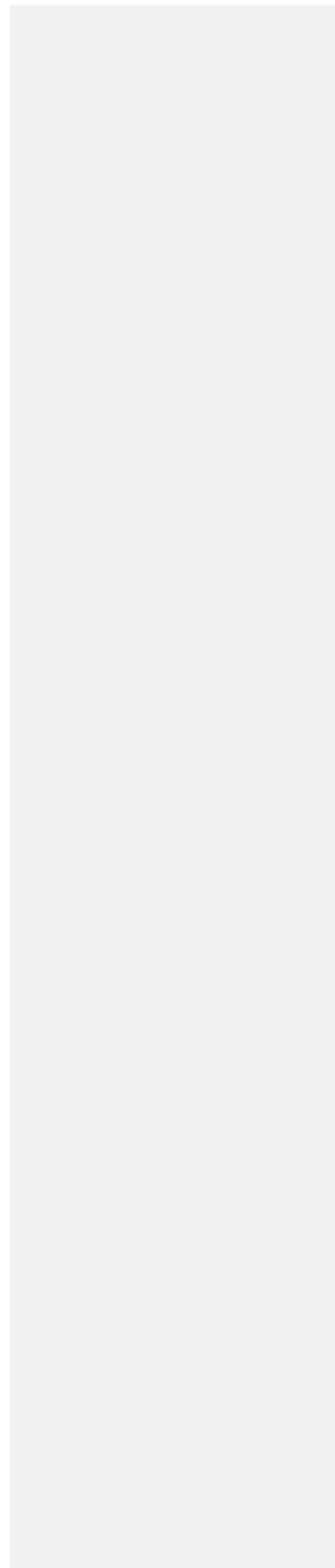


**Landelijke aanbeveling invasieve mechanische ventilatie van pasgeborenen**



## Over deze aanbeveling:

Deze aanbeveling werd in 2018 ontwikkeld door A van Kaam, kinderarts-neonatoloog in het AMC en VUmc te Amsterdam en M van de Loo, kinderarts-neonatoloog in het AMC te Amsterdam, en in samenwerking met alle 9 NICU's, met het doel meer eenheid van behandelingen tussen NICU's te krijgen. De aanbevelingen zijn deels gebaseerd op kennis uit wetenschappelijke studies, en deels op kennis waarover neonatologen/experts van die NICU's consensus hebben bereikt

Betrokken NICU-verpleegkundige is: Kim Tiemessen (AMC Amsterdam).

## Doelgroep

Deze aanbeveling is bedoeld voor alle zorgverleners die betrokken zijn bij de zorg voor pasgeborenen die worden behandeld met een vorm van invasieve beademing opgenomen op een NICU.

## Definities

In dit document worden de volgende afkortingen gehanteerd:

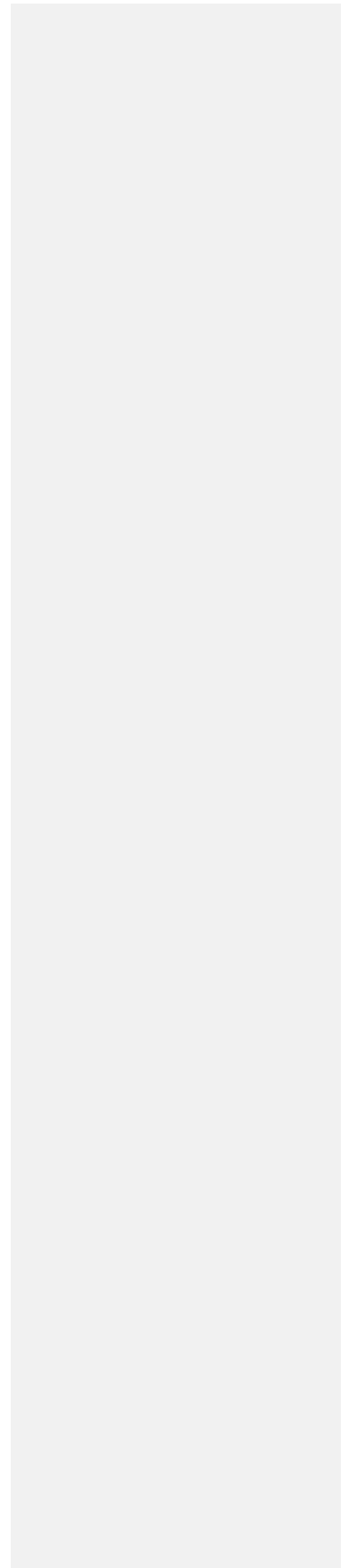
### Afkortingen en definities

A/C	Assist/control
BPD	Bronchopulmonale dysplasie
CMV	Conventional mechanical ventilation
CPAP	Continuous positive airway pressure
DCO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> diffusie coefficient
EELV	Eind expiratoir longvolume
ERT	Extubation readiness test
HFV	High frequency ventilation
MAwP	Mean airway pressure
PCV	Pressure-controlled ventilation
PEEP	Positive end expiratory pressure
PIP	Peak inflation pressure
PSV	Pressure support ventilation
SIMV	Synchronized intermittent mandatory ventilation
SIPPV	Synchronized intermittent positive pressure ventilation
SBT	Spontaneous breathing trial

TCPL Time-cycled-pressure-limited

Vt Teugvolume

VG Volume-garantie



## **Epidemiologie/achtergrond**

Hierin zullen moeten worden opgenomen voor zover van toepassing:

1. overzicht van overeenkomsten/verschillen tussen NICUs
2. evt conclusie uit literatuurstudie + *level of evidence A1-D (GRADE)*
3. aanbeveling + *grade of recommendation 1A-2C(GRADE)*
4. bijhouden commentaar vanuit NICU's op concepten

## Doel mechanische beademing

Het primaire doel van invasieve mechanische beademing is voorkomen en/of herstellen van een gecompromitteerde ademhalingsregulatie en/of longfunctie. Het resultaat hiervan is het behoud of herstel van adequate gaswisseling en/of vermindering van de ademarheid. Indien er sprake is van eigen ademhalingsactiviteit, dient de mechanische ondersteuning hierop afgestemd te worden (synchronisatie). Daarnaast dienen bijwerkingen van beademing op de hemodynamiek en vooral beademingsgerelateerde longschade zo veel mogelijk voorkomen te worden. Uitgangspunt is dat mechanische beademing een tijdelijke overbrugging is tot dat ademhalingsregulatie en longfunctie voldoende hersteld zijn en spontane (non invasief ondersteunde) ademhaling mogelijk is.

## Indicaties

Harde indicaties om over te gaan op invasieve mechanische beademing zijn niet goed te geven. Het is afhankelijk van de patiëntkarakteristieken, de ervaring van het personeel en de beschikbare apparatuur. In het algemeen zal men invasieve mechanische beademing pas starten als medicamenteuze of non-invasieve ondersteuning onvoldoende garantie of herstel geven van de ademhalingsregulatie en/of longfunctie.

Redenen om een patiënt te behandelen met invasieve mechanische beademing kunnen zijn:

- 1) Onvoldoende ademdrive of kracht  
Mogelijke oorzaken zijn onder andere prematuriteit, apneus, sepsis, perinatale asfyxie, convulsies, medicamenteus (maternaal en neonataal, inclusief anesthesie) of neuromusculaire aandoeningen.
- 2) Belemmerde ademweg  
Bij deze patiënten is er geen gezeekerde ademweg zonder een endotracheale tube. Voorbeelden zijn luchtwegmalacie, Pierre-Robin sequentie, compressie door omliggend weefsel of subglottische stenose.
- 3) Gecompromitteerde longfunctie (ventilatie of perfusie)  
Voorbeelden van mogelijke oorzaken zijn surfactant deficiëntie (RDS) of inactivatie (pneumonie, MAS), longvaatovervulling/oedeem (ODB), hernia diafragmatica, pneumothorax, longhypoplasie en hoogstand diafragma (parese, abdominale distensie).

## **Beademingsstrategie**

De beademingsstrategie is afhankelijk van het onderliggend lijden en heeft als doel herstel of behoud van longfunctie en gaswisseling zonder het toebrengen van (blijvende) schade aan de longen.

Atelectase dient zo veel mogelijk opgeheven te worden door het toepassen van longrekrutering. Hierdoor zal het longvolume aan het eind van de expiratie (EELV) verbeteren en dit dient vervolgens gestabiliseerd te worden met de laagst mogelijke luchtdruk. Overdistensie moet voorkomen worden door het vermijden van (te) hoog EELV en (te) hoge teugvolumina ( $V_t$ ). Om dat te bereiken moeten de beademingsinstellingen regelmatig worden aangepast omdat de longconditie kan veranderen door interventies (surfactant behandeling) of beloop over de tijd. Een dergelijke beademingsstrategie wordt ook wel "optimaal longvolume" of "open long" beademingsstrategie genoemd.<sup>1</sup>

### **1. Conventionele mechanische ventilatie (CMV)**

Adequate ventilatie ( $\text{CO}_2$ -uitwas) en oxygenatie berusten op verversing van lucht in de longen door toedienen van een  $V_t$  dat groter is dan de dode ruimte. Daarnaast moet er sprake zijn van een optimale ventilatie/perfusie verhouding op alveolair niveau.

#### **Algemene principes**

- *Druk-geregelde versus volume-gestuurde CMV*

Tijdens druk-geregelde CMV wordt een constante piek inflatiedruk (PIP) ingesteld en een positieve eind-expiratoire druk (PEEP). Het drukverschil resulteert in een variabel  $V_t$  dat afhankelijk is van de compliantie en weerstand van de longen en de eigen ademarheid van de patiënt.

Tijdens volume-gestuurde beademing wordt een constant  $V_t$  ingesteld dat vanaf PEEP- niveau in de longen wordt geblazen. De PIP is nu variabel en afhankelijk van compliantie, weerstand en eigen ademarheid.

Binnen de neonatologie kan "volume garantie (VG)" als een add-on toegepast worden tijdens druk-geregelde beademing. Bij VG meet de ventilator na iedere druk-gestuurde slag het toegediende  $V_t$ . Indien dit afwijkt van het vooraf ingestelde streef  $V_t$  wordt de PIP automatisch en stapsgewijs aangepast (zowel toename als afname) tot het vooraf ingestelde streef  $V_t$  bereikt is.

Een meta-analyse van een klein aantal studies met relatief weinig inclusies laat zien dat volume-gestuurde beademing een verlaging geeft van de uitkomst dood of BPD (NNT=8, 95% CI 5 tot 20, kwaliteit van bewijs conform GRADE laag) en ook een verlaging op de kans op comorbiditeit, zoals pneumothorax (kwaliteit van bewijs conform GRADE laag).<sup>2</sup>

- *Synchronisatie tussen patiënt en beademingsmachine*

#### *Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV)*

Bij deze vorm van synchronisatie wordt de ademhaling van de patiënt ondersteund met de vooraf ingestelde beademingsfrequentie. Alle extra ademhalingen van de patiënt (bovenop de ingestelde frequentie) worden *niet* door de machine ondersteund.

#### *Assist/control (A/C) of synchronized intermittent positive pressure ventilation (SIPPV)*

Het belangrijkste verschil met SIMV is dat de ventilator ook de extra ademhalingen van de patiënt (bovenop de ingestelde frequentie) ondersteunt. Als de patiënt niet spontaan ademt, krijgt deze altijd het ingestelde aantal beademingslagen (back-up frequentie).

#### *Pressure support ventilation (PSV)*

PSV heeft veel overeenkomsten met A/C. Elke getriggerde slag wordt ondersteund met een vooraf ingestelde druk, de pressure support (PS). PSV kan gecombineerd worden met SIMV (ondersteuning extra ademhalingen) of met endotracheale CPAP. In dat geval wordt de patiënt alleen ondersteund met PS indien er sprake is van spontane ademhalingsactiviteit. Als de patiënt niet of te weinig spontane ademhaling heeft, treedt een gecontroleerde back-up beademing in werking.

## Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen

**Modus:** *Time-cycled-pressure-limited (TCPL)/pressure-controlled (PCV) + volume garantie (VG)*

### *Terminologie*

De terminologie van deze beademingsmodi kan anders zijn, afhankelijk van de ventilator die gebruikt wordt. Soms wordt bijvoorbeeld TCPL niet genoemd omdat dit de enige optie is op de ventilator en worden alleen de verschillende synchronisatie mogelijkheden weergegeven (bijvoorbeeld SIMV/SIPPV).

### *Mechanisme*

Het praktische verschil tussen TCPL en PCV is het al dan niet instellen van de inspiratoire flow. Bij TCPL kan de zorgprofessional dit zelf doen, bij PCV bepaalt de ventilator de benodigde flow. De zorgprofessional kan wel de snelheid van inspiratoire drukopbouw ("rise time") instellen.

### *Aanbeveling*

Op basis van consensus wordt gestreefd naar een zo laag mogelijk Vt in de range van 4-7 ml/kg. Lekkage langs de endotracheale tube kan VG verstoren. Over het algemeen wordt VG niet gebruikt bij endotracheale lekkage > 50%, maar hiervoor bestaan geen harde data en het percentage kan verschillen per ventilator.<sup>3</sup>

Het is belangrijk om een maximale druk in te stellen, gekoppeld aan een alarm, tot welke de ventilator de PIP mag ophogen om het vooraf ingestelde Vt te "garanderen". Deze maximale druk moet niet te laag ingesteld worden, omdat dan het werkingsprincipe van VG ondermijnd wordt.

**Synchronisatie:** *Assist/control (AC) of SIPPV*

### *Mechanisme*

Tijdens A/C of SIPPV worden alle spontane ademhalingen van de patiënt ondersteund door de ventilator.

### *Aanbeveling*



Indien er geen spontane ademhaling is, dient de back-up frequentie voldoende te zijn voor een adequaat ademminuutvolume ( $V_t \times$  Frequentie) en  $CO_2$ -uitwas.

**Instellingen:**

*Inspiratietijd:* De benodigde  $T_i$  is afhankelijk van de tijdsconstante (compliantie  $\times$  weerstand) van het respiratoire systeem. Voor prematuren is een  $T_i$  tussen 0,3-0,4 s vaak voldoende en voor a terme pasgeborenen 0,4-0,5s. Bij afwezigheid van tubelekkage zal bij voldoende inspiratietijd de inspiratoire flow afnemen tot nul voordat de expiratie fase start.

*Beademingsfrequentie:* De juiste beademingsfrequentie is afhankelijk van een aantal factoren. Indien er geen spontane ademhalingsactiviteit is, moet de frequentie voldoende zijn voor een adequaat ademminuutvolume. Om "intrinsic PEEP" of "autoPEEP" te voorkomen, dient bij het instellen van de beademingsfrequentie de expiratie tijd ( $T_e$ ) voldoende te zijn om een volledige expiratie te laten plaatsvinden (expiratoire flow terug naar nul).

*Positieve eind-expiratoire druk (PEEP):* Over het algemeen wordt de PEEP ingesteld tussen 4-6 cm  $H_2O$ , maar hiervoor is geen goede onderbouwing. Indien er sprake is van een laag EELV en atelectase, kan een hogere PEEP noodzakelijk zijn. De zuurstofbehoefte kan hierin richting geven ( $FiO_2 > 0,30$ ).

**Gezien het gebrek aan bewijs voor effectiviteit en vooral veiligheid (overdistensie long, circulatoir falen), wordt het niet aanbevolen om longrekrutering uit te voeren tijdens CMV.** In de praktijk wordt longrekrutering tijdens CMV wel toegepast. Er is echter weinig literatuur die de effectiviteit en veiligheid hiervan beschrijft, in tegenstelling tot longrekrutering bij hoogfrequente beademing. Indien longrekrutering toch nodig is wordt daarom aanbevolen te switchen naar hoog-frequente beademing.

*Inspiratoire flow:* De inspiratoire flow (TCPL) dient voldoende hoog te zijn om binnen de ingestelde  $T_i$  het drukplateau te bereiken. De instelling van de flow is dus afhankelijk van de PIP en de  $T_i$ . Ook hier geldt dat de flow moet terug gaan naar nul, voordat de expiratiefase start. Indien er lekkage is langs de ETT zal de inspiratoire flow positief blijven.

**CPAP + Pressure support ventilation (PSV)**

*Mechanisme:*

Deze beademingsmodaliteit kan als alternatief gebruikt worden voor TCPL bij patiënten met voldoende eigen ademhalingsactiviteit en relatief normale longfunctie, maar die niet geëntubeerd kunnen worden (bijvoorbeeld gecompromitteerde ademweg). Het basisprincipe is endotracheale CPAP, waarbij iedere spontane ademhaling ondersteund wordt met een vooraf ingesteld inspiratoire druk (PS). Het einde van de inademing is flow gestuurd ("flow-cycled"). De patiënt en niet de arts controleert de  $T_i$ .

Tijdens CPAP+PSV wordt geen beademingsfrequentie ingesteld. Als de patiënt niet (voldoende) zelfstandig ademt is er geen gaswisseling. Om die reden wordt een "back-up" modus ingesteld. Deze gecontroleerde modus (meestal TCPL) neemt de beademing over als de adempauze langer is dan de ingestelde apneutijd. Zodra de patiënt weer spontaan ademt, schiet de modus terug naar CPAP+PSV.

#### *Aanbeveling:*

Het is onduidelijk wat het optimale PS niveau is. Omdat het hier meer gaat om ondersteunen van de spontane ademhaling, wordt de druk lager ingesteld dan de PIP tijdens een meer gecontroleerde beademing, waarbij de ventilator een groter deel van de ademarheid moet overnemen. Meestal wordt 50-75% van de PIP gebruikt indien overgegaan wordt van TCPL/PCV naar PSV. Bij sommige ventilatoren kan ook een rise-time ingesteld worden om de snelheid van de PS-opbouw te controleren.

#### **Complicaties CMV**

CMV kent een aantal belangrijke bijwerkingen.

- Luchtwegschade door aanwezigheid endotracheale tube
- "Air leak syndrome": pneumothorax, pneumomediastinum, pneumopericard
- "Ventilator-induced lung injury": meer subtiele schade aan de long met een verhoogd risico op bronchopulmonale dysplasie
- "Ventilator-associated pneumonia": verhoogd risico op pneumonie
- Cardiovasculaire instabiliteit door toepassen hoge (intrathoracale) luchtdruk
- Hypo- en hypercapnie met mogelijke schade aan de hersenen

#### **Monitoring tijdens CMV**

Om complicaties zoveel mogelijk te beperken tijdens CMV is goede monitoring essentieel. Naast de spontane ademhalingsactiviteit van de patiënt is het bepalen van de pCO<sub>2</sub> (transcutaan of end-tidal) aan te bevelen, zeker wanneer geen volume gestuurde beademing gebruikt wordt.

#### **Weanen en extubatie CMV**

##### *Mechanisme:*

Weanen betekent het overdragen van ademarheid en ademhalingscontrole van de ventilator naar de patiënt met als uiteindelijke doel het staken van de mechanische beademing.

Over het algemeen wordt weanen bepaald door aanpassingen in de beademingsfrequentie en/of de PIP/Vt. Algemeen uitgangspunt daarbij is om eerst te streven naar een "normaal" Vt (4-5 ml/kg) en dan pas, indien nodig, de frequentie aan te passen. Indien gebruik wordt gemaakt van de add-on VG, wordt alleen het Vt afgebouwd en zal de PIP automatisch dalen bij een verbeterde longconditie of ademdrive.

Indien weanen succesvol is, kan overgegaan worden tot extubatie. Het optimale moment van extuberen is lastig te bepalen. Er zijn verschillende parameters die gebruikt kunnen worden om het optimale moment van extubatie te bepalen. Voorbeelden zijn beademingsparameters (PIP, MAWP, frequentie,  $\text{FiO}_2$ ), compliantie, en ademarbeid. Daarnaast zijn er ook testen om de kans op een succesvolle detubatie in te schatten ("extubation readiness test" (ERT)). De voorspellende waarde van deze testen is beperkt en leiden tot een redelijk consistent extubatie falen van 20-30%.<sup>4</sup>

Een veel gebruikte test is de "spontaneous breathing trial (SBT)", waarbij de patiënt gedurende 3 minuten alleen endotracheale CPAP krijgt. Indien de patiënt niet bradycard wordt of desatureert is de test geslaagd en kan overgegaan worden op extubatie. Het aantal prospectieve studies is beperkt, maar ook na een geslaagde SBT is het percentage extubatie falen ongeveer 20%. De sensitiviteit van een dergelijke SBT is 95 (95% CI 87-99), maar de specificiteit is veel minder goed, namelijk 62 (95% CI 38-82).<sup>4</sup>

Gezien de complicaties van mechanische beademing dient invasieve beademing zo kort mogelijk te duren. De basisgedachten is daarom om patiënten zo snel mogelijk te detuberen tenzij er evidente redenen zijn om dit uit te stellen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan patiënten die zwaar gesedereerd/verslapt zijn, patiënten met een luchtwegobstructie, etc.

**Bij twijfel dient geëxtubeerd te worden**, omdat alleen op die manier zeker vast te stellen is dat de patiënt nog beademingsbehoefstig is.<sup>5,6</sup>

*Aanbeveling:*

- Wean in eerste instantie het VT naar 4-5 ml/kg
- Indien noodzakelijk, verlaag de frequentie totdat de patiënt voldoende ademactiviteit vertoont
- Beoordeel frequent, maar minimaal dagelijks, of de patiënt geëxtubeerd kan worden.
- Bij twijfel extuberen
- Het toepassen van een ERT of SBT kan vanwege beperkte voorspellende waarde niet als standaard geadviseerd worden.

## 2. High-frequency ventilation (HFV)

Kenmerkend voor HFV is het toepassen van kleine drukoscillaties, resulterend in teugvolumina kleiner dan de dode ruimte (1-2 ml/kg), in een supranormale frequentie.

### Algemene principes

- *Gaswisseling tijdens HFV*

Tijdens HFV wordt de uitwas van CO<sub>2</sub> (ventilatie) bepaald door het V<sub>t</sub> en de frequentie (f). De CO<sub>2</sub> diffusie coëfficiënt (DCO<sub>2</sub>) is gedefinieerd als  $(V_t)^2 \times f$ . Op basis van deze formule is te beredeneren dat een hogere amplitude, resulterend in een hoger V<sub>t</sub>, zal leiden tot een daling in het CO<sub>2</sub>, en vice versa. In tegenstelling tot CMV leidt een hogere frequentie bij HFV tot een stijging van het CO<sub>2</sub> omdat het teugvolume bij een hogere frequentie zal dalen (want V<sub>t</sub> staat in het kwadraat).

Oxygenatie wordt tijdens HFV vooral beïnvloed door de mean airway pressure (MAWP) of continuous distending pressure (CDP). Een adequaat ingestelde CDP zorgt ervoor dat atelectase en dus ook de intrapulmonale R-L shunt minimaal is en dat resulteert in een optimale oxygenatie.

- *Primair vs. rescue HFV*

HFV kan primair toegepast worden of secundair (rescue) na een behandeling met CMV.

In sommige centra wordt HFV als primaire modaliteit toegepast, vooral indien er sprake is van een compromitteerde longfunctie en/of een hoog risico op BPD.

Bij de volgende indicaties kan "rescue HFV" overwogen worden:

- Falen van CMV, vaak gedefinieerd als aanhoudend (>12 uur) PIP > 24 cm H<sub>2</sub>O en/of FiO<sub>2</sub> > 0,60
- Air leak syndroom
- Indicatie voor behandeling met iNO
- Longhypoplasie (anhydramnion, congenitaal hernia diafragmatica)
- Meconium aspiratie syndroom
- Discrepancie tussen oxygenatie en ventilatie

Er is op dit moment onvoldoende bewijs dat primaire HFV te verkiezen is boven primaire CMV (HFV vs CMV: effect op mortaliteit bij 36-37 weken PMA RR 0,95 (0,81 tot 1,10), kwaliteit van bewijs conform GRADE redelijk; effect op BPD RR 0,86 (0,78 tot 0,96), kwaliteit van bewijs conform GRADE

redelijk; effect op dood of BPD RR 0,90 (0,84 tot 0,97), kwaliteit van bewijs conform GRADE redelijk).

7

Toch zijn er een aantal situaties, waarbij primaire HFV of vroege rescue HFV sterk overwogen moet worden:

- RDS niet goed reagerend op CMV en surfactant (aanhoudend hogere drukken of  $FiO_2$ )<sup>8</sup>
- Hoog risico op of reeds bestaand air leak syndroom
- (verwachte) noodzaak voor iNO behandeling (PPHN secundair aan longpathologie zoals MAS)<sup>9</sup>

Daarnaast is er ook een aantal ziektebeelden, waarbij terughoudendheid voor het gebruik van HFV wordt aanbevolen. Dit is gebaseerd op klinische ervaring, er is geen literatuur beschikbaar:

- Transpositie grote vaten met pulmonale hypertensie
- Ernstig circulatoir falen met verwacht negatief circulatoir effect van CDP op een relatief compliante long

- *Open long strategie (rekrutering) in de praktijk*

Bij primaire HFV-beademing van een prematuur met RDS wordt meestal gestart met een CDP van 8 cm H<sub>2</sub>O. Bij een a terme patiënt (met MAS) met een CDP van 10-12 cm H<sub>2</sub>O. Bij rescue HFV wordt gestart met de MAWP tijdens CMV.

Na het starten met deze CDP wordt de  $FiO_2$  aanpast, totdat de  $SpO_2$  in de gewenste target valt. Indien de benodigde  $FiO_2 > 0,30$  is, wordt de CDP opgehoogd in stappen van 2 cm H<sub>2</sub>O. Bij prematuren met RDS wacht men tussen de stappen tenminste 2-3 minuten, en langer indien er een aanhoudende verbetering is in oxygenatie na de drukverhoging. Bij patiënten ouder dan 1 week blijkt dat het langer duurt voordat een drukverhoging het volle effect heeft bereikt op het EELV en moet men soms 20-30 min wachten tussen de stappen.

Indien de oxygenatie verbetert met het verhogen van de CDP, wordt de  $FiO_2$  in stappen van 5-10% afgebouwd totdat de  $FiO_2 < 0,30$  (sommige klinieken gebruiken 0,25) is of tot het moment dat gedurende 3 drukstappen (totaal 6 cm H<sub>2</sub>O) geen verbetering meer in oxygenatie wordt waargenomen. Bij kinderen met ernstige PPHN ( $FiO_2=1,00$ ) wordt de  $FiO_2$  tijdens het rekruteren niet afgebouwd, maar wordt op basis van de arteriële  $PaO_2$  bepaald, wat de maximale oxygenatie is die bereikt kan worden.

De CDP die nodig is om de long te rekruteren wordt de openingsdruk (CDPo) genoemd.

Vervolgens wordt de CDP stapsgewijs afgebouwd, waarbij de  $FiO_2$  gefixeerd wordt, en de effecten op  $SpO_2/TcPO_2/PaO_2$  gemonitord worden. Een duidelijke verslechtering van de oxygenatie, wordt gezien als collaps van alveoli/sacculi bij een te lage CDP. Deze druk wordt ook wel de sluitingsdruk (CDPc) genoemd. Vervolgens wordt de CDP in één stap opgehoogd naar de CDPo en vervolgens in één keer verlaagd naar 2 cmH<sub>2</sub>O boven de CDPc. Dit wordt de optimale CDP (CDPopt) genoemd.<sup>10</sup>

Naast de veranderingen in oxygenatie kan met ook de transcutane  $PCO_2$ , het teugvolume, of de  $DCO_2$  gebruiken bij rekrutering. Deze parameters geven ook informatie over de positie van de beademing

op de druk-volume curve van de long. Bij onderinflatie over overdistensie zal de  $PCO_2$  oplopen en het teugvolume of de  $DCO_2$  dalen.

Vervolgens wordt na de eerste rekrutering een X-thorax gemaakt om de inflatiestand van de longen te beoordelen. Daarbij gaat het niet zozeer om het optimale EELV te bepalen, maar vooral om overdistensie van de longen uit te sluiten.

#### Instellingen andere HFV parameters

**Frequentie:** bij de meeste kinderen kan men starten met een frequentie van 10 Hz. Bij extreem laag geboortegewicht (<750 gram) kan het aan te bevelen zijn met 15 Hz te starten om zodoende het risico op hypocapnie te verkleinen en het instellen van de amplitude gemakkelijker te maken (kleinere volume verandering per amplitudestap). Aanpassen aan de hand van kliniek en mate van ventilatie. Bij ernstige hypercapnie kan de frequentie verlaagd worden naar 8 Hz.

**Delta P/amplitude:** wordt initieel ingesteld op basis van zichtbare maar bescheiden oscillaties van de thorax. Indien beschikbaar kan men ook kijken naar het  $V_t$  of de  $DCO_2$ , al is het onduidelijk wat de optimale range is. Bovendien zal dit verschillen tussen patiënten, maar ook binnen één patiënt over de tijd. Verdere aanpassingen hangen af van de mate van ventilatie.

Sommige ventilatoren bieden de mogelijkheid tot VG tijdens HFV. Het is belangrijk om je te realiseren dat door het activeren van VG het effect van een verandering in frequentie op ventilatie tijdens HFV precies andersom is dan zonder VG. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het gebruik van VG tijdens HFV. Het is dus nog onbekend wat het optimale  $V_t$  zou moeten zijn en hoe vaak de correlatie  $V_t$  met  $PCO_2$  opnieuw bepaald moet worden.

**Flow/inspiratietijd:** is niet op iedere ventilator in te stellen door de zorgprofessional. Indien dit wel het geval is, dan wordt de flow meestal tussen 10-20 l/min ingesteld en de i/e-ratio 1:2.

#### Monitoring tijdens HFV

Omdat hypocapnie een reëel risico is bij HFV, is goede monitoring essentieel. Naast de spontane ademhalingsactiviteit van de patiënt is transcutane  $pCO_2$  meting sterk aan te bevelen. Alternatief is monitoring van  $V_t$  of  $DCO_2$  op de ventilator.

Tijdens de rekruteringsfase dient ook regelmatig een bloeddruk gecontroleerd te worden. Een daling in de bloeddruk is vaak een teken van ernstige overdistensie van de long.

#### Complicaties HFV

Recentere, grote RCTs bij extreem vroeggeboren kinderen laten geen verschil meer zien in het risico op complicaties, zoals IVH, PVL en air leak syndroom tussen HFV en CMV.<sup>8,11</sup>

Overdistentie, hypocapnie en gecompromitteerde hemodynamiek zijn mogelijke complicaties van HFV (maar ook van CMV), maar het risico hierop zal klein zijn, indien een individuele, dynamische open long strategie wordt toegepast.

Net als bij CMV zijn er ook algemene complicaties gerelateerd aan endotracheale beademing zoals: luchtwegschade door endotracheale tube, longschade met een verhoogd risico op bronchopulmonale dysplasia en verhoogd risico op pneumonie.

### **Weanen en extubatie HFV**

Het streven moet zijn om de long open te houden met de laagst mogelijke CDP. Aangezien de longfunctie over de tijd zal veranderen door de behandeling of het spontane beloop van het ziektebeeld, zal de CDPopt ook veranderen. Om die reden is de aanbeveling om regelmatig (elke 12-24 uur) de CDPo, CDPc, en CDPopt opnieuw te bepalen, zelfs als de  $FiO_2 < 0.30$  is. De delta P wordt geweand aan de hand van het  $CO_2$  en de spontane ademhalingsactiviteit. Daarbij is het van belang om de delta P alleen te reduceren bij een lager  $pCO_2$ , indien er geen of minimale eigen ademhalingsactiviteit is. Indien die er wel is, heeft weanen van de delta P geen zin en kan zelfs leiden tot een te hoge ademarbeid. De frequentie bij HFV wordt tijdens weanen niet aangepast.

Extubereren kan rechtstreeks vanaf de HFV. Voorwaarden waarop geëxtubeerd kan worden in de eerste levensweek is een  $CDP \leq 8-10$  cm  $H_2O$  met een  $FiO_2 < 0,30$ .<sup>12</sup> Het is niet goed mogelijk om daarbij ook streefwaarden te benoemen voor delta P, omdat er grote verschillen zijn tussen de ventilatoren wat betreft "power" en (soms) gebruikte eenheden.

Kinderen met een postnatale leeftijd  $> 1$  week hebben vaker een heterogeen longbeeld en extubatie kan dan plaatsvinden vanaf hogere CDPopt (10-15 cm  $H_2O$ ) en/of hogere  $FiO_2 (< 0,40)$ .

In sommige klinieken wordt tijdens het weanen aan de HFV geswitched naar CMV voor het laatste stukje weanen en extubatie. In principe is dit niet nodig en mogelijk ongewenst in het kader van reductie longschade.<sup>13</sup> Een switch naar CMV kan wel noodzakelijk zijn, indien de "power" van de ventilator onvoldoende is om relatief compliante longen goed te ventileren met HFV.

### **Verskil in HFV-ventilatoren**

Alhoewel steeds meer (hybride) ventilatoren HFV kunnen toepassen, is het belangrijk om vast te stellen dat er duidelijke verschillen zijn tussen de ventilatoren. De verschillen bestaan onder andere uit de techniek die gebruikt wordt om oscillaties op te wekken, de kracht van de ventilator ("power"), de mogelijke instellingen, en de interactie tussen de verschillende instellingen. Het is essentieel dat de karakteristieken van de gebruikte ventilator bekend zijn bij de zorg professionals, met name de tekortkomingen en hoe die op te vangen zijn. Naast de handleidingen van de fabrikanten is er een aantal artikelen die daarvoor geraadpleegd kunnen worden.<sup>14,15</sup>

## Referenties

1. van Kaam A. Lung-protective ventilation in neonatology. *Neonatology* 2011;99:338-41.
2. Klingenberg C, Wheeler KI, McCallion N, Morley CJ, Davis PG. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates. *The Cochrane database of systematic reviews* 2017;10:CD003666.
3. Klingenberg C, Wheeler KI, Davis PG, Morley CJ. A practical guide to neonatal volume guarantee ventilation. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association* 2011;31:575-85.
4. Shalish WL, S.; Papenburg, J.; Sant'Anna, GM Predictors of extubation readiness in preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018:F1-F9.
5. Booth C, Premkumar MH, Yannoulis A, Thomson M, Harrison M, Edwards AD. Sustainable use of continuous positive airway pressure in extremely preterm infants during the first week after delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2006;91:F398-402.
6. Vliegenthart RJS, Onland W, van Wassenaer-Leemhuis AG, De Jaegere APM, Aarnoudse-Moens CSH, van Kaam AH. Restricted Ventilation Associated with Reduced Neurodevelopmental Impairment in Preterm Infants. *Neonatology* 2017;112:172-9.
7. Cools F, Offringa M, Askie LM. Elective high frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants. *The Cochrane database of systematic reviews* 2015:CD000104.
8. Courtney SE, Durand DJ, Asselin JM, et al. High-frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med* 2002;347:643-52.
9. Kinsella JP, Truog WE, Walsh WF, et al. Randomized, multicenter trial of inhaled nitric oxide and high-frequency oscillatory ventilation in severe, persistent pulmonary hypertension of the newborn. *The Journal of pediatrics* 1997;131:55-62.
10. De Jaegere A, van Veenendaal MB, Michiels A, van Kaam AH. Lung recruitment using oxygenation during open lung high-frequency ventilation in preterm infants. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2006;174:639-45.
11. Johnson AH, Peacock JL, Greenough A, et al. High-frequency oscillatory ventilation for the prevention of chronic lung disease of prematurity. *N Engl J Med* 2002;347:633-42.
12. van Velzen A, De Jaegere A, van der Lee J, van Kaam A. Feasibility of weaning and direct extubation from open lung high-frequency ventilation in preterm infants. *Pediatr Crit Care Med* 2009;10:71-5.
13. Clark RH, Gerstmann DR, Null DM, Jr., deLemos RA. Prospective randomized comparison of high-frequency oscillatory and conventional ventilation in respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 1992;89:5-12.
14. Tingay DG, John J, Harcourt ER, et al. Are All Oscillators Created Equal? In vitro Performance Characteristics of Eight High-Frequency Oscillatory Ventilators. *Neonatology* 2015;108:220-8.



15. Grazioli S, Karam O, Rimensberger PC. New generation neonatal high frequency ventilators: effect of oscillatory frequency and working principles on performance. *Respir C* 2015;60:363-70.




**Auteur(s):** Moniek van de Loo

**Datum:** augustus 2018

**Vraagstelling:** Volume-targeted ventilation compared to pressure-limited ventilation in preterm infants

**Setting:**

**Literatuur:** Klingenberg C, Wheeler KI, McCallion N, Morley CJ, Davis PG. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates. The Cochrane database of systematic reviews 2017;10:CD003666.

Certainty assessment							Aantal patiënten		Effect		Certainty	Importantie
Aantal studies	Studieopzet	Risk of bias	Inconsistentie	Indirect bewijs	Onnauwkeurigheid	Andere factoren	volume-targeted ventilation	pressure-limited ventilation	Relatief (95% CI)	Absoluut (95% CI)		
Mortaliteit												
11	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a</sup>	niet ernstig	niet ernstig	ernstig <sup>b</sup>	niet gevonden	49/397 (12.3%)	61/374 (16.3%)	<b>RR 0.75</b> (0.53 tot 1.07)	<b>41 minder per 1.000</b> (from 11 meer tot 77 minder)	 LAAG	CRUCIAAL
BPD												
9	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a</sup>	niet ernstig	niet ernstig	ernstig <sup>c</sup>	niet gevonden	74/325 (22.8%)	102/295 (34.6%)	<b>RR 0.68</b> (0.53 tot 0.87)	<b>111 minder per 1.000</b> (from 45 minder tot 163 minder)	 LAAG	CRUCIAAL
IVH												
10	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a</sup>	niet ernstig	niet ernstig	zeer ernstig <sup>b,c</sup>	niet gevonden	80/253 (31.6%)	86/248 (34.7%)	<b>RR 0.90</b> (0.70 tot 1.15)	<b>33 minder per 1.000</b> (from 52 meer tot 104 minder)	 ZEER LAAG	BELANGRIJK
Pneumothorax												

13	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a</sup>	niet ernstig	niet ernstig	ernstig <sup>c</sup>	niet gevonden	18/417 (4.3%)	36/408 (8.8%)	<b>RR 0.52</b> (0.31 tot 0.87)	<b>42</b> minder per <b>1.000</b> (from 11 minder tot 61 minder)	⊕⊕○○ LAAG	BELANGRIJK
Dood of BPD												
8	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a</sup>	niet ernstig	niet ernstig	ernstig <sup>c</sup>	niet gevonden	99/298 (33.2%)	131/286 (45.8%)	<b>RR 0.73</b> (0.59 tot 0.89)	<b>124</b> minder per <b>1.000</b> (from 50 minder tot 188 minder)	⊕⊕○○ LAAG	CRUCIAAL

CI: Confidence interval; RR: Risk ratio

## Explanations

- a. Ongeblindeerde studies
- b. CI cross the clinical decision threshold between recommending and not recommending treatment
- c. optimal information size not met

### Samenvatting resultaten:

## Volume-targeted ventilation compared to pressure-limited ventilation in preterm infants

**Patiënten of populatie:** preterm infants

**Setting:**

**Interventie:** volume-targeted ventilation

**Controle:** pressure-limited ventilation

Uitkomsten	Absolute effecten* (95% CI)		Relatief effect (95% CI)	Aantal deelnemers (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)	Opmerkingen
	Risico met pressure-limited ventilation	Risico met volume-targeted ventilation				
Mortaliteit	163 per 1.000	<b>122 per 1.000</b> (86 tot 175)	<b>RR 0.75</b> (0.53 tot 1.07)	771 (11 RCTs)	⊕⊕○○ LAAG <sup>a,b</sup>	
BPD	346 per 1.000	<b>235 per 1.000</b> (183 tot 301)	<b>RR 0.68</b> (0.53 tot 0.87)	620 (9 RCTs)	⊕⊕○○ LAAG <sup>a,c</sup>	
IVH	347 per 1.000	<b>312 per 1.000</b> (243 tot 399)	<b>RR 0.90</b> (0.70 tot 1.15)	501 (10 RCTs)	⊕○○○ ZEER LAAG <sup>a,b,c</sup>	
Pneumothorax	88 per 1.000	<b>46 per 1.000</b> (27 tot 77)	<b>RR 0.52</b> (0.31 tot 0.87)	825 (13 RCTs)	⊕⊕○○ LAAG <sup>a,c</sup>	
Dood of BPD	458 per 1.000	<b>334 per 1.000</b> (270 tot 408)	<b>RR 0.73</b> (0.59 tot 0.89)	584 (8 RCTs)	⊕⊕○○ LAAG <sup>a,c</sup>	

Het risico in de interventie groep (en het 95% betrouwbaarheidsinterval) is gebaseerd op het risico in de controle groep en het **relatieve effect** van de interventie (en het 95% BI).

CI: Confidence interval; RR: Risk ratio

### GRADE Working Group grades of evidence

**High certainty:** We are very confident that the true effect lies close to that of the estimate of the effect

**Moderate certainty:** We are moderately confident in the effect estimate: The true effect is likely to be close to the estimate of the effect, but there is a possibility that it is substantially different

**Low certainty:** Our confidence in the effect estimate is limited: The true effect may be substantially different from the estimate of the effect

**Very low certainty:** We have very little confidence in the effect estimate: The true effect is likely to be substantially different from the estimate of effect

---

## Explanations

a. Ongeblindeerde studies

b. CI cross the clinical decision threshold between recommending and not recommending treatment

c. optimal information size not met




Auteur(s): M van de Loo

Datum: augustus 2018

Vraagstelling: HFO versus CMV as primary mode of ventilation in preterm infants

Setting:

Literatuur: Cools F, Offringa M, Askie LM. Elective high frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants. The Cochrane database of systematic reviews 2015:CD000104

Certainty assessment							Aantal patiënten		Effect		Certainty	Importantie
Aantal studies	Studieopzet	Risk of bias	Inconsistentie	Indirect bewijs	Onnauwkeurigheid	Andere factoren	HFO	CMV	Relatief (95% CI)	Absoluut (95% CI)		
Mortality at 36-37 weeks PMA or discharge												
17	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a,b</sup>	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	257/1659 (15.5%)	272/1670 (16.3%)	<b>RR 0.95</b> (0.81 tot 1.10)	<b>8 minder per 1.000</b> (from 16 meer tot 3 minder)	 REDELIJK	CRUCIAAL
CLD at 36-37 weeks PMA or discharge												
17	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a,b</sup>	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	421/1392 (30.2%)	485/1394 (34.8%)	<b>RR 0.86</b> (0.78 tot 0.96)	<b>49 minder per 1.000</b> (from 14 minder tot 77 minder)	 REDELIJK	CRUCIAAL
Death or CLD at 36-37 weeks or discharge												
17	gerandomiseerde trials	ernstig <sup>a,b</sup>	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	678/1659 (40.9%)	756/1670 (45.3%)	<b>RR 0.90</b> (0.84 tot 0.97)	<b>45 minder per 1.000</b> (from 14 minder tot 72 minder)	 REDELIJK	CRUCIAAL

CI: Confidence interval; RR: Risk ratio

## Explanations

a. no blinding of intervention

b. no blinding of outcome

Samenvatting resultaten:

---

## HFO versus CMV as primary mode of ventilation in preterm infants

---

**Patiënten of populatie:** primary mode of ventilation in preterm infants

**Setting:**

**Interventie:** HFO

**Controle:** CMV

Uitkomsten	Absolute effecten* (95% CI)	Relatief effect	Aantal deelnemers	Certainty of the	Opmerkingen
------------	-----------------------------	-----------------	-------------------	------------------	-------------

	Risico met CMV	Risico met HFO	(95% CI)	(studies)	evidence (GRADE)
Mortality at 36-37 weeks PMA or discharge	163 per 1.000	<b>155 per 1.000</b> (132 tot 179)	<b>RR 0.95</b> (0.81 tot 1.10)	3329 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK <sup>a,b</sup>
CLD at 36-37 weeks PMA or discharge	348 per 1.000	<b>299 per 1.000</b> (271 tot 334)	<b>RR 0.86</b> (0.78 tot 0.96)	2786 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK <sup>a,b</sup>
Death or CLD at 36-37 weeks or discharge	453 per 1.000	<b>407 per 1.000</b> (380 tot 439)	<b>RR 0.90</b> (0.84 tot 0.97)	3329 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK <sup>a,b</sup>

Het risico in de interventie groep (en het 95% betrouwbaarheidsinterval) is gebaseerd op het risico in de controle groep en het **relatieve effect** van de interventie (en het 95% BI).

CI: Confidence interval; RR: Risk ratio

#### GRADE Working Group grades of evidence

**High certainty:** We are very confident that the true effect lies close to that of the estimate of the effect

**Moderate certainty:** We are moderately confident in the effect estimate: The true effect is likely to be close to the estimate of the effect, but there is a possibility that it is substantially different

**Low certainty:** Our confidence in the effect estimate is limited: The true effect may be substantially different from the estimate of the effect

**Very low certainty:** We have very little confidence in the effect estimate: The true effect is likely to be substantially different from the estimate of effect

## Explanations

a. no blinding of intervention

b. no blinding of outcome



Commentaarformulier bij aanbeveling *Invasieve mechanische beademing*

<b>Pagina- en regelnummer</b>	<b>Onderdeel</b>	<b>Ingestuurd door</b>	<b>Commentaar</b>	<b>Reactie</b>
<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	UMCG	Richtlijn is nogal pro-HFO niet geheel evidence based	Ik begrijp niet waar deze opmerking op gebaseerd is. Er wordt zowel uitgebreid ingegaan op CMV en HFV. Er wordt duidelijk gezegd dat er geen evidence is dat primaire HFV beter is dan CMV en beide gebruikt kunnen worden. De indicaties voor rescue HFV komen niet van AMC want wij doen geen rescue HFV. Er is wel degelijk evidence dat HFV een voordeel heeft (minder dood/BPD in Cochrane) en dat dit waarschijnlijk het best werkt voor kinderen die niet goed reageren op CMV/surf. Dus graag onderbouwen waar de “pro” factor zit.
1	Afkortingen en definities	UMCG VUMC	Mogen van mij in het NL – als dat kan. In de tekst wel gedaan	Prima, maar voor sommige is dat niet echt mogelijk (bijv A/C) of gaat de tekst niet meer kloppen met de afkorting (continue positieve luchtweg druk is niet CPLD maar CPAP). Ik denk dat het duidelijker is om de internationale afkortingen te gebruiken en dan ook de woorden te gebruiken waar die afkorting vandaan komt. Lijkt me echt iets om op lokaal niveau naar eigen smaak aan te passen.
2	Indicaties	VUMC	Is dit een oorzaak of een gevolg?	Kan beide zijn, daarom laten staan. Het hebben van apneus is wel degelijk regelmatig indicatie voor beademing.
2	Indicaties	VUMC	Moet dit misschien breder getrokken worden in de zin van afwijkende perfusie van de long, bv bij longhypoplasie of pulmonale	Toegevoegd ventilatie of perfusie

			hypertensie tgv genoemde redenen?	
2	Indicaties	UMCN	Toevoegen 4) Noodzaak tot operatief ingrijpen met algehele anesthesie	Staat al genoemd bij punt 1, hoeft niet apart vermeld
2	Indicaties	UMCN	Toevoegen 5) Overwegen indien er vasoactieve (vasopressie en/of inotropie) medicatie gestart wordt; veelal is er nog voldoende ademdrive maar is het doel van beademing energiemangement.	Zou ik niet noemen. Want meestal komt dat samen. Bij inotropie bijna altijd beademing door ziek zijn en verminderde drive. Dit is echt een zeldzaamheid...
2	Beademingsstrategie	AMC	toevoegen dat na het geven van surfactant (mn bij HFO) actief afgebouwd moet worden om overdistensie en trauma te voorkomen. Kan zijn dat jullie dat niet binnen dit stuk vinden passen, maar het is zo'n beetje de enige interventie bij neonaten die acuut veranderingen in compliance van de long kan geven met consequenties voor de beademingsinstellingen.	Aanpassing tekst.
2	Beademingsstrategie	VUMC	En tgv te hoge mean airway pressure, toch	Aanpassing tekst.
3	Algemene principes	UMCN	en vervolgens op geleide van het Vt, weer stapsgewijs afgebouwd.	Aanpassing tekst.
3	SIMV		Een machine-afhankelijke minimum expiratietijd (meestal 0, 2sec) voorkomt overinflatie, de ingestelde inspiratietijd zal de maximaal "haalbare" frequentie bepalen.	Ik durf niet te zeggen of dit echt zo is. Vind het ook niet relevant in dit stukje. Gaat om basis van SIMV. Lijkt mij teveel detail.

4	Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen	VUMC	Nomenclatuur is afhankelijk van de beademingsmachine.	Ik snap deze opmerkingen maar ik wil wel vasthouden aan de nomenclatuur zoals die hoort te zijn. Want SIMV is geen beademingsmodus. Dat sommige firma's het zo noemen is eigenlijk niet wenselijk.
4	Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen	UMCN	Kan alleen op AVEA. Op de Leonie en Fabian zijn de modi SIMV, SIPPV, PSV, HFOV al dan niet met VG en PS.	We kunnen niet een uitputtende lijst geven van alle namen. Heb nu een opmerking geplaatst.
4	Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen	VUMC	Toevoegen: met CMV gestreefd naar gesynchroniseerde beademing, waarbij extra ademarbeid van de neonat wordt ondersteund worden met volume garantie.	Dit staat al genoemd. Aanbeveling heeft 2 onderdelen, de modus en de synchronisatie.
4	Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen	Isala	met name de extreem prematuren kunnen een hoger Vt nodig hebben, door relatief grote dode ruimte van de flowsensor.	Hoger dan 7 ml/kg? Is dat wenselijk? Studies laten zien dat extreme prematuren inderdaad wat meer nodig hebben door dode ruimte luchtwegen. Na 2-3 weken is de mean 6 ml/kg met een SD van 1.4 (Kezler ADC-FN 2009). Dus soms iets hoger dan 7 ml/kg. Dus streven naar 4-7 ml/kg lijkt mij correct. Ik zou het zo laten.
4	Synchronisatie	VUMC	Dit leest wat verwarrend. Vorige kopje wordt modus genoemd, waarbij ook wel een mate van synchronisatie zit. Benoemen als modus met gegarandeerde synchronisatie oid? Of in de kopjes de modus benoemen.	Begrijp niet goed wat bedoeld wordt. SIMV/SIPPV is geen beademingsmodus maar een wijze van synchronisatie. Wordt volgens mij ook niet genoemd in vorig kopje. Stukje tekst over terminologie toegevoegd.
4	Synchronisatie	UMCN	Ik mis de SIMV al dan niet met pressure support en/of VG in dit verhaal.	Klopt, omdat SIMV geen modus is maar synchronisatie. Eigenlijk staat daar TCPL + SIMV, alleen laat met de TCPL weg omdat er geen andere optie is (PCV/VCV). Deze kennis ontbreekt dus bij

				de meeste neonatologen door de terminologie van de fabrikanten! SIMV+PSV wordt hierboven vermeld. Is niet de aanbeveling, dat is A/C
5	Synchronisatie / instellingen	UMCG	<i>Indien longrekrutering toch nodig is dan zal men moeten switchen naar hoog-frequente beademing.</i> Dit vind ik te hard geformuleerd (“moeten”) – je zou ook ipv longrecruitment rondje (op HFO ook op CMV de PIP/PEEP langer kunnen ophogen (dus niet paar minuten zoals bij HFO) Overdistensie ook risico bij HFO UMCG gaat niet akkoord als dit er zo in blijft	Tekst iets aangepast: In de praktijk wordt longrekrutering tijdens CMV wel toegepast. Er is echter weinig literatuur die de effectiviteit en veiligheid hiervan beschrijft, in tegenstelling tot longrekrutering bij hoogfrequente beademing. Indien longrekrutering toch nodig is wordt daarom aanbevolen te switchen naar hoog-frequente beademing.
4	Synchronisatie / instellingen	AMC	<i>flow moet terug gaan naar nul</i> kan afwijken bij tube-lekkage	Aanpassing tekst.
6	Weanen	VUMC	<i>redelijk consistent extubatie falen van 20-30 %.</i> Tov kinderen die niet ‘getest’ zijn?	Nee, dit is het percentage kinderen dat faalt na extubatie. Is geen vergelijkend percentage
6	Weanen	UMCG	Hier wat duidelijker en ook veel korter neerzetten dat het niet nuttig is om te testen (als we het goed begrijpen?!).	Maar dan verlies je dus de inhoudelijke kant wat deze test inhoudt. En het is een test die in sommige klinieken, zeker in het buitenland gebruikt wordt.
6	Weanen	UMCG	Ik zou dit andersom formuleren – nml of continueren van beademing nog nodig is. Zo nee – extubereren (niet essentieel puntje)	Aanpassing tekst
6	Weanen	UMCG	In april heb ik hierover een opmerking gemaakt of je ook	Ik zou dan alleen zaken kunnen formuleren die detubatie drempel verlagen, want de basishouding

			afweegpunten zou kunnen formuleren die de drempel om te detuberen kunnen verhogen of verlagen (bv steroiden gehad, luchtwegproblematiek etc)	moet zijn detuberen. Zie voorbeeld.
7	HFV	UMCN	Verschillen HFOV en flow-interruptie melden of ervan uit gaan dat iedereen HFOV doet?	Vanwege te uitgebreid zijn vorige versie is dit eruit gelaten. Ik zou het nu weglaten omdat de klinische relevantie minder belangrijk is geworden.
7	Indicaties rescue HFV	UMCG	Maar hiervoor ook geen onderbouwing dus misschien nog wat te sterk geformuleerd	Formulering aangepast
8	Open long strategie	UMCG	Ook de DCO2 is nuttig tijdens recruitment te vervolgen omdat daling daarin maat kan zijn voor overexpansie.	Zeker! Maar dat geldt voor alle momenten van recrutering. Heb er wat over toegevoegd aan einde deze paragraaf
8	Open long strategie	VUMC	Ter illustratie misschien druk-volume curve toevoegen?	Geen probleem als men dat belangrijk vindt
8	Instellingen andere HFV parameters	UMCN	Wellicht voorkeur voor een oscillatiefrequentie in de lagere range in geval van luchtlekkage problemen (pneumothorax/pulmonaal interstitieel emfyseem) om de expiratoire fase te optimaliseren	Ik zelf geloof daar niet in en er is te weinig om dat te onderbouwen. Het gaat hier niet om tidal ventilatie dus ook niet om vullen en leeglopen. Veel discussie over gehad met Australische collega's. We agree to disagree!
8	Instellingen andere HFV parameters	VUMC	Frequentie: Starten op 10, zonodig op te hogen tot 15? Anders geeft dit misschien verwarring	Aanpassing tekst
9	Monitoring tijdens HFV	VUMC	Knuppel in het hoenderhok: plaats voor NIRS tzt?	Mag je zelf beantwoorden! Volgens mij geen evidence maar heb de laatste literatuur niet op een rijtje.

9	Monitoring tijdens HFV	UMCG	Evt rol ETCO2 nog niet duidelijk	ETCO2 kan je niet betrouwbaar meten omdat er geen plateau is van het volume. Of heb jij andere ervaringen?
9	Monitoring tijdens HFV	UMCN	<i>Daling van de bloeddruk is een teken van ernstige overdistensie.</i> Is of kan zijn?	Aanpassing tekst
9	Weanen en extubatie	UMCN	<i>De frequentie bij HFV wordt niet afgebouwd.</i> Maar wel op geleide van het CO2.	Zeker! Maar weanen bedoel ik actief nastreven van een lagere frequentie om te werken naar detubatie. Anders dan bij CMV. Tekst aangepast.
9	Weanen en extubatie	VUMC	Tenzij je al laag in je delta P zit, dan kun je soms toch genoodzaakt zijn de frequentie aan te passen	

<b>Centrum</b>	AMC
<b>Plaats</b>	Amsterdam
<b>Primaire modus van beademing</b>	bij AD < 32 en/of pulmonale oorzaak beademing HFOV
<b>Protocol ontvangen Conventioneel</b>	1
<b>Aantal pagina's</b>	7
<b>bijzonderheden</b>	
<b>Protocol ontvangen HFOV</b>	1
<b>Aantal pagina's</b>	7
<b>bijzonderheden</b>	
<b>Protocol conventioneel</b>	
<b><i>Inleiding/principes/pathofysiologie</i></b>	beschreven
<b><i>Referenties</i></b>	nee
<b><i>Indicaties</i></b>	Respiratoire insufficiëntie op basis van depressie van het ademcentrum (medicatie, asfyxie, sepsis/meningitis), respiratoire insufficiënte op basis van luchtweg obstructie (intubatie trauma, laryngo-/tracheomalacie), kunstmatige beademing voorafgaand of aansluitend aan een operatieve ingreep zonder pulmonale parenchymateuze pathologie, transpositie van de grote vaten met pulmonale hypertensie
<b><i>Evaluatie respiratoire insufficiëntie</i></b>	geen gebruik standaard score
<b><i>1e keus modus conventioneel</i></b>	TCPL-AC met VG (bij >50% lek zonder VG)
<b><i>2e keus modus conventioneel</i></b>	PC
<b><i>Machine</i></b>	AVEA
<b><i>Rescue</i></b>	nvt

## **Instellingen conventioneel**

<i>Volume start (ml/kg)</i>	5
<i>Minimaal volume (ml/kg)</i>	
<i>Maximaal volume (ml/kg)</i>	
<i>P insp start (cm H2O)</i>	12
<i>Max piekdruk start (cm H2O)</i>	
<i>Max piekdruk later (cm H2O)</i>	
<i>PEEP begin (cm H2O)</i>	5 (range 5-8)
<i>flowsensor trigger</i>	G < 2 kg 0,2; G > 2 kg 0,5
<i>inspiratietijd (sec)</i>	AD < 32 0,4; AD > 32 0,5
<i>expiratie tijd (sec)</i>	
<i>frequentie (aantal/min)</i>	term 40, prematuur 50
<i>flow (l/min)</i>	AD < 32 8, AD > 32 10 (range 8-15)
<b>CPAP-PSV opgenomen in protocol</b>	ja
<b>Bevochtiging/verwarming</b>	beschreven
<b>ET uitzuigen</b>	op indicatie
<b>Troubleshooting</b>	beschreven
<b>Streefwaarden PaCO2 (cm H2O)</b>	
<b>Streefwaarden T<sub>cp</sub>CO2 (cm H2O)</b>	
<b>Streefwaarden PaO2 (cm H2O)</b>	
<b>Streefwaarden T<sub>cp</sub>O2 (cm H2O)</b>	
<b>Streefwaarde pH</b>	
<b>Streefwaarde SaO2 (%)</b>	
<b>Streefwaarde SvO2 (%)</b>	
<b>Streefwaarden tidal volume (ml/kg)</b>	
<b>Streefwaarden ademminuutvolume (ml/kg/min)</b>	
<b>Bijzonderheden streefwaarden</b>	
<b>Instructies aanpassen beademingsvoorwaarden</b>	beschreven
<b>Recruitment</b>	niet beschreven



**Weanen**

O2, volume, frequentie (geen vaste volgorde)

**Rescue criteria**

Bij hogere zuurstofbehoefte dan 30% op basis van een verlaagd EELV dient sterk overwogen te worden om over te gaan op HFV.

**Extubatie criteria**

voldoende ademdrive (eventueel te testen via CPAP PSV), vrije ademweg, adequate longfunctie: meestal wordt gekeken naar de berekende mean airway pressure (MAwP) tijdens de beademing en de FiO2. Indien de MAwP < 10 cmH2O is met een FiO2 < 0.30, kan extubatie overwogen worden. Zeker bij oudere kinderen kan extubatie ook overwogen worden bij hogere voorwaarden.

**beademingsrichtlijnen per ziektebeeld  
sedatie**

in HFO protocol  
niet beschreven

**CPAP-test voor detubatie**

niet beschreven

**Complicaties**

niet beschreven

**Protocol HFOV**

**Inleiding/principes/pathofysiologie**

beschreven

**Referenties**

ja

**Indicaties**

alle kinderen met een nRDS, ongeacht de zwangerschapsduur. Daarnaast wordt sterk aangeraden om bij kinderen met airleak syndroom (PIE, pneumothorax) of een grote kans daarop (longhypoplasie) ook primair te starten met HFV. Tevens wordt aangeraden om kinderen (GA < 28 wk) met een groot risico op bronchopulmonale dysplasie (BPD) ook na de eerste levensweek primair te behandelen met HFV, ook al wordt de patient beademd om niet-pulmonale redenen (sepsis, apneu's, necrotiserende enterocolitis (NEC)).

Rescue HFV dient sterk overwogen te worden bij de volgende situatie(s):

1. Beademing gedurende 12 uur met PIP > 24 cm H<sub>2</sub>O en/of FiO<sub>2</sub> > 0.6

**Machine**

Sensormedics

**Instellingen hoog frequent**

*start CDP (cm)* < 1000 gram 6; > 1000 gram 8

*amplitude (cm H<sub>2</sub>O)* 15-25, op geleide van trillen

*frequentie (hz)* 10 (range 8-15)

*flow (L/min)* 20

*I:E (%)* 33

**Recruitment**

altijd bij start, daarna op indicatie

**Aanvullende diagnostiek**

X-thorax, tcCO<sub>2</sub> en PO<sub>2</sub>,

bloeddruk

**Bevochtiging/verwarming**

niet beschreven

**ET uitzuigen**

niet beschreven

**Troubleshooting**

beschreven

**Streefwaarden PaCO<sub>2</sub> (cm H<sub>2</sub>O)****Streefwaarden T<sub>cp</sub>CO<sub>2</sub> (cm H<sub>2</sub>O)****Streefwaarden PaO<sub>2</sub> (cm H<sub>2</sub>O)****Streefwaarden T<sub>cp</sub>O<sub>2</sub> (cm H<sub>2</sub>O)****Streefwaarde pH****Streefwaarde SaO<sub>2</sub> (%)****Streefwaarde SvO<sub>2</sub> (%)****Streefwaarden tidal volume (ml/kg)****Streefwaarden ademminuutvolume (ml/kg/min)****Bijzonderheden streefwaarden****Instructies aanpassen beademingsvoorwaarden**

beschreven

## **Weanen**

beschreven: Aan het eind van het rekruterings- en stabilisatie proces (met of zonder surfactant) zijn er twee mogelijk situaties:

a. De  $FiO_2$  is  $< 0.3$  en de CDP  $\leq 8$  cmH<sub>2</sub>O

Deze patiënt dient zo snel mogelijk geextubeerd te worden, tenzij er harde redenen zijn om dit niet te doen. Streef naar extubatie binnen 6 uur. Reduceer de  $\Delta P$  bij weinig spontane ademhaling en overweeg Narcan indien morfine werd toegediend.

b. De  $FiO_2$  is  $< 0.3$  met een CDP  $> 8$  cmH<sub>2</sub>O. Deze patiënt heeft meer tijd nodig om te herstellen. Overweeg een tweede surfactant gift (CDP x  $FiO_2 \geq 2.5$ ) en probeer elke 12 uur de CDP te verlagen om zodoende te extubereren. Bij oudere kinderen ( $>1$  week) kan men bij een hogere CDP (7) ( tot  $\pm 13 - 16$  niet beschreven

## **Failure HFO**

## **Extubatie criteria**

CDP  $\leq 8$  en  $FiO_2 < 0,3$ , bij oudere kinderen ( $>1$  week) bij hogere CDP (13-16) extubereren

***beademingsrichtlijnen per ziektebeeld***

***sedatie***

***CPAP-test voor detubatie***

***Complicaties***

beschreven: reactief pulmonaal  
vaatbed, RDS, PPHN, BPD,  
sepsis, NEC, air leak,  
longhypoplasie

niet beschreven

niet beschreven

beschreven: mucus, air leaks,  
circulatiestoornissen, IVH en PVL

Isala  
Zwolle

conventioneel

1  
19  
1 protocol resp ondersteuning invasief en non-invasief,  
nagenoeg idem aan protocol Utrecht  
1  
19  
zie hierboven

beschreven

ja

- (1) In geval van resuscitatie, zoals:
- 1.1 Initieel endotracheaal uitzuigen bij neonaten met dik meconium houdend vruchtwater en ernstige respiratoire insufficiëntie
  - 1.2 Indien beademing via neopuff/masker en ballon niet succesvol / langdurig noodzakelijk is.
  - 1.3 Bij hartmassage (ondanks adequate masker en ballon ventilatie).
  - 1.4 In specifieke gevallen zoals bij congenitaal hernia diafragmatica.
- (2) Bij progressieve respiratoire insufficiëntie (zich uitend in tachydyspnoe en/of apneus) indien onderstaande zaken onvoldoende hebben geleid tot een afname van de respiratoire insufficiëntie: , , :
- Behandeling van de onderliggende oorzaak (zoals bijvoorbeeld antibiotica bij een infectie of surfactant toediening via een MIST procedure bij IRDS).
  - Andere vormen van respiratoire ondersteuning.

mbv Silverman-Anderson score

SIMV, SIPPV en VG beschreven, echter niet duidelijk welke voorkeur heeft

Fabian  
HFOV

"verse" patient 4-5, chronisch 6-7

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

Beademng gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H<sub>2</sub>O  
en/of FiO<sub>2</sub> > 60%.

- Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie).
- Discrepantie PaO<sub>2</sub> (laag) en PaCO<sub>2</sub> (laag) zoals bij PPHN.
- Indicatie tot het geven van iNO (met de huidige generatie conventionele beademingsapparatuur kan geen continue flow iNO toegediend worden).
- Radiologische tekenen van airleak syndroom

niet beschreven

nee

niet beschreven



niet beschreven

beperkt beschreven

beschreven

ja

Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H<sub>2</sub>O  
en/of FiO<sub>2</sub> > 60%.

- Niet te corrigeren bloedgasen (hypercapnie en/of hypoxie).
- Discrepantie PaO<sub>2</sub> (laag) en PaCO<sub>2</sub> (laag) zoals bij PPHN.
- Indicatie tot het geven van iNO (met de huidige generatie conventionele beademingsapparatuur kan geen continue flow iNO toegediend worden).
- Radiologische tekenen van airleak syndroom

Open long concept: 2-3 cm hoger dan MAP conventioneel;  
laag volume, hoog FiO2 strategie: gelijk aan MAP  
conventioneel  
ca 10 boven Peak PInsp conventioneel, op geleide van trillen

10

ja

X-thorax, bloeddruk, ET PaCO2 of Tc PaCO2, arteriele  
bloedgassen  
niet beschreven  
niet beschreven

niet beschreven

beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

beschreven: mucus, air leaks, IVH

LUMC  
Leiden

conventioneel

1

8

1 protocol resp ondersteuning invasief en non-invasief, HFO

niet beschreven

1

4

beschreven

nee

niet beschreven

geen gebruik standaard score

VG-druk A/C

druk A/C

AVEA

HFOV

4,5

3,5

12

25

7 boven druk patient

5

G < 2 kg 0,3; G > 2 kg 0,5

0,35

50

nee

niet beschreven

niet beschreven

beschreven

Afbouwen druk automatisch bij VG, bij druk A/C druk  
afbouwen, evt frequentie

PIP > 40

MAP < 8-10

niet beschreven

Voor ectubatie dient een CPAP-test te worden verricht. Hierbij laat men de patiënt op endotracheaal CPAP van 8 cmH<sub>2</sub>O ademen gedurende 3 minuten. Indien een langer dan 15 seconden een bradycardie < 100 bpm optreedt en/of saturatiedaling < 85 % met meer dan 10% toename in FiO<sub>2</sub>, spreken van falen van de cpap-test.

☑ Let op: sensitiviteit = 97%, maar specificiteit 73%, dus bij een gefaalde CPAP-test zeker andere factoren meenemen bij besluit wel/niet ectubereren

niet beschreven

beschreven

nee

Rescue strategy (moeizame of niet effectieve conventionele beademing), Respiratoire distress bij RDS, Pulmonair Interstitieel Emfyseem (PIE), Pneumothorax, Pneumomediastinum / Pneumopericard, Longhypoplasie, PPHN met NO, Meconium aspiratie

Sensormedics



2 boven MAP conventioneel

25-30

10

10

33

zie aanvullende opmerkingen in protocol

ja

TcO<sub>2</sub>, TcCO<sub>2</sub>, X-thorax

adequate bevochtiging, temp  $37 \pm 2^\circ\text{C}$

niet beschreven

veel uitleg over calibratie/instellingen

beschreven

beschreven: ogv O2 behoefte CDP afbouwen

niet beschreven

CDP = 5- 8 cm. H2O

FiO2 <= 0,25 (25%).

Goede "air entry" (klinisch).

niet beschreven

niet standaard

niet beschreven

beschreven: accidentele detubatie door trillingen,  
(slijm)obstructie tube, irritatie/onrust, overdistentie longen,  
necrotiserende tracheobronchitis, pneumothorax

MMC  
Veldhoven















UMCN  
Nijmegen

conventioneel

1  
8

1  
7

beschreven

nee

Op klinisch gronden:

Aanwijzingen voor een (dreigende) respiratoire insufficiëntie zijn:

- tachypnoe, bradypnoe, apnoe
- gebruik van de hulpademhalingspijpen (intrekkingen, neusvleugelen etc.)
- kreunen
- cyanose
- tachycardie, bradycardie
- hypotensie, bleek zien, verminderde perifere circulatie
- extra zuurstofbehoefte
- $\leq 28$  weken en/of  $\leq 1000$  gram:  $FiO_2 \leq 0,30$  (low flow  $O_2$  0,3 l/min,  $FiO_2$  1,0) -  $> 28$  weken:  $FiO_2 \geq 0,40$  (low flow  $O_2$  0,5 l/min,  $FiO_2$  1,0)

b. Op grond van laboratorium bevindingen: als richtlijnen kan men uitgaan van de volgende waarden:

$paO_2 < 6,5$  kPa,  $pH < 7,25$ ,  $paCO_2 > 8,0$  kPa

c. Andere redenen: onderliggend lijden (zoals een congenitale hernia diafragmatica), geplande ingreep (operatie)

geen gebruik standaard score

SIMV

Leonie Plus, Heinen + Lowenstein

4 - 6 ml/kg

4  
6  
12

patient specifiek. Initieel 4-5 mbar  
5-6%  
0.4 sec

in principe langer dan ti

start 6, afh curve en plateaufase

verwijzing naar PSV protocol  
niet beschreven

4,5-6,5  
35-50  
6,5-9,5  
50-80  
 $\geq 7,25$   
90-95  
55-70

bij BPD en PPHN hogere waarden PaO<sub>2</sub> en SaO<sub>2</sub> (niet  
gedefinieerd), eerste 3 dagen PaCO<sub>2</sub> in lagere range vanwege  
cerebrale bloedflow  
beschreven

niet beschreven

verlagen O<sub>2</sub>, verlagen druk (minimale druk per G categorie beschreven), verlagen frequentie dmv verlengen expiratie-tijd (deze volgorde)

frequentie 10-20 met expiratietijd 3-5 sec bij voldoende eigen ademdrive

ja, voor RDS, MAS, pneumothorax, BPD, AOP  
op indicatie

niet beschreven

beschreven

beschreven

nee

1 Failure of conventional ventilation in the term infant (Persistent Pulmonary Hypertension of the Newborn [PPHN], Meconium Aspiration Syndrome [MAS])

NB: The evidence for HFOV in term infants with severe pulmonary dysfunction is not strong.

2 Air leak syndromes (pneumothorax, pulmonary interstitial emphysema [PIE])

3 Failure of conventional ventilation in the preterm infant (severe RDS, PIE, pulmonary hypoplasia) or to reduce barotrauma when conventional ventilator settings are high.

6-7

start met 25, aanpassen aan DCO<sub>2</sub> en thoraxexcursies

10 (range 6-15)

33%

ja

niet beschreven

niet beschreven

a 4 uur, gesloten systeem, overwegen na zuigen CDP 1-2 te verhogen gedurende 15-30 minuten

idem als CV

idem conventionele beademing

beschreven

beschreven: eerste FiO<sub>2</sub>, daarna CDP, over op conventioneel, verder weanen, dan detubatie. Bij voldoende eigen ademactiviteit poging tot extubatie direct na HFO.

niet beschreven

niet beschreven



niet beschreven

op indicatie

niet beschreven

beschreven: onrust, hemodynamische gevolgen

SKZR  
Rotterdam

conventioneel

1  
12

0

beschreven

ja

geen gebruik standaard score

SIPPV + VG

Fabian

start 5, bij RDS 4,5-5 bij G < 1000 gram, 4-4,5 bij G > 1000

gram

3,5

8

25-30

5-10 boven druk patient

≥ 5

1

0,3

> 1500 gram 30, ≤ 1500 gram 40

8

nee

niet beschreven

ja

beschreven

niet beschreven

Bij het gebruik van VG zal de PInsp automatisch lager worden, indien de compliantie verbetert.

Zolang de spontane ademfrequentie van de patiënt hoger is dan de ingestelde frequentie, is het verlagen van de ingestelde frequentie niet zinvol.

Het Tv dient niet lager dan 3,5 ml/kg afgebouwd te worden.

Voorkom dat de patiënt langere perioden op CPAP niveau ademt en daarmee de kans op extubatie falen toeneemt bij uitputting.

Indien de inspiratoire drukken boven de 35 cm H<sub>2</sub>O persisteren, waarbij de oorzaak puur pulmonaal lijkt te zijn, wordt geadviseerd een alternatieve beademingsvorm te gebruiken

Vt 3,5-4,5 ml/kg

Adequate stabiele spontane ademfrequentie, passend bij individuele patiënt ( 40-60 x/min).

Mean Airway Pressure lager dan 8-10 cm H<sub>2</sub>O

FiO<sub>2</sub> < 30% ( tenzij er sprake is van BPD)

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven









UMCG  
Groningen

conventioneel, prematuren < 1000 gram en < 28 weken met  
RDS primair HFO

1  
6

1  
5

beschreven

ja

klinische tekenen van resp insuff met onvoldoende effect  
minder invasieve methoden, PaCO<sub>2</sub> > 8 bij pH < 7,25, PaO<sub>2</sub> <  
6,6 bij FiO<sub>2</sub> > 0,7

geen gebruik standaard score

SIMV of SIPPV

Fabian

in protocol onderscheid tussen instellingen bij longen met normale compliantie en verlaagde compliantie (tussen haakjes weergegeven)

15-20 (20-25)

4-5 (5-7)

1,0

0,4

0,8-1,1 (0,5-0,8)

40-50 (50-65)

5-15 (5-10)

nee

niet beschreven

6-8

6,6-8

5-7

250-400

ja

eerst O<sub>2</sub>, daarna druk, daarna frequentie

freq 20-30, FiO<sub>2</sub> < 0,3, PEEP 4-5

afgeraden

beschreven

beschreven

ja

Primair: Prematuren met een zwangerschapsduur < 28 weken of een geboortegewicht < 1000 gram, beademingsbehoefstig o.b.v. nRDS. Primaire HFV wordt zo snel mogelijk na de geboorte (binnen 6 uur) gestart. Mogelijk heeft HFV in deze subgroep de voorkeur boven conventionele beademing.

Secundair: Prematuren met een zwangerschapsduur van < 37 weken met hoge beademingsbehoefte (bijvoorbeeld PIP > 24 cm H<sub>2</sub>O en/of FiO<sub>2</sub> > 0,5) bij een ernstige RDS, later dan 6 uur na intubatie, als alternatief voor conventionele beademing.

Rescue HFV: van rescue treatment wordt gesproken indien conventionele beademing faalt. De indicaties voor overschakeling van conventionele beademing naar HFV zijn niet zo scherp:

elke neonat bij wie conventionele beademing faalt. Falen van conventionele beademing wordt gedefinieerd als: een Alveolair-arterieel-zuurstof verschil (AaDO<sub>2</sub>) van > 350 mmHg bij een Mean Airway Pressure van 15 cm H<sub>2</sub>O of meer.

Globaal is een FiO<sub>2</sub> van > 0,6 nodig alvorens een AaDO<sub>2</sub> van 350 mmHg bereikt wordt.

Potentieel andere indicaties voor HFV zijn: hernia diafragmatica, pulmonaal interstitieel emphyseem (PIE), meconium aspiratie syndroom (MAS), persisterende pulmonale hypertensie (PPHN). Overleg met de supervisor is noodzakelijk alvorens over te schakelen.

2 hoger dan MAP conventioneel

15-25

8-10

SM: cfr biasflow grafiek, standaard 20, bij MAP < 15 lager;

Fabian: prematuren 10, a termen 15 en zn hoger

33

ja

TcCO<sub>2</sub> meting te overwegen, kort na start (bv 15 min)

bloedgasanalyse, bij Fabian DCO<sub>2</sub>, evt thoraxfoto

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

beschreven: ogv bloedgas en O2 behoefte en/of dmv rondjes

Indien HFV op goede indicatie is gestart, wordt, zeker in de eerste dagen, zelden een failure waargenomen. Indien zowel oxygenatie als CO<sub>2</sub> uitwas tegelijkertijd onvoldoende zijn kan sprake zijn van een pneumothorax, een luchtwegobstructie met mucus of een technisch probleem.

Er kan overwogen worden bij failure Fabian HFV, een trial met SM te doen.

Bij ernstige of toenemende respiratoire insufficiëntie

AaDO<sub>2</sub> > 350 mmHg bij een MAP > 17 cm H<sub>2</sub>O en verminderde luchthoudendheid op de thoraxfoto.

Overschakelen op conventionele beademing als longtoilet geen verbetering geeft, er geen technisch probleem blijkt, er geen behandelbare afwijking of X-thorax is, als longrecruitment geen verbetering geeft.

bij lage voorwaarden (waarden niet beschreven), ip naar CPAP

beschreven: pneumothorax, mucus-retentie, PIE, circ  
insufficiëntie

UMCM  
Maastricht

conventioneel

1

8

conventioneel en HFO in 1 doc

1

zie boven

A. Surfactant toediening bij neonataal RDS /  
meconiumaspiratie syndroom

B. Respiratoire insufficiëntie

PCO<sub>2</sub> > 10 kPa en pH <7.20 bij herhaling

Frequente apneu's (ondanks cafeïne)

FiO<sub>2</sub> >0.5

Circulatoire insufficiëntie

geen gebruik standaard score

AC

SIMV

Stephanie



4-8

zo gevoelig mogelijk

RDS: 0,3-0,4; BPS/MAS: 0,4-0,5

prematuur 50-60, a terme 40-50

8

nee

1e 3d: 6-7; daarna 6-8,5, bij BPD nog hoger

niet beschreven

niet beschreven

afbouwen piekdruk op geleide van pCO<sub>2</sub>, overweeg PEEP af te bouwen bij FiO<sub>2</sub> < 0,30 en goede ventilatie

A/C beademing:  
Piekdruk ≤ 16 cmH<sub>2</sub>O  
FiO<sub>2</sub> < 0.3

beperkt tot RDS en BPD/MAS  
pre-medicatie en sedatie tijdens beademing (alleen op indicatie) beschreven

Als hulpmiddel bij besluit tot extubatie kan CPAP-trial ofwel Spontaneous Breathing Test (SBT) gebruikt worden: 3 minuten endo-tracheale CPAP met PEEP level van beademing. (in studie was dit 5-6cm H<sub>2</sub>O)

CPAP trial faalt indien:

- Saturatie < 85 % ondanks ophogen FiO<sub>2</sub> van 0.15
- Bradycardie <100 langer dan 15 seconden

benoemd: pneumothorax en BPD

niet beschreven

ja

PIP >25-28 cm H<sub>2</sub>O bij prematuur met RDS

Airleak

Congenitale hernia diaphragmatica

Longhypoplasie

Ernstige abdominale buikdistentie

Slechte thoraxwand compliance

MAS

10

ja

TcCO<sub>2</sub> of ETCO<sub>2</sub>

niet beschreven  
niet beschreven

beschreven

beschreven

niet beschreven

HFO:  
MAP 8-9 cm H<sub>2</sub>O  
FiO<sub>2</sub> < 0.3

niet beschreven

niet beschreven

zie conventioneel

benoemd: pneumothorax en BPD

VUMC  
Amsterdam

conventioneel

1  
8

1  
1

beschreven

nee

- 1) Stoornis van de adempomp:
    - a. Ademhalingcentrum
    - b. centrale en perifere zenuwen
    - c. Thoraxwand
    - d. ademhalingsmusculatuur
  - 2) Stoornis gaswisseling
  - 3) Ventilatie-perfusie mismatch
  - 4) Diffusiestoornissen
  - 5) Stoornis van opname en binding van zuurstof in het bloed en afgifte van kooldioxide uit het bloed aan de longen
  - 6) Stoornis van de circulatie verantwoordelijk voor het transport van zuurstofrijk bloed van longen naar lichaamscellen en van kooldioxide rijk bloed van lichaamscellen naar longen
- Criteria voor respiratoire insufficiëntie (ondanks maximaal non-invasieve ondersteuning d.m.v. nCPAP/nIPPV):**
- Ernstige tachy-/dyspnoe met dreigende uitputting
  - Respiratoire acidose ( $\text{pH} < 7.20$  en  $\text{pCO}_2 > 60$  mmHg)
  - Hypoxie ( $\text{FiO}_2 > 0.4$ )
  - Ernstige en/of recidiverende apneu's

geen gebruik standaard score

SIMV

SIPPV  
Leoni plus

16

prematuur 6-8, a terme 4-6  
5% van TV  
0,5

prematuur 0,5, a terme 0,7-1,0  
prematuur 60, a terme 40-50  
8-10

nee  
niet beschreven

ahv voorbeelden beschreven

arterieel 40-55, capillair 45-60

arterieel 7,25-7,35, capillair 7,25-7,35

4-7

ja

niet beschreven



verlagen PIP / delta P, meestal tot 14, daarna verlagen frequentie door verlengen texp (niet lager dan 30). Bij goede oxygenatie afbouwen PEEP (niet lager dan 4-5)

falen van conventionele ventilatie: hiervoor zijn geen eenduidige grenzen aan te geven. Gaat in overleg met neonatoloog/fellow

vanaf PIP 14-16, PEEP 4-6, frequentie 30-40 indien oxygenatie en ventilatie adequaat en goede ademdrive. In individuele gevallen vanaf hogere drukken.

niet beschreven  
niet beschreven

bij twijfel over drive evt kortdurend, hooguit enkele minuten,  
ET CPAP proberen

beschreven

niet beschreven

nee

Early intervention:

Alle kinderen met RDS en beademingsbehoefte < 48 uur  
postpartum, GA > 28 en < 31 wk.

A terme kinderen met PPHN en/of Meconium Aspiratie  
Syndroom (MAS).

Rescue:

falen van conventionele ventilatie: hiervoor zijn geen  
eenduidige grenzen aan te geven. Gaat in overleg met  
neonatoloog/fellow

2 hoger dan MAP conventioneel

op geleide van trillen

10

10 (range 10-15)

33

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

beschreven: afbouwen CDP met 1 cm per 4-6 uur als  $FiO_2 < 0,30$

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

niet beschreven

WKZ  
Utrecht

conventioneel

1  
20  
1 protocol resp ondersteuning invasief en non-invasief,  
nagenoeg idem aan protocol Zwolle  
1  
20

in apart doc

- (1) In geval van resuscitatie, zoals:
- 1.1 Initieel endotracheaal uitzuigen bij neonaten met dik meconium houdend vruchtwater en ernstige respiratoire insufficiëntie
  - 1.2 Indien beademing via neopuff/masker en ballon niet succesvol / langdurig noodzakelijk is.
  - 1.3 Bij hartmassage (ondanks adequate masker en ballon ventilatie).
  - 1.4 In specifieke gevallen zoals bij congenitaal hernia diafragmatica.
- (2) Bij progressieve respiratoire insufficiëntie (zich uitend in tachydyspnoe en/of apneus) indien onderstaande zaken onvoldoende hebben geleid tot een afname van de respiratoire insufficiëntie: , , :
- Behandeling van de onderliggende oorzaak (zoals bijvoorbeeld antibiotica bij een infectie of surfactant toediening via een MIST procedure bij IRDS).
  - Andere vormen van respiratoire ondersteuning.

mbv Silverman-Anderson score

SIMV+VG

SIMV (PC)  
Leoni plus  
HFOV

"verse" patient 5, chronisch 6-7

4  
niet gedefinieerd  
20

4-8  
15% van TV  
prematuur 0,3-0,5; a terme 0,4-zoveel als nodig, aanpassing  
obv behoefte icm flow  
volgt uit insp tijd en frequentie  
prematuur 60, a terme 40-50  
8-10 l prematuur, 8-12 l a terme

nee  
37,5, 100%  
naar behoefte  
in additioneel document

arterieel 40-55, capillair 45-60  
trendbewaking  
alleen conform PPHN protocol  
trendbewaking  
arterieel 7,25-7,35, capillair 7,25-7,35  
88-94% prematuur, 92-98% a terme

4-7

in additioneel document

enkel beschreven aan HFOV met bepaling opening- en  
sluitingsdrukken

obv van CO2 afbouwen en snel extubereren; hebben apart in- en extubatieprotocol

Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H<sub>2</sub>O en/of FiO<sub>2</sub> > 60%.

- Niet te corrigeren bloedgasen (hypercapnie en/of hypoxie).
- Discrepantie PaO<sub>2</sub> (laag) en PaCO<sub>2</sub> (laag) zoals bij PPHN.
- Indicatie tot het geven van iNO
- Radiologische tekenen van airleak syndroom

apart extubatie protocol

nee

alleen op indicatie; bij atermen is het vrijwel altijd nodig, bij prematuren enkel bij niet op andere wijze te doorbreken onrust en contra-indicatie voor detubatie



NEE

beschreven

beschreven

ja

Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H<sub>2</sub>O  
en/of FiO<sub>2</sub> > 60%.

- Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie).
- Discrepantie PaO<sub>2</sub> (laag) en PaCO<sub>2</sub> (laag) zoals bij PPHN.
- Indicatie tot het geven van iNO (met de huidige generatie conventionele beademingsapparatuur kan geen continue flow iNO toegediend worden).
- Radiologische tekenen van airleak syndroom

Leoni plus

Open long concept: 2-3 cm hoger dan MAP conventioneel

ca 10 boven Peak PInsp conventioneel, op geleide van trillen

10 (start, evt aanpassen naar behoefte)  
automatisch, 7-9 liter

33:66

ja

X-thorax, bloeddruk, ET PaCO<sub>2</sub> of Tc PaCO<sub>2</sub>, arteriele  
bloedgassen  
idem aan conventioneel  
op indicatie

niet beschreven

idem

idem

idem

trendmonitoring

idem

idem

niet gebruikt

1-2 ml/kg

trendbewaking obv DCO<sub>2</sub>

beschreven

niet beschreven

niet beschreven

extubatieprotocol

niet beschreven

niet beschreven

nee

beschreven: mucus, air leaks, IVH