zależności od wieku ciążowego

Wiek ciążowy (tygodnie)	Głębokość w kąćku ust (cm)
23–24	5,5
25–26	6,0
27–29	6,5
30–32	7,0
33–34	7,5
35–37	8,0
38–40	8,5
41–43	9,0

wanie w trakcie resuscytacji noworodków ważących powyżej 2000 gramów lub urodzonych ≥ 34 . tygodnia ciąży²⁰¹⁻²⁰⁶. Zastosowanie LMA jest zalecane w trakcie resuscytacji noworodków donoszonych i urodzonych przedwcześnie ≥ 34 . tygodnia ciąży, jeśli intubacja dotchawicza jest nieskuteczna bądź niemożliwa do wykonania. Zastosowanie masek krtaniowych nie zostało przebadane w sytuacji obecności płynu owodniowego zanieczyszczonego smółką, w czasie prowadzenia uciskania klatki piersiowej lub jako droga ratunkowego podawania leków dotchawiczo.

Założenie rurki dotchawiczej

Intubację dotchawiczą można rozważyć na kilku etapach resuscytacji noworodka:

- By odessać treść, która jest prawdopodobną przeszkodą w dolnych drogach oddechowych.
- Gdy mimo korygowania stosowanej techniki udrożnienia dróg oddechowych, ułożenia maski twarzowej i/lub zmiany pozycji głowy dziecka, wentylacja maską twarzową z workiem jest nieskuteczna lub trwa zbyt długo.
- W czasie wykonywania uciśnień klatki piersiowej.
- W specjalnych okolicznościach (np. wrodzona przepuklina przeponowa lub w celu podania surfaktantu dotchawiczo).

Możliwość zastosowania i moment właściwy na przeprowadzenie intubacji dotchawiczej będzie zależał od umiejętności i doświadczenia osób biorących udział w resuscytacji. Właściwie dobrana długość rurki zależy od wieku ciążowego noworodka i jest przedstawiona w tabeli 7.1²⁰⁷. Należy zwrócić uwagę na to, że wskaźnik umieszczony na rurce w celu właściwego jej położenia i orientacji względem więzadeł głosowych może się znacząco różnić w zależności od producenta danego sprzętu²⁰⁸.

Ocena położenia rurki dotchawiczej musi się odbywać pod kontrolą wzroku w trakcie intubacji; musi być również potwierdzona innymi metodami. Po intubacji dotchawiczej i podjęciu przerywanej wentylacji dodatnim ciśnieniem natychmiastowe przyspieszenie czynności serca jest dobrym wskaźnikiem, że rurka znajduje się w drzewie tchawiczoskrzelowym²⁰⁹. Czujnik wydychanego CO₂ jest skuteczny przy potwierdzeniu położenia rurki dotchawiczej u noworodków, w tym noworodków z bardzo małą urodzeniową

masą ciała²¹⁰⁻²¹³. Badania przeprowadzone u noworodków z obecnym rzutem serca sugerują, że czujniki te szybciej i dokładniej pozwalają ocenić położenie rurki intubacyjnej niż sama ocena kliniczna²¹²⁻²¹⁴. Brak detekcji CO₂ w wydychanym powietrzu sugeruje znacząco intubację przełyku^{210,212}, ale w trakcie zatrzymania krążenia²¹⁰ i u noworodków z bardzo małą urodzeniową masą ciała zdarzają się też odczyty fałszywie ujemne, mimo że badania przeprowadzone na modelach takich sytuacji klinicznych sugerują skuteczność tego sprzętu²¹⁵. Jednakże z tej grupy badań wyłączone są noworodki wymagające przedłużonej resuscytacji. Fałszywie dodatnie wyniki mogą występować w urządzeniach kolorymetrycznych zanieczyszczonych adrenaliną (epinefryną), surfaktantem lub atropiną¹⁹⁸.

Brak lub słaby przepływ w naczyniach płucnych lub niedrożność na poziomie tchawicy mogą uniemożliwić wykrycie CO₂ w wydychanym powietrzu mimo właściwego położenia rurki dotchawiczej. Położenie rurki intubacyjnej jest prawidłowo określane u prawie wszystkich pacjentów bez zatrzymania krążenia²¹¹; chociaż u noworodków w bardzo ciężkim stanie, pomimo prawidłowego położenia rurki, niski rzut serca uniemożliwiający detekcję CO₂ w wydychanym powietrzu może prowadzić do niepotrzebnej ekstubacji. Inne kliniczne wskaźniki prawidłowego położenia rurki dotchawiczej, takie jak ocena obecności kondensacji wilgotnego gazu na ściankach rurki w trakcie wydechu oraz obecność lub brak ruchów klatki piersiowej w trakcie wentylacji, nie zostały systematycznie ocenione pod kątem ich skuteczności w rozpoznawaniu właściwego położenia rurki intubacyjnej u noworodków.

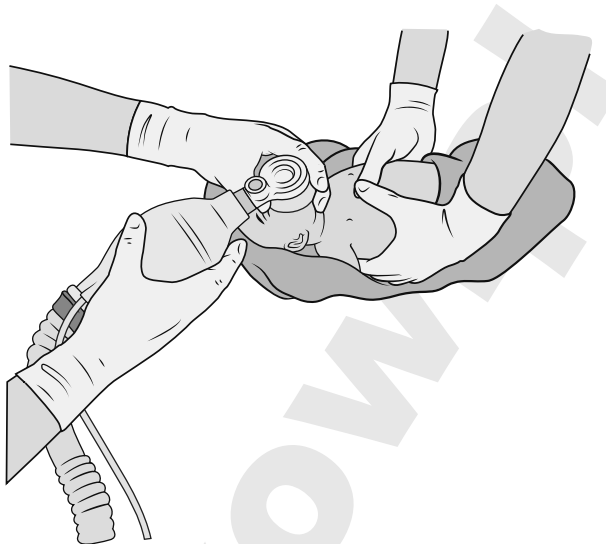
Detekcja dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu, w połączeniu z oceną kliniczną, jest zalecaną i najbardziej wiarygodną metodą potwierdzania położenia rurki dotchawiczej u noworodków z zachowanym spontanicznie krążeniem^{3,4}.

Continuous Positive Airway Pressure – CPAP

Początkowe wsparcie oddechowe u wszystkich przedwcześnie urodzonych, spontanicznie oddychających noworodków, u których występują zaburzenia oddychania, może być zapewnione przy pomocy CPAP, a niekoniecznie intubacji. Trzy badania z randomizacją obejmujące 2358 noworodków urodzonych <30. tygodnia ciąży wykazały korzyści płynące z zastosowania CPAP w porównaniu do wstępnie stosowanej intubacji dotchawiczej i stosowania PPV. Pozwoliło to na zmniejszenie liczby intubacji, skrócenie czasu trwania wentylacji mechanicznej i wyeliminowanie krótkotrwałych niedogodności wynikających z zastosowania CPAP²¹⁶⁻²¹⁸. Mało jest badań dostarczających wskazówek dotyczących prawidłowego stosowania CPAP u noworodków urodzonych o czasie; potrzebne są dalsze badania z tego zakresu^{219,220}.

Wsparcie układu krążenia

Wsparcie układu krążenia z wykorzystaniem uciśnień klatki piersiowej jest efektywne jedynie, gdy płuca zostały wcześniej skutecznie rozprężone. Należy rozpocząć uciskanie klatki piersiowej, jeśli czynność serca jest poniżej 60/min mimo właściwie prowadzonej wentylacji. Ponieważ wentyla-



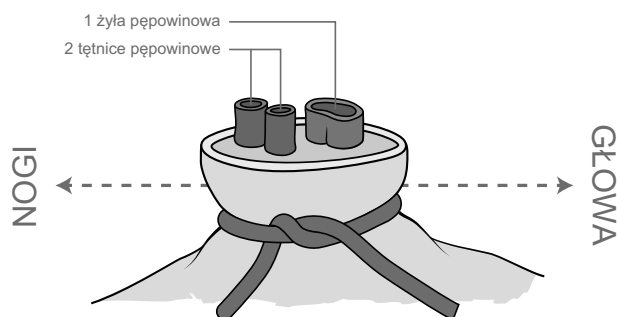
Ryc. 7.5. Wentylacja i uciskanie klatki piersiowej u noworodka

cja jest najskuteczniejszą i najważniejszą czynnością w trakcie resuscytacji noworodka, a uciśnięcia klatki piersiowej mogą powodować jej zaburzenie, kluczowe jest, by upewnić się, że wentylacja jest prowadzona prawidłowo przed rozpoczęciem uciśnień klatki piersiowej.

Najskuteczniejszą techniką prowadzenia uciśnień klatki piersiowej jest położenie dwóch kciuków na dolnej jednej trzeciej mostka, obejmując pozostałymi palcami klatkę piersiową i podtrzymując plecy (ryc. 7.5)²²¹⁻²²⁴. Ta technika pozwala na generowanie wyższych wartości ciśnienia tętniczego i na lepszą perfuzję tętnic wieńcowych przy mniejszym wysiłku niż przy poprzednio stosowanej technice uciskania klatki piersiowej za pomocą dwóch palców²²²⁻²³⁴. W badaniu z użyciem manekinów nakładanie kciuka jednego na drugi na mostku było bardziej skuteczne niż układanie ich obok siebie, ale było bardziej męczące²³⁵. Mostek należy uciskać na głębokość około jednej trzeciej wymiaru przednio-tylnego klatki piersiowej, umożliwiając powrót klatki piersiowej do pozycji wyjściowej między uciśnięciami^{225,236-240}.

Stosunek uciśnień klatki piersiowej do wentylacji powinien wynosić 3:1, tak by w ciągu minuty uzyskać łącznie około 120 czynności, to znaczy około 90 ucisków i 30 oddechów²⁴¹⁻²⁴⁶. Istnieją teoretyczne korzyści wynikające z nieznanego wydłużenia fazy relaksacji klatki piersiowej w stosunku do fazy uciśnień²⁴⁷. Prawdopodobnie jakość wykonywania uciśnień klatki piersiowej i wentylacji jest istotniejsza niż ich częstotliwość. Należy skoordynować ze sobą wykonywanie uciśnień klatki piersiowej i oddechów, tak by unikać jednoczesnego ich wykonywania²⁴⁸. Stosunek uciśnień do oddechów 3:1 jest stosowany w trakcie resuscytacji po urodzeniu; w tej szczególnej sytuacji zaburzenia wymiany gazowej są zwykle pierwotną przyczyną niewydolności krążenia, ale osoby wykonujące resuscytację mogą rozważyć inną sekwencję (np. 15:2), jeśli zatrzymanie krążenia wydaje się mieć przyczynę kardiogenną.

W sytuacji, kiedy w trakcie resuscytacji noworodka dochodzimy do etapu uciśnień klatki piersiowej, kroki służące przywróceniu spontanicznego oddychania poprzez skuteczną wentylację niskimi stężeniami tlenu powinny być już podjęte. Dlatego rozsądne wydają się próby zwiększania su-



Ryc. 7.6. Przekrój przez pępowinę noworodka z pokazanymi tętnicami i żyłą

plementacji tlenu w kierunku 100%. Brak jest badań z udziałem pacjentów, które popierałyby tę tezę, a badania na modelach zwierzęcych nie odnotowały korzyści ze stosowania 100% tlenu podczas RKO²⁴⁹⁻²⁵⁵.

Po około 30 sekundach należy ocenić czynność serca i następnie sprawdzać ją okresowo. Należy zaprzestać uciskania klatki piersiowej, jeśli spontaniczna czynność serca wynosi ponad 60/min. Monitorowanie za pomocą detekcji dwutlenku węgla w wydychanym powietrzu i pulsoksymetrii uważa się za przydatne w podejmowaniu decyzji o powrocie spontanicznego krążenia²⁵⁶⁻²⁶⁰. Żadne z dotychczasowo opublikowanych badań nie popiera zastosowania jakiegokolwiek z tych urządzeń w warunkach klinicznych^{1,2}.

Leki

W resuscytacji noworodka po urodzenia rzadko istnieją wskazania do zastosowania leków. Bradykardia zwykle spowodowana jest nieprawidłowym rozprężeniem płuc lub głęboką hipoksją, a uzyskanie prawidłowej wentylacji jest najważniejszym krokiem w jej korygowaniu.

Jeśli natomiast czynność serca pozostaje poniżej 60/min pomimo zapewnienia właściwej wentylacji i uciśnień klatki piersiowej, rozsądne jest rozważenie użycia leków. Najlepiej jest je podawać cewnikiem położonym w żyłę pępowinową (ryc. 7.6).

Adrenalina

Pomimo braku dowodów płynących z badań z udziałem pacjentów rozsądne wydaje się podanie adrenaliny, w sytuacji gdy stosowanie skutecznej wentylacji i uciśnień klatki piersiowej nie pozwala na uzyskanie czynności serca powyżej 60/min. Jeśli stosuje się adrenalinę, początkowa dawka 10 mikrogramów na kilogram (0,1 ml/kg roztworu 1 : 10 000 adrenaliny) powinna być podana dożylnie tak szybko, jak jest to możliwe^{1,2,4}, a następnie należy stosować dawki 10–30 $\mu\text{m}/\text{kg}$ (0,1–0,3 ml/kg 1 : 10 000 adrenaliny), jeśli zachodzi taka potrzeba.

Dotchawicza droga podania nie jest zalecana, ale jeśli się z niej korzysta, jest wysoce prawdopodobne, że potrzebne będą wyższe dawki od 50 do 100 $\mu\text{m}/\text{kg}$ ^{3,7,136,261-265}. W opublikowanych badaniach nie analizowano ani bezpieczeństwa, ani skuteczności stosowania większych dawek adrenaliny dotchawiczo. Nie należy podawać tak dużych dawek dożylnie.

Dwuwęglany

Jeśli pomimo prawidłowo prowadzonej wentylacji i uciśnień klatki piersiowej, nie uda się przywrócić spontanicznego, prawidłowego rzutu serca, próba normalizacji pH (odwrócenie kwasicy) w obrębie serca może poprawić jego czynność skurczową skutkując powrotem spontanicznego krążenia. Brak jest wystraszających dowodów na to, by rutynowo stosować dwuwęglany w trakcie resuscytacji noworodka. Hiperosmolarność dwuwęglanów i generowanie dwutlenku węgla wskutek ich zastosowania mogą upośledzać czynność serca i mózgu. Zastosowanie dwuwęglanów nie jest zalecane w trakcie krótkotrwałej RKO. Jeśli stosuje się je w trakcie leczenia przedłużającego się zatrzymania krążenia, nieodpowiadającego na inne interwencje, dwuwęglany powinny być podawane po uprzednim zabezpieczeniu skutecznej wentylacji i zapewnieniu krążenia poprzez RKO. Dawka 1–2 mmol/kg może być podana w dowolnym wlewie dożylnym, gdy zapewni się właściwą wentylację i perfuzję.

Płyny

Jeśli podejrzewa się utratę krwi lub noworodek wygląda jak we wstrząsie (błady, z upośledzoną perfuzją, słabo wypełnionym tętnem) i brak jest właściwej odpowiedzi na inne, dotychczasowo stosowane czynniki resuscytacyjne, należy rozważyć podaż płynów²⁶⁶. Jest to rzadko spotykana sytuacja. W razie braku odpowiedniej krwi (napromieniowanej, ubogoleukocytarnej krwi grupy 0 Rh-ujemnej), należy podać raczej izotoniczny roztwór krystaloidów niż albuminy, jako postępowanie z wyboru w celu przywracaniu prawidłowej objętości wewnątrznaczyniowej. Należy rozpocząć od podania bolusa o objętości 10 ml/kg. Jeśli przyniesie to poprawę stanu dziecka, może zaistnieć potrzeba podania ponownego bolusa, by utrzymać ten stan. W trakcie resuscytacji noworodków urodzonych przedwcześnie rzadko zachodzi potrzeba podawania płynów. Ich podanie wiąże się z możliwością wystąpienia krwawień dokomorowych i płucnych, kiedy płyny podane są szybko lub w dużych objętościach.

Niepodjęcie lub zaprzestanie resuscytacji

Śmiertelność i zachorowalność noworodków różni się w zależności od regionu i dostępności środków²⁶⁷. Badania w zakresie nauk społecznych pokazują, że rodzice chcieliby mieć większą rolę w podejmowaniu decyzji dotyczących resuscytacji i prowadzenia czynności podtrzymujących życie u noworodków urodzonych w złym stanie ogólnym²⁶⁸. Opinie osób wykonujących czynności resuscytacyjne u noworodków, rodziców tych dzieci i towarzyszt naukowych różnią się w odniesieniu do korzyści i niedogodności wynikających ze stosowania agresywnych metod leczenia w tej grupie pacjentów^{269,270}. Lokalne wyniki leczenia i odsetek przeżyć są istotne w celu prowadzenia odpowiedniego doradztwa udzielanego rodzicom. Niedawno opublikowane badanie sugeruje, że przyjęte w danej jednostce stanowisko dotyczące podejmowania resuscytacji u noworodków na granicy zdolności do życia ma wpływ na następną wyniki leczenia w zakresie przeżywalności dzieci²⁷¹.

Zaprzestanie resuscytacji

Regionalne i krajowe komitety określają zalecenia w zakresie zaprzestania resuscytacji. Jeśli brak jest czynności serca u noworodka po urodzeniu i nie jest ona wykrywalna przez 10 minut, odpowiednie może być rozważenie decyzji o zaprzestaniu resuscytacji. Decyzja o kontynuacji wysiłków resuscytacyjnych przy braku wykrywalnej czynności serca przez 10 minut jest zwykle złożona i wpływ na nią mogą mieć czynniki, takie jak podejrzewana etiologia tego stanu, wiek ciążowy dziecka, potencjalna odwracalność danej sytuacji, dostępność hipotermii terapeutycznej i wyrażone wcześniej życzenie rodziców dotyczące akceptowalnego ryzyka niepełnosprawności z tego wynikającej^{267,272-276}. Decyzja powinna być podjęta indywidualnie dla każdego pacjenta. W przypadku gdy czynność serca wynosi poniżej 60 na minutę przy urodzeniu i nie poprawia się w ciągu 10 lub 15 minut ciągłego i prawidłowego prowadzenia czynności resuscytacyjnych, decyzja jest znacznie trudniejsza. W takiej sytuacji brak jest wystarczających dowodów dotyczących ostatecznych wyników leczenia, by umożliwić sformułowanie wskazówek dotyczących zaprzestania lub kontynuowania resuscytacji.

Niepodjęcie resuscytacji

Możliwe jest określenie czynników związanych z wysoką śmiertelnością i złym ostatecznym wynikiem leczenia, kiedy niepodjęcie resuscytacji może być uznane za uzasadnione, zwłaszcza gdy była wcześniej możliwość omówienia tego z rodzicami dziecka^{38,272,277-282}. Brak jest dowodów na poparcie perspektywnego stosowania na sali porodowej u noworodków urodzonych przedwcześnie <25. tygodnia ciąży, jakichkolwiek dotychczas opublikowanych skal rokowniczych poza izolowaną oceną wieku ciążowego.

Ważnym celem w każdym indywidualnym przypadku jest spójne i skoordynowane działanie zespołu położniczego i neonatologicznego w porozumieniu z rodzicami dziecka²⁸³. Niepodjęcie resuscytacji i zaprzestanie leczenia podtrzymującego życie podczas lub po resuscytacji jest postrzegane przez wielu jako etycznie tożsame, dlatego klinicyści nie powinni się wahać się przy podejmowaniu decyzji dotyczącej odstąpienia od dalszej terapii podtrzymującej, jeśli możliwość przeżycia pozwalającego na prawidłowe funkcjonowanie dziecka jest mało prawdopodobna. Poniższe wytyczne muszą być interpretowane z poszanowaniem lokalnie obowiązujących zaleceń.

- Jeśli wiek ciążowy, waga urodzeniowa i/lub wady wrodzone związane są z prawie pewnym wczesnym zgonem oraz w sytuacji, gdy występuje nieakceptowalnie wysoka zachorowalność u nielicznych dzieci, które przeżyły resuscytację, nie jest ona wskazana^{38,277,284}. Przykłady płynące z opublikowanej literatury obejmują: skrajne wcześniactwo (wiek ciążowy poniżej 23 tygodni i/lub masa ciała poniżej 400 g) oraz wady wrodzone, takie jak bezmózgowie lub potwierdzona trisomia 13. lub 18. chromosomu.
- Resuscytacja jest prawie zawsze wskazana w warunkach związanych z wysokim odsetkiem przeżyć i akceptowalną zachorowalnością. Ogólnie obejmuje to dzieci o wieku ciążowym 25 tygodni lub wyższym (chyba że istnieją dowody na zaburzenia dotyczące stanu płodu, takie

jak infekcja wewnątrzmaciczna lub niedotlenienie – niedokrwienie) i te z większością wad wrodzonych.

- W warunkach związanych z niepewnym rokowaniem, gdzie szansa na przeżycie jest graniczna i istnieje stosunkowo wysoka zachorowalność, a przewidywane obciążenia stanu zdrowia dziecka są duże, należy wziąć pod uwagę życzenia rodziców odnośnie do resuscytacji²⁸³.
- Jeśli odstępuje się lub nie podejmuje się resuscytacji, należy zadbać ze szczególną starannością o zapewnienie komfortu i godności zarówno dziecku, jak i rodzinie.

Komunikacja z rodzicami

Ważne jest, by zespół opiekujący się noworodkiem na bieżąco informował rodziców na temat aktualnego stanu zdrowia dziecka. W momencie porodu należy postępować zgodnie z lokalnie przyjętym, rutynowym planem postępowania i jeśli to możliwe, należy jak najwcześniej przekazać dziecko matce. Jeśli wymagana jest resuscytacja, należy informować rodziców na temat podjętych działań, jak również przyczyny ich podjęcia.

Europejskie wytyczne wspierają obecność rodziny w trakcie resuscytacji krążeniowo-płucnej²⁸⁵. W ostatnich latach pracownicy ochrony zdrowia coraz częściej proponują członkom rodziny pozostanie w trakcie RKO ich bliskich. Dzieje się tak zwykle wtedy, gdy resuscytacja ma miejsce w sali porodowej. Jeśli rodzice życzą sobie być obecni w trakcie resuscytacji, należy szanować tę decyzję, kiedy to tylko możliwe²⁸⁶.

Członkowie zespołu resuscytującego oraz członkowie rodziny wspólnie, bez przymusu czy nacisku podejmują decyzję, kto powinien być obecny w trakcie resuscytacji. Zaleca się, by w zespole wyznaczyć jedną osobę, która będzie odpowiedzialna za opiekę nad członkami rodziny. Mimo że nie zawsze będzie to możliwe, nie powinno to oznaczać konieczności wykluczenia członków rodziny z obecności w trakcie resuscytacji. Powinna być również możliwość weryfikacji wątpliwości i zadawania pytań przez członka rodziny, dotyczących szczegółów resuscytacji. Osoby te powinny otrzymać informację na temat możliwości uzyskania wsparcia w danym ośrodku²⁸⁷. W podejmowaniu decyzji o zaprzestaniu resuscytacji w optymalnych warunkach powinien być zaangażowany doświadczony członek zespołu pediatrycznego. Jeśli jest to możliwe, decyzja o podjęciu resuscytacji u skrajnego wcześniaka powinna być podjęta po skonsultowaniu się z rodzicami oraz doświadczonym członkiem zespołu pediatrycznego i położniczego. Jeśli przewiduje się możliwość zaistnienia trudności, na przykład w przypadku ciężkich wad wrodzonych, należy przed porodem omówić możliwości terapeutyczne i rokowanie z rodzicami, położnymi, położnikami i osobami obecnymi przy porodzie²⁸³. Należy dokładnie opisać omawiane zagadnienia i podjęte decyzje w historii choroby matki przed porodem oraz w dokumentacji dziecka po urodzeniu.

Opieka poresuscytacyjna

Stan noworodków, które wymagały resuscytacji po urodzeniu, może ulec pogorszeniu. Po zapewnieniu prawidłowej wentylacji i krążenia, należy kontynuować opiekę nad dzieckiem i przekazać je do oddziału z możliwością ścisłego monitorowania jego stanu i prowadzenia dalszego leczenia, biorąc pod uwagę możliwe następstwa.

Glukoza

W badaniach na modelach zwierzęcych wykazano, że u noworodków urodzonych w ciężkiej zamartwicy i wymagających resuscytacji po urodzeniu wystąpienie hipoglikemii jest związane z niekorzystnymi wynikami neurologicznymi leczenia²⁸⁷. U nowo narodzonych zwierząt, które miały hipoglikemię w trakcie okołoporodowego niedotlenienia lub niedotlenienia z niedokrwieniem, stwierdzano większe obszary zawału w obrębie mózgu i/lub niższy odsetek przeżycia w porównaniu do grupy kontrolnej^{288,289}. W jednym badaniu klinicznym potwierdzono związek pomiędzy hipoglikemią i złym neurologicznym wynikiem leczenia w przebiegu ciężkiej zamartwicy przy urodzeniu²⁹⁰. U dorosłych, dzieci i noworodków z ekstremalnie małą masą urodzeniową, leczonych w oddziałach intensywnej terapii, występowanie hiperglikemii wiązało się z gorszymi wynikami leczenia²⁸⁸⁻²⁹². U pacjentów pediatrycznych po epizodzie niedotlenienia z niedokrwieniem nie wykazano jednak, by występowanie hiperglikemii było szkodliwe²⁹³, co potwierdza dane z badań nad modelami zwierzęcymi²⁹⁴, wśród których pewne sugerują, że może ono mieć działanie ochronne²⁹⁵. Jednak na podstawie dostępnych dowodów naukowych nie można zdefiniować docelowego zakresu stężenia glukozy, które byłoby związane z najmniejszym uszkodzeniem tkanki mózgowej po epizodzie ciężkiej zamartwicy i resuscytacji po urodzeniu. Noworodki, które wymagają zaawansowanych etapów resuscytacji po urodzeniu, powinny być monitorowane i leczone, tak by stężenie glukozy było utrzymane w prawidłowych granicach.

Indukowana hipotermia

U nowo narodzonych dzieci, urodzonych o czasie lub prawie o czasie, z objawami narastającej ze średniego do ciężkiego stopnia encefalopatii hipoksyczo-niedokrwiennej należy, jeśli to możliwe, wdrożyć hipotermię terapeutyczną²⁹⁶⁻³⁰¹. Zarówno chłodzenie całego ciała, jak i wybiórcze schładzanie głowy są właściwym postępowaniem. Chłodzenie należy rozpocząć i kontynuować według ściśle określonych protokołów w oddziale intensywnej terapii noworodka z dostępem do opieki wielospecjalistycznej. Leczenie powinno być spójne z protokołami stosowanymi w klinicznych badaniach randomizowanych (to znaczy należy je rozpocząć najpóźniej do 6. godziny od urodzenia i kontynuować przez 72 godziny, ponowne ogrzewanie powinno trwać przynajmniej 4 godziny). Dane płynące z badań z wykorzystaniem modeli zwierzęcych silnie sugerują, że skuteczność wynikająca ze schładzania związana jest z jej wczesnym wdrożeniem. Brak jest dowodów płynących z badań z udziałem ludzkich noworodków, że schładzanie jest skuteczne, gdy wdroży się je powyżej 6 godzin po urodzeniu. Podjęcie leczniczego schładzania w czasie powyżej 6 godzin od urodzenia zależy wyłącznie od indywidualnej oceny sytuacji w danym przypadku przeprowadzonej przez zespół terapeutyczny. Należy dokładnie monitorować stan dziecka, pamiętając o znanych działaniach niepożądanych wynikających ze schładzania, takich jak trombocytopenia czy hipotensja. Wszystkie leczone w ten sposób dzieci powinny być objęte długoterminową obserwacją po wypisie.

Narzędzia rokownicze

Skala Apgar została zaproponowana jako „proste, ogólnie dostępne i jasne narzędzie do klasyfikacji lub oceny nowo narodzonych dzieci”, by korzystać z niej jako „podstawy do dyskusji na temat porównania wyników praktyk położniczych, zastosowanych metod uśmierzenia bólu u matki i wyników resuscytacji”¹⁰⁶. Mimo szerokiego zastosowania w praktyce klinicznej, w badaniach naukowych i jako narzędzia rokownicze,³⁰² użycie tej skali jest kwestionowane z powodu dużych rozbieżności dotyczących wyników oceny pomiędzy oceniającymi, jak również dla danego oceniającego. Częściowo można to tłumaczyć brakiem konsensusu odnośnie do oceny noworodków otrzymujących wsparcie medyczne po urodzeniu lub noworodków urodzonych przedwcześnie. Z tego powodu zaleca się, by korzystać z tej skali w następujący sposób: wszystkie składowe należy oceniać, analizując stan bieżący, nie biorąc pod uwagę czynności potrzebnych do uzyskania takiego stanu, przy ocenie należy wziąć pod uwagę również adekwatność stanu; dziecka w odniesieniu do jego wieku ciążowego. Dodatkowo należy również odnotować wszystkie czynności potrzebne do uzyskania ocenianego stanu. Zastosowanie tej złożonej skali Apgar pozwala, lepiej niż konwencjonalna skala, przewidzieć wyniki leczenia u noworodków urodzonych zarówno przedwcześnie, jak i o czasie^{303,304}.

Briefing/debriefing

Przed przystąpieniem do resuscytacji istotne jest omówienie roli każdego członka zespołu. Po zakończeniu czynności resuscytacyjnych w sali porodowej należy podsumować postępowanie w danym przypadku, stosując techniki pozytywnej i konstruktywnej krytyki. Osobom, które tego wymagają, należy zaproponować indywidualne wsparcie w przypadku szczególnie trudnej sytuacji związanej ze zgonem dziecka. Badania analizujące skutki zastosowania przygotowania do resuscytacji przed jej rozpoczęciem czy jej późniejszego omówienia potwierdzają, że działania te poprawiają wykonywanie czynności resuscytacyjnych w kolejnych epizodach³⁰⁵⁻³¹⁰. Wiele z tych badań pochodzi jednak z obszaru szkoleń symulacyjnych. Metodą, która wydaje się wpływać na poprawę działania w sali porodowej, jest nagrywanie w formacie wideo całego zdarzenia, a następnie analiza tych nagrań³¹¹. Wykazano, że dokładna analiza działań okołoporodowych przeprowadzona z właściwie ukierunkowaną informacją zwrotną poprawia wyniki leczenia w postaci zmniejszenia częstości krwawień dokomorowych u noworodków urodzonych przedwcześnie³¹².

Niezależnie od wyniku leczenia obecność rodziców przy resuscytacji własnego dziecka może być dla nich bardzo stresująca. Przy każdej okazji należy podjąć próbę przygotowania rodziców na możliwość pojawienia się, jeśli się ją przewiduje, konieczności podjęcia działań resuscytacyjnych oraz w miarę możliwości starać się ich informować na bieżąco, lub zaraz po resuscytacji, o stanie zdrowia dziecka. Jeśli tylko jest to możliwe, informacji powinien udzielać doświadczony lekarz. Istotny jest wczesny kontakt rodziców z dzieckiem.

Konflikt interesów

Jonathan Wyllie	Brak raportowanego konfliktu interesów
Berndt Urlesberger	Brak raportowanego konfliktu interesów
Charles Christoph Roehr	Grant edukacyjny Fischer & Paykel; doradca medyczny STEPHAN company
Daniele Trevisanuto	Brak raportowanego konfliktu interesów
Jos Bruinenberg	Brak raportowanego konfliktu interesów
Mario Rüdiger	Honoraria wykładowcy Chiesi, Lyomark; grant badawczy urzędu zdrowia SLE

Podziękowanie

Grupa autorów rozdziału docenia znaczący wkład świętej pamięci Sama Richmonda w powstanie tego rozdziału.

Bibliografia

- 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.
- 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 In press*.
- Richmond S, Wyllie J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 7. Resuscitation of babies at birth. *Resuscitation* 2010;81:1389-99.
- 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.
- Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, Perlman JM. Early initiation of basic resuscitation interventions including face mask ventilation may reduce birth asphyxia related mortality in low-income countries: a prospective descriptive observational study. *Resuscitation* 2012;83:869-73.
- Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room: associated clinical events. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 1995;149:20-5.
- 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.
- Palme-Kilander C. Methods of resuscitation in low-Apgar-score newborn infants--a national survey. *Acta paediatrica* 1992;81:739-44.
- 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.
- Yee W, Amin H, Wood S. Elective cesarean delivery, neonatal intensive care unit admission, and neonatal respiratory distress. *Obstet Gynecol* 2008;111:823-8.
- Chiosi C. Genetic drift. *Hospital deliveries*. *Am J Med Genet A* 2013;161A:2122-3.
- Ertugrul S, Gun I, Mungen E, Muhcu M, Kilic S, Atay V. Evaluation of neonatal outcomes in elective repeat cesarean delivery at term according to weeks of gestation. *J Obstet Gynaecol Res* 2013;39:105-12.
- Berthelot-Ricou A, Lacroze V, Courbier B, Guidicelli B, Gannerre M, Simeoni U. Respiratory distress syndrome after elective caesarean section in near term infants: a 5-year cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2013;26:176-82.
- Gordon A, McKechnie EJ, Jeffery H. Pediatric presence at cesarean section: justified or not? *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:599-605.
- Atherton N, Parsons SJ, Mansfield P. Attendance of paediatricians at elective Caesarean sections performed under regional anaesthesia: is it warranted? *J Paediatr Child Health* 2006;42:332-6.
- Annibale DJ, Hulsey TC, Wagner CL, Southgate WM. Comparative neonatal morbidity of abdominal and vaginal deliveries after uncomplicated pregnancies. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 1995;149:862-7.
- Parsons SJ, Sonneveld S, Nolan T. Is a paediatrician needed at all Caesarean sections? *J Paediatr Child Health* 1998;34:241-4.
- Peltonen T. Placental transfusion--advantage an disadvantage. *Eur J Pediatr* 1981;137:141-6.
- 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.
- 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.
- 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;48:658-65.
- 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.
- Ghavam S, Batra D, Mercer J, et al. Effects of placental transfusion in extremely low birthweight infants: meta-analysis of long- and short-term outcomes. *Transfusion* 2014;54:1192-8.
- Mercer JS, Vohr BR, McGrath MM, Padbury JF, Wallach M, Oh W. Delayed cord clamping in very preterm infants reduces the incidence of intraventricular hemorrhage and late-onset sepsis: a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2006;117:1235-42.
- Kugelmann A, Borenstein-Levin L, Riskin A, et al. Immediate versus delayed umbilical cord clamping in premature neonates born <35 weeks: a prospective, randomized, controlled study. *Am J Perinatol* 2007;24:307-15.
- Katheria AC, Truong G, Cousins L, Oshiro B, Finer NN. Umbilical Cord Milking Versus Delayed Cord Clamping in Preterm Infants. *Pediatrics* 2015;136:61-9.
- Dahm LS, James LS. Newborn temperature and calculated heat loss in the delivery room. *Pediatrics* 1972;49:504-13.
- Stephenson J, Du J, TK O. The effect of cooling on blood gas tensions in newborn infants. *Journal of Pediatrics* 1970;76:848-52.
- Gandy GM, Adamsons K, Jr., Cunningham N, Silverman WA, James LS. Thermal environment and acid-base homeostasis in human infants during the first few hours of life. *J Clin Invest* 1964;43:751-8.
- Budin P. The Nursling, The Feeding and Hygiene of Premature and Full-term Infants. Translation by WJ Maloney. London: The Caxton Publishing Company; 1907.
- Abd-El Hamid S, Badr-El Din MM, Dabous NI, Saad KM. Effect of the use of a polyethylene wrap on the morbidity and mortality of very low birth weight infants in Alexandria University Children's Hospital. *J Egypt Public Health Assoc* 2012;87:104-8.
- Acolet D, Elbourne D, McIntosh N, et al. Project 27/28: inquiry into quality of neonatal care and its effect on the survival of infants who were born at 27 and 28 weeks in England, Wales, and Northern Ireland. *Pediatrics* 2005;116:1457-65.
- Bateman DA, O'Bryan L, Nicholas SW, Heagarty MC. Outcome of unattended out-of-hospital births in Harlem. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 1994;148:147-52.
- Bhoopalam PS, Watkinson M. Babies born before arrival at hospital. *Br J Obstet Gynaecol* 1991;98:57-64.
- Boo NY, Guat-Sim Cheah I, Malaysian National Neonatal R. Admission hypothermia among VLBW infants in Malaysian NICUs. *Journal of tropical pediatrics* 2013;59:447-52.
- Buetow KC, Kelein SW. Effects of maintenance of "normal" skin temperature on survival of infants of low birth weight. *Pediatr* 1964;33:163-9.
- Costeloe K, Hennessy E, Gibson AT, Marlow N, Wilkinson AR. The EPICure study: outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics* 2000;106:659-71.
- 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.
- da Mota Silveira SM, Goncalves de Mello MJ, de Arruda Vidal S, de Frias PG, Cattaneo A. Hypothermia on admission: a risk factor for death in newborns referred to the Pernambuco Institute of Mother and Child Health. *Journal of tropical pediatrics* 2003;49:115-20.
- Daga AS, Daga SR, Patole SK. Determinants of death among admissions to intensive care unit for newborns. *Journal of tropical pediatrics* 1991;37:53-6.
- de Almeida MF, Guinsburg R, Sancho GA, et al. Hypothermia and early neonatal mortality in preterm infants. *The Journal of pediatrics* 2014;164:271-5 e1.
- Garcia-Munoz Rodrigo F, Rivero Rodriguez S, Siles Quesada C. [Hypothermia risk factors in the very low weight newborn and associated morbidity and mortality in a neonatal care unit]. *An Pediatr (Barc)* 2014;80:144-50.
- Harms K, Osmer R, Kron M, et al. [Mortality of premature infants 1980-1990: analysis of data from the Göttingen perinatal center]. *Z Geburtshilfe Perinatol* 1994;198:126-33.
- Hazan J, Maag U, Chessex P. Association between hypothermia and mortality rate of premature infants--revisited. *Am J Obstet Gynecol* 1991;164:111-2.
- Jones P, Alberti C, Jule L, et al. Mortality in out-of-hospital premature births. *Acta paediatrica* 2011;100:181-7.
- Kalimba E, Ballot D. Survival of extremely low-birth-weight infants. *South African Journal of Child Health* 2013;7(1):13-6.
- Kambarami R, Chidede O. Neonatal hypothermia levels and risk factors for mortality in a tropical country. *Cent Afr J Med* 2003;49:103-6.
- Kent AL, Williams J. Increasing ambient operating theatre temperature and wrapping in polyethylene improves admission temperature in premature infants. *J Paediatr Child Health* 2008;44:325-31.
- Laptook AR, Salhab W, Bhaskar B, Neonatal Research N. Admission temperature of low birth weight infants: predictors and associated morbidities. *Pediatrics* 2007;119:e643-9.

50. Lee HC, Ho QT, Rhine WD. A quality improvement project to improve admission temperatures in very low birth weight infants. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2008;28:754-8.
51. Levi S, Taylor W, Robinson LE, Levy LI. Analysis of morbidity and outcome of infants weighing less than 800 grams at birth. *South Med J* 1984;77:975-8.
52. 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.
53. Manji KP, Kisenge R. Neonatal hypothermia on admission to a special care unit in Dar-es-Salaam, Tanzania: a cause for concern. *Cent Afr J Med* 2003;49:23-7.
54. Mathur NB, Krishnamurthy S, Mishra TK. Evaluation of WHO classification of hypothermia in sick extramural neonates as predictor of fatality. *Journal of tropical pediatrics* 2005;51:341-5.
55. Miller SS, Lee HC, Gould JB. Hypothermia in very low birth weight infants: distribution, risk factors and outcomes. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2011;31 Suppl 1:S49-56.
56. Mullany LC, Katz J, Khatri SK, LeClerq SC, Darmstadt GL, Tielsch JM. Risk of mortality associated with neonatal hypothermia in southern Nepal. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 2010;164:650-6.
57. Nayeri F, Nili F. Hypothermia at Birth and its Associated Complications in Newborn infants: a Follow up Study. *Iranian Journal of Public Health* 2006;35(1):48-52.
58. Obladen M, Heemann U, Hennecke KH, Hansler L. [Causes of neonatal mortality 1981-1983: a regional analysis]. *Z Geburtshilfe Perinatol* 1985;189:181-7.
59. Ogunlesi TA, Ogunfowora OB, Adekanmbi FA, Fetuga BM, Olanrewaju DM. Point-of-admission hypothermia among high-risk Nigerian newborns. *BMC pediatrics* 2008;8:40.
60. Pal DK, Manandhar DS, Rajbhandari S, Land JM, Patel N, de LCAM. Neonatal hypoglycaemia in Nepal 1. Prevalence and risk factors. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2000;82:F46-51.
61. Shah S, Zemichael O, Meng HD. Factors associated with mortality and length of stay in hospitalised neonates in Eritrea, Africa: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2012;2.
62. Singh A, Yadav A, Singh A. Utilization of postnatal care for newborns and its association with neonatal mortality in India: an analytical appraisal. *BMC Pregnancy Childbirth* 2012;12:33.
63. Sodemann M, Nielsen J, Veirum J, Jakobsen MS, Biai S, Aaby P. Hypothermia of newborns is associated with excess mortality in the first 2 months of life in Guinea-Bissau, West Africa. *Trop Med Int Health* 2008;13:980-6.
64. Stanley FJ, Alberman EV. Infants of very low birthweight. I: Perinatal factors affecting survival. *Dev Med Child Neurol* 1978;20:300-12.
65. Wyckoff MH, Perlman JM. Effective ventilation and temperature control are vital to outborn resuscitation. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2004;8:191-5.
66. Bartels DB, Kreienbrock L, Dammann O, Wenzlaff P, Poets CF. Population based study on the outcome of small for gestational age newborns. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2005;90:F53-9.
67. Carroll PD, Nankervis CA, Giannone PJ, Cordero L. Use of polyethylene bags in extremely low birth weight infant resuscitation for the prevention of hypothermia. *J Reprod Med* 2010;55:9-13.
68. Gleissner M, Jorch G, Avenarius S. Risk factors for intraventricular hemorrhage in a birth cohort of 3721 premature infants. *J Perinat Med* 2000;28:104-10.
69. Herting E, Speer CP, Harms K, et al. Factors influencing morbidity and mortality in infants with severe respiratory distress syndrome treated with single or multiple doses of a natural porcine surfactant. *Biol Neonate* 1992;61 Suppl 1:26-30.
70. DeMauro SB, Douglas E, Karp K, et al. Improving delivery room management for very preterm infants. *Pediatrics* 2013;132:e1018-25.
71. Harms K, Herting E, Kron M, Schill M, Schifmann H. [Importance of pre- and perinatal risk factors in respiratory distress syndrome of premature infants. A logical regression analysis of 1100 cases]. *Z Geburtshilfe Neonatol* 1997;201:258-62.
72. Lee HC, Powers RJ, Bennett MV, et al. Implementation methods for delivery room management: a quality improvement comparison study. *Pediatrics* 2014;134:e1378-86.
73. Reilly MC, Vohra S, Rac VE, et al. Randomized trial of occlusive wrap for heat loss prevention in preterm infants. *The Journal of pediatrics* 2015;166:262-8 e2.
74. Zayeri F, Kazemnejad A, Ganjali M, Babaei G, Khanafshar N, Nayeri F. Hypothermia in Iranian newborns. Incidence, risk factors and related complications. *Saudi Med J* 2005;26:1367-71.
75. Anderson S, Shakya KN, Shrestha LN, Costello AM. Hypoglycaemia: a common problem among uncomplicated newborn infants in Nepal. *Journal of tropical pediatrics* 1993;39:273-7.
76. Lazic-Mitrovic T, Djukic M, Cutura N, et al. [Transitory hypothermia as early prognostic factor in term newborns with intrauterine growth retardation]. *Srp Arh Celok Lek* 2010;138:604-8.
77. Lenclen R, Mazraani M, Jugie M, et al. [Use of a polyethylene bag: a way to improve the thermal environment of the premature newborn at the delivery room]. *Arch Pediatr* 2002;9:238-44.
78. Sasidharan CK, Gokul E, Sabitha S. Incidence and risk factors for neonatal hypoglycaemia in Kerala, India. *Ceylon Med J* 2004;49:110-3.
79. Mullany LC. Neonatal hypothermia in low-resource settings. *Semin Perinatol* 2010;34:426-33.
80. World Health Organization: Department of Reproductive Health and Research (RHR) Thermal protection of the newborn: a practical guide (WHO/RHT/MSM/97.2) Geneva. 1997.
81. Dahm LS, James LS. Newborn temperature and calculated heat loss in the delivery room. *Pediatrics* 1972;49:504-13.
82. Vohra S, Frent G, Campbell V, Abbott M, Whyte R. Effect of polyethylene occlusive skin wrapping on heat loss in very low birth weight infants at delivery: a randomized trial. *The Journal of pediatrics* 1999;134:547-51.
83. Bjorklund LJ, Hellstrom-Westas L. Reducing heat loss at birth in very preterm infants. *The Journal of pediatrics* 2000;137:739-40.
84. Meyer MP, Payton MJ, Salmon A, Hutchinson C, de Klerk A. A clinical comparison of radiant warmer and incubator care for preterm infants from birth to 1800 grams. *Pediatrics* 2001;108:395-401.
85. 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.
86. Russo A, McCready M, Torres L, et al. Reducing hypothermia in preterm infants following delivery. *Pediatrics* 2014;133:e1055-62.
87. Pinheiro JM, Furdon SA, Boynton S, Dugan R, Reu-Donlon C, Jensen S. Decreasing hypothermia during delivery room stabilization of preterm neonates. *Pediatrics* 2014;133:e218-26.
88. McCarthy LK, Molloy EJ, Twomey AR, Murphy JF, O'Donnell CP. A randomized trial of exothermic mattresses for preterm newborns in polyethylene bags. *Pediatrics* 2013;132:e135-41.
89. Billimoria Z, Chawla S, Bajaj M, Natarajan G. Improving admission temperature in extremely low birth weight infants: a hospital-based multi-intervention quality improvement project. *J Perinat Med* 2013;41:455-60.
90. Chawla S, Amaram A, Gopal SP, Natarajan G. Safety and efficacy of Trans-warmer mattress for preterm neonates: results of a randomized controlled trial. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2011;31:780-4.
91. Ibrahim CP, Yoxall CW. Use of self-heating gel mattresses eliminates admission hypothermia in infants born below 28 weeks gestation. *Eur J Pediatr* 2010;169:795-9.
92. Singh A, Duckett J, Newton T, Watkinson M. Improving neonatal unit admission temperatures in preterm babies: exothermic mattresses, polythene bags or a traditional approach? *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2010;30:45-9.
93. 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.
94. Leadford AE, Warren JB, Manasyan A, et al. Plastic bags for prevention of hypothermia in preterm and low birth weight infants. *Pediatrics* 2013;132:e128-34.
95. Bergman NJ, Linley LL, Fawcort SR. Randomized controlled trial of skin-to-skin contact from birth versus conventional incubator for physiological stabilization in 1200- to 2199-gram newborns. *Acta paediatrica* 2004;93:779-85.
96. Fardig JA. A comparison of skin-to-skin contact and radiant heaters in promoting neonatal thermoregulation. *Journal of nurse-midwifery* 1980;25:19-28.
97. Christensson K, Siles C, Moreno L, et al. Temperature, metabolic adaptation and crying in healthy full-term newborns cared for skin-to-skin or in a cot. *Acta paediatrica* 1992;81:488-93.
98. Christensson K. Fathers can effectively achieve heat conservation in healthy newborn infants. *Acta paediatrica* 1996;85:1354-60.
99. Bystrova K, Widstrom AM, Matthesien AS, et al. Skin-to-skin contact may reduce negative consequences of "the stress of being born": a study on temperature in newborn infants, subjected to different ward routines in St. Petersburg. *Acta paediatrica* 2003;92:320-6.
100. Nimbalkar SM, Patel VK, Patel DV, Nimbalkar AS, Sethi A, Phatak A. Effect of early skin-to-skin contact following normal delivery on incidence of hypothermia in neonates more than 1800 g: randomized control trial. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2014;34:364-8.
101. Marin Gabriel MA, Llana Martin I, Lopez Escobar A, Fernandez Villalba E, Romero Blanco I, Touza Pol P. Randomized controlled trial of early skin-to-skin contact: effects on the mother and the newborn. *Acta paediatrica* 2010;99:1630-4.
102. 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.
103. Grether JK, Nelson KB. Maternal infection and cerebral palsy in infants of normal birth weight. *Jama* 1997;278:207-11.
104. Coimbra C, Boris-Moller F, Drake M, Wieloch T. Diminished neuronal damage in the rat brain by late treatment with the antipyretic drug dipyron or cooling following cerebral ischemia. *Acta Neuropathol* 1996;92:447-53.
105. Dietrich WD, Alonso O, Halley M, Busto R. Delayed posttraumatic brain hyperthermia worsens outcome after fluid percussion brain injury: a light and electron microscopic study in rats. *Neurosurgery* 1996;38:533-41; discussion 41.
106. Appag V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953;32.
107. Chamberlain G, Banks J. Assessment of the Apgar score. *Lancet* 1974;2:1225-8.
108. Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. *Resuscitation* 2004;60:213-7.
109. 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.
110. Dawson JA, Saraswat A, Simonato L, et al. Comparison of heart rate and oxygen saturation measurements from Masimo and Nellcor pulse oximeters in newly born term infants. *Acta paediatrica* 2013;102:955-60.

111. Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. *The Journal of pediatrics* 2008;152:756-60.
112. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics* 2012;130:e1177-81.
113. Voogdt KG, Morrison AC, Wood FE, van Elburg RM, Wyllie JP. A randomised, simulated study assessing auscultation of heart rate at birth. *Resuscitation* 2010;81:1000-3.
114. Mizumoto H, Tomotaki S, Shibata H, et al. Electrocardiogram shows reliable heart rates much earlier than pulse oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatr Int* 2012;54:205-7.
115. van Vonderen JJ, Hooper SB, Kroese JK, et al. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. *The Journal of pediatrics* 2015;166:49-53.
116. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Clinical assessment of infant colour at delivery. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2007;92:F465-7.
117. Konstantelos D, Gurth H, Bergert R, Ifflaender S, Rudiger M. Positioning of term infants during delivery room routine handling – analysis of videos. *BMC pediatrics* 2014;14:33.
118. 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.
119. Cordero L, Jr., Hon EH. Neonatal bradycardia following nasopharyngeal stimulation. *The Journal of pediatrics* 1971;78:441-7.
120. 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. *Gynecol Obstet Invest* 2006;61:9-14.
121. Waltman PA, Brewer JM, Rogers BP, May WL. Building evidence for practice: a pilot study of newborn bulb suctioning at birth. *J Midwifery Womens Health* 2004;49:32-8.
122. Carson BS, Losey RW, Bowes WA, Jr., Simmons MA. Combined obstetric and pediatric approach to prevent meconium aspiration syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 1976;126:712-5.
123. Ting P, Brady JP. Tracheal suction in meconium aspiration. *Am J Obstet Gynecol* 1975;122:767-71.
124. Falciglia HS, Henderschott C, Potter P, Helmchen R. Does DeLee suction at the perineum prevent meconium aspiration syndrome? *Am J Obstet Gynecol* 1992;167:1243-9.
125. Wiswell TE, Tuggle JM, Turner BS. Meconium aspiration syndrome: have we made a difference? *Pediatrics* 1990;85:715-21.
126. 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.
127. Vain NE, Szyld EG, Prudent LM, Wiswell TE, Aguilar AM, Vivas NI. Oropharyngeal and nasopharyngeal suctioning of meconium-stained neonates before delivery of their shoulders: multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364:597-602.
128. Chettri S, Adhisivam B, Bhat BV. Endotracheal Suction for Nonvigorous Neonates Born through Meconium Stained Amniotic Fluid: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of pediatrics* 2015.
129. Al Takroni AM, Parvathi CK, Mendis KB, Hassan S, Reddy I, Kudair HA. Selective tracheal suctioning to prevent meconium aspiration syndrome. *Int J Gynecol Obstet* 1998;63:259-63.
130. Davis RO, Phillips JB, 3rd, Harris BA, Jr., Wilson ER, Huddleston JF. Fatal meconium aspiration syndrome occurring despite airway management considered appropriate. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:731-6.
131. Manganaro R, Miami C, Palmara A, Paolata A, Gemelli M. Incidence of meconium aspiration syndrome in term meconium-stained babies managed at birth with selective tracheal intubation. *J Perinat Med* 2001;29:465-8.
132. Yoder BA. Meconium-stained amniotic fluid and respiratory complications: impact of selective tracheal suction. *Obstet Gynecol* 1994;83:77-84.
133. Bent RC, Wiswell TE, Chang A. Removing meconium from infant tracheae. What works best? *Am J Dis Child* 1992;146:1085-9.
134. Dargaville PA, Copnell B, Mills JF, et al. Randomized controlled trial of lung lavage with dilute surfactant for meconium aspiration syndrome. *The Journal of pediatrics* 2011;158:383-9 e2.
135. Dargaville PA, Copnell B, Mills JF, et al. Fluid recovery during lung lavage in meconium aspiration syndrome. *Acta paediatrica* 2013;102:e90-3.
136. 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.
137. Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiological responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. *The Journal of pediatrics* 1981;99:635-9.
138. Mortola JP, Fisher JT, Smith JB, Fox GS, Weeks S, Willis D. Onset of respiration in infants delivered by cesarean section. *J Appl Physiol* 1982;52:716-24.
139. Hull D. Lung expansion and ventilation during resuscitation of asphyxiated newborn infants. *The Journal of pediatrics* 1969;75:47-58.
140. Vyas H, Milner AD, Hopkins IE. Intrathoracic pressure and volume changes during the spontaneous onset of respiration in babies born by cesarean section and by vaginal delivery. *The Journal of pediatrics* 1981;99:787-91.
141. 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.
142. Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. *The Journal of pediatrics* 1979;95:1031-6.
143. Hird MF, Greenough A, Gamsu HR. Inflating pressures for effective resuscitation of preterm infants. *Early Hum Dev* 1991;26:69-72.
144. Lindner W, Vossbeck S, Hummler H, Pohlandt F. Delivery room management of extremely low birth weight infants: spontaneous breathing or intubation? *Pediatrics* 1999;103:961-7.
145. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, et al. Assessing the effectiveness of two round neonatal resuscitation masks: study 1. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2008;93:F235-7.
146. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, et al. Improved techniques reduce face mask leak during simulated neonatal resuscitation: study 2. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2008;93:F230-4.
147. Tracy MB, Klimek J, Coughtrey H, et al. Mask leak in one-person mask ventilation compared to two-person in newborn infant manikin study. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2011;96:F195-200.
148. 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. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2011;96:F254-7.
149. Schmolzer GM, Kamlin OC, O'Donnell CP, Dawson JA, Morley CJ, Davis PG. Assessment of tidal volume and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2010;95:F393-7.
150. Klingenberg C, Sobotka KS, Ong T, et al. Effect of sustained inflation duration; resuscitation of near-term asphyxiated lambs. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2013;98:F222-7.
151. 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. *Pediatric research* 2009;66:295-300.
152. Harling AE, Beresford MW, Vince GS, Bates M, Yoxall CW. Does sustained lung inflation at resuscitation reduce lung injury in the preterm infant? *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2005;90:F406-10.
153. Lindner W, Hogel J, Pohlandt F. Sustained pressure-controlled inflation or intermittent mandatory ventilation in preterm infants in the delivery room? A randomized, controlled trial on initial respiratory support via nasopharyngeal tube. *Acta paediatrica* 2005;94:303-9.
154. Lista G, Boni L, Scopesi F, et al. Sustained lung inflation at birth for preterm infants: a randomized clinical trial. *Pediatrics* 2015;135:e457-64.
155. Lista G, Fontana P, Castoldi F, Caviglioli F, Dani C. Does sustained lung inflation at birth improve outcome of preterm infants at risk for respiratory distress syndrome? *Neonatology* 2011;99:45-50.
156. Mariani G, Dik PB, Ezquer A, et al. Pre-ductal and post-ductal O2 saturation in healthy term neonates after birth. *The Journal of pediatrics* 2007;150:418-21.
157. Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010;125:e1340-7.
158. 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.
159. Vento M, Moro M, Escrig R, et al. Preterm Resuscitation With Low Oxygen Causes Less Oxidative Stress, Inflammation, and Chronic Lung Disease. *Pediatrics* 2009.
160. Saugstad OD, Aune D, Aguar M, Kapadia V, Finer N, Vento M. Systematic review and meta-analysis of optimal initial fraction of oxygen levels in the delivery room at ≤ 32 weeks. *Acta paediatrica* 2014;103:744-51.
161. Armanian AM, Badiie Z. Resuscitation of preterm newborns with low concentration oxygen versus high concentration oxygen. *Journal of research in pharmacy practice* 2012;1:25-9.
162. Kapadia VS, Chalak LF, Sparks JE, Allen JR, Savani RC, Wyckoff MH. Resuscitation of preterm neonates with limited versus high oxygen strategy. *Pediatrics* 2013;132:e1488-96.
163. Lundstrom KE, Pryds O, Greisen G. Oxygen at birth and prolonged cerebral vasoconstriction in preterm infants. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 1995;73:F81-F6.
164. Rabi Y, Singhal N, Nettel-Aguirre A. Room-air versus oxygen administration for resuscitation of preterm infants: the ROAR study. *Pediatrics* 2011;128:e374-81.
165. Rook D, Schierbeek H, Vento M, et al. Resuscitation of preterm infants with different inspired oxygen fractions. *The Journal of pediatrics* 2014;164:1322-6 e3.
166. Wang CL, Anderson C, Leone TA, Rich W, Govindaswami B, Finer NN. Resuscitation of preterm neonates by using room air or 100% oxygen. *Pediatrics* 2008;121:1083-9.
167. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Feasibility of and delay in obtaining pulse oximetry during neonatal resuscitation. *The Journal of pediatrics* 2005;147:698-9.
168. Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, et al. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants <math>< 30</math> weeks' gestation with air or 100% oxygen. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2009;94:F87-91.
169. Dildy GA, van den Berg PP, Katz M, et al. Intrapartum fetal pulse oximetry: fetal oxygen saturation trends during labor and relation to delivery outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1994;171:679-84.

170. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *The Journal of pediatrics* 2006;148:590-4.
171. Gonzales GF, Salirrosas A. Arterial oxygen saturation in healthy newborns delivered at term in Cerro de Pasco (4340 m) and Lima (150 m). *Reprod Biol Endocrinol* 2005;3:46.
172. Smit M, Dawson JA, Ganzeboom A, Hooper SB, van Roosmalen J, te Pas AB. Pulse oximetry in newborns with delayed cord clamping and immediate skin-to-skin contact. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2014;99:F309-14.
173. 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.
174. 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 medicine* 2004;30:1446-53.
175. 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.
176. 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.
177. Polglase GR, Hillman NH, Pillow JJ, et al. Positive end-expiratory pressure and tidal volume during initial ventilation of preterm lambs. *Pediatric research* 2008;64:517-22.
178. Nilsson R, Grossmann G, Robertson B. Bronchiolar epithelial lesions induced in the premature rabbit neonate by short periods of artificial ventilation. *Acta Pathol Microbiol Scand* 1980;88:359-67.
179. 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. *Pediatric research* 2004;56:198-204.
180. 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. *Pediatric research* 2009;65:537-41.
181. 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. *The Journal of pediatrics* 2011;158:912-8 e1-2.
182. Szyld E, Aguilar A, Musante GA, et al. Comparison of devices for newborn ventilation in the delivery room. *The Journal of pediatrics* 2014;165:234-9 e3.
183. Allwood AC, Madar RJ, Baumer JH, Readdy L, Wright D. Changes in resuscitation practice at birth. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2003;88:F375-F9.
184. Cole AF, Rolbin SH, Hew EM, Pynn S. An improved ventilator system for delivery-room management of the newborn. *Anesthesiology* 1979;51:356-8.
185. Hoskyns EW, Milner AD, Hopkin IE. A simple method of face mask resuscitation at birth. *Archives of disease in childhood* 1987;62:376-8.
186. 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.
187. Oddie S, Wyllie J, Scally A. Use of self-inflating bags for neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2005;67:109-12.
188. Finer NN, Rich W, Craft A, Henderson C. Comparison of methods of bag and mask ventilation for neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2001;49:299-305.
189. 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.
190. Roehr CC, Kelm M, Fischer HS, Buhrer C, Schmalisch G, Proquitt H. Manual ventilation devices in neonatal resuscitation: tidal volume and positive pressure-provision. *Resuscitation*;81:202-5.
191. Kanter RK. Evaluation of mask-bag ventilation in resuscitation of infants. *Am J Dis Child* 1987;141:761-3.
192. 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.
193. Bennett S, Finer NN, Rich W, Vaucher Y. A comparison of three neonatal resuscitation devices. *Resuscitation* 2005;67:113-8.
194. 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.
195. 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.
196. Schmolzer GM, Morley CJ, Wong C, et al. Respiratory function monitor guidance of mask ventilation in the delivery room: a feasibility study. *The Journal of pediatrics* 2012;160:377-81 e2.
197. Kong JY, Rich W, Finer NN, Leone TA. Quantitative end-tidal carbon dioxide monitoring in the delivery room: a randomized controlled trial. *The Journal of pediatrics* 2013;163:104-8 e1.
198. 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.
199. 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.
200. 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.
201. Trevisanuto D, Cavallin F, Nguyen LN, et al. Supreme Laryngeal Mask Airway versus Face Mask during Neonatal Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of pediatrics* 2015.
202. Esmail N, Saleh M, et al. Laryngeal mask airway versus endotracheal intubation for Apgar score improvement in neonatal resuscitation. *Egyptian Journal of Anesthesiology* 2002;18:115-21.
203. Trevisanuto D, Micaglio M, Pitton M, Magarotto M, Piva D, Zanardo V. Laryngeal mask airway: is the management of neonates requiring positive pressure ventilation at birth changing? *Resuscitation* 2004;62:151-7.
204. Singh R. Controlled trial to evaluate the use of LMA for neonatal resuscitation. *J Anaesth Clin Pharmacol* 2005;21:303-6.
205. Zhu XY, Lin BC, Zhang QS, Ye HM, Yu RJ. A prospective evaluation of the efficacy of the laryngeal mask airway during neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2011;82:1405-9.
206. Schmolzer GM, Agarwal M, Kamlin CO, Davis PG. Supraglottic airway devices during neonatal resuscitation: an historical perspective, systematic review and meta-analysis of available clinical trials. *Resuscitation* 2013;84:722-30.
207. Kempley ST, Moreiras JW, Petrone FL. Endotracheal tube length for neonatal intubation. *Resuscitation* 2008;77:369-73.
208. Gill I, O'Donnell CP. Vocal cord guides on neonatal endotracheal tubes. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2014;99:F344.
209. Palme-Kilander C, Tunell R. Pulmonary gas exchange during facemask ventilation immediately after birth. *Archives of disease in childhood* 1993;68:11-6.
210. Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. The pediatric disposable end-tidal carbon dioxide detector role in endotracheal intubation in newborns. *Journal of perinatology: official journal of the California Perinatal Association* 1999;19:110-3.
211. Bhende MS, LaCovey D. A note of caution about the continuous use of colorimetric end-tidal CO₂ detectors in children. *Pediatrics* 1995;95:800-1.
212. Repetto JE, Donohue P-CP, Baker SF, Kelly L, Noguee LM. Use of capnography in the delivery room for assessment of endotracheal tube placement. *Journal of perinatology: official journal of the California Perinatal Association* 2001;21:284-7.
213. Roberts WA, Maniscalco WM, Cohen AR, Litman RS, Chhibber A. The use of capnography for recognition of esophageal intubation in the neonatal intensive care unit. *Pediatr Pulmonol* 1995;19:262-8.
214. Hosono S, Inami I, Fujita H, Minato M, Takahashi S, Mugishima H. A role of end-tidal CO₂ monitoring for assessment of tracheal intubations in very low birth weight infants during neonatal resuscitation at birth. *J Perinat Med* 2009;37:79-84.
215. 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.
216. Morley CJ, Davis PG, Doyle LW, Brion LP, Hascoet JM, Carlin JB. Nasal CPAP or intubation at birth for very preterm infants. *The New England journal of medicine* 2008;358:700-8.
217. Network SSGotEKSNNR, Finer NN, Carlo WA, et al. Early CPAP versus surfactant in extremely preterm infants. *The New England journal of medicine* 2010;362:1970-9.
218. Dunn MS, Kaempf J, de Klerk A, et al. Randomized trial comparing 3 approaches to the initial respiratory management of preterm neonates. *Pediatrics* 2011;128:e1069-76.
219. Hishikawa K, Goishi K, Fujiwara T, Kaneshige M, Ito Y, Sago H. Pulmonary air leak associated with CPAP at term birth resuscitation. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2015.
220. Poets CF, Rudiger M. Mask CPAP during neonatal transition: too much of a good thing for some term infants? *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2015.
221. Hourai 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]. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors* 1997;1:65-7.
222. David R. Closed chest cardiac massage in the newborn infant. *Pediatrics* 1988;81:552-4.
223. 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. *Annals of emergency medicine* 1993;22:240-3.
224. Thaler MM, Stobie GH. An improved technique of external cardiac compression in infants and young children. *The New England journal of medicine* 1963;269:606-10.
225. Christman C, Henway 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. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2011;96:F99-F101.
226. Dellimore K, Heunis S, Gohier F, et al. Development of a diagnostic glove for unobtrusive measurement of chest compression force and depth during neonatal CPR. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2013;2013:350-3.
227. Dorfsman ML, Menegazzi JJ, Wadas RJ, Auble TE. Two-thumb vs two-finger chest compression in an infant model of prolonged cardiopulmonary resuscitation. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2000;7:1077-82.
228. Martin PS, Kemp AM, Theobald PS, Maguire SA, Jones MD. Do chest compressions during simulated infant CPR comply with international recommendations? *Archives of disease in childhood* 2013;98:576-81.

229. Martin P, Theobald P, Kemp A, Maguire S, Maconochie I, Jones M. Real-time feedback can improve infant manikin cardiopulmonary resuscitation by up to 79%—a randomised controlled trial. *Resuscitation* 2013;84:1125-30.
230. Moya F, James LS, Burnard ED, Hanks EC. Cardiac massage in the newborn infant through the intact chest. *Am J Obstet Gynecol* 1962;84:798-803.
231. Park J, Yoon C, Lee JC, et al. Manikin-integrated digital measuring system for assessment of infant cardiopulmonary resuscitation techniques. *IEEE J Biomed Health Inform* 2014;18:1659-67.
232. Todres ID, Rogers MC. Methods of external cardiac massage in the newborn infant. *The Journal of pediatrics* 1975;86:781-2.
233. 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.
234. 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.
235. 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 journal : EMJ* 2013;30:139-42.
236. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Annals of emergency medicine* 1986;15:667-73.
237. Phillips GW, Zideman DA. Relation of infant heart to sternum: its significance in cardiopulmonary resuscitation. *Lancet* 1986;1:1024-5.
238. 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. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2012;32:690-4.
239. You Y. Optimum location for chest compressions during two-rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2009;80:1378-81.
240. 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.
241. Dannevig I, Solevag AL, Saugstad OD, Nakstad B. Lung Injury in Asphyxiated Newborn Pigs Resuscitated from Cardiac Arrest – The Impact of Supplementary Oxygen, Longer Ventilation Intervals and Chest Compressions at Different Compression-to-Ventilation Ratios. *The open respiratory medicine journal* 2012;6:89-96.
242. Dannevig I, Solevag AL, Sonerud T, Saugstad OD, Nakstad B. Brain inflammation induced by severe asphyxia in newborn pigs and the impact of alternative resuscitation strategies on the newborn central nervous system. *Pediatric research* 2013;73:163-70.
243. Hemway RJ, Christman C, Perlman J. The 3:1 is superior to a 15:2 ratio in a newborn manikin model in terms of quality of chest compressions and number of ventilations. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2013;98:F42-5.
244. Solevag AL, Dannevig I, Wyckoff M, Saugstad OD, Nakstad B. Extended series of cardiac compressions during CPR in a swine model of perinatal asphyxia. *Resuscitation* 2010;81:1571-6.
245. Solevag AL, Dannevig I, Wyckoff M, Saugstad OD, Nakstad B. Return of spontaneous circulation with a compression:ventilation ratio of 15:2 versus 3:1 in newborn pigs with cardiac arrest due to asphyxia. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2011;96:F417-21.
246. Solevag AL, Madland JM, Gjaerum E, Nakstad B. Minute ventilation at different compression to ventilation ratios, different ventilation rates, and continuous chest compressions with asynchronous ventilation in a newborn manikin. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine* 2012;20:73.
247. Dean JM, Koehler RC, Schlein CL, et al. Improved blood flow during prolonged cardiopulmonary resuscitation with 30% duty cycle in infant pigs. *Circulation* 1991;84:896-904.
248. Berkowitz ID, Chantarojanasiri T, Koehler RC, et al. Blood flow during cardiopulmonary resuscitation with simultaneous compression and ventilation in infant pigs. *Pediatric research* 1989;26:558-64.
249. 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. *Pediatric research* 2009;66:391-4.
250. Lipinski CA, Hicks SD, Callaway CW. Normoxic ventilation during resuscitation and outcome from asphyxial cardiac arrest in rats. *Resuscitation* 1999;42:221-9.
251. 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. *Pediatric research* 2009;65:57-61.
252. 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.
253. 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. *Pediatric research* 2001;49:812-9.
254. Walson KH, Tang M, Glumac A, et al. Normoxic versus hyperoxic resuscitation in pediatric asphyxial cardiac arrest: effects on oxidative stress. *Critical care medicine* 2011;39:335-43.
255. 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.
256. Berg RA, Henry C, Otto CW, et al. Initial end-tidal CO₂ is markedly elevated during cardiopulmonary resuscitation after asphyxial cardiac arrest. *Pediatric emergency care* 1996;12:245-8.
257. Bhende MS, Karasic DG, Menegazzi JJ. Evaluation of an end-tidal CO₂ detector during cardiopulmonary resuscitation in a canine model for pediatric cardiac arrest. *Pediatric emergency care* 1995;11:365-8.
258. Bhende MS, Thompson AE. Evaluation of an end-tidal CO₂ detector during pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Pediatrics* 1995;95:395-9.
259. 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.
260. Chalalak LF, Barber CA, Hynan 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. *Pediatric research* 2011;69:401-5.
261. Crespo SG, Schoffstall JM, Fuhs LR, Spivey WH. Comparison of two doses of endotracheal epinephrine in a cardiac arrest model. *Annals of emergency medicine* 1991;20:230-4.
262. Jasani MS, Nadkarni VM, Finkelstein MS, Mandell GA, Salzman SK, Norman ME. Effects of different techniques of endotracheal epinephrine administration in pediatric porcine hypoxic-hypercarbic cardiopulmonary arrest. *Critical care medicine* 1994;22:1174-80.
263. Mielke LL, Frank C, Lanzinger MJ, et al. Plasma catecholamine levels following tracheal and intravenous epinephrine administration in swine. *Resuscitation* 1998;36:187-92.
264. Roberts JR, Greenberg MI, Knaub MA, Kendrick ZV, Baskin SI. Blood levels following intravenous and endotracheal epinephrine administration. *JACEP* 1979;8:53-6.
265. Hornchen U, Schuttler J, Stoeckel H, Eichelkraut W, Hahn N. Endobronchial instillation of epinephrine during cardiopulmonary resuscitation. *Critical care medicine* 1987;15:1037-9.
266. Wyckoff MH, Perlman JM, Laptook AR. Use of volume expansion during delivery room resuscitation in near-term and term infants. *Pediatrics* 2005;115:950-5.
267. 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.
268. 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.
269. Kopelman LM, Irons TG, Kopelman AE. Neonatologists judge the "Baby Doe" regulations. *The New England journal of medicine* 1988;318:677-83.
270. Sanders MR, Donohue PK, Oberdorf MA, Rosenkrantz TS, Allen MC. Perceptions of the limit of viability: neonatologists' attitudes toward extremely preterm infants. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 1995;15:494-502.
271. Rysavy MA, Li L, Bell EF, et al. Between-hospital variation in treatment and outcomes in extremely preterm infants. *The New England journal of medicine* 2015;372:1801-11.
272. Patel H, Beeby PJ. Resuscitation beyond 10 minutes of term babies born without signs of life. *J Paediatr Child Health* 2004;40:136-8.
273. Casalaz DM, Marlow N, Speidel BD. Outcome of resuscitation following unexpected apparent stillbirth. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 1998;78:F112-F5.
274. Kasdorf E, Laptook A, Azzopardi D, Jacobs S, Perlman JM. Improving infant outcome with a 10 min Apgar of 0. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2015;100:F102-5.
275. Laptook AR, Shankaran S, Ambalavanan N, et al. Outcome of term infants using apgar scores at 10 minutes following hypoxic-ischemic encephalopathy. *Pediatrics* 2009;124:1619-26.
276. Sarkar S, Bhagat I, Dechert RE, Barks JD. Predicting death despite therapeutic hypothermia in infants with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2010;95:F423-8.
277. 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.
278. Ambalavanan N, Carlo WA, Bobashev G, et al. Prediction of death for extremely low birth weight neonates. *Pediatrics* 2005;116:1367-73.
279. Manktelow BN, Seaton SE, Field DJ, Draper ES. Population-based estimates of in-unit survival for very preterm infants. *Pediatrics* 2013;131:e425-32.
280. 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.
281. Tyson JE, Parikh NA, Langer J, et al. Intensive care for extreme prematurity—moving beyond gestational age. *The New England journal of medicine* 2008;358:1672-81.
282. 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. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2014;99:F181-8.
283. Nuffield Council on Bioethics. *Critical care decisions in fetal and neonatal medicine: ethical issues*. ISBN 1 904384 14 2006.
284. 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. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition* 2010.
285. Baskett PJ, Steen PA, Bossaert L. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 8. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S171-80.

286. 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.
287. Brambrink AM, Ichord RN, Martin LJ, Koehler RC, Traustman RJ. Poor outcome after hypoxia-ischemia in newborns is associated with physiological abnormalities during early recovery. Possible relevance to secondary brain injury after head trauma in infants. *Exp Toxicol Pathol* 1999;51:151-62.
288. Vannucci RC, Vannucci SJ. Cerebral carbohydrate metabolism during hypoglycemia and anoxia in newborn rats. *Ann Neurol* 1978;4:73-9.
289. Yager JY, Heitjan DF, Towfighi J, Vannucci RC. Effect of insulin-induced and fasting hypoglycemia on perinatal hypoxic-ischemic brain damage. *Pediatric research* 1992;31:138-42.
290. Salhab WA, Wyckoff MH, Luptook AR, Perlman JM. Initial hypoglycemia and neonatal brain injury in term infants with severe fetal acidemia. *Pediatrics* 2004;114:361-6.
291. Kent TA, Soukup VM, Fabian RH. Heterogeneity affecting outcome from acute stroke therapy: making reperfusion worse. *Stroke* 2001;32:2318-27.
292. Srinivasan V, Spinella PC, Drott HR, Roth CL, Helfaer MA, Nadkarni V. Association of timing, duration, and intensity of hyperglycemia with intensive care unit mortality in critically ill children. *Pediatric critical care medicine: a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies* 2004;5:329-36.
293. Klein GW, Hojsak JM, Schmeidler J, Rapaport R. Hyperglycemia and outcome in the pediatric intensive care unit. *The Journal of pediatrics* 2008;153:379-84.
294. LeBlanc MH, Huang M, Patel D, Smith EE, Devidas M. Glucose given after hypoxic ischemia does not affect brain injury in piglets. *Stroke* 1994;25:1443-7; discussion 8.
295. Hattori H, Wasterlain CG. Posthypoxic glucose supplement reduces hypoxic-ischemic brain damage in the neonatal rat. *Ann Neurol* 1990;28:122-8.
296. Edwards AD, Brocklehurst P, Gunn AJ, et al. Neurological outcomes at 18 months of age after moderate hypothermia for perinatal hypoxic ischaemic encephalopathy: synthesis and meta-analysis of trial data. *Bmj* 2010;340:c363.
297. Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, et al. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial. *Lancet* 2005;365:663-70.
298. Shankaran S, Luptook AR, Ehrenkranz RA, et al. Whole-body hypothermia for neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *The New England journal of medicine* 2005;353:1574-84.
299. Azzopardi DV, Strohm B, Edwards AD, et al. Moderate hypothermia to treat perinatal asphyxial encephalopathy. *The New England journal of medicine* 2009;361:1349-58.
300. Eicher DJ, Wagner CL, Katikaneni LP, et al. Moderate hypothermia in neonatal encephalopathy: efficacy outcomes. *Pediatr Neurol* 2005;32:11-7.
301. Azzopardi D, Strohm B, Marlow N, et al. Effects of hypothermia for perinatal asphyxia on childhood outcomes. *The New England journal of medicine* 2014;371:140-9.
302. Iliodromiti S, Mackay DF, Smith GC, Pell JP, Nelson SM. Apgar score and the risk of cause-specific infant mortality: a population-based cohort study. *Lancet* 2014;384:1749-55.
303. 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 pediatrics* 2015;15:18.
304. 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.
305. Savoldelli GL, Naik VN, Park J, Joo HS, Chow R, Hamstra SJ. Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback. *Anesthesiology* 2006;105:279-85.
306. Edelson DP, Litzinger B, Arora V, et al. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Archives of internal medicine* 2008;168:1063-9.
307. DeVita MA, Schaefer J, Lutz J, Wang H, Dongilli T. Improving medical emergency team (MET) performance using a novel curriculum and a computerized human patient simulator. *Qual Saf Health Care* 2005;14:326-31.
308. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, et al. Simulation-based training of internal medicine residents in advanced cardiac life support protocols: a randomized trial. *Teach Learn Med* 2005;17:210-6.
309. Clay AS, Que L, Petrusa ER, Sebastian M, Govert J. Debriefing in the intensive care unit: a feedback tool to facilitate bedside teaching. *Critical care medicine* 2007;35:738-54.
310. Blum RH, Raemer DB, Carroll JS, Dufresne RL, Cooper JB. A method for measuring the effectiveness of simulation-based team training for improving communication skills. *Anesthesia and analgesia* 2005;100:1375-80, table of contents.
311. Rudiger M, Braun N, Gurth H, Bergert R, Dinger J. Preterm resuscitation I: clinical approaches to improve management in delivery room. *Early Hum Dev* 2011;87:749-53.
312. Schmid MB, Reister F, Mayer B, Hopfner RJ, Fuchs H, Hummler HD. Prospective risk factor monitoring reduces intracranial hemorrhage rates in preterm infants. *Dtsch Arztebl Int* 2013;110:489-96.