

R-042

„Poprawa opieki zdrowotnej nad dziećmi w regionie przygranicznym Litwy i Polski”

(Interreg V-A Litwa-Polska)

Szkolenie

“Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków”

Marek Alifier, dr n. med.

Białystok, Polska, 26.06.2018

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków
Fizjologia i patofizjologia oddychania dziecka
urodzonego przedwcześnie

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ uwarunkowania noworodkowe:
 - ✓ drożność dróg oddechowych:
 - ✓ wątpliwa, zależna od m.in.
 - ✓ budowy części chrzęstnych układu oddechowego
 - ✓ napięcia mięśni
 - ✓ obecności ciał obcych w drogach oddechowych (smółka, krew)
 - ✓ wysoka podatność klatki piersiowej
 - ✓ niewielka wydolność mięśni oddechowych
 - ✓ fizjologia płuc:
 - ✓ nadmiar płynu (gł. płynu płucnego)
 - ✓ niedobór elastyny
 - ✓ niedobór surfaktantu
 - ✓ znaczne zużycie tlenu (~6 mL/kg/min)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ niewydolność oddechowa - stan patologiczny:
 - ✓ niemożność usunięcia nadmiaru CO_2 i /lub dostarczenia O_2
 - ✓ mierzalny: niedobór tlenu we krwi tętniczej (hipokseミア) i/lub nadmiar dwutlenku węgla we krwi tętniczej (hiperkapnia)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ wentylacja noworodka:
 - ✓ zapewnienie prawidłowej wymiany gazowej
 - ✓ wspomaganie oddechu po urodzeniu wymaga ~10% noworodków
- ✓ przyczyny niewydolności oddechowej:
 - ✓ hipoglikemia
 - ✓ hipotermia
 - ✓ niedojrzałość anatomiczno-fizjologiczna: bezdechy wcześniacze
 - ✓ krwawienia śródczaszkowe
 - ✓ wpływ leków: opioidy

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ zalecenia ILCOR
 - ✓ rozpocząć IPPV, gdy noworodek nie oddycha pomimo stymulacji lub gdy czynność serca jest $< 100/\text{min}$
- ✓ cele wspomagania oddychania:
 - ✓ zapewnienie prawidłowej wymiany gazowej
 - ✓ zmniejszenie wysiłku oddechowego
 - ✓ umożliwienie regeneracji płuc
 - ✓ zmniejszenie potencjalnego urazu płuc

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ etapy leczenia
 - ✓ tlenoterapia bierna
 - ✓ CPAP i modyfikacje metody
 - ✓ mechaniczna wentylacja

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

- ✓ ewolucja terapii oddechowej w opiece nad noworodkiem
 - ✓ 1971 – CPAP
 - ✓ 1972 – glikokortykosteroidy
 - ✓ 1980 – surfaktant
 - ✓ 1980 – HFOV
 - ✓ 1990 – nCPAP + INSURE
 - ✓ 2010 – NIV + LISA/MIST
 - ✓ 2020 – ???

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków
Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ tlenoterapia
 - ✓ najprostsza metoda leczenia hipoksemii
 - ✓ nadmiar tlenu może przyczynić się do powstawania powikłań takich jak:
 - ✓ dysplazja oskrzelowo-płucna (BPD)
 - ✓ retinopatia wcześniacza (ROP)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

✓ tlenoterapia

✓ wskazania do tlenoterapii biernej:

✓ bezdechy (z bradykardią)

✓ hipoksemia (przy $\text{PaO}_2 < 50\text{-}60$ mmHg) i saturacji hemoglobiny poniżej 86%

✓ znacznego upośledzenia transportu O_2 do tkanek:

✓ głęboka anemia

✓ wstrząs krwotoczny, septyczny, hipowolemiczny

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ tlenoterapia
 - ✓ jako izolowana terapia oddechowa jest wystarczająca gdy hipoksemii nie towarzyszy hiperkapnia
 - ✓ metody podaży:
 - ✓ bezpośrednio do inkubatora (u stabilnych noworodków wymagających < 30-35% tlenu)
 - ✓ za pomocą maski twarzowej (przepływ 3-6 L/min zapewnia stężenie około 40%)
 - ✓ budka tlenowa (uwaga na retencję CO₂ – wymagany przepływ około 3 L/min)
 - ✓ cewnik nosowy (stałe stężenie tlenu, ale zwiększa opór dla przepływu, wskutek blokowania nozdrzy, ze względu na zalecany przepływ <1 L/min wymagany specjalny przepływomierz)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

✓ tlenoterapia

- ✓ preferowane metody podaży – takie, gdzie: osiąga się stałe stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej niezależnie od
 - ✓ wentylacji minutowej
 - ✓ objętości oddechów
 - ✓ położenia głowy
 - ✓ stanu uspokojenia dziecka
- ✓ preferowane metody podaży
 - ✓ bezpośrednio do inkubatora
 - ✓ budka tlenowa

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ **tlenoterapia jest nieskuteczna** jeśli pomimo podaży tlenu w stężeniu 30-40%
 - ✓ nasila się tachypnoe i dyspnoe
 - ✓ nasila się hipoksemia
 - ✓ pojawiają się bezdechy
- ✓ należy wtedy rozpocząć terapię oddechową przy użyciu nCPAP

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ CPAP (continuous positive air pressure)
 - ✓ utrzymuje dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych podczas **samodzielnego oddychania noworodka**
 - ✓ stały przepływ mieszaniny oddechowej do dróg oddechowych:
 - ✓ utrzymuje ↑ ciśnienie w dystalnych częściach płuc (włączając w to pęcherzyki płucne) zwane ciśnieniem PEEP (positive end-expiratory pressure) lub ciśnieniem CPAP

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

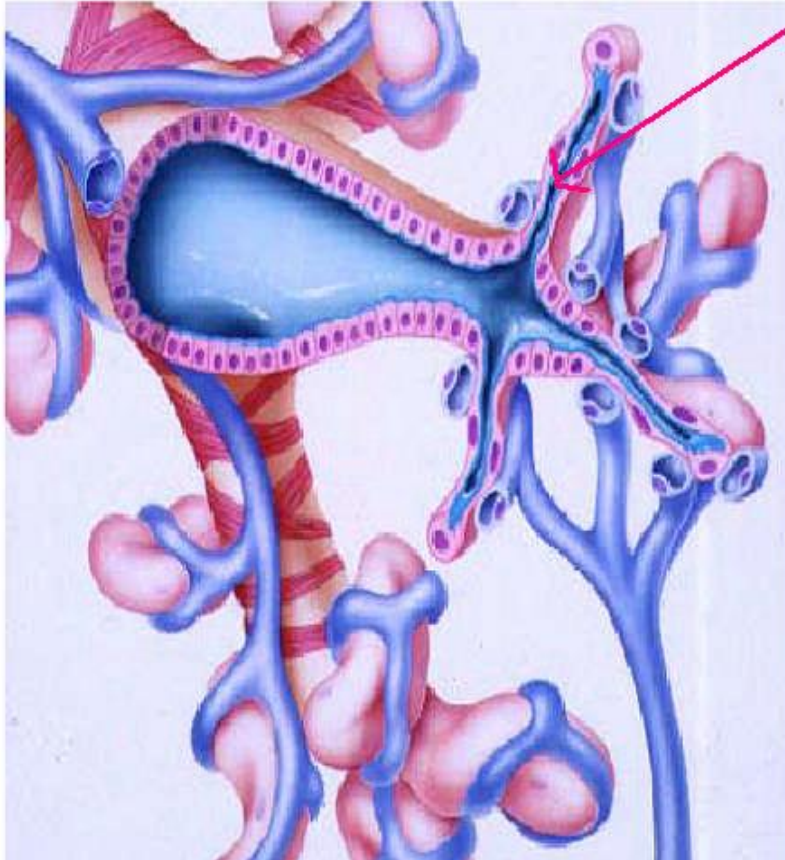
Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ efekty fizjologiczne CPAP (continuous positive air pressure):
 - ✓ ↑ ciśnienia w drogach oddechowych
 - ✓ ↑ średnicy dróg oddechowych
 - ✓ ↑ powierzchni wymiany gazowej
 - ✓ ↑ czynnościowej pojemności zalegającej (FRC functional residual capacity)
 - ✓ ↓ destrukcji surfaktantu
 - ✓ ↓ częstości oddechów i pracy oddechowej
 - ✓ ↓ częstości bezdechów obturacyjnych
 - ✓ poprawa utlenowania krwi tętniczej (↑ PaO₂, PaCO₂ ~bez zmian)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

Pęcherzyki bez surfaktantu



Działanie CPAP



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wskazania do CPAP:
 - ✓ schorzenia z niską wartością FRC
 - ✓ ZZO, TTN, obrzęk płuc
 - ✓ bezdechy z bradykardią u wcześniaków
 - ✓ zwłaszcza bezdechy o mechanizmie obturacyjnym
 - ✓ choroby ze zwężeniem dróg oddechowych
 - ✓ obrzęk krtani, bronchiolitis, BPD
 - ✓ wiotkość krtani (wrodzony stridor krtaniowy)
 - ✓ porażenie nerwu przeponowego
 - ✓ lżejsze przypadki zespołu MAS
 - ✓ odzwyczajanie od respiratora

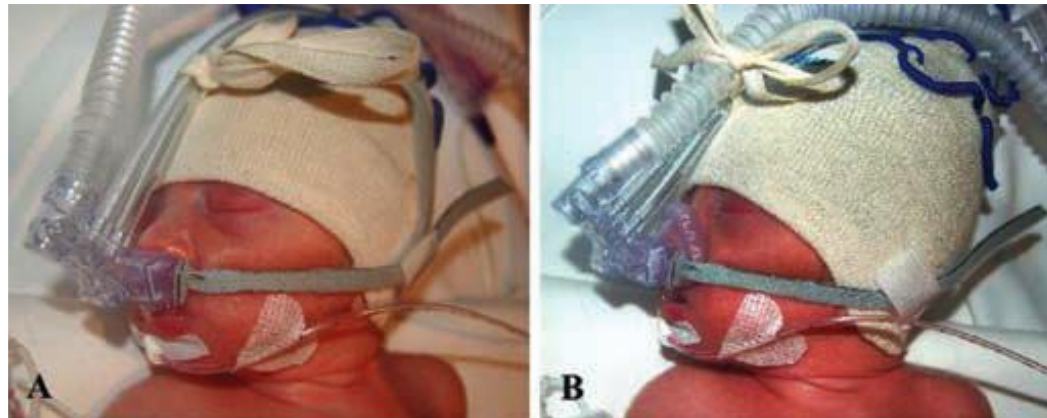
Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Tlenoterapia. CPAP i jego modyfikacje

- ✓ przeciwwskazania do CPAP:
 - ✓ wrodzona atrezja nozdrzy tylnych
 - ✓ przepuklina przeponowa
 - ✓ stan po perforacji przełyku
 - ✓ depresja ośrodka oddechowego (po opioidach, ciężkiej zamartwicy, krwawieniu śródczaszkowemu)
 - ✓ wstrząs
 - ✓ wysokie parcjalne ciśnienie CO₂ (PaCO₂ >65-70 mmHg)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków CPAP i jego modyfikacje

- ✓ obrażenia przegrody nosa są dość częste i sięgają 20-60%



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ RAM cannula:
 - ✓ można stosować przy HFNC – przy wypełnieniu nozdrzy przez przewody do 50%
 - ✓ można stosować przy nCPAP przy zastosowaniu adaptera nosowego dla uzyskania szczelności

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ potencjalne zastosowanie RAM cannula
 - ✓ stabilizacja noworodka już na sali porodowej
 - ✓ HFNC
 - ✓ bierna tlenoterapia
 - ✓ wentylacja nieinwazyjna: nCPAP, nIMV, nIPPV, NC-IMV
 - ✓ stabilizacja dziecka w transporcie

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ RAM cannula - stabilizacja noworodka na sali porodowej
 - ✓ zaleca się podczas zabiegu rekrutacji płuc uszczelnienie kaniul RAM
 - ✓ PIP ustawiamy na 20-30 cmH₂O
 - ✓ PEEP ustawiamy na poziomie 5-6 cmH₂O



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ High Flow Nasal Cannula:
 - ✓ lepsza eliminacja przestrzeni martwej w celu osiągnięcia lepszej „wydajności oddechowej”
 - ✓ objętość przestrzeni martwej jamy nosowo-gardłowej u noworodków wynosi około 2,3 mL/kg m.c. w porównaniu do 0,8 mL/kg m.c. u dzieci > 6 roku życia
 - ✓ HFNC redukuje wysiłek oddechowy i wspomaga funkcje dróg oddechowych
 - ✓ ogrzanie i nawilżenie gazów oddechowych (36-38 °C, ew. 35 °C dla przepływów < 5 L/min)
 - ✓ kaniule nie powinny zajmować więcej niż 50% średnicy nozdrzy

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

✓ High Flow Nasal Cannula:

✓ różne protokoły przepływu gazów

✓ przepływ przez kaniule powinien oscylować w zakresie 3-8 L/min (~2 L/kg/min)

✓ 1000-1999 g = 3 L/min

✓ 2000-2999 g = 4 L/min

✓ > 3000 g = 5 L/min

✓ przepływ początkowy 5 L/min

✓ ewentualne zwiększanie przepływu o około 0,5-1,0 L/min w razie zwiększonego zapotrzebowania na tlen, wysiłku oddechowego lub bezdechów

✓ przepływ maksymalny 8 L/min (jeśli konieczne stosowanie $FiO_2 > 0,6$ lub nadmierna retencja CO_2 , kwasica $pH < 7,2$, lub bezdechy – konieczne zastosowanie innej metody wsparcia oddechowego)

✓ stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej regulowane w oparciu o SpO_2 (90-95% w przypadku suplementacji tlenem)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ High Flow Nasal Cannula ustawienia respiratora
 - ✓ tryb IMV/IPPV
 - ✓ jeśli respirator (np. Sechrist, Fabian, Bear) ma taką opcję to:
 - ✓ przepływ bazowy 2-3 L/min
 - ✓ przepływ oddechowy 8-10 L/min
 - ✓ czas wdechu 0,3-0,4 s
 - ✓ ilość oddechów 30-40/min
 - ✓ jeśli przepływ jest automatycznie ustawiany przez respirator (np. Servo, Avea, Babylog)
 - ✓ wybieramy najprostsz tryb wentylacji ciśnieniowej lub dedykowany tryb wentylacji nieinwazyjnej (np. NIV-servo)
 - ✓ nie należy używać trybów objętościowych ze względu na wymaganą obecność przecieku (w trybie HFNC przeciek jest wymagany!)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ High Flow Nasal Cannula – postępowanie z pacjentem
 - ✓ monitorowanie:
 - ✓ czynność serca
 - ✓ saturacja
 - ✓ częstość oddechów
 - ✓ przezskórny pomiar prężności CO₂ (TcCO₂) – opcjonalnie
 - ✓ okresowa ocena ciśnienia tętniczego krwi
 - ✓ kontrola badań gazometrycznych (w zależności od stanu pacjenta)
 - ✓ *minimal handling*
 - ✓ odpowiednia pozycja ciała – preferowana na brzuchu
 - ✓ ważne! sonda żołądkowa otwarta nie powinna blokować nosa

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ High Flow Nasal Cannula:
 - ✓ odzwyczajanie od respiratora
 - ✓ zmniejszanie przepływu o 0,5-1,0 L/min co 12-24 h, jeśli $FiO_2 \sim 0,21-0,3$
 - ✓ nie należy zmniejszać przepływu przy $FiO_2 > 0,3$
 - ✓ odstawienie HFNC przy przepływie < 4 L/min pod warunkiem stabilnego stanu dziecka
 - ✓ w przypadku istotnego \uparrow zapotrzebowania na tlen, \uparrow wysiłku oddechowego, \uparrow RR w ciągu 1 doby od zmniejszenia przepływu należy wrócić do poprzednio ustawionej wartości
 - ✓ po 24-48 h ponowna próba zmniejszenia przepływu
 - ✓ w przypadku niestabilnego stanu klinicznego, \uparrow pracy oddechowej lub istotnego \uparrow zapotrzebowania na $O_2 \rightarrow$ wykluczyć odmę opłucnową

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ HFNC: niejednoznaczne porównanie z nCPAP:
 - ✓ skuteczność porównywalna z nCPAP (>26 hbd)
 - ✓ mniej urazów nosa
 - ✓ mniejsza ilość zdarzeń niepożądanych (odma opłucnowa)
 - ✓ *Manley N. Eng J Med 2013; Yoder. Pediatrics 2013; Collins J. Pediatr 2013*
 - ✓ łatwiejsze tworzenie więzi rodzic-dziecko
 - ✓ lepsza tolerancja adaptera
 - ✓ łatwość stosowania
 - ✓ wyższy poziom zadowolenia pielęgniarek
 - ✓ *Hochwald J. Neonatal-Perinatal Med 2010; Hough J. Pediatr Child Health 2011; Ojha. Acta Pediatr 2012*

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ HFNC: niejednoznaczne porównanie z nCPAP:
 - ✓ wprowadzenie HFNC bezpośrednio po urodzeniu jako pierwotnej metody wspomaganie wentylacji – istotnie wyższe ryzyko niepowodzeń z porównaniu z nCPAP
 - ✓ HFNC nie jest rekomendowane jako początkowe wsparcie oddechowe u wcześniaków z ZZO
 - ✓ HFNC powinno być ograniczone do sytuacji, w których inna metoda wsparcia nie jest dostępna

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wentylacja nosowa (nasal ventilation)
 - ✓ pośrednia forma wentylacji pomiędzy CPAP a pełną wentylacją mechaniczną
 - ✓ pierwotna wentylacja nosowa – u noworodka, który nie był wentylowany
 - ✓ wtórna wentylacja nosowa – u noworodka ekstubowanego do NIPPV lub po podaniu surfaktantu (w technice InSurE)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wentylacja SiPAP (synchronous intermittent positive airway pressure)
 - ✓ podaje dodatkowe „oddechy” podczas nCPAP
 - ✓ zwiększa ciśnienie CPAP z poziomu bazowego do wyższego
 - ✓ dodatkowy „oddech” trwa od 0,1-3,0 s
 - ✓ maksymalnie do 11 cmH₂O
 - ✓ efekt: zwiększa ciśnienia MAP, zwiększenie objętości oddechowej, lepsza eliminacja dwutlenku węgla
 - ✓ w trybie BiPhasic triggered oddechy wyzwalane są przez noworodka dzięki czujnikowi umieszczonemu na jamie brzusznej
 - ✓ jest rodzaj nosowej wentylacji wyzwalanej przez noworodka (nasal PTV)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wentylacja SiPAP (synchronous intermittent positive airway pressure)
 - ✓ lepsza od nCPAP w odzwyczajaniu od respiratora
 - ✓ może być stosowana, gdy pojawiają się bezdechy
 - ✓ używanie PIP przekraczających 20 cmH₂O może
 - ✓ zwiększać ryzyko rozdęcia żołądka, regurgitacji
 - ✓ zwiększać ryzyko rozwoju infekcji przy patogennej kolonizacji przewodu pokarmowego

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wentylacja SiPAP (synchronous intermittent positive airway pressure)
 - ✓ wskazania:
 - ✓ leczenie bezdechów niepoddających się terapii farmakologicznej i za pomocą nCPAP
 - ✓ odzwyczajanie od respiratora po ekstubacji
 - ✓ wczesna ekstubacja noworodków, zwłaszcza z ekstremalnie niską masą ciała

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków
CPAP i jego modyfikacje. Podsumowanie

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

✓ CPAP

- ✓ wczesne stosowanie CPAP na sali porodowej
 - ✓ COIN (2008): ~50% noworodków z grupy CPAP nie wymagała wentylacji mechanicznej
 - ✓ SUPPORT (2010) – ↓ ilość intubacji, ↓ glikokortykosteroidów, ↓ czas wentylacji mechanicznej
 - ✓ VON (2011): ~50% noworodków nie wymagała wentylacji mechanicznej i podaży surfaktantu

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

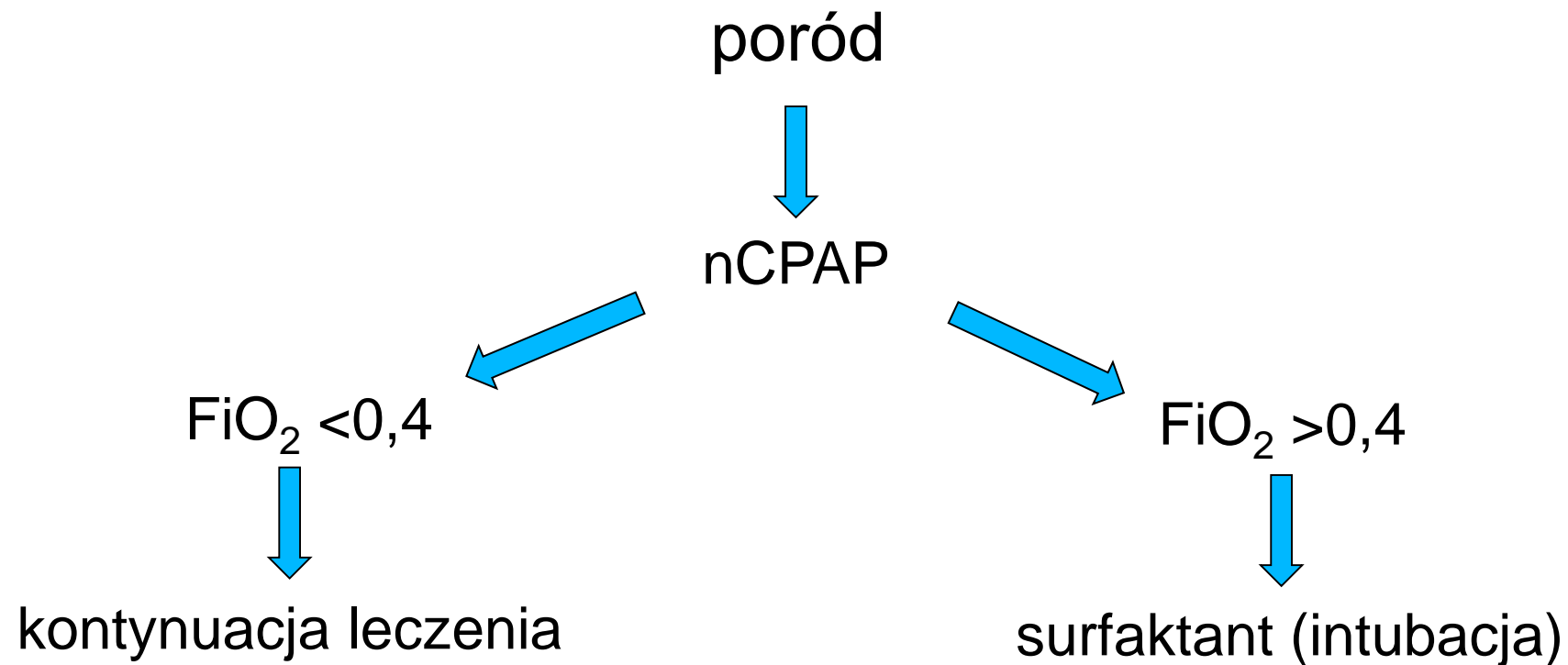
CPAP i jego modyfikacje

- ✓ CPAP – rozwiązanie problemów oddechowych noworodków urodzonych przedwcześnie?
- ✓ zastosowanie wczesnego nCPAP:
bezpieczna i skuteczna procedura w leczeniu zaburzeń oddychania
(Miksch R.M. *Eur J Pediatr* 2008)
- ✓ zastosowanie wczesnego nCPAP:
↓ częstość występowania BPD
(Greenough A. *Acta Paediatr* 2008)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ CPAP: optymalny wybór wczesnej strategii postępowania



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wytyczne postępowania na sali porodowej wg David Sweet (SPIN Neapol 2016)
- ✓ opóźnienie zaklemowania pępowiny o minimum 60”
siła zaleceń B1
- ✓ „milking” jako alternatywa w przypadku niemożności opóźnienia zaklemowania (np. w przypadku ciężkiej zamartwicy urodzeniowej)
siła zaleceń B1

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wytyczne postępowania na sali porodowej wg David Sweet (SPIN Neapol 2016)
- ✓ stosowanie $FiO_2 \sim 0,3$ dla dzieci <28 hbd
stosowanie $FiO_2 \sim 0,21-0,3$ dla dzieci 28-31 hbd
monitorowanie pulsoksymetryczne
siła zaleceń B2
- ✓ u dzieci oddychających spontanicznie stabilizacja CPAP z PEEP ~ 6 cmH_2O poprzez maskę twarzową lub kaniulę nosową
siła zaleceń A1
- ✓ delikatna rekrutacja płuc z PIP 20-25 cmH_2O u dzieci nieoddychających oraz z bradykardią

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wytyczne postępowania na sali porodowej wg David Sweet (SPIN Neapol 2016)
- ✓ intubacja zarezerwowana dla dzieci nie odpowiadających na wentylację maską twarzową
siła zaleceń A1
- ✓ dzieci wymagające intubacji powinny otrzymać surfaktant
- ✓ użycie plastikowych worków u dzieci <28 hbd
siła zaleceń A1

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wytyczne nieinwazyjnego wsparcia oddechu
 - ✓ CPAP powinien być postępowaniem z wyboru u wszystkich dzieci z ryzykiem rozwoju RDS, a niewymagających natychmiastowej intubacji w celu stabilizacji stanu
siła zaleceń A1
 - ✓ CPAP powinien być prowadzony przez kaniulę donosową (podwójną, krótką), ciśnienie powinno wynosić optymalnie 6 cmH₂O
 - ✓ CPAP z wczesnym podaniem surfaktantu (np. technika InSurE) jest optymalnym postępowaniem u pacjentów z RDS
siła zaleceń A1

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ wytyczne nieinwazyjnego wsparcia oddechu
 - ✓ SNIPPV w stosunku do BiPAP wykazuje zmniejszenie częstości niepowodzeń (intubacji) oraz częstości występowania BPD
siła zaleceń B2
 - ✓ HFNC może być alternatywą dla CPAP szczególnie u dzieci w fazie odzwyczajania od wsparcia oddechu
siła zaleceń B2

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

CPAP i jego modyfikacje

- ✓ metody nieinwazyjnego wsparcia oddechu
 - ✓ nCPAP (nasal continuous positive airway pressure)
 - ✓ SiPAP (BiPAP) (synchronized inspiratory positive airway pressure)
 - ✓ nIMV (nasal intermittent mandatory ventilation)
 - ✓ nIPPV (nasal intermittent positive pressure ventilation)
 - ✓ HFT (high flow therapy) = HFNC (high flow nasal cannula)
 - ✓ NIV (noninvasive mechanical ventilation)
 - ✓ SNIMV (synchronized nasal intermittent mandatory ventilation)
 - ✓ SNIPPV (synchronized nasal intermittent positive pressure ventilation)
 - ✓ ...

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków
Wentylacja zastępcza

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ wskazania do wentylacji zastępczej
 - ✓ kliniczne:
 - ✓ całkowity brak oddechu
 - ✓ nawracające bezdechy z bradykardią
 - ✓ nieustępujące pomimo stosowania nCPAP i środków farmakologicznych
 - ✓ nadmierny wysiłek oddechowy
 - ✓ szybko narastający
 - ✓ utrzymujący się pomimo nCPAP

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ wskazania do wentylacji zastępczej
 - ✓ gazometryczne:
 - ✓ hiperkapnia $\text{PaCO}_2 > 65-70 \text{ mmHg}$ (60 mmHg^* ; $80-90 \text{ mmHg}^{**}$) powodująca kwasicę oddechową
 - ✓ * u wcześniaków w pierwszych dobach życia
 - ✓ ** w ciężkiej postaci BPD
 - ✓ $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$ przy $\text{FiO}_2 > 60\%$ pomimo tlenoterapii biernej lub CPAP o wartościach $> 8 \text{ cmH}_2\text{O}$
 - ✓ $\text{PaO}_2 < 40 \text{ mmHg}$ przy $\text{FiO}_2 > 40\%$ pomimo tlenoterapii biernej lub CPAP o wartościach $6-8 \text{ cmH}_2\text{O}$
 - ✓ $\text{pH} < 7,1$

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ wskazania do wentylacji zastępczej
 - ✓ ocena kliniczna jest zazwyczaj ważniejsza niż ocena laboratoryjna

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ prowadzenie wentylacji zastępczej
 - ✓ rekrutacja płuc
 - ✓ stabilizacja
 - ✓ odzwyczajanie od wentylacji zastępczej

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ zasady ogólne
 - ✓ zasada stopniowania leczenia oddechowego:
 - ✓ od tlenoterapii biernej, poprzez nCPAP, wentylację nieinwazyjną do wentylacji inwazyjnej
 - ✓ monitorowanie procentowe stężenie tlenu i saturacji u każdego pacjenta, który otrzymuje > 21% tlenu
 - ✓ dodatkowo ciśnienie końcowo-wydechowe w drogach oddechowych (PEEP) minimum 4 cmH₂O u każdego pacjenta zaintubowanego
 - ✓ poprawa utlenowania odbywa się poprzez
 - ✓ ↑ MAP i ↑ FiO₂ (nie wpływa to na ↓ PaCO₂ !!)
 - ✓ ↑ objętości oddechowej (poprzez ↑ ciśnienia szczytowego wdechowego PIP, ew. przedłużenie czasu wdechu Ti)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ zasady ogólne
 - ✓ prawidłowa ruchomość klatki piersiowej klinicznym wyznacznikiem czy pacjent otrzymuje odpowiednią objętość oddechową (TV)
 - ✓ podczas wentylacji zastępczej nie znika własny napęd oddechowy dziecka!
brak własnego oddechu związany z:
 - ✓ hiperwentylacją
 - ✓ lekami sedacyjnymi lub zmiotczającymi
 - ✓ dysfunkcja ośrodka oddechowego
 - ✓ celami gazometrycznymi wentylacji są: PaO₂ 50-80 mmHg, SpO₂ 90-95%, PaCO₂ 40-55 mmHg
 - ✓ konieczne aktywne ogrzewanie i nawilżenie gazów oddechowych, odsysanie wydzielony wykonywane w razie potrzeby (preferowane systemy zamknięte)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ prowadzenie wentylacji zastępczej w większości przypadków – respiratory:
 - ✓ stałoprzepływowe
 - ✓ podające stały przepływ gazów z regulowaną zawartością tlenu
 - ✓ czasowo-zmienne o regulowanym (kontrolowanym) ciśnieniu szczytowym
 - ✓ kierowany do płuc, aż do osiągnięcia ciśnienia szczytowego (PIP, Peak Inspiratory Pressure)
 - ✓ po zakończeniu wdechu utrzymuje ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP, Positive End-Expiratory Pressure)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ prowadzenie wentylacji zastępczej w większości przypadków – ustawiamy na respiratorze:
 - ✓ przepływ gazów
 - ✓ czasami oddzielnie wdechowy i wydechowy
 - ✓ w części respiratorów jest on ustawiony fabrycznie (np. 5 L/min) i niezmienny
 - ✓ stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej (FiO_2)
 - ✓ częstość oddechów
 - ✓ czasami podajemy liczbę (f/min)
 - ✓ czasami respirator sam wylicza z ustawień czasu wdechu i wydechu
 - ✓ ciśnienie szczytowe wdechu (PIP)
 - ✓ ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP)
 - ✓ czułość wychwytywania oddechu spontanicznego
 - ✓ szybkość narastania wdechu etc.

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ podstawowe parametry niezbędne dla zrozumienia podstaw wentylacji mechanicznej:
 - ✓ **MAP (mean airway pressure): średnia wartość ciśnienia działającego na płuca w ciągu całego cyklu oddechowego**
 - ✓ wpływa w sposób proporcjonalny na utlenowanie krwi – im wyższa wartość MAP, tym wyższe PaO₂, ale:
 - ✓ większe ryzyko depresji krążenia płucnego
 - ✓ większe ryzyko barotraumy i volumotraumy
 - ✓ $MAP = (PIP - PEEP) \times [Ti / (Ti + Te)] + PEEP$

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ podstawowe parametry niezbędne dla zrozumienia podstaw wentylacji mechanicznej:
 - ✓ **C (compliance): podatność określa rozciągalność i elastyczność płuc**
 - ✓ stosunek objętości (V) jaka dostaje się do układu oddechowego pod ciśnieniem do wartości tego ciśnienia (P)
 - ✓ podatność zależy od:
 - ✓ **dnia życia noworodka:** 1 mL/cmH₂O bezpośrednio po urodzeniu, 3 mL/cmH₂O ½ h po urodzeniu, 4 mL/cmH₂O 1 h po urodzeniu, 6 mL/cmH₂O powyżej 1 doby życia
 - ✓ **drogi porodu:** po porodzie drogą cięcia cesarskiego podatność jest ↓ o 25%
 - ✓ **współistniejącej choroby:** podatność ↓ przy hipoplazji płuc, niedoborze surfaktantu, zmianach zapalnych

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ podstawowe parametry niezbędne dla zrozumienia podstaw wentylacji mechanicznej:
 - ✓ **R (resistance): opór dróg oddechowych**; zależy od:
 - ✓ średnicy i długości dróg oddechowych
 - ✓ rodzaju przepływu: ↓ przy przepływie laminarnym, ↑ przy przepływie burzliwym
 - ✓ u noworodków zależy od przepływu przez nozdrza (w 50%)
 - ✓ fazy oddechowej: ↑ przy wydechu, ↓ przy wdechu
 - ✓ dnia życia: 90 cmH₂O/L/s bezpośrednio po urodzeniu, ↓ do 30 cmH₂O/L/s pod koniec 1 doby życia
 - ✓ obecności różnych substancji w drogach oddechowych: śluz, nabłonek, krew, smółka
 - ✓ ucisku z zewnątrz na drogi oddechowe lub skurczu mięśniówki oskrzeli
 - ✓ użycie zbyt wąskich rurek nosowych lub dotchawicznych

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ podstawowe parametry niezbędne dla zrozumienia podstaw wentylacji mechanicznej:
 - ✓ **stała czasowa**: iloczyn podatności i oporu
 - ✓ mówi o tym jak szybko dana objętość wpadnie do płuc i jak szybko je opuści
 - ✓ 1 stała czasowa: 63% objętości wydechowej opuszcza płuca
 - ✓ 2 stałe czasowe: 95% objętości wydechowej opuszcza płuca
 - ✓ 5 stałych czasowych: 99% objętości wydechowej opuszcza płuca
 - ✓ **przestrzeń martwa** (VD dead space): oskrzela, oskrzeliki, tchawica, rurka intubacyjna, pęcherzyki płucne nie perfundowane; około 2-3 mL/kg m.c.

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ metody wentylacji:
 - ✓ podstawowa: wentylacja ciśnieniowa - ustawiamy ciśnienie i czas w jakim ciśnienie ma być podane (czasem szybkość narastania ciśnienia)
 - ✓ szybki wzrost ciśnienia do zaplanowanego
 - ✓ utrzymanie go do końca zaplanowanego czasu
 - ✓ „opadający” przepływ wdechowy gazów

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ metody wentylacji:
 - ✓ ustawiamy:
 - ✓ FiO_2
 - ✓ ciśnienie szczytowe wdechu (PIP); początkowo zwykle 15-20 cmH₂O
 - ✓ częstość wdechów: zwykle 30-50/min
 - ✓ przepływ gazów (*flow*)
 - ✓ czasami ustawiany oddzielnie przepływ wdechowy i wydechowy
 - ✓ w metodzie *pressure control* (PC) zwykle ustawiany automatycznie przez respirator i bez możliwości regulacji
 - ✓ czas trwanie wdechu; początkowo zwykle 0,35-0,5 s
 - ✓ ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP); zwykle 5 cmH₂O
 - ✓ czułość wyzwalacza (*trigger*): optymalnie na granicy samowzbudzenia respiratora

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation) – wentylacja synchronizowana, przerywana, obowiązkowa
 - ✓ odmiana wentylacji IMV
 - ✓ można ją prowadzić nawet wtedy, gdy pomiędzy wdechami mechanicznymi obecne są oddechy własne pacjenta
 - ✓ respirator przed podaniem własnego wdechu czeka w okienku czasowym na oddech pacjenta
 - ✓ jeśli pacjent go wykona → respirator się dołączy
 - ✓ jeśli pacjent go nie wykona → po zakończonym okienku respirator wykona wdech za pacjenta
 - ✓ część (lub wszystkie) wdechy mechaniczne pacjenta są w trybie wspomaganym (zapoczątkowanym przez oddechy własne)
 - ✓ sumaryczna liczba oddechów mechanicznych → stała/min, ale mogą być podane w nierównych odstępach czasu

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ PTV = AC = SIPPV (patient triggered ventilation = assist control = synchronized intermittent positive pressure ventilation) – wentylacja wyzwalana przez chorego = wspomagana/kontrolowana
 - ✓ wszystkie (lub prawie wszystkie) oddechy noworodka wyzwalają podanie oddechu mechanicznego
 - ✓ częstość podanych oddechów zależy głównie od dziecka
 - ✓ przy bezdechu (lub bradypnoe) respirator podaje rezerwową liczbę oddechów na minutę
 - ✓ poprawa synchronizacji oddechów dziecka z respiratorem
 - ✓ brak przewagi PTV nad SIMV jako elektywnej metody prowadzenia wentylacji u noworodków z ZZO

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ PS = PSV (pressure support ventilation) – wsparcie ciśnieniowe
 - ✓ odmiana PTV
 - ✓ w metodzie PS czas wdechu nie jest nastawiany
 - ✓ kończy się w momencie napełnienia się płuc
 - ✓ regulowany w oparciu o wartość przepływu (gdy obniży się do poziomu 25% - wdech się kończy)
 - ✓ podczas bezdechu respirator w PS nie podaje żadnego wsparcia
 - ✓ może być łączony równocześnie z metodą SIMV

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ VCV = VC (volume controlled ventilation) – wentylacja z kontrolowaną objętością
 - ✓ respirator podaje do płuc dokładnie odmierzoną objętość oddechową TV
 - ✓ zwykle metoda czasowo-zmienna: wdech kończy się po podaniu zaplanowanej wcześniej objętości
 - ✓ zwykle stosowana u dorosłych, u noworodków często w połączeniu z SIMV lub PTV

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ PRVC (pressure regulated volume control) – wentylacja o regulowanym ciśnieniu z kontrolowaną objętością
 - ✓ metoda łącząca zalety metod PC i VC
 - ✓ operator programuje wielkość objętości oddechowej (TV)
 - ✓ respirator pracując w trybie PC (pressure control) tak zmienia ciśnienie PIP przy kolejnych wdechach → by wartość TV była równa zaplanowanej
 - ✓ objętość oddechowa podawana jest pod najniższym możliwym ciśnieniem (ponadto dodatkowo niższym o co najmniej 5 cmH₂O od górnej granicy alarmowej)
 - ✓ możliwość wyzwalań przez noworodka dodatkowych oddechów (jak w PTV)

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ VG (volume guarantee) – wentylacja z gwarancją objętości
 - ✓ respirator ustawiony w trybie SIMV lub PTV (lepsze efekty, ↓ PIP i wysiłku oddechowego)
 - ✓ respirator pompuje powietrze do osiągnięcia zaprogramowanej objętości, ale nie większej niż założony PIP (maksymalnie +3 cmH₂O z oddechu na oddech)
 - ✓ cały czas kontrola nad podawaną objętością
 - ✓ brak obaw o wystąpienie volumotraumy

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ tryby wentylacji zastępczej:
 - ✓ VG (volume guarantee)
 - ✓ respirator pompuje powietrze do osiągnięcia zaprogramowanej **objętości oddechowej** (TV), ale nie większej niż założony PIP
 - ✓ PRVC (pressure regulated volume control)
 - ✓ respirator sprawdza, czy w poprzednim wdechu podał zaplanowaną **objętość oddechową** (TV)
 - ✓ przy kolejnym ewentualnie zmienia ciśnienie, by **objętość oddechowa** została osiągnięta

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ wpływ wielkości objętości oddechowej (TV) na wyniki wentylacji zastępczej u wcześniaków
- ✓ porównanie wentylacji z TV 3 mL/kg vs 5 mL/kg vs 7 mL/kg u wcześniaków z RDS
- ✓ IL-8 i TNF α znacznie wyższe u noworodków z objętością oddechową 3 mL/kg i 7 mL/kg
- ✓ wniosek: wentylacja z TV 5 mL/kg zmniejsza ryzyko rozwoju stanu zapalnego i BPD
- ✓ Lista G i wsp. *Pediatr Pulmonol.* 2006 ;41: 357-63

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

Wentylacja zastępcza

- ✓ dopuszczalna hiperkapnia podczas wentylacji zastępczej u wcześniaków
 - ✓ ↓ uszkodzenie płuc przez wolne rodniki tlenowe
 - ✓ ↓ endotoksyny (hamuje NF κ B)
 - ✓ ↓ zjawisko ischemia-reperfuzja
 - ✓ ↓ apoptozę
 - ✓ ↓ przeciek krwi poprzez płuca
 - ✓ ↑ dostępność tlenu do tkanek

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

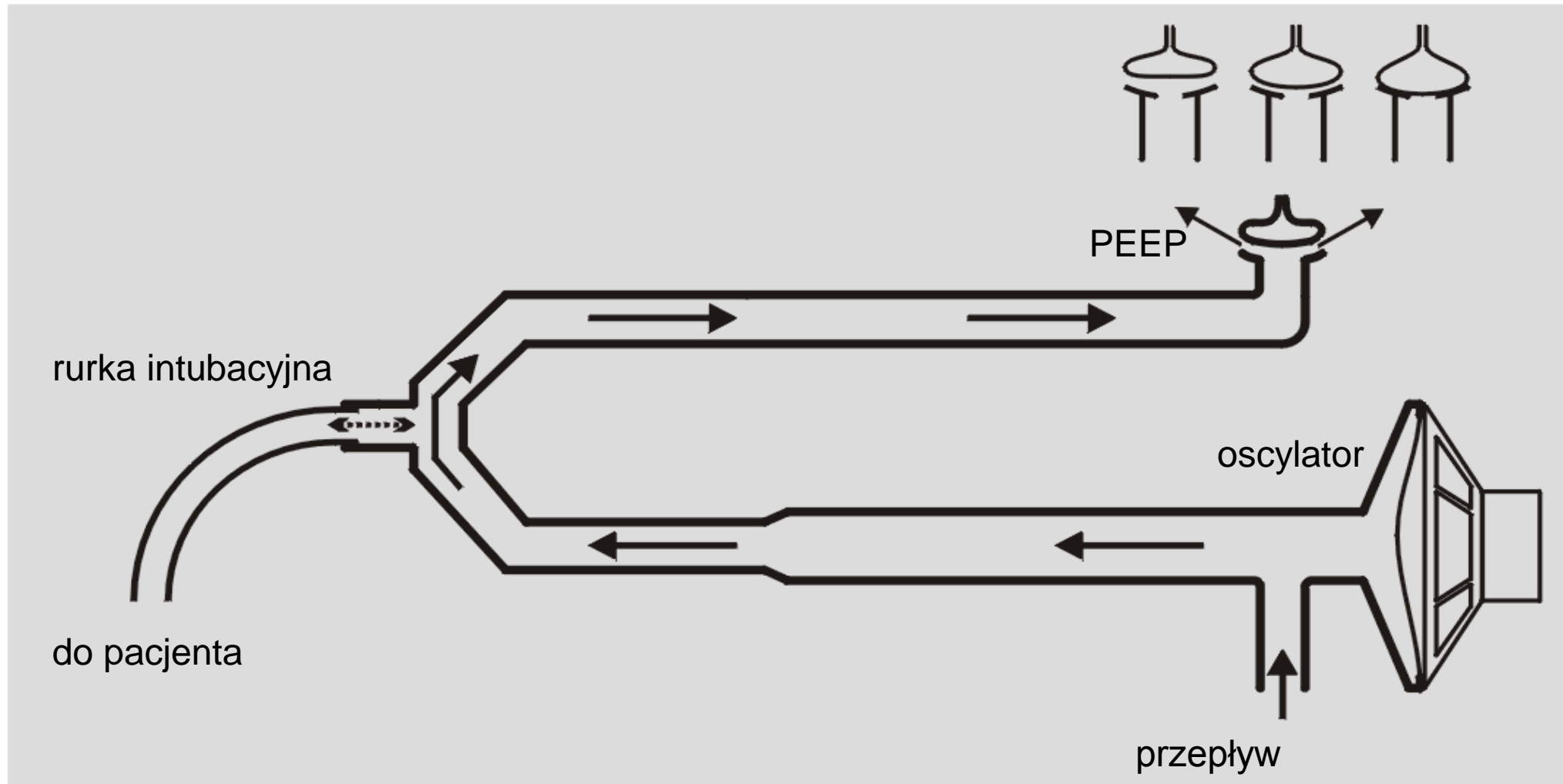
Wentylacja zastępcza

- ✓ dopuszczalna hiperkapnia podczas wentylacji zastępczej u wcześniaków
- ✓ gdy $\text{PaCO}_2 > 50$ mmHg w pierwszych 96 h życia → 50% rzadziej rozwinęła się BPD, w porównaniu gdy $\text{PaCO}_2 < 40$ mmHg
 - ✓ Kraybill EN, et al. J Pediatr 1989;115:115-20

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

HFV

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków HFV



Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków HFV

- ✓ HFV (high frequency ventilation, wentylacja wysokiej częstotliwości)
 - ✓ włącza niewielkie objętości mieszaniny oddechowej
 - ✓ zwykle takie same lub mniejsze od przestrzeni martwej
 - ✓ ekstremalnie szybki rytm (300 do 1500 oddechów na minutę)
- ✓ w okresie noworodkowym używane są 2 główne typy wentylacji wysokimi częstotliwościami
 - ✓ HFOV
 - ✓ HFJV

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

HFOV

- ✓ HFOV (high frequency oscillator ventilator)
 - ✓ dostarczają niewielkie objętości TV
 - ✓ oscylacje powietrza produkowane przez membranę respiratora drgającą z częstotliwością 600 do 900 razy na minutę (10 do 15 Hz)
 - ✓ powoduje to
 - ✓ poruszanie się słupa powietrza zarówno w kierunku jak też od pacjenta
 - ✓ mieszanie się gazów wdechowych i wydechowych

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

HFOV

- ✓ HFOV (high frequency oscillator ventilator)
 - ✓ parametry regulowane:
 - ✓ amplituda
 - ✓ częstotliwość poruszania się membrany respiratora
 - ✓ średnie ciśnienie w drogach oddechowych
 - ✓ czas wdechu
 - ✓ FiO₂
- ✓ wydech jest w HFOV procesem czynnym wykonywanym przez noworodka

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków

HFOV

- ✓ HFOV jest najdokładniej zbadanym i najczęściej używanym typem wentylacji wysokimi częstotliwościami
- ✓ nie stwierdzono dodatkowych korzyści przy elektywnym używaniu HFOV w porównaniu do wentylacji konwencjonalnej u wcześniaków z RDS;
 - ✓ częstość śmierci
 - ✓ ciężkich powikłań neurologicznych (wylewy dokomorowe II lub IV stopnia, leukomalacja okołokomorowa)
 - ✓ BPD w wieku skorygowanym 36 hdb

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków HFOV

- ✓ wskazania do prowadzenia HFOV
 - ✓ zespoły ucieczki powietrza (*air leak*)
 - ✓ odma
 - ✓ PIE
 - ✓ przetoki
 - ✓ ciężkie, jednorodne choroby płuc
 - ✓ $FiO_2 > 0,6$, $PIP > 25$ cm, $MAP > 20$ cm H₂O
 - ✓ MAS
 - ✓ PPHN
 - ✓ hipoplazja płuc

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków HFOV

✓ odzwyczajanie od HFOV

✓ redukcja ciśnienia MAP, dopiero gdy $FiO_2 < 0,4$

✓ ekstubacja gdy MAP $< 6-9$ cmH₂O, a $FiO_2 < 0,30-0,25$

✓ ekstubacja bezpośrednio do oddechu własnego

✓ *Keszler & Durand, „Neonatal HFV”, Clinics in Perinatology, 2001, 28, 579-607*

Współczesne metody terapii oddechowej u wcześniaków przyszłość?

- ✓ NO: poprawa utlenowania
- ✓ surfaktant: poprawa utlenowania i przeżywalności
- ✓ heliox?
- ✓ wentylacja płynowa?
- ✓ prostacyklina?

Materiały

- ✓ „Niewydolność oddechowa noworodków – zapobieganie i leczenie”
Andrzej Piotrowski, α-medica press, 2016 wyd. V
- ✓ „Standardy opieki medycznej nad noworodkiem w Polsce”
praca zbiorowa, Standardy Medyczne, wyd. II 2017
- ✓ „St. Paul NICU Resident Manual”
Children’s Hospitals and Clinics of Minnesota, St. Paul Campus