

## **Organizacja opieki nad noworodkiem wymagającym intensywnego nadzoru**

Wytyczne odnoszące się do organizacji pomieszczeń dla noworodków wymagających opieki pośredniej (patologia noworodka) i noworodków wymagających intensywnej terapii określono wyraźnie w Programie Poprawy Opieki Perinatalnej w Polsce, wdrożonym po raz pierwszy w 1995 r. Oddział dla noworodków wymagających intensywnej opieki powinien być usytuowany blisko sali porodowej, ponadto powinien być do niego łatwy dostęp z zewnątrz, konieczny w sytuacji potrzeby transportu noworodka do innego szpitala. Zalecane jest 1 stanowisko na 1000 porodów rocznie dla ośrodków o II stopniu referencyjności oraz 2 stanowiska na 1000 porodów rocznie dla ośrodków o III stopniu referencyjności. Odstęp między inkubatorami powinny wynosić przynajmniej 2 m (optymalnie 3 m), natomiast między rzędami lub szeregami 3 m (optymalnie 4 m), 10 m<sup>2</sup> na 1 stanowisko. Należy zapewnić dodatkową przestrzeń na biurka, szafki, półki, korytarze. Każda sala powinna mieścić od 4 do 10 stanowisk. Każde stanowisko powinno mieć od 12 do 16 gniazdek elektrycznych, po 2 punkty poboru tlenu, sprężonego powietrza i próżni.

Zaleca się trzy stopnie magazynowania:

- 1) centralny magazyn szpitalny,
- 2) magazyn oddziału – 3 m<sup>2</sup> na 1 stanowisko, 0,6 m<sup>3</sup> półek na 1 stanowisko,
- 3) półki i szafki w sali noworodkowej.

Na oddziałach o III stopniu referencyjności pomieszczenia pomocnicze mogą być wspólne dla części oddziału intensywnej opieki, pośredniej i ciągłej z zachowaniem proporcji dla poszczególnych części oddziału. Oddział powinien dysponować pomieszczeniem do sterylizacji inkubatorów oraz brudownikiem o powierzchni przynajmniej 6 m<sup>2</sup> z umywalką. Ponadto w obrębie oddziału powinno być pomieszczenie (wnęka), w której znajduje się przenośny aparat USG i RTG.

Opiekę nad noworodkiem powinna sprawować minimum 1 położna na 2 stanowiska oraz 1 fizjoterapeuta na 4–6 stanowisk intensywnej opieki. Nieco odmienne zalecenia dotyczą oddziałów opieki pośredniej (patologii noworodka). Liczba stanowisk to 3 na 1000 żywych urodzeń. Na 1 stanowisko powinna przypadać powierzchnia 5 m<sup>2</sup>, a między nimi minimum 1,5 m odległości. Ponadto 1 stanowisko powinno mieć dostęp do 10 gniazdek elektrycznych, do 2 punktów poboru tlenu, sprężonego powietrza i próżni oraz odpowiednio mniejsze 3 przestrzenie powierzchni magazynowej, a ponadto brudownik o powierzchni 6 m<sup>2</sup> z umywalką. Ponadto oddział powinien być wyposażony w filtr z umywalkami (z regulacją nożną) dla personelu i umywalki do mycia noworodków regulacją nożną (1 na 6–8 stanowisk). Opiekę nad dzieckiem powinna sprawować przynajmniej 1 położna na 5 stanowisk.

Zarówno w jednym, jak i drugim oddziale muszą znajdować się pomieszczenia dla pielęgniarek i lekarzy, w tym dla ordynatora i oddziałowej, a także pomieszczenie rekreacyjne, szatnia z toaletą i natryskami dla personelu. Ponadto w zasobach oddziałów powinna być szatnia z umywalkami dla rodziców, którzy chcą uczestniczyć w działaniach opiekuńczych na rzecz swoich dzieci.

### **Wyposażenie oddziału intensywnej terapii neonatologicznej**

Istotą intensywnej terapii jest wspomaganie procesów fizjologicznych noworodka przez:

- przewidywanie,
- zapobieganie,
- wczesne wyrównywanie,
- minimalną ingerencję.

Celem intensywnej terapii noworodka jest podtrzymywanie czynności życiowych i monitorowanie, prowadzone w kontrolowanym, stałym otoczeniu, w minimalnym stopniu stresujące chore dziecko. Otoczenie to powinno być czyste, ciepłe oraz przyjazne noworodkowi i rodzicom.

Każde stanowisko powinno być wyposażone w:

- inkubator zamknięty lub otwarty,
- monitor wieloczynnościowy (EKG, RR tętnicze, SaO<sub>2</sub>),
- aparat wspomagający oddech (respirator lub CPAP),
- pompy strzykawkowe, pompę przepływową,
- oksymetr,

- łyżkę do laryngoskopu,
- worek samorozprężający,
- ssak próżniowy z wymiennym wkładem jednorazowym,
- sprzęt medyczny jednorazowego użytku niezbędny do pielęgnacji noworodka, w ilości potrzebnej na 12 h, uzupełniany na każdym dyżurze (strzykawki, cewniki, rurki intubacyjne, przylepce, 0,9% roztwór NaCl w ampułkach 5 ml, kompresy, pieluchy typu Pampers),

Na oddziale muszą być opracowane standardy postępowania, czyli określone wytyczne postępowania.

Najważniejsze zasady organizacji opieki nad noworodkiem leczonym na oddziale intensywnej terapii to:

1. Ochrona noworodka przed zakażeniem (reżim sanitarny): zachowanie zasad aseptyki i antyseptyki przy zabiegach pielęgnacyjnych; bezwarunkowe mycie i dezynfekcja rąk, stosowanie rękawiczek czystych lub jałowych, dłonie bez ozdób oraz krótkie, niepolakierowane paznokcie personelu są gwarancją prawidłowo sprawowanej opieki nad noworodkiem.
2. Zapewnienie optymalnej dla stopnia dojrzałości neutralnej temperatury i wilgotności otoczenia – noworodek z bardzo małą i ekstremalnie małą urodzeniową masą ciała powinien przebywać w inkubatorze z podwójnymi ścianami i dodatkową osłoną. Należy unikać zbyt częstego otwierania inkubatora, a wszelkie zabiegi pielęgnacyjne wykonywać przez boczne otwory.
3. Obserwacja kliniczna połączona z monitorowaniem biofizycznym.
4. Czynności związane z pielęgnacją noworodków przedwcześnie urodzonych muszą być wykonywane niezwykle delikatnie. Do każdego noworodka należy podchodzić indywidualnie, zależnie od jego dojrzałości i stanu klinicznego. Wykonywane czynności powinno się grupować, aby ograniczyć zbyt częste dotykanie noworodka.
5. Higiena ciała. Noworodek przebywający w inkubatorze powinien być pielęgnowany w jego wnętrzu. Do oceny czynności życiowych w warunkach OITN służą m.in. kardiomonitor, pulsoksymetr, przezskórne monitorowanie prężności tlenu i dwutlenku węgla, pomiar ciśnienia tętniczego

### **Monitorowanie EKG**

Zapis elektrokardiograficzny jest podstawowym badaniem układu krążenia. Kardiomonitor dokonuje oceny częstości skurczów serca i zaburzeń jego pracy (rytmu i przewodzenia), przerostu przedsionków lub komór, zaburzeń elektrolitowych, zmian niedokrwienych w obszarze serca, kształtu załamków T oraz zespołów QRS. Urządzenie odbiera bodźce elektryczne za pomocą trzech elektrod umieszczonych na klatce piersiowej dziecka, rejestruje zapis elektrokardiograficzny (EKG), który jest widoczny na ekranie w postaci przesuwanego wykresu. W przypadku noworodków przedwcześnie urodzonych, szczególnie skrajnie niedojrzałych, należy pamiętać o możliwości uszkodzenia naskórka podczas odklejania elektrod. Podczas monitorowania EKG jednocześnie może być prowadzona kontrola częstości i głębokości oddechów, za pomocą tych samych elektrod, z wykorzystaniem zjawiska zmiany oporu elektrycznego podczas zmian objętości klatki piersiowej.

### **Pulsoksymetr**

Jest urządzeniem obrazującym w sposób ciągły częstość uderzeń serca i wysycenie tlenem barwników krwi tętniczej za pomocą fal podczerwonych wykrywanych przez fotodetektor umieszczony nad tętnicą. Elektroda aparatu jest założona na kończynę noworodka, zapis przedstawiony jest w postaci cyfrowej i wykresu. Pomiar saturacji jest badaniem nieinwazyjnym i bezpiecznym dla dziecka.

### **Inkubator**

Z niedojrzałością wcześniaka są związane zaburzenia termoregulacji wynikające z niedojrzałości ośrodka termoregulacji, dlatego wcześniak powinien być umieszczony w inkubatorze (cieplarnie), w którym panują warunki porównywalne z warunkami życia wewnątrzmacicznego. Na oddziałach intensywnej terapii wykorzystuje się:

Inkubatory zamknięte. dziecko jest odizolowane od otoczenia zewnętrznego przez zastosowanie plastikowych podwójnych ścian, z możliwością regulacji poziomu ułożenia dziecka; utrudnieniem jest ograniczony dostęp do noworodka podczas wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych.

Inkubatory otwarte. noworodek znajduje się pod promiennikiem ciepła. Budowa inkubatora ułatwia dostęp do dziecka ze wszystkich stron podczas prowadzenia leczenia i pielęgnacji. Inkubatory te mają, niestety, pewne wady, mogą przyczynić się do zwiększonej utraty ciepła i wody na skutek niewidocznego parowania. Podczas stosowania inkubatorów otwartych zaleca się używanie dodatkowego zabezpieczenia, np.: folii polietylenowej, ubieranie dzieci w czapeczki, skarpetki lub stosowanie na skórę olejków zapobiegających utracie ciepła.

### **Pompy do wlewów (infuzyjne)**

Pompy do wlewów służą do precyzyjnego podawania leków i płynów. Wykorzystywane są do pracy na oddziałach intensywnej terapii noworodka i patologii noworodka, na oddziałach pediatrycznych, w salach operacyjnych i w karetkach pogotowia

Wyróżnia się następujące rodzaje pomp infuzyjnych:

Pompy objętościowe Charakteryzują się dużą niezawodnością i prostą obsługą. Pompy objętościowe mają możliwość zmiany parametrów podczas infuzji. Istnieje możliwość programowania pracy w dwu trybach: objętościowym i wagowym.

Pompy dysponują funkcją podawania dawki uderzeniowej, mają system alarmowy oraz możliwość sprawdzania historii wykonanych wlewów. Mogą długotrwale pracować z akumulatorem.

Pompy insulinowe Są to niewielkie urządzenia umożliwiające ciągłe dostarczanie do organizmu insuliny bez konieczności wielokrotnych wstrzyknięć. Insulina jest podawana w bardzo dokładnie odmierzonych dawkach.

Zasady obowiązujące podczas korzystania z pomp do wlewów

1. Do podawania płynów infuzyjnych za pomocą pompy należy używać strzykawek wskazanych przez producenta pompy, użycie niewłaściwej strzykawki może mieć wpływ na podanie niewłaściwej dawki leku.
2. Uniesienie niezainstalowanej strzykawki, która jest drenem (przedłużaczem), połączonej z żyłą powyżej 30 cm nad poziom wklucia może spowodować niekontrolowany wlew leku, płynu w wyniku wzrostu ciśnienia w strzykawce.
3. Jednorazowa strzykawka stosowana do wlewu przez pompę infuzyjną nie powinna być stosowana dłużej niż 24 h.
4. Przed podaniem leku drogą wlewu należy z drenu i strzykawki usunąć powietrze.
5. Podczas stosowania wlewu pompę należy podłączyć do systemu alarmowego na oddziale.
6. Pompa do wlewów może być umieszczona tylko na stojaku do tego przeznaczonym.
7. Szybkość dozowania funkcji BOLUS jest ustawiana automatycznie.
8. Pompy mające akumulator mogą pracować bez zasilania elektrycznego, jednakże istnieje konieczność okresowego ładowania.
9. Pompy do wlewów nie powinny być umieszczane w pobliżu miejsc i urządzeń emitujących promieniowanie elektromagnetyczne.
10. Pompy do wlewów powinny podlegać systematycznej kontroli w celu wykrycia ewentualnych usterek.

**CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)** Stałe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych (CPAP) jest to metoda wspomaganie własnego oddechu dziecka przez zapewnienie ciągłego dodat i zmniejsza częstość oddechów, działa stabilizująco na klatkę piersiową, zwiększa skuteczność pracy przepony oraz poprawia utlenowanie krwi tętniczej PaO<sub>2</sub>. Technika ta jest stosowana w celu leczenia i zapobiegania niedodmy u noworodka. Urządzenie CPAP wyposażone jest w źródła tlenu i powietrza, które mają możliwość dokładnego zmieszania się, nawilżacz, przewód doprowadzający gazy do pacjenta z czujnikiem temperatury oraz przewód wydechowy. Przewód ten zakończony jest zastawką wodną, tj. pojemnikiem z płynem, w którym końcówka przewodu wydechowego zanurzona jest na odpowiednią głębokość. Gazy oddechowe przepływają przez słup wody i tworzą pęcherzyki powietrza. za jednostkę ciśnienia oddechowego przyjęto centymetr słupa wody. W celu utrzymania stałego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych w fazie wdechu przepływ gazów oddechowych dostarczanych przez układ musi być większy niż generowany przez noworodka przepływ wdechowy. Podczas fazy wydechu gaz wydychany przez noworodka miesza się ze strumieniem świeżych gazów oddechowych, które dopływają do układu, i w efekcie w drogach

oddechowych dochodzi do powstania turbulencji i zwiększenia oporu wydechowego. Praca oddechowa, którą wykonuje noworodek, zostaje wymuszona przez urządzenie i zależy od iloczynu ciśnienia i objętości gazów oddechowych. Zwiększona praca oddechowa w czasie wdechu potrzebna jest do pokonania wzrostu oporu wydechowego występującego w fazie wydechu. Podczas stosowania CPAP dziecko oddycha samodzielnie, ale utrzymany jest ciągły dopływ powietrza do jego płuc pod niskim ciśnieniem. Gdy dziecko robi wydech, pęcherzyki płucne pozostają otwarte i nie zapadają się, ułatwia to wykonanie kolejnego wdechu.

### **Respirator**

Respirator jest mechanicznym urządzeniem do oddychania. Jeśli dziecko nie jest jeszcze przystosowane do samodzielnego oddychania, respirator wykonuje za nie część oddechów aż do poprawy stanu klinicznego, prowadzącego do podjęcia samodzielnej czynności oddechowej przez dziecko. Najczęściej stosuje się przerywaną wentylację obowiązuącą (IMV), która polega na połączeniu oddechów spontanicznych noworodka z mechaniczną przerywaną wentylacją o możliwie najmniejszej częstotliwości, przy zachowanym ciągłym przepływie gazów w obwodzie oddechowym. IMV w połączeniu z dodatnim ciśnieniem końcowowydechowym (PEEP) stanowi główną metodę wspomagania oddychania u noworodka. Parametry respiratora zmieniane są w zależności od stanu ogólnego dziecka i równowagi kwasowo-zasadowej na zlecenie lekarza neonatologa. Respiratory podają stały przepływ gazów przez rurkę intubacyjną z programowaną zawartością tlenu przez nawilżacz. Gazy oddechowe pacjenta odprowadzane są do zastawki wydechowej. Zastawka ta jest przymykana tyle razy, ile jest podawanych oddechów mechanicznych. W czasie wydechu zastawka jest otwierana, aby umożliwić oddech. Między oddechami utrzymuje się dodatnie ciśnienie końcowowydechowe. Przed podłączeniem respiratora do noworodka należy ustawić następujące parametry: całkowity przepływ gazów, stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej ( $FiO_2$ ), częstość oddechów, ciśnienie szczytowe wdechu i ciśnienie końcowowydechowe.

**Infant Flow** Infant Flow jest urządzeniem służącym do nieinwazyjnej mechanicznej wentylacji wcześniaków niewymagających intubacji. Gazy wprowadzane są do dróg oddechowych dziecka przez końcówkę donosową lub maseczkę silikonową. Generator jest podstawowym elementem Infant Flow, w którym ciśnienie CPAP jest wytwarzane w okolicy otworów nosowych noworodka. Generator Infant Flow jest wyposażony w dwa kanały oddechowe, każdy z nich jest zakończony dyszą, w której następuje przyspieszenie przepływu gazów oddechowych dostarczanych z układu. Gazy te są kierowane do komory nosowej przez końcówkę donosową lub maseczkę. Strumień napływający dostarcza gaz o wysokim ciśnieniu, cząsteczki gazu przepływają przez dyszę, rozprężają się w komorze nosowej i ulegają zamianie na ciśnienie CPAP. W czasie spontanicznego wydechu strumień wydechowy płynący od noworodka powoduje przełączenie strumienia napływającego do kanału wydechowego. Zmiany te powstają w wyniku zjawiska zwanego efektem Coanda. Przełączenie przepływu strumienia gazów napływających między drogą wdechu i wydechu następuje zgodnie z potrzebami noworodka. W układzie Infant Flow zmiany ciśnienia CPAP są dość małe i występują w rytmie spontanicznego oddychania noworodka. Wywołuje to mniejszą pracę oddechową podczas wdechu. Praca oddechowa, którą wykonuje noworodek w układzie Infant Flow, jest 7-krotnie mniejsza niż praca oddechowa w układzie stałoprzepływowym CPAP. Infant Flow wykorzystuje własny napęd oddechowy dziecka. Podczas wykonywanego przez dziecko wdechu system działa podobnie jak CPAP. Zapewnia on dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych, tzn. wdmuchuje ogrzane i nawilżone powietrze do dróg oddechowych dziecka, aby ograniczyć wysiłek związany z oddychaniem. Różnica pojawia się przy wydechu, gdy dziecko podłączone do CPAP musi wydychać powietrze ze zwiększonym wysiłkiem, ponieważ w tym czasie CPAP przez cały czas podaje powietrze do jego dróg oddechowych. Natomiast Infant Flow „wyczuwa” i zauważa początek wydechu dziecka i zmienia kierunek przepływu gazów – dziecko nie musi więc wykonywać wydechu „przeciwko” ciśnieniu podawanemu przez urządzenie, a urządzenie współpracuje z nim i ułatwia mu również wydech. Infant Flow stosuje się u wcześniaków mających własny napęd oddechowy, czyli takich, które już próbują same oddychać, ale potrzebują wspomagania oddechu.

## **Zastosowanie hipotermii leczniczej w encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej noworodków**

Okoloporodowa encefalopatia niedotlenieniowo-niedokrwienna (ENN) jest nadal bardzo ważną przyczyną mózgowego porażenia dziecięcego i objawowej padaczki. Dotychczas opublikowane wyniki badań dotyczących odległych skutków niedotlenienia okołoporodowego przed wprowadzeniem hipotermii leczniczej wskazują, że różnego stopnia deficyty neurologiczne w wieku 5 lat były stwierdzane u 6–21% dzieci z umiarkowaną i u 42–100% dzieci z ciężką encefalopatią. Zastosowanie hipotermii leczniczej w zapobieganiu powikłań niedotlenienia u noworodków donoszonych zostało zaakceptowane przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (FDA, Food and Drug Administration) w 2006 roku. Od kilku lat ta metoda terapeutyczna jest też stosowana w niektórych polskich oddziałach intensywnej opieki neonatologicznej. W pracy przedstawiono: mechanizmy działania, zasady kwalifikacji, metody i działania niepożądane hipotermii leczniczej oraz ocenę jej skuteczności. Przedstawiono również zmiany patologiczne stwierdzane w badaniach metodą rezonansu magnetycznego (MRI) u noworodków z ENN leczonych z zastosowaniem hipotermii. Omówiono też różne próby zastosowania innych neuroprotektynowych terapii dodanych do hipotermii leczniczej. Na podstawie opublikowanych 6–7-letnich obserwacji dzieci, u których zastosowano hipotermię, przeanalizowano odległe efekty takiego leczenia encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej noworodków. Wykazano, że u noworodków z encefalopatią niedotlenieniowo-niedokrwienną ta terapeutyczna możliwość kontrolowanego obniżenia temperatury ciała o 3–4°C przez 72 godziny może zmniejszyć uszkodzenie mózgu i poprawić rokowanie dotyczące występowania następstw neurologicznych.

Objawy encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej (ENN) u noworodków urodzonych o czasie zostały usystematyzowane przez Sarnat i Sarnat. Wyróżnili oni trzy stopnie ENN: 1 – łagodna ENN: nadwrażliwość na bodźce, przewaga układu współczulnego i prawidłowe EEG; stopień 2 – umiarkowana ENN: hipotonia mięśniowa, drgawki wieloogniskowe i EEG z okresową lub ciągłą aktywnością delta; stopień 3 – ciężka ENN: stupor, wiotkość z izoelektrycznym zapisem stale lub okresowo w EEG. Dzieci z encefalopatią umiarkowaną (stopień 2) przy objawach trwających do 5 dni rozwijały się prawidłowo, a przedłużające się objawy przez 7 dni lub brak normalizacji zapisu EEG wiązały się z zaburzeniami neurologicznymi lub śmiercią. Stwierdzono, że ciężkość encefalopatii jest lepszym czynnikiem prognostycznym dla oceny występowania deficytów neurologicznych niż punktacja w skali Apgar.

Hipotermia jest metodą neuroprotekcji ośrodkowego układu nerwowego (OUN) u dzieci z objawami encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej. W 2010 roku w europejskich wytycznych dotyczących zasad resuscytacji noworodków uwzględniono hipotermię jako metodę leczenia [3]. W Wielkiej Brytanii jest to zalecana metoda leczenia u noworodków z ENN (wytyczne NICE oraz Brytyjskiego Towarzystwa Perinatologicznego). Mechanizm komórkowego uszkodzenia OUN w fazie początkowej niedotlenienia dochodzi do natychmiastowego obumierania neuronów (nekrozy), następnie występuje faza utajona trwająca średnio 6 godzin (tzw. okno terapeutyczne). Kolejna faza trwa od kilku godzin do kilku dni (pomiędzy 6. a 72. godziną od niedotlenienia) i w jej wyniku dochodzi do apoptozy (zaprogramowanej śmierci) komórek.

Ciężkie niedotlenienie zaburza komórkowy metabolizm tlenowy, prowadząc do depolaryzacji neuronów i niedokrwienia. Niedokrwienie powoduje zmniejszenie dostępności glukozy potrzebnej do metabolizmu beztlenowego, która to glukoza dostarcza energii pompom wychwytyjącym neurotransmitery. To prowadzi do zwiększenia ilości glutamianu w przestrzeni synaptycznej i przestrzeni pozakomórkowej oraz depolaryzacji neuronów i w konsekwencji otwarcia receptorów NMDA i receptorów wapniowych (VGCC, voltage gated calcium channels), prowadząc do zwiększonego przechodzenia jonów wapnia do neuronów. Przechodzenie jonów przez receptory NMDA aktywuje enzym – syntetazę tlenku azotu, prowadząc do zwiększenia ilości toksycznych wolnych rodników. Wolne rodniki atakują enzymy związane z fosforylacją tlenową i

transportem jonów. Jony wapnia działają toksycznie poprzez aktywację enzymów – kaspaz, kalpain, innych proteaz i lipaz, które uszkodzają mitochondria i inne elementy komórkowe. Sygnały wysyłane przez uszkodzone mitochondria prowadzą do apoptozy komórek.

Toksyczna kumulacja mleczanów wydaje się mniej istotna w mózgu noworodka w porównaniu z dorosłymi, a obrzęk mózgu jest najprawdopodobniej objawem deficytu energetycznego [2]. Aktywacja receptorów adenosyny A1 w trakcie ciężkiego niedotlenienia powoduje zmniejszenie aktywności neuronów i jest ważnym mechanizmem ochronnym. Podanie blokera receptorów kanału NMDA u 7-dniowych szczurów przed epizodem niedotlenienia/niedokrwienia działało silnie protekcyjnie, ale efekt był krótkotrwały (do 3 godzin po incydencie). Magnez działa neuroprotekcynie u noworodków gryzoni prawdopodobnie w mechanizmie blokowania receptorów NMDA. Receptory AMPA są także aktywowane przez nadmiar glutaminianu i prawdopodobnie są odpowiedzialne za wystąpienie drgawek w encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej. Mechanizm działania hipotermii leczniczej. Efekt neuroprotekcyny hipotermii związany jest ze zwolnieniem metabolizmu tkanki nerwowej mózgu, prowadzącym do zmniejszenia zapotrzebowania na glukozę i tlen.

Metabolizm tkanki nerwowej mózgu obniża się o 6–10% przy obniżeniu temperatury ciała o 1°C, co prowadzi do zmniejszenia uwalniania pobudzających aminokwasów i wolnych rodników [6, 7]. Gdy temperatura obniża się do 32°C, to metabolizm oraz zapotrzebowanie na tlen i produkcja CO<sub>2</sub> spadają do 50–65% w stosunku do normy. Wymaga to dostosowania parametrów wentylacji noworodków z ENN, aby w ten sposób zapobiec hiperwentylacji. Konieczna jest też częsta kontroli gazometrii, szczególnie w początkowej fazie wprowadzania hipotermii. Efekt protekcyjny hipotermii jest prawdopodobnie związany z zahamowaniem aktywności proteaz i kalpain. Inne zmiany metaboliczne zachodzące w trakcie oziębiania to zwiększenie stężenia glicerolu, wolnych kwasów tłuszczowych, ketonów i mleczanu – co prowadzi do łagodnej kwasicy metabolicznej (pH rzadko obniża się poniżej 7,25). W wyniku hipotermii zmniejsza się także wydzielanie insuliny, co może prowadzić do hiperglikemii. Na podstawie badań na zwierzętach stwierdzono, że hipotermia opóźnia proces apoptozy. Kwalifikacja do zastosowania hipotermii leczniczej. Według dotychczas przeprowadzonych badań klinicznych [8, 9, 10, 11] do leczenia hipotermią kwalifikowane są noworodki urodzone w 36. tygodniu ciąży lub powyżej, u których stwierdza się co najmniej jedno z niżej wymienionych kryteriów oraz gdy nie upłynęło 6 godzin od porodu.

Kryteria:

1. Punktacja Apgar poniżej lub równa 5 w 10. minucie życia.
2. Potrzeba kontynuacji resuscytacji (sztuczna wentylacja) w 10. minucie życia.
3. Kwasica w ciągu pierwszych 60 minut życia (definiowana jako wartość pH we krwi pępowinowej, tętniczej lub kapilarnej wynosząca 7 lub poniżej).
4. Niedobór zasad powyżej lub równy 16 mmol/l we krwi pępowinowej albo tętniczej, żylniej czy kapilarnej w ciągu pierwszych 60 minut życia.

Pacjenci, którzy spełniają powyższe wymogi są następnie oceniani pod względem kryteriów neurologicznych włączenia do terapii hipotermią.

Kryteria neurologiczne to:

1. Drgawki lub umiarkowana do ciężkiej encefalopatia definiowana jako: zaburzenia świadomości (osłabiona reakcja na bodźce lub brak reakcji na bodźce).
2. Nieprawidłowe napięcie mięśniowe (ogniskowa lub uogólniona hipotonia).
3. Nieprawidłowe odruchy stwierdzone w badaniu klinicznym noworodka (słaby lub brak odruchu ssania czy odruchu Moro).
4. Objawy z układu autonomicznego (ocena: źrenic, toru oddychania, częstości rytmu serca).

Te kryteria definiujące stopień encefalopatii niedotlenieniowo-niedokrwiennej przedstawiono w tabeli I. Jeżeli noworodek spełnia przedstawione kryteria i nie minęło 6 godzin od porodu, to wówczas jest kwalifikowany do zastosowania hipotermii leczniczej. Jeśli jest to możliwe, pacjent jest monitorowany za pomocą aEEG (amplitude integrating EEG), jakkolwiek w przypadku braku możliwości wykonania aEEG nie opóźnia się zastosowania hipotermii. Jednak w niektórych

badaniach używano aEEG (20-minutowy zapis) do kwalifikacji do leczenia i u pacjentów z prawidłowym zapisem aEEG lub niewielkimi zmianami w zapisie aEEG stosowano hipotermię tylko wtedy, jeśli wystąpiły kliniczne drgawki przed włączeniem do badania (pacjenci tacy stanowili ok. 6% badanych)

Standardowo pacjenci z ENN, u których stosowano hipotermię leczniczą mają wykonywane badanie metodą rezonansu magnetycznego mózgu (MRI, magnetic resonance imaging) między 5. a 14. dobą życia. Zmiany poniedotlenieniowe mogą nie być widoczne w badaniu MRI w 24.–48. godzinie życia. Pacjenci ci wymagają także wielodyscyplinarnej opieki długoterminowej – neurologa, rehabilitanta, okulisty, audiologa oraz oceny rozwoju w wieku co najmniej od 18. do 24. miesiąca życia.

Przeciwwskazania do zastosowania hipotermii leczniczej Przeciwwskazania do leczenia hipotermią obejmują:

1. Ciężkie urazy głowy, krwawienia śródczaszkowe.
2. Masa ciała poniżej 1800 g.
3. Ciężkie wady rozwojowe, nieprawidłowości chromosomalne, krytycznie złe rokowanie.
4. Obwód głowy poniżej dwóch odchyłeń standardowych (SD) dla wieku ciążowego przy masie ciała powyżej 2 SD.
5. Wiek noworodka z ENN powyżej 6 godzin lub brak wyników badań przed 6. godziną życia.

Podkreśla się również, że terapia z zastosowaniem hipotermii „nie jest właściwa” w przypadkach skrajnie ciężkiej encefalopatii, na przykład gdy w zapisie aEEG/ EEG stwierdza się linię izoelektryczną w 12.–24. godzinie życia. Ponieważ hipotermia może powodować przejściowe zaburzenia oddechowe czy też kardiologiczne (hipotensja, bradykardia), dlatego powinna być ostrożnie stosowana u pacjentów z niestabilnym stanem oddechowym lub kardiologicznym.

Mgr. Bożek Anna