

Landelijke aanbeveling invasieve mechanische ventilatie van pasgeborenen

Initiatief: werkgroep N3 aanbevelingen

In samenwerking met: alle NICU's in Nederland, sectie neonatologie

Met ondersteuning van: Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde

Financiering SKMS

Colofon: Naam Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde, jaar van publicatie 2019

Disclaimer: De werkgroep N3 aanbevelingen heeft geen bezwaar tegen gebruik van de aanbeveling door andere (niet-NICU) centra, maar vermeldt met nadruk dat deze aanbeveling specifiek en alleen ontwikkeld is voor gebruik op de NICU.

Geautoriseerd door: sectie neonatologie, NeoNed, commissie Richtlijnen en indicatoren.

Samenstelling van de werkgroep:

- Anton van Kaam, kinderarts-neonatoloog Amsterdam UMC
- Moniek van de Loo, kinderarts-neonatoloog Amsterdam UMC
- Kim Tiemessen, NICU-verpleegkundige Amsterdam UMC
- Sandra Prins, kinderarts-neonatoloog Amsterdam UMC
- Marije Hogeveen, kinderarts-neonatoloog Radboud UMC
- Tim Antonius, kinderarts-neonatoloog Radboud UMC
- Remco Visser, kinderarts-neonatoloog Leids UMC
- Andrea van Steenis, kinderarts-neonatoloog Leids UMC
- Mayke van der Putten, kinderarts-neonatoloog Maastricht UMC
- Hendrik Niemarkt, kinderarts-neonatoloog Maxima Medisch Centrum
- Estelle Mulder, kinderarts-neonatoloog Isala Ziekenhuis
- Florian Cassel, kinderarts-neonatoloog Erasmus MC
- Nanda van Paassen, kinderarts-neonatoloog Erasmus MC
- Margriet van Stuijvenberg, kinderarts-neonatoloog UMC Groningen
- Karen de Bijl-Marcus, kinderarts-neonatoloog UMC Utrecht

Inhoudsopgave

Paragraaf organisatie van zorg

Hoofdstuk 1. Algemene inleiding

1.1 Aanleiding voor het maken van de richtlijn

1.2. Definitie en doelstelling van de richtlijn

1.3. Probleemomschrijving en afbakening: definitie, patiëntenpopulatie, etiologie, incidentie NL, relevante uitkomstmaten

1.4. Methode richtlijnontwikkeling

1.5. Knelpuntenanalyse

1.6. Proces samenstelling werkgroep, belangen

1.7. Werkwijze werkgroep

1.8. Patiënten participatie

Implementatie en indicatorontwikkeling

Literatuurlijst

Hoofdstuk 2. Uitgangsvragen

2.1. Uitgangsvraag 1: Conventionele mechanische ventilatie (CMV)

Inleiding

Algemene principes en samenvatting van de literatuur

Aanbevelingen

- 1) Aanbevelingen CMV modaliteiten en instellingen
- 2) CPAP + Pressure support ventilation (PSV)
- 3) Complicaties CMV
- 4) Monitoring tijdens CMV
- 5) Weanen en extubatie CMV

2.2. Uitgangsvraag 2: High-frequency ventilation (HFV)

Inleiding

Algemene principes, samenvatting van de literatuur en aanbevelingen

- 1) Gaswisseling tijdens HFV
- 2) Primair vs. rescue HFV
- 3) Open long strategie (rekrutering) in de praktijk
- 4) Instellingen andere HFV parameters
- 5) Monitoring tijdens HFV
- 6) Complicaties HFV
- 7) Weanen en extubatie HFV
- 8) Verschil in HFV-ventilatoren

Samenvatting van de aanbevelingen voor zorgverleners, eventueel stroomdiagram

NVT

Samenvatting voor zorggebruikers

NVT

Paragraaf organisatie van zorg

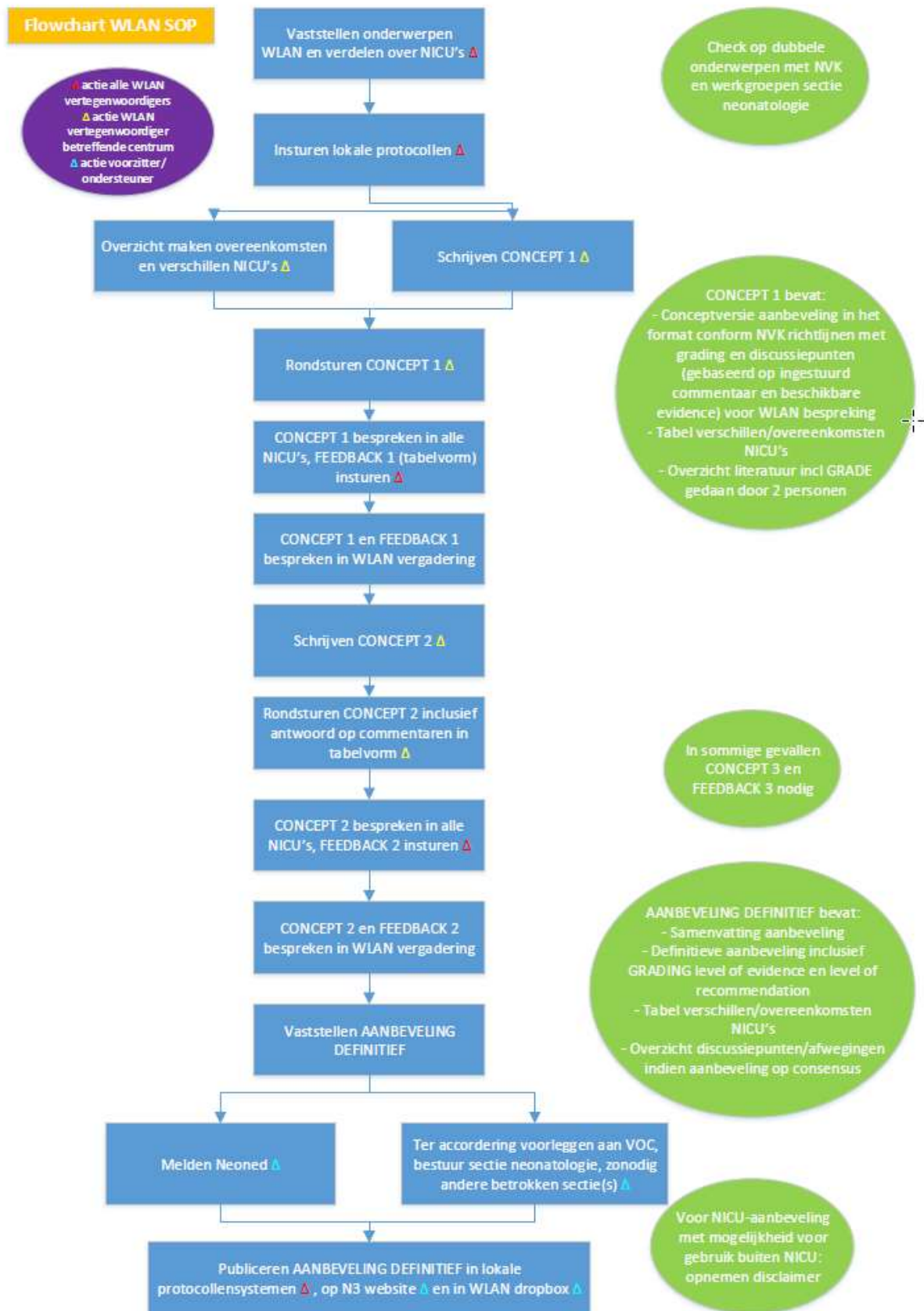
In 2013 is de Werkgroep Landelijke Aanbevelingen Neonatologie (WLAN) van start gegaan, ondertussen N3 aanbevelingen genaamd. Deze werkgroep heeft als doel uniformering van de zorg binnen de toen 10, nu 9 Neonatale Intensive Care Units (NICU's) in Nederland. Stapsgewijs worden lokale zorgprotocollen gezamenlijk omgezet naar landelijke aanbevelingen die vervolgens geïmplementeerd worden op de 9 NICU's. Ons primaire doel is komen tot een gezamenlijk ontwikkeld, breed gedragen product. We gebruiken beschikbare evidence, bestaande protocollen en zoeken nadrukkelijk naar consensus. Onze filosofie is dat het in Nederland beter is voor onze kwetsbare patiënten als er uniformiteit is in diagnose en therapie bij identieke problemen. Dit geeft ook de kans om evidence te verzamelen waar deze ontbreekt. Wij willen met nadruk vermelden dat deze aanbevelingen specifiek en alleen ontwikkeld zijn voor gebruik op de NICU!

De werkwijze van de werkgroep N3 aanbevelingen is als volgt (zie figuur 1):

Iedere NICU krijgt per periode één onderwerp om uit te werken. Alle bestaande (lokale) NICU-protocollen over dat onderwerp worden verzameld en dienen als basis voor de landelijke aanbeveling. Aanvullende literatuur over het onderwerp wordt verzameld en gewogen en - indien relevant - meegenomen in de concept aanbeveling. Daarnaast worden relevante deelspecialisten werkzaam in het betreffende centrum gevraagd om mee te werken aan de concept aanbeveling. Dit concept wordt verstuurd naar alle 9 NICU's in Nederland en de patiëntenvereniging (VOC). Binnen de NICU's geeft de staf neonatologie en de relevante deelspecialist(en) commentaar op de concept aanbeveling. Dit commentaar wordt teruggekoppeld aan en verder verwerkt door de werkgroep N3 aanbevelingen. Een tweede conceptversie volgt een vergelijkbare route. Hierna wordt - in het algemeen via consensus - een definitieve aanbeveling opgesteld die goedgekeurd moet worden door alle 9 NICU's.

Mede op verzoek van de Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde (NVK) wordt als laatste stap de aanbeveling officieel geaccordeerd door de bestuur van de sectie Neonatologie. Omdat het hier uitsluitend gaat om aanbevelingen gemaakt voor en door de NICU's wordt geen sectie brede commentaarronde doorlopen.

Zoals hierboven al aangegeven, kunnen sommige onderwerpen raakvlakken hebben met andere kindergeneeskundige subspecialismen. Wij wijzen er nogmaals op dat de deelspecialisten in alle NICU's betrokken zijn bij de totstandkoming van de landelijke aanbevelingen en meerdere keren de kans hebben gehad feedback te verstrekken op de concept versie(s) van de aanbeveling.



Figuur 1: Standard Operating Procedure werkgroep N3 aanbevelingen

Hoofdstuk 1. Algemene inleiding

1.1 Aanleiding voor het maken van de richtlijn

Er zijn verschillen tussen de wijze van beademen op de NICU's in Nederland. Tijdens overleg van de werkgroep N3 aanbeveling werd besloten dit onderwerp op te nemen in de landelijke ronde te ontwikkelen aanbevelingen.

1.2. Definitie en doelstelling van de richtlijn

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

1.3. Probleemomschrijving en afbakening: definitie, patiëntenpopulatie, etiologie, incidentie NL, relevante uitkomstmaten

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.

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 ademarbeid. 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 gezekerde 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 luchtwegdruk. Overdistensie moet voorkomen worden door het vermijden van (te) hoog EELV en (te) hoge teugvolumina (Vt). 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.¹

1.4. Methode richtlijnontwikkeling

Zie figuur 1.

1.5. Knelpuntenanalyse:

Er werd een overzicht gemaakt van alle bestaande lokale protocollen om inzicht te krijgen in overeenkomsten en verschillen. Zie hiervoor tabel 1.

1.6. Proces samenstelling werkgroep, belangen

De landelijke werkgroep N3 aanbevelingen bestaat uit vertegenwoordiger(s) van elke NICU. Deze vertegenwoordiger(s) worden afgevaardigd door hun NICU. Zij coördineren het verzamelen van bestaande protocollen; de ontwikkeling van aanbevelingen; verzamelen van feedback; bereiken van consensus.

1.7. Werkwijze werkgroep

Algemene uitgangspunten werkgroep N3 aanbevelingen

Elke NICU vaardigt 1 (optioneel 2) vertegenwoordiger(s) af voor deelname aan de werkgroep N3 aanbevelingen. Het doel van de werkgroep is te komen tot uniform beleid voor de 9 NICU's in Nederland. De werkgroep ontwikkelt evidence based (waar mogelijk), en anders consensus based aanbevelingen voor het beleid bij veel voorkomende problemen op de NICU. De werkgroep vergelijkt bestaande protocollen, gebruikt de overeenkomsten, onderzoekt de verschillen en creëert een praktisch, goed bruikbaar, breed gedragen en snel implementeerbare aanbeveling.

De werkgroep N3 aanbevelingen is onderdeel van het Neonatologie Netwerk Nederland N3.

Ontwikkelen aanbeveling

De onderwerpen worden in de werkgroep gezamenlijk vastgesteld. Er wordt per ronde afgesproken hoeveel nieuwe aanbevelingen worden ontwikkeld en hoeveel updates van bestaande aanbevelingen worden gemaakt.

Bij het vaststellen van onderwerpen moet worden voorkomen dat in verschillende gremia hetzelfde werk wordt gedaan. Er wordt geïnformeerd bij de NVK welke richtlijnen er in de maak zijn, overleg met werkgroepen van de sectie neonatologie volgt indien van toepassing.

Bij het vaststellen van de onderwerpen en de verdeling over de NICU's wordt rekening gehouden met de lokale expertise van de NICU's.

De vertegenwoordigers van alle NICU's sturen hun lokale protocollen over alle WLAN onderwerpen naar de betreffende centra.

Verantwoordelijke centrum (niet per se de vertegenwoordiger) schrijft CONCEPT 1 van de aanbeveling en stuurt deze rond voor commentaar.

- CONCEPT 1 bevat:
 - Conceptversie aanbeveling in het format conform NVK richtlijnen met grading en discussiepunten (gebaseerd op ingestuurd commentaar en beschikbare evidence) voor de werkgroep N3 aanbevelingen vergadering
 - Tabel verschillen/overeenkomsten verschillende NICU's
 - Overzicht literatuur incl GRADE gedaan door 2 personen

Binnen elk centrum wordt CONCEPT 1 door de staf besproken, commentaar wordt verzameld FEEDBACK 1 (=commentaar ronde betrokken professionals). CONCEPT 1 en FEEDBACK 1 worden besproken tijdens de vergadering van de werkgroep N3 aanbevelingen.

Aan de hand van de discussie in de werkgroep-bespreking en de ingestuurde feedback wordt CONCEPT 2 gemaakt. Er wordt een antwoord op de inhoudelijke commentaren meegestuurd (tabel vorm). Zo nodig volgt nader literatuuronderzoek op basis van de geleverde feedback.

CONCEPT 2 wordt aan de vertegenwoordigers van alle NICU's gestuurd en opnieuw besproken in de staf. Uitgangspunt is nu alleen nog commentaar te geven op punten die nieuw of gewijzigd zijn in CONCEPT 2 en die voor het betreffende centrum niet op de in CONCEPT 2 geformuleerde wijze geïmplementeerd zouden kunnen worden (FEEDBACK 2).

CONCEPT 2 en FEEDBACK 2 worden in de werkgroep-vergadering besproken. In sommige gevallen kan een CONCEPT 3 en FEEDBACK 3 nodig zijn.

Vaststellen definitieve versie aanbeveling (AANBEVELING DEFINITIEF).

- AANBEVELING DEFINITIEF bevat:
 - Samenvatting aanbeveling
 - Definitieve aanbeveling inclusief GRADING voor level of evidence en level of recommendation
 - Tabel verschillen/overeenkomsten verschillende NICU's
 - Overzicht discussiepunten en afwegingen indien aanbeveling op basis van consensus

Per centrum is een verpleegkundige aangewezen die meeleest (bij voorkeur CONCEPT 1) om te waarborgen dat eventuele verpleegkundige aspecten voldoende aan bod komen. Deze verpleegkundige is eveneens betrokken bij de ontwikkeling van de richtlijn van het eigen centrum.

Accorderen aanbeveling

Feedback 1 en 2 (en eventueel 3) = commentaar ronde alle betrokken professionals van de 9 NICU's in Nederland

AANBEVELING DEFINITIEF wordt gestuurd naar vertegenwoordiger van de VOC ter waarborging van het patiënten perspectief. De VOC heeft 1 maand de tijd om commentaar te geven (=commentaar vertegenwoordiger patiënten). Bij geen commentaar wordt akkoord verondersteld.

NICU-specifieke aanbevelingen:

1. Melden aan Neoned (actie voorzitter/ondersteuner)
2. Ter accordering voorleggen aan bestuur sectie neonatologie (actie voorzitter/ondersteuner)
3. Sectie bevestigt accordering aan voorzitter werkgroep N3 aanbevelingen
4. Voorzitter werkgroep N3 aanbevelingen stuurt accordering aan SKMS

NICU-specifieke aanbevelingen met input andere subspecialismen:

1. Betreffende specialismen in ontwikkeling betrekken (actie centrum dat aanbeveling ontwikkelt)
2. Betreffende specialismen in feedback rondes betrekken (vastleggen wie commentaar heeft gegeven)
3. Melden aan Neoned
4. Ter accordering voorleggen aan bestuur sectie neonatologie en andere betreffende sectie(s) (actie voorzitter/ondersteuner)
5. Sectie(s) bevestig(t)en accordering aan voorzitter werkgroep N3 aanbevelingen
6. Voorzitter werkgroep aanbevelingen stuurt accordering aan SKMS

NICU-aanbeveling met mogelijkheid voor gebruik buiten NICU:

1. Proces van accorderen idem aan NICU-specifieke aanbeveling
2. Opnemen van disclaimer met betrekking tot gebruik buiten NICU
 - Mag worden gebruikt door regionale ziekenhuizen NICU-centra onder expliciete voorwaarde dat deze aanbevelingen zijn ontwikkeld VOOR en DOOR de NICU's
3. Geen sectie brede commentaarronde

De AANBEVELING DEFINITIEF wordt na accordering geplaatst in de werkgroep N3 aanbevelingen dropbox, wordt geïmplementeerd in de centra, wordt gepubliceerd op de N3 website (<https://neonatologynetwork.eu/n3-aanbevelingen>).

Implementatie aanbeveling

De aanbevelingen worden in de oorspronkelijk door de werkgroep N3 aanbevelingen vastgestelde vorm gepubliceerd in de lokale protocollen systemen. Eventuele lokale aanpassingen/aanvullingen (in principe alleen logistiek) worden specifiek bv in rood weergegeven. Bij het maken van een update worden alle lokale aanpassingen/aanvullingen bekeken op mogelijkheid deze te implementeren in de aanbeveling.

1.8. Patiënten participatie:

De VOC leest mee met de landelijke aanbevelingen en geeft waar zij dat nodig acht feedback.

Implementatie en indicatorontwikkeling

Na landelijke consensus worden de landelijke aanbevelingen lokaal geïmplementeerd in de lokale protocollen systemen. Zie ook bij werkwijze.

Literatuurlijst

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 Wassenae-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 Care* 2015;60:363-70.

Hoofdstuk 2. Uitgangsvragen

2.1. Uitgangsvraag 1: Conventionele mechanische ventilatie (CMV)

Inleiding

Adequate ventilatie (CO₂-uitwas) en oxygenatie berusten op verversing van lucht in de longen door toedienen van een Vt dat groter is dan de dode ruimte. Daarnaast moet er sprake zijn van een optimale ventilatie/perfusie verhouding op alveolair niveau.

Algemene principes en samenvatting van de literatuur

2) *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 Vt dat afhankelijk is van de compliantie en weerstand van de longen en de eigen ademarbeid van de patiënt.

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

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 Vt. Indien dit afwijkt van het vooraf ingestelde streef Vt wordt de PIP automatisch en stapsgewijs aangepast (zowel toename als afname) tot het vooraf ingestelde streef Vt 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). ²

3) *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 beademingsslagen (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

1) 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 V_t 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.³

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 V_t 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 ($\text{FiO}_2 > 0,30$). **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.

2) 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 ademarbeid 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.

3) 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

4) 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 $p\text{CO}_2$ (transcutaan of end-tidal) aan te bevelen, zeker wanneer geen volume gestuurde beademing gebruikt wordt.

5) 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 extubereren 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, FiO_2), compliantie, en ademarheid. 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%.⁴

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).⁴

Gezien de complicaties van mechanische beademing dient invasieve beademing zo kort mogelijk te duren. De basisgedachten is daarom om patiënten zo snel mogelijk te detubereren 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 beademingsbehoefte is.^{5,6}

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 extubereren
- Het toepassen van een ERT of SBT kan vanwege beperkte voorspellende waarde niet als standaard geadviseerd worden.

2.2. Uitgangsvraag 2: High-frequency ventilation (HFV)

Inleiding

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, samenvatting van de literatuur en aanbevelingen

1) Gaswisseling tijdens HFV

Tijdens HFV wordt de uitwas van CO₂ (ventilatie) bepaald door het V_t en de frequentie (f). De CO₂ diffusie coëfficiënt (DCO₂) is gedefinieerd als (V_t)² x f. Op basis van deze formule is te beredeneren dat een hogere amplitude, resulterend in een hoger V_t, zal leiden tot een daling in het CO₂, en vice versa. In tegenstelling tot CMV leidt een hogere frequentie bij HFV tot een stijging van het CO₂ omdat het teugvolume bij een hogere frequentie zal dalen (want V_t 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.

2) 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 H₂O en/of FiO₂ > 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 FiO₂)⁸
- Hoog risico op of reeds bestaand air leak syndroom
- (verwachte) noodzaak voor iNO behandeling (PPHN secundair aan longpathologie zoals MAS)⁹

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

3) 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 H₂O. Bij een a terme patiënt (met MAS) met een CDP van 10-12 cm H₂O. Bij rescue HFV wordt gestart met de MAwP tijdens CMV.

Na het starten met deze CDP wordt de FiO₂ aanpast, totdat de SpO₂ in de gewenste target valt. Indien de benodigde FiO₂ > 0,30 is, wordt de CDP opgehoogd in stappen van 2 cm H₂O. 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 FiO₂ in stappen van 5-10% afgebouwd totdat de FiO₂ < 0,30 (sommige klinieken gebruiken 0,25) is of tot het moment dat gedurende 3 drukstappen (totaal 6 cm H₂O) geen verbetering meer in oxygenatie wordt waargenomen. Bij kinderen met ernstige PPHN (FiO₂=1,00) wordt de FiO₂ tijdens het rekruteren niet afgebouwd, maar wordt op basis van de arteriële PaO₂ 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 FiO₂ gefixeerd wordt, en de effecten op SpO₂/TcPO₂/PaO₂ 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 cmH₂O boven de CDPc. Dit wordt de optimale CDP (CDPopt) genoemd.¹⁰

Naast de veranderingen in oxygenatie kan met ook de transcutane PCO₂, het teugvolume, of de DCO₂ 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 PCO₂ oplopen en het teugvolume of de DCO₂ 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.

4) 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 Vt of de DCO₂, 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.

5) 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.

6) 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.^{8,11}

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 dysplasie en verhoogd risico op pneumonie.

7) 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 CDP_{opt} ook veranderen. Om die reden is de aanbeveling om regelmatig (elke 12-24 uur) de CDP_o , CDP_c , en CDP_{opt} 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 $FiO_2 < 0,30$.¹² 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 H₂O) en/of hogere FiO₂ (<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.¹³ 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.

8) Verschil 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.^{14,15}

Indicatoren

Niet van toepassing.

Literatuur

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. Vliegthart RJS, Onland W, van Wassenae-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 Care 2015;60:363-70.

Zoekverantwoording

PubMed, 2018

Medisch-specialistische richtlijnen 2.0 - Versie 2, oktober 2012

Evidencetabel

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.

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 ^a	niet ernstig	niet ernstig	ernstig ^b	niet gevonden	49/397 (12.3%)	61/374 (16.3%)	RR 0.75 (0.53 tot 1.07)	41 minder per 1.000 (from 11 meer tot 77 minder)		CRUCIAAL
BPD												
9	gerandomiseerde trials	ernstig ^a	niet ernstig	niet ernstig	ernstig ^c	niet gevonden	74/325 (22.8%)	102/295 (34.6%)	RR 0.68 (0.53 tot 0.87)	111 minder per 1.000 (from 45 minder tot 163 minder)		CRUCIAAL
IVH												
10	gerandomiseerde trials	ernstig ^a	niet ernstig	niet ernstig	zeer ernstig ^{b,c}	niet gevonden	80/253 (31.6%)	86/248 (34.7%)	RR 0.90 (0.70 tot 1.15)	35 minder per 1.000 (from 52 meer tot 104 minder)		BELANGRIJK
Pneumothorax												

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)		
13	gerandomiseerde trials	ernstig ^a	niet ernstig	niet ernstig	ernstig ^c	niet gevonden	18/417 (4.3%)	36/408 (8.8%)	RR 0.52 (0.31 tot 0.87)	42 minder per 1.000 (from 11 minder tot 61 minder)	⊕⊕⊕ LAAG	BELANGRIJK
Dood of BPD												
8	gerandomiseerde trials	ernstig ^a	niet ernstig	niet ernstig	ernstig ^c	niet gevonden	99/298 (33.2%)	131/286 (45.8%)	RR 0.73 (0.59 tot 0.89)	124 minder per 1.000 (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	122 per 1.000 (86 tot 175)	RR 0.75 (0.53 tot 1.07)	771 (11 RCTs)	⊕⊕⊕⊕ LAAG ^{a,b}	
BPD	346 per 1.000	235 per 1.000 (183 tot 301)	RR 0.68 (0.53 tot 0.87)	620 (9 RCTs)	⊕⊕⊕⊕ LAAG ^{a,c}	
IVH	347 per 1.000	312 per 1.000 (243 tot 399)	RR 0.90 (0.70 tot 1.15)	501 (10 RCTs)	⊕⊕⊕⊕ ZEER LAAG ^{a,b,c}	
Pneumothorax	88 per 1.000	46 per 1.000 (27 tot 77)	RR 0.52 (0.31 tot 0.87)	825 (13 RCTs)	⊕⊕⊕⊕ LAAG ^{a,c}	
Dood of BPD	458 per 1.000	334 per 1.000 (270 tot 408)	RR 0.73 (0.59 tot 0.89)	584 (8 RCTs)	⊕⊕⊕⊕ LAAG ^{a,c}	

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

Cochrane database of systematic reviews 2015, CD0060104

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 a,b	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	257/1659 (15.5%)	272/1670 (16.3%)	RR 0.95 (0.81 tot 1.10)	8 minder per 1.000 (from 16 meer tot 31 minder)	  REDELIJK	CRUCIAAL
CLD at 36-37 weeks PMA or discharge												
17	gerandomiseerde trials	ernstig a,b	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	421/1392 (30.2%)	485/1394 (34.8%)	RR 0.86 (0.78 tot 0.96)	49 minder per 1.000 (from 14 minder tot 77 minder)	  REDELIJK	CRUCIAAL
Death or CLD at 36-37 weeks or discharge												
17	gerandomiseerde trials	ernstig a,b	niet ernstig	niet ernstig	niet ernstig	niet gevonden	678/1659 (40.9%)	756/1670 (45.3%)	RR 0.90 (0.84 tot 0.97)	45 minder per 1.000 (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 (95% CI)	Aantal deelnemers (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)	Opmerkingen
	Risico met CMV	Risico met HFO				
Mortality at 36-37 weeks PMA or discharge	163 per 1.000	155 per 1.000 (132 tot 179)	RR 0.95 (0.81 tot 1.10)	3329 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK ^{a,b}	
CLD at 36-37 weeks PMA or discharge	348 per 1.000	299 per 1.000 (271 tot 334)	RR 0.86 (0.78 tot 0.96)	2786 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK ^{a,b}	

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 (95% CI)	Aantal deelnemers (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)	Opmerkingen
	Risico met CMV	Risico met HFO				
Death or CLD at 36-37 weeks or discharge	453 per 1.000	407 per 1.000 (380 tot 439)	RR 0.90 (0.84 tot 0.97)	3329 (17 RCTs)	⊕⊕⊕○ REDELIJK a,b	

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

Colofon leeg laten

Type uitgangsvraag (diagnostiek, behandeling, nazorg of overig), ICD-10 code, betrokken/ - relevante organisaties bij uitgangsvraag, jaartal uitvoeren systematische literatuursearch.

Bijlagen

Bijlage 1 Afkortingenlijst

A/C	Assist/control
BPD	Bronchopulmonale dysplasie
CMV	Conventional mechanical ventilation
CPAP	Continuous positive airway pressure
DCO2	CO2 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

Centrum Plaats	AMC Amsterdam	Isala Zwolle	LUMC Leiden	MMC Veldho ven	UMCN Nijmegen	SKZR Rotterdam	UMCG Groningen	UMCM Maastricht	VUMC Amsterdam	WKZ Utrecht
Primaire modus van beademing	bij AD < 32 en/of pulmonale oorzaak beademing HFOV	conventioneel	conventioneel		conventioneel	convention eel	conventioneel , prematuren < 1000 gram en < 28 weken met RDS primair HFO	conventione el	conventioneel	conventioneel
Protocol ontvangen Conventioneel	1	1	1		1	1	1	1	1	1
Aantal pagina's bijzonderheden	7	19 1 protocol resp ondersteuning invasief en non-invasief, nagenoeg idem aan protocol Utrecht	8 1 protocol resp ondersteunin g invasief en non-invasief, HFO niet beschreven		8	12	6	8 conventione el en HFO in 1 doc	8	20 1 protocol resp ondersteuning invasief en non-invasief, nagenoeg idem aan protocol Zwolle
Protocol ontvangen HFOV	1	1	1		1	0	1	1	1	1
Aantal pagina's bijzonderheden	7	19 zie hierboven	4		7		5	zie boven	1	20
Protocol conventioneel Inleiding/principes/pat hofysiologie	beschreven	beschreven	beschreven		beschreven	beschreven	beschreven		beschreven	in apart doc
Referenties	nee	ja	nee		nee	ja	ja		nee	

Indicaties

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	(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	niet beschreven	Op klinisch gronden: Aanwijzingen voor een (dreigende) respiratoire insufficiëntie zijn: - tachypnoe, bradypnoe, apnoe - gebruik van de hulpademhalingsspieren (intrekkingen, neusvleugelen etc.) - kreunen - cyanose - tachycardie, bradycardie - hypotensie, bleek zien, verminderde perifere circulatie - extra zuurstofbehoefte - ≤ 28 weken en/of ≤ 1000 gram: $FiO_2 \leq 0,30$ (low flow O_2 0,3 l/min, FiO_2 1,0)	klinische tekenen van resp insuff met onvoldoende effect minder invasieve methoden, $PaCO_2 > 8$ bij $pH < 7,25$, $PaO_2 < 6,6$ bij $FiO_2 > 0,7$	A. Surfactant toediening bij neonataal RDS / meconiumaspiratie syndroom B. Respiratoire insufficiëntie $PCO_2 > 10$ kPa en $pH < 7,20$ bij herhaling Frequente apneu's (ondanks cafeïne) $FiO_2 > 0,5$ Circulatoire insufficiëntie	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	(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
---	---	-----------------	--	--	---	--	---

	vaten met pulmonale hypertensie	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.		- > 28 weken: FiO2 >=0,40 (low flow O2 0,5 l/min, FiO2 1,0) b. Op grond van laboratorium bevindingen: als richtlijnen kan men uitgaan van de volgende waarden: paO2 < 6,5 kPa, pH < 7,25, paCO2 > 8,0 kPa c. Andere redenen: onderliggend lijden (zoals een congenitale hernia diafragmatica), geplande ingreep (operatie)					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 (pH < 7.20 en pCO2 > 60 mmHg) - Hypoxie (FiO2 > 0.4) - Ernstige en/of recidiverende apneu's	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.
geen gebruik standaard score	mbv Silverman- Anderson score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	geen gebruik standaard score	mbv Silverman- Anderson score

<i>1e keus modus conventioneel</i>	TCPL-AC met VG (bij >50% lek zonder VG)	SIMV, SIPPV en VG beschreven, echter niet duidelijk welke voorkeur heeft	VG-druk A/C	SIMV	SIPPV + VG	SIMV of SIPPV	AC	SIMV	SIMV+VG
<i>2e keus modus conventioneel Machine</i>	PC		druk A/C				SIMV	SIPPV	SIMV (PC)
	AVEA	Fabian	AVEA	Leonie Plus, Heinen + Lowenstein	Fabian	Fabian	Stephanie	Leoni plus	Leoni plus
<i>Rescue</i>	nvt	HFOV	HFOV						HFOV
<i>Instellingen conventioneel</i>						in protocol onderscheid tussen instellingen bij longen met normale compliantie en verlaagde compliantie (tussen haakjes weergegeven)			
<i>Volume start (ml/kg)</i>	5	"verse" patient 4-5, chronisch 6-7	4,5	4 - 6 ml/kg	start 5, bij RDS 4,5-5 bij G < 1000 gram, 4-4,5 bij G > 1000 gram				"verse" patient 5, chronisch 6-7
<i>Minimaal volume (ml/kg)</i>			3,5	4	3,5				4

<i>Maximaal volume (ml/kg)</i>			6	8				niet gedefinieerd
<i>P insp start (cm H2O)</i>	12	12	12		15-20 (20-25)		16	20
<i>Max piekdruk start (cm H2O)</i>		25		25-30				
<i>Max piekdruk later (cm H2O)</i>		7 boven druk patient		5-10 boven druk patient				
<i>PEEP begin (cm H2O)</i>	5 (range 5-8)	5	patient specifiek. Initieel 4-5 mbar	≥ 5	4-5 (5-7)	4-8	prematuur 6-8, a terme 4-6	4-8
<i>flowsensor trigger</i>	G < 2 kg 0,2; G > 2 kg 0,5	G < 2 kg 0,3; G > 2 kg 0,5	5-6%	1	1,0	zo gevoelig mogelijk	5% van TV	15% van TV
<i>inspiratietijd (sec)</i>	AD < 32 0,4; AD > 32 0,5	0,35	0.4 sec	0,3	0,4	RDS: 0,3-0,4; BPS/MAS: 0,4-0,5	0,5	prematuur 0,3-0,5; a terme 0,4-zoveel als nodig, aanpassing obv behoefte icm flow
<i>expiratietijd (sec)</i>			in principe langer dan ti		0,8-1,1 (0,5-0,8)		prematuur 0,5, a terme 0,7-1,0	volgt uit insp tijd en frequentie
<i>frequentie (aantal/min)</i>	term 40, prematuur 50	50		> 1500 gram 30, ≤ 1500 gram 40	40-50 (50-65)	prematuur 50-60, a terme 40-50	prematuur 60, a terme 40-50	prematuur 60, a terme 40-50
<i>flow (l/min)</i>	AD < 32 8, AD > 32 10 (range 8-15)		start 6, afh curve en plateaufase	8	5-15 (5-10)	8	8-10	8-10 l prematuur, 8-12 l a terme
<i>CPAP-PSV opgenomen in protocol</i>	ja	nee	verwijzing naar PSV protocol	nee	nee	nee	nee	nee

Bevochtiging/verwarming	beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	37,5, 100%
ET uitzuigen	op indicatie	niet beschreven					naar behoefte
Troubleshooting	beschreven	beschreven		ja		ahv voorbeelden beschreven	in additioneel document
Streefwaarden PaCO2 (cm H2O)			4,5-6,5		6-8		arterieel 40-55, capillair 45-60
Streefwaarden TcpCO2 (cm H2O)			35-50			1e 3d: 6-7; daarna 6-8,5, bij BPD nog hoger	arterieel 40-55, capillair 45-60 trendbewaking
Streefwaarden PaO2 (cm H2O)			6,5-9,5		6,6-8		alleen conform PPHN protocol
Streefwaarden TcpO2 (cm H2O)			50-80				trendbewaking
Streefwaarde pH			≥ 7,25				arterieel 7,25-7,35, capillair 7,25-7,35
Streefwaarde SaO2 (%)			90-95				arterieel 7,25-7,35, capillair 7,25-7,35 88-94% prematuuur, 92-98% atermen
Streefwaarde SvO2 (%)			55-70				
Streefwaarden tidal volume (ml/kg)					5-7	4-7	4-7
Streefwaarden ademminuutvolume (ml/kg/min)					250-400		
Bijzonderheden streefwaarden			bij BPD en PPHN hogere waarden PaO2 en SaO2 (niet gedefinieerd), eerste 3 dagen				

				PaCO ₂ in lagere range vanwege cerebrale bloedflow	beschreven		niet beschreven	ja	in additioneel document
Instructies aanpassen beademingsvoorwaarden	beschreven	niet beschreven							
Recruitment	niet beschreven	niet beschreven		niet beschreven	niet beschreven	ja	niet beschreven	niet beschreven	enkel beschreven aan HFOV met bepaling opening- en sluitingsdrukken
Weanen	O ₂ , volume, frequentie (geen vaste volgorde)	niet beschreven	Afbouwen druk automatisch bij VG, bij druk A/C druk afbouwen, evt frequentie	verlagen O ₂ , verlagen druk (minimale druk per G categorie beschreven), verlagen frequentie dmv verlengen expiratie-tijd (deze volgorde)	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	eerst O ₂ , daarna druk, daarna frequentie	afbouwen piekdruk op geleide van pCO ₂ , overweeg PEEP af te bouwen bij FiO ₂ < 0,30 en goede ventilatie	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)	obv van CO ₂ afbouwen en snel extubereren; hebben apart in- en extubatieprotocol

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.

Rescue criteria

Bij hogere zuurstofbehoefte dan 30% op basis van een verlaagd EELV dient sterk overwogen te worden om over te gaan op HFV.	Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H2O en/of FiO2 > 60%. - Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie). - Discrepantie PaO2 (laag) en PaCO2 (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	PIP > 40	Indien de inspiratoire drukken boven de 35 cm H2O persisteren, waarbij de oorzaak puur pulmonaal lijkt te zijn, wordt geadviseerd een alternatieve beademing svorm te gebruiken	falen van conventionele ventilatie: hiervoor zijn geen eenduidige grenzen aan te geven. Gaat in overleg met neonatoloog/fellow	Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H2O en/of FiO2 > 60%. - Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie). - Discrepantie PaO2 (laag) en PaCO2 (laag) zoals bij PPHN. - Indicatie tot het geven van iNO - Radiologische tekenen van airleak syndroom
--	---	----------	---	--	---

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.	niet beschreven	MAP < 8-10	frequentie 10-20 met expiratietijd 3-5 sec bij voldoende eigen ademdrive	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 H2O FiO2 < 30% (tenzij er sprake is van BPD)	freq 20-30, FiO2 < 0,3, PEEP 4-5	A/C beademing: Piekdruk ≤ 16 cmH2O FiO2 < 0.3	vanaf PIP 14-16, PEEP 4-6, frequentie 30-40 indien oxygenatie en ventilatie adequaat en goede ademdrive. In individuele gevallen vanaf hogere drukken.	apart extubatie protocol
---------------------------	--	-----------------	------------	--	---	----------------------------------	---	--	--------------------------

beademingsrichtlijnen per ziektebeeld	in HFO protocol	nee		ja, voor RDS, MAS, pneumothorax, BPD, AOP op indicatie	niet beschreven		beperkt tot RDS en BPD/MAS	niet beschreven	nee
sedatie	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven		niet beschreven		pre- medicatie en sedatie tijdens beademing (alleen op indicatie) beschreven	niet beschreven	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
CPAP-test voor detubatie	niet beschreven	niet beschreven	Voor extubatie dient een CPAP-test te worden verricht. Hierbij laat men de patiënt op endotracheaal CPAP van 8 cmH2O ademen gedurende 3 minuten. Indien een langer dan 15	niet beschreven	niet beschreven	afgeraden	Als hulpmiddel bij besluit tot extubatie kan CPAP- trial ofwel Spontaneou s Breathing Test (SBT) gebruikt worden: 3 minuten endo- tracheale CPAP met PEEP level	bij twijfel over drive evt kortdurend, hooguit enkele minuten, ET CPAP proberen	NEE

			seconden een bradycardie < 100 bpm optreedt en/of saturatiedaling < 85 % met meer dan 10% toename in FiO2, 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 extuberen				van beademing. (in studie was dit 5-6cm H2O)		
Complicaties	niet beschreven	beperkt beschreven	niet beschreven	beschreven	niet beschreven	beschreven	benoemd: pneumothorax en BPD	beschreven	beschreven
Protocol HFOV									
Inleiding/principes/pat fysiologie	beschreven	beschreven	beschreven	beschreven		beschreven	niet beschreven	niet beschreven	beschreven
Referenties	ja	ja	nee	nee		ja	ja	nee	ja

Indicaties

alle kinderen met een nRDS, ongeacht de zwangerschap sduur. 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	Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H ₂ O en/of FiO ₂ > 60%. - Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie). - Discrepantie PaO ₂ (laag) en PaCO ₂ (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	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	1 Failure conventionele beademing, 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	Primair: Prematuren met een zwangerschap sduur < 28 weken of een geboortegewicht < 1000 gram, beademingsbehoefte 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 zwangerschap sduur van < 37 weken met hoge beademingsbehoefte	PIP >25-28 cm H ₂ O bij prematuur met RDS Airleak Congenitale hernia diaphragmatica Longhypoplasie Ernstige abdominale buikdistentie Slechte thoraxwand compliance MAS	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	Beademing gedurende 12 uur met piekdruk > 24 cm H ₂ O en/of FiO ₂ > 60%. - Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie en/of hypoxie). - Discrepantie PaO ₂ (laag) en PaCO ₂ (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
--	--	---	--	--	---	---	--

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 H₂O en/of FiO₂ > 0.6
2. Niet te corrigeren bloedgassen (hypercapnie

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

(bijvoorbeeld PIP > 24 cm H₂O en/of FiO₂ > 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

en/of
hypoxie)
3. Discrepantie PaO₂ (laag)
en PaCO₂
(laag) zoals bij
PPHN
4. Indicatie tot
het geven van
iNO bij een
patient met
longpathologie
gekenmerkt
door
alveolaire
collaps. Door
het
rekruteren
van de long
met HFV
bereikt de
iNO beter de
longvaten.
5. Radiologisch
he tekenen
van airleak
syndroom

van
conventionele
beademing
wordt
gedefinieerd
als: een
Alveolair-
arteriëel-
zuurstof
verschil
(AaDO₂) van >
350 mmHg bij
een Mean
Airway
Pressure van
15 cm H₂O of
meer. Globaal
is een FiO₂
van > 0,6
nodig
alvorens een
AaDO₂ 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.

Machine

Sensormedics

Sensormedics

Leonie Plus,
Heinen +
Lowenstein

Fabian,
Sensormedics

Leoni plus

Instellingen hoog frequent

<i>start CDP (cm)</i>	< 1000 gram 6; > 1000 gram 8	Open long concept: 2-3 cm hoger dan MAP conventioneel; laag volume, hoog FiO2 strategie: gelijk aan MAP conventioneel	2 boven MAP conventioneel	6-7	2 hoger dan MAP conventioneel	2 hoger dan MAP conventioneel	Open long concept: 2-3 cm hoger dan MAP conventioneel
<i>amplitude (cm H2O)</i>	15-25, op geleide van trillen	ca 10 boven Peak PInsp conventioneel, op geleide van trillen	25-30	start met 25, aanpassen aan DCO2 en thoraxexcursies	15-25	op geleide van trillen	ca 10 boven Peak PInsp conventioneel, op geleide van trillen
<i>frequentie (hz)</i>	10 (range 8-15)	10	10	10 (range 6-15)	8-10	10	10 (start, evt aanpassen naar behoefte)
<i>flow (L/min)</i>	20		10		SM: cfr biasflow grafiek, standaard 20, bij MAP < 15 lager; Fabian: prematuren 10, a termen 15 en zn hoger	10 (range 10-15)	automatisch, 7-9 liter
<i>I:E (%)</i>	33		33 zie aanvullende	33%	33	33	33:66

Recruitment	altijd bij start, daarna op indicatie	ja	opmerkingen in protocol ja	ja	ja	ja	niet beschreven	ja
Aanvullende diagnostiek	X-thorax, tcCO2 en PO2, bloeddruk	X-thorax, bloeddruk, ET PaCO2 of Tc PaCO2, arteriele bloedgasen	TcO2, TcCO2, X-thorax	niet beschreven	TcCO2 meting te overwegen, kort na start (bv 15 min) bloedgasanalyse, bij Fabian DCO2, evt thoraxfoto	TcCO2 of ETCO2	niet beschreven	X-thorax, bloeddruk, ET PaCO2 of Tc PaCO2, arteriele bloedgasen
Bevochtiging/verwarming	niet beschreven	niet beschreven	adequate bevochtiging, temp 37 ± 2°C	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	idem aan conventioneel
ET uitzuigen	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	a 4 uur, gesloten systeem, overwegen na zuigen CDP 1-2 te verhogen gedurende 15-30 minuten	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	op indicatie
Troubleshooting	beschreven	niet beschreven	veel uitleg over calibratie/instellingen		niet beschreven			niet beschreven
Streefwaarden PaCO2 (cm H2O)				idem als CV				idem
Streefwaarden TcpcO2 (cm H2O)								idem
Streefwaarden PaO2 (cm H2O)								idem

Streefwaarden T_{cp}O₂ (cm H₂O)							trendmonitorin g
Streefwaarde pH							idem
Streefwaarde SaO₂ (%)							idem
Streefwaarde SvO₂ (%)							niet gebruikt
Streefwaarden tidal volume (ml/kg)							1-2 ml/kg
Streefwaarden ademminuutvolume (ml/kg/min)							
Bijzonderheden streefwaarden				idem conventionele beademing			trendbewaking obv DCO ₂
Instructies aanpassen beademingsvoorwaarden	beschreven	beschreven	beschreven	beschreven	niet beschreven	beschreven	beschreven

Weanen

beschreven: Aan het eind van het rekruterings- en stabilisatie proces (met of zonder surfactant) zijn er twee mogelijk situaties:	niet beschreven	beschreven: ogv O2 behoefte CDP afbouwen	beschreven: eerste FiO2, daarna CDP, over op conventioneel, verder weanen, dan detubatie. Bij voldoende eigen ademactiviteit poging tot extubatie direct na HFO.	beschreven: ogv bloedgas en O2 behoefte en/of dmv rondjes	beschreven	beschreven: afbouwen CDP met 1 cm per 4- 6 uur als FiO2 < 0,30	niet beschreven
a.De FiO2 is < 0.3 en de CDP ≤ 8 cmH2O 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 Δ P bij weinig spontane ademhaling en overweeg Narcan indien morfine werd							

toegediend.
b.De FiO_2 is < 0.3 met een CDP > 8 cmH₂O. Deze patiënt heeft meer tijd nodig om te herstellen.
Overweeg een tweede surfactant gift ($CDP \times FiO_2 \geq 2.5$) 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 $\pm 13 - 16$ cm H₂O) extubereren.
c.De FiO_2 is > 0.3 met een CDP > 8 cmH₂O. Bij deze patiënt is of rekrutering niet volledig,

of niet goed
mogelijk, of
spelen
circulatoire
factoren een
(mede)bepale
nde rol.
Afhankelijk
van de
oorzaak
wordt de
behandeling
aangepast.

Failure HFO	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	Indien HFV op goede indicatie is gestart, wordt, zeker in de eerste dagen, zelden een failure waargenomen . Indien zowel oxygenatie als CO2 uitwas tegelijktijd onvoldoende zijn kan sprake zijn van een pneumothora x, een luchtwegobstr uctie 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	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-----------------	---	--------------------	-----------------	--------------------

					AaDO₂ > 350 mmHg bij een MAP > 17 cm H₂O 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.			
Extubatie criteria	CDP ≤ 8 en FiO₂ < 0,3, bij oudere kinderen (>1 week) bij hogere CDP (13-16) extuberen	niet beschreven	CDP = 5- 8 cm. H₂O FiO₂ ≤ 0,25 (25%). Goede “air entry” (klinisch).	niet beschreven	bij lage voorwaarden (waarden niet beschreven), ip naar CPAP	HFO: MAP 8-9 cm H₂O FiO₂ < 0.3	niet beschreven	extubatieprotocol

beademingsrichtlijnen per ziektebeeld	beschreven: reactief pulmonaal vaatbed, RDS, PPHN, BPD, sepsis, NEC, air leak, longhypoplasi e	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven		niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven
sedatie	niet beschreven	niet beschreven	niet standaard	op indicatie		niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven
CPAP-test voor detubatie	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven	niet beschreven		zie conventione el	niet beschreven	nee
Complicaties	beschreven: mucus, air leaks, circulatiestoo rnissen, IVH en PVL	beschreven: mucus, air leaks, IVH	beschreven: accidentele detubatie door trillingen, (slijm)obstruct ie tube, irritatie/onrus t, overdistentie longen, necrotiserend e tracheobronc hitis, pneumothora x	beschreven: onrust, hemodynamisc he gevolgen	beschreven: pneumothora x, mucus- retentie, PIE, circ insufficiëntie	benoemd: pneumothor ax en BPD	niet beschreven	beschreven: mucus, air leaks, IVH

Tabel 1: Overzicht overeenkomsten en verschillen bestaande protocollen NICU's Nederland

