

Teugvolumina op de NICU: Longprotectief?

Susan C.E. Jonker-Kuijpers^a


Met dank aan: Rogier de Jonge^b Anton H.L.C. van Kaam^c, Ingrid de Jong^a

Neonatale Intensive Care Unit, Amsterdam Universitair Medische Centra locatie VU medisch centrum, Amsterdam, Nederland.

a. Intensive Care Neonatologie verpleegkundige - Ventilation Practitioner i.o.

b. Kinderarts-neonatoloog

c. Kinderarts-neonatoloog - medisch hoofd

Onderzoek ter afronding van de opleiding  Ventilation Practitioner.

Abstract

Achtergrond Een van de grootste risicofactoren van invasief beademen is Ventilator Induced Lung Injury (VILI), wat leidt tot de ontwikkeling van bronchopulmonale dysplasie (BPD), een ernstige complicatie van preterme neonaten. Longprotectieve beademingsstrategieën kunnen het risico op VILI minimaliseren.^{1,2} Een van de principes van longprotectief beademen bij conventioneel mechanische beademing is het nastreven van een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg.

Doelstelling Op basis van retrospectief observationeel cohort onderzoek, inzicht krijgen of er op de neonatale intensive care unit (NICU) van het Amsterdam UMC locatie VUmc (VUmc) longprotectief beademd wordt met een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg tijdens time-cycled pressure-limited – synchronized intermitterend mandatory ventilation (TCPL-SIMV) zonder Volume Garantie (VG).

Methode Een single centre retrospectief observationeel cohort onderzoek van preterme neonaten met een postconceptionele leeftijd (PCL) tussen 24^{0/7} en 30^{0/7} weken, invasief beademd d.m.v. TCPL-SIMV zonder VG (TCPL-SIMV). Van de eerste beademingsperiode met TCPL-SIMV gedurende 48 uur was de primaire uitkomst het percentage expiratoir teugvolume in ml/kg dat onder, in, of boven de streefwaarde 4-7 ml/kg zat. Secundaire uitkomstmaat was het percentage pCO₂ dat onder, in, of boven de streefwaarde van 4-7 kPa zat.

Resultaten Totaal voldeden 33 preterme neonaten (gemiddeld AD 26^{2/7} weken en een geboortegewicht van 880 gram) aan de inclusiecriteria. Van deze neonaten werden in totaal 523 inflaties beoordeeld, per preterme neonaat 3-33 (min-max) inflaties. Van alle geïnccludeerde preterme neonaten werd gemiddeld in 57,8% van de inflaties longprotectief beademd met een teugvolume tussen de 4 en 7ml/kg, in 23,6% van de inflaties met een te laag teugvolume <4ml/kg en in 22,8% met een te hoog teugvolume >7ml/kg. Hierbij waren gemiddeld 76,2% van de pCO₂ metingen normocapnisch, 21,7% hypercapnisch en 3,2% hypocapnisch.

Conclusie Uit dit onderzoek blijkt dat met TCPL-SIMV het teugvolume variabel is en regelmatig boven en onder de gewenste longprotectieve teugvolume uitkomen. Dit verhoogt het risico op wisselende pCO₂, VILI en daaropvolgende BPD, en cerebrale schade. Hierin kan verbetering plaatsvinden door volume-targeted ventilation (VTV) te gebruiken.

Introductie

De longen van preterme neonaten zijn immatuur, biochemisch insufficiënt (door surfactantdeficiëntie) en zeer kwetsbaar.^{1,3} De intra-uteriene longontwikkeling wordt door preterme geboorte onderbroken. Direct post partum moet de immature long op eigen kracht de gaswisseling verzorgen. De preterme neonaat met een amenorroeduur (AD) < 30 weken heeft hier vrijwel altijd ondersteuning bij nodig. Afgelopen decennia heeft er een verandering plaatsgevonden in de respiratoire ondersteuning direct postpartum. Onderzoek toont aan dat schade aan de longen wordt gereduceerd door direct postpartum de ademhaling van de preterme neonaat te ondersteunen met nasale continuous positive airway pressure (nCPAP) i.p.v. primaire intubatie en invasieve beademing.⁴ Indien deze therapie faalt, ondanks surfactanttherapie middels minimally invasive surfactant therapy (MIST) en coffeine, is invasieve beademing noodzakelijk om de gaswisseling te herstellen.

Een van de grootste risico's van invasieve beademing is, dat een korte periode (een aantal schadelijke inflaties) van invasieve beademing al een cascade van secundaire longschade kan veroorzaken, dit proces wordt VILI genoemd.^{1,2,5,6} VILI is de grootste risicofactor voor het ontwikkelen van BPD.^{1,2,5} Risicofactoren die VILI kunnen veroorzaken zijn: (1) hoge teugvolumina; dit leidt tot overdistensie van de kleine luchtwegen en saculli/alveoli (volutrauma). Uit dierstudies is gebleken dat het volume VILI veroorzaakt, niet de noodzakelijke hoge druk.^{7,8} Ook lage teugvolumina kan volutrauma veroorzaken bij het gebruik van een te hoge positive end-expiratory pressure (PEEP). (2) cyclisch openen en collaberen van de alveoli/saculli (atelectrauma) en (3) hoge inspiratoire zuurstof fractie (F_iO₂) (oxidatieve stress) door overmatige productie van vrije zuurstofradicalen.^{1,2,5}

Preterme neonaten hebben een verhoogd risico op VILI door de surfactantdeficiëntie in de longen, immatuur antioxidant systeem en eventuele aanwezige antenatale en postnatale inflammatie (chorioamnionitis, sepsis, pneumonie).^{1,2,5} Dierstudies hebben aangetoond dat invasieve beademing en hyperoxie het alveolarisatie en vascularisatieproces tijdens de longontwikkeling kan stoppen, een kenmerk van BPD.^{9,10,11} Het benadrukt het verband tussen invasieve beademing, VILI en de ontwikkeling van BPD.¹²

Longprotectieve beademingsstrategieën kunnen het risico op VILI minimaliseren.^{1,2} De basisprincipes van longprotectieve beademing zijn: (1) het voorkomen van eind-inspiratoire alveolaire overdistensie (volutrauma) en (2) het optimaliseren van eind-expiratoire longvolume (EELV) om de alveoli te stabiliseren en atelectase te voorkomen gedurende de gehele ademcyclus (voorkomen van atelectrauma).

Het toepassen van deze strategieën verbetert de oxygenatie en zorgt voor reductie in F_iO_2 toediening (voorkomen van oxidatieve stress).^{1,2,5} Bij conventionele mechanische beademing kun je deze basisprincipes bereiken door o.a. het stabiliseren van een teugvolumina tussen de 4 en 7 ml/kg.^{1,2} Tot op heden is er nog weinig evidence bekend voor het optimale teugvolume bij preterme neonaten, er zijn alleen kleine studies verricht.^{1,2,13,14,15,16}

Dit onderzoek is uitgevoerd om inzicht te krijgen of er longprotectief wordt beademd op de NICU van het VUmc met een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg bij gebruik van de beademingsmodus TCPL-SIMV zonder VG.

Probleemstelling en Hypothese

Probleemstelling

De meest gebruikte beademingsmodus in de neonatologie is TCPL.^{2,17} Deze beademingsmodus gecombineerd met SIMV wordt ook primair op de NICU van het VUmc gebruikt. TCPL-SIMV levert een vooraf ingestelde inspiratory pressure (P_{insp}) en PEEP. Het toegediende teugvolume is afhankelijk van het verschil tussen de ingestelde P_{insp} en PEEP (delta P), inspiratietijd, de compliance en weerstand van het respiratoire systeem, en de ademhalingsinspanning van de neonat. Er is hierdoor géén controle op het gegeven teugvolume en deze kan daardoor snel veranderen. Dit kan resulteren in te hoge of te lage teugvolumina waardoor het risico op VILI toeneemt. Er wordt door de beademingsmachine wel direct gealarmeerd als het teugvolume boven of onder de strikte alarmgrenzen uitkomt, maar het teugvolume is dan al gegeven. Een aantal schadelijke inflaties van invasieve beademing kan al een cascade van secundaire longschade veroorzaken.

Hypothese

Het teugvolume tijdens TCPL-SIMV is variabel en komt regelmatig boven en onder de gewenste target van 4-7 ml/kg uit.

Doelstelling

Op basis van retrospectief observationeel cohort onderzoek inzicht krijgen of er op de NICU van het VUmc longprotectief beademd wordt met een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg tijdens TCPL-SIMV.

Primaire vraagstelling

In welke mate wordt er longprotectief beademd met een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg tijdens TCPL-SIMV zonder VG op de NICU van het VUmc?

Secundaire vraagstelling

- Hoe variabel is het teugvolume tijdens TCPL-SIMV?
- Hoe vaak komt een hypocapnie ($pCO_2 < 4,0$ kPa) en hypercapnie ($pCO_2 > 7$ kPa) voor tijdens TCPL-SIMV?
- Met welke frequentie wordt de P_{insp} en PEEP aangepast tijdens TCPL-SIMV?

Methode

Opzet en setting

Dit single centre retrospectief observationeel cohortonderzoek werd uitgevoerd in de periode van maart 2016 tot en met maart 2018 op de NICU van het VUmc. Het betreft een level III NICU met 12-16 intensive care bedden. Jaarlijks worden er ongeveer 450 patiënten opgenomen.

Onderzoekpopulatie

De onderzoekpopulatie bestond uit alle preterme neonaten met een AD tussen de 24^{0/7} en 30^{0/7} weken, conventioneel mechanisch beademd met de beademingsmodus TCPL-SIMV.

Exclusiecriteria die werden gehanteerd:

- Preterme neonaten met een PCL > 30 weken tijdens de eerste invasieve beademingsperiode.
- Gehele beademingsperiode beademd met de modus high frequency oscillatory ventilation (HFOV)
- Tubelekkage > 40% of geen tubelekkage meetwaarde.

Reden voor het exclusie criterium is dat het gemeten teugvolume door de flowsensor niet betrouwbaar is bij tubelekkage >40%₁₄.

Beademingsmachine en beademingsmodus:

Tijdens het onderzoek werden alle preterme neonaten conventioneel mechanisch beademd met de beademingsmachine Leoni plus van Löwestein Medical, met de primaire beademingsmodus TCPL-SIMV zonder VG. Er werden ongecufte tubes gebruikt en een flowsensor met hot-wire anemometrie techniek. Er is consensus op deze NICU over het nastreven van een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg.

De beademingsinstellingen waar regulier protocollair mee gestart werd, is P_{insp} 16 cmH₂O / PEEP 5-8 cmH₂O / Freq 60 p/min / T_{in} 0,5 s / Flow 8 l/min / F_{iO_2} 0.21 welke individueel, op geleide van de onderliggende aandoening van de preterme neonaat, oxygenatie, behaalde teugvolume en te volgen bloedgasanalyse, werd aangepast.

Variabelen:

Algemene data:

De volgende informatie van de preterme neonaten werd verzameld en geregistreerd: AD, geboortegewicht, geslacht, PCL en gewicht bij aanvang van de beademing, beademingsindicatie, aantal beademingsperiodes, aantal uur beademingsmeetwaarde, totaal aantal beademingsdagen tijdens opname NICU, PCL bij ontslag en mortaliteit. Verder nog het gebruik van surfactant endotracheaal (1^{ste} en 2^{de} gift), tubelekkage en het aantal preterme neonaten die faalden met de primaire beademingsmodus TCPL-SIMV en waarbij HFOV noodzakelijk was.

Primaire uitkomsten:

Het expiratoire teugvolume weergegeven in ml/kg ($V_{t\ exp}$), werd elke 30 minuten gedurende de eerste 48uur van de beademingsperiode met TCPL-SIMV geregistreerd. Primaire uitkomst was het percentage $V_{t\ exp}$ per preterme neonaat, dat onder, in, of boven de streefwaarde van 4-7 ml/kg zat. Hiervoor werden alle metingen per preterme neonaat geclassificeerd als "onder", "in" en "boven de longprotectieve streefwaarde", en de gevonden aantallen werden gedeeld door het aantal verkregen metingen. Van al deze percentages werd het gemiddelde (SD) en de spreiding (min-max) over de hele groep uitgerekend. Verder werd per preterme neonaat het gemiddelde (SD) en de spreiding (min-max) van de $V_{t\ exp}$ uitgerekend. Van al deze waarden werd het gemiddelde (SD, min-max) over de hele groep uitgerekend.

Secundaire uitkomsten:

1. Het percentage pCO_2 per preterme neonaat in de eerste 48 uur van de beademingsperiode met TCPL-SIMV, dat onder, in of boven de streefwaarde van 4-7 kPa zat. Hiervoor werden alle metingen per preterme neonaat geclassificeerd als "hypocapnie", "normocapnie" en "hypercapnie", en de gevonden aantallen werden gedeeld door het aantal verkregen metingen. Van al deze percentages werd het gemiddelde (SD) en de spreiding (min-max) over de hele groep uitgerekend. Verder werd per preterme neonaat het gemiddelde (SD) en de spreiding (min-max) van de pCO_2 uitgerekend. Van al deze waarden werd het gemiddelde (SD, min-max) over de hele groep uitgerekend.
2. P_{insp} en PEEP weergegeven in cmH₂O, werden elke 30 minuten gedurende de eerste 48uur van de beademingsperiode met TCPL-SIMV geregistreerd. Per preterme neonaat werd het gemiddelde (SD) en de spreiding (min-max) van de P_{insp} en PEEP uitgerekend. Van al deze waarden werd het gemiddelde (SD, min-max) over de hele groep uitgerekend. Het aantal wijzigingen dat werd uitgevoerd in P_{insp} en PEEP werd bijgehouden.
3. Er werd tevens gekeken naar de morbiditeit tijdens opname op de NICU; periventriculaire leucomalacie - PVL (géén, graad 1 t/m 4), intraventriculaire hemorrhagie - IVH (géén, graad 1-2 en graad 3-4), pneumothorax en BPD, gedefinieerd als >0,21 FiO_2 behoefte bij ontslag.

Data verzameling

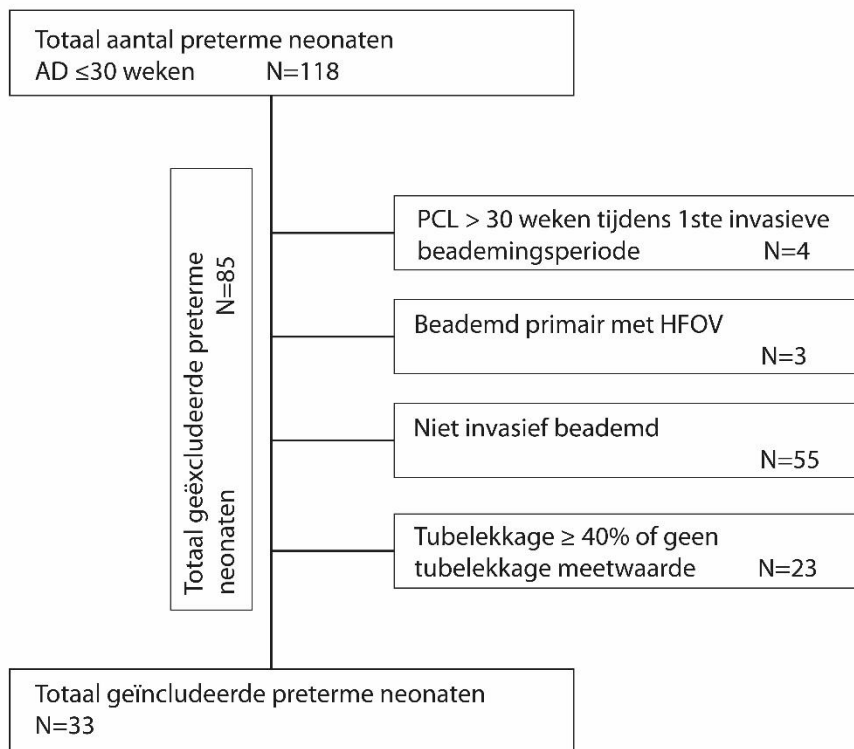
Alle gegevens werden retrospectief en anoniem uit het elektronische patiëntendossier EPIC verzameld en opgeslagen in een Microsoft Office Excel-database voor verdere analyse.

Statistische analyse

De data werd geanalyseerd met behulp van Microsoft Office Excel en het statistisch programma SPSS. Er werd gebruik gemaakt van beschrijvende statistieken met statistische maten; gemiddelde (Mean), standaarddeviatie (SD), minimum-maximum (min-max) en aantal in percentages (%). De resultaten werden inzichtelijk gemaakt met tabellen en grafieken in Excel.

Resultaten

In de periode van maart 2016 tot en met maart 2018 werden op de NICU van het VUmc 118 pretermen neonaten geboren met een AD tussen de 24^{0/7} en 30^{0/7} weken, hiervan voldeden 33 pretermen neonaten aan de inclusiecriteria, weergegeven in Figuur 1. De karakteristieken van de geïncludeerde pretermen neonaten zijn in tabel 1 weergegeven.



Figuur 1: Totaal aantal pretermen neonaten AD ≤ 30 weken: inclusie en exclusie

De meest voorkomende beademingsindicatie was respiratory distress syndrome (RDS) 63,6%. Bij 6,1% werd de tweede beademingsperiode gebruikt met de indicatie dat de eerste beademingsperiode niet voldeed aan de inclusiecriteria i.v.m. HFOV.

Totaal kreeg 45,5% een 1^{ste} gift surfactant e.t. toegediend, hiervan had 60% een 2^{de} gift surfactant nodig. Bij 45,5% faalde de primaire beademingsmodus TCPL-SIMV en was HFOV noodzakelijk, na een beademingsduur van gemiddeld 8,5 uur [0,5-42,5 uur]. Indicaties waren ventilatie en/of oxygenatiestoornissen.

Karakteristieken				
N= 33				
Geslacht ¹	Jongen	18	(54,5)	
	Meisje	15	(45,5)	
AD in weken ²		26 ^{2/7}	[24 ^{0/7} - 29 ^{3/7}]	(1,5)
Geboortegewicht in gram ²		880,9	[560 – 1370]	(221,3)
Leeftijd in dagen ²		2,8	[0-13]	(3,9)
Actuele gewicht in gram ²		879,2	[560-1425]	(227,9)
Beademingsindicatie ¹	RDS	21	(63,6)	
	Sepsis	4	(12,1)	
	NEC	1	(3,0)	
	Longhypoplasie	2	(6,1)	
	Insufficiënte ademdrive	4	(12,1)	
	Pneumothorax	1	(3,0)	
Beademingsperiode ¹	Eén	31	(93,9)	
	Twee	2	(6,1)	
Aantal uur beademingsmeetwaarde ²		27,5	[3,5-48]	(15,5)
Aantal giften surfacant ¹	Eén gift	15	(45,5)	
	Twee giften	9	(27,3)	
Falen beademingsmodus TCPL-SIMV ¹		15	(45,5)	
Beademingsdagen tijdens NICU opname ²		12,6	[1-46]	(11,7)
PCL bij ontslag in weken ²		34 ^{4/7}	[30 ^{2/7} -50 ^{3/7}]	(4,1)
Overleden jongen/meisje AD in weken ^{1,2}		6/2	(24,2)	
		25 ^{4/7}	[24 ^{0/7} -27 ^{4/7}]	

Tabel 1: Karakteristieken geïncludeerde preterme neonaten

¹Aantal (%)

² Mean [Min.-Max.] (SD)

Primaire uitkomst

Totaal werden er 523 $V_{t\text{exp}}$ metingen verricht, per preterme neonaat tussen de 3-33, weergegeven in tabel 2. Per preterme neonaat werden de gemeten $V_{t\text{exp}}$ in 3 groepen verdeeld; <4ml/kg (te laag teugvolume), 4-7 ml/kg (longprotectief teugvolume) en >7 ml/kg (te hoog teugvolume). Van alle geïncludeerde preterme neonaten (N=33) gaf gemiddeld 23,6% van de inflaties een te laag teugvolume aan, 57,8% gaf een longprotectief teugvolume aan en 22,8% gaf een te hoog teugvolume aan. Van alle geïncludeerde preterme neonaten werd over alle inflaties per preterme neonaat gemiddeld een $V_{t\text{exp}}$ van 6,0 ml/kg bereikt. Minimaal gemeten $V_{t\text{exp}}$ is 1,3 ml/kg en maximaal 24,7 ml/kg.

Primaire uitkomsten		Mean	[Min.-Max.]	SD
Gemiddeld $V_{t\text{exp}}$ in ml/kg	N=33	6,0	[3,3-11,7]	1,7
Aantal metingen $V_{t\text{exp}}$ per preterme neonaat	N=523	15,9	[3-33]	8,5
% $V_{t\text{exp}} < 4$ ml/kg	N= 33	23,6	[0-100]	28,4
% $V_{t\text{exp}} 4-7$ ml/kg	N=33	57,8	[0-100]	25,6
% $V_{t\text{exp}} > 7$ ml/kg	N=33	22,8	[0-100]	21,9
Secundaire uitkomsten				
Gemiddeld bereikt pCO ₂ in kPa	N=33	6,2	[4,5-9,3]	1,1
Aantal metingen pCO ₂ per preterme neonaat	N=162	4,8	[2-13]	2,8
% pCO ₂ <4 kPa	N=33	3,2	[0-33]	9,2
% pCO ₂ 4-7 kPa	N=33	76,2	[0-100]	29,8
% pCO ₂ >7 kPa	N=33	20,6	[0-100]	29,8
Aantal metingen P _{insp} en PEEP per preterme neonaat	N=523	15,9	[3-33]	8,5
Gemiddeld P _{insp} in cmH ₂ O	N=33	16,9	[13,2-20,7]	1,7
Gemiddeld PEEP in cmH ₂ O	N=33	7,1	[5-8]	0,8
Aantal aanpassingen P _{insp} per preterme neonaat	N=111	3	[0-9]	2
Aantal aanpassingen PEEP per preterme neonaat	N=46	3	[0-4]	1,2
Tubelekkage in %	N=523	6,0	[0-37,5]	8,3

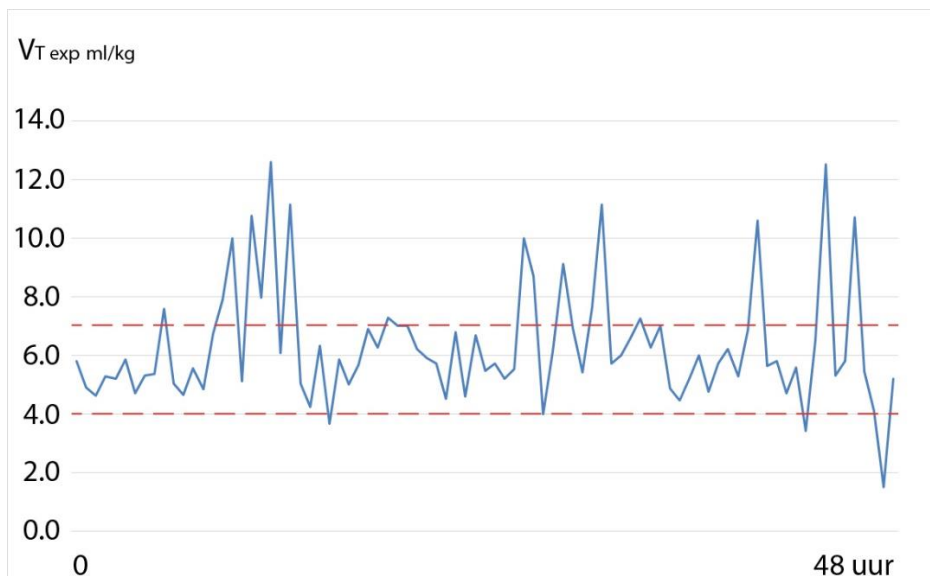
Tabel 2: Primaire en secundaire uitkomsten

Secundaire uitkomst

Totaal werden er 162 pCO₂ metingen verricht, per preterme neonaat tussen de 2-13, weergegeven in tabel 2. De gemeten pCO₂ waarden werden per preterme neonaat in 3 groepen verdeeld; <4kPa (hypocapnie), 4-7 kPa (normocapnie) en >7 kPa (hypercapnie). Van alle geïncludeerde preterme neonaten (N=33) waren er gemiddeld 3,2% van de pCO₂ metingen hypocapnisch, 76,2% normocapnisch en 20,6% hypercapnisch. Van alle geïncludeerde preterme neonaten werd over alle pCO₂ metingen per preterme neonaat gemiddeld een pCO₂ van 6,2 kPa bereikt. Minimaal gemeten pCO₂ was 2,8 kPa en maximaal 11,5 kPa. 26/162 (16%) pCO₂ metingen zijn capillair bepaald.

Totaal werden er 523 P_{insp} en 523 PEEP waarden verzameld, per preterme neonaat tussen de 2-33, weergegeven in tabel 2. Minimale waarde was P_{insp} 12cmH₂O en PEEP 5cmH₂O. Maximaal waarde 24cmH₂O en PEEP 8cmH₂O. Totaal werd de P_{insp} 111 keer aangepast o.b.v. behaalde teugvolume of bloedgasanalyse, PEEP werd 46 keer aangepast, weergegeven in tabel 2. Tijdens de gehele opnameperiode op de NICU was 69,7% (N=23) van de preterme neonaten HFOV noodzakelijk, met als indicatie ventilatie en/of oxygenatieproblemen.

De variabiliteit van het V_{Texp} is weergegeven in figuur 2, waarin van alle geïncludeerde preterme neonaten elke 30 minuten het gemiddelde VT_{exp} is weergegeven, gedurende 48 uur. Morbiditeit tijdens NICU opname is weergegeven in tabel 3.



Figuur 2: Weergave gemiddelde V_{Texp}/tijd, van alle geïncludeerde preterme neonaten.

Morbiditeit N= 33		Aantal	(%)
PVL	Geen	19	(57,6)
	Graad 1	4	(12,1)
	Niet bekend	10	(30,3)
IVH	Geen	13	(39,4)
	Gr 1-2	12	(36,4)
	Gr 3-4	7	(21,2)
	Cerebellum	1	(3,0)
Pneumothorax	-	1	(3,0)
BPD	Ja	15	(45,5)
	Nee	11	(33,3)
Overleden		7	(21,2)

Tabel 3: Morbiditeit tijdens NICU opname

Op basis van dit single centre retrospectief observationeel cohort onderzoek is inzicht verkregen of er op de NICU van het VUmc longprotectief beademd wordt met een teugvolume tussen de 4 en 7 ml/kg tijdens TCPL-SIMV. Van de geïncludeerde preterm neonaten (N=33) is gemiddeld in 57,8% van de inflaties een longprotectief teugvolume gegeven tijdens TCPL-SIMV. In 23,6% van de inflaties werd gemiddeld een laag teugvolume ($V_{t\text{ exp}} < 4\text{ml/kg}$) gemeten en in 22,8% een te hoog teugvolume ($V_{t\text{ exp}} > 7\text{ml/kg}$). Van alle geïncludeerde preterm neonaten waren er die 0% maar ook die 100% van alle $V_{t\text{ exp}}$ metingen per preterm neonat het teugvolume longprotectief kregen toegediend.

Het gemiddelde $V_{t\text{ exp}}$ van de geïncludeerde preterm neonaten weergegeven per 30 minuten maakt zichtbaar dat het gemiddelde $V_{t\text{ exp}}$ variabel is en gemiddeld frequenter te hoog dan te laag zit. Dit werd mogelijk veroorzaakt door een gebrek aan snelheid van handelen om handmatige aanpassingen van ingestelde drukken (P_{insp} en PEEP) te realiseren die benodigd zijn bij de snelle verandering van de compliance en weerstand van het respiratoire systeem. Bij deze gemeten $V_{t\text{ exp}}$ zijn gemiddeld 76,2% van de $p\text{CO}_2$ metingen normocapnisch en 21,6% hypercapnisch. Hierbij bleek van alle geïncludeerde preterm neonaten dat per preterm neonat alle $p\text{CO}_2$ metingen in de desbetreffende groep vielen en waarbij een deel of alle metingen in een andere groep vielen.

Opmerkelijk is dat maar 3,2% van de $p\text{CO}_2$ metingen gemiddeld hypocapnisch waren. Er waren preterm neonaten die geen hypocapnie ontwikkelden en preterm neonaten waarbij 33% van de metingen dit wel het geval was. De CO_2 uitwas is niet alleen afhankelijk van je teugvolume, maar ook van de ingestelde frequentie, gecombineerd het ademminuutvolume. De frequentie kan dus een rol gespeeld hebben en mogelijk verklaren dat hypocapnie niet vaker voorkwam tijdens TCPL-SIMV. Zowel hypercapnie als hypocapnie wordt geassocieerd met neonatale cerebrale schade²⁶. Hypocapnie heeft cerebrale vasoconstrictie tot gevolg wat kan leiden tot PVL. Hypercapnie heeft cerebrale vasodilatatie tot gevolg wat kan leiden tot IVH. Het is essentieel dat dit voorkomen wordt en dit waargenomen effect is dus klinische relevant. Het stabiliseren van teugvolume leidt tot een stabielere $p\text{CO}_2$, dit vermindert de fluctuaties in de cerebrale bloeddroom.

De gemiddelde gebruikte beademingsdrukinstellingen waarmee beademd werd was 16,9 cmH_2O en PEEP 7 cmH_2O wat aangeeft dat het regulier invasieve beademingsprotocol is aangehouden.

Voor de metingen van het teugvolume is het expiratoire teugvolume gebruikt. Het expiratoire teugvolume geeft het meest nauwkeurige teugvolume weer wat actueel bereikt wordt in de preterm longen van de neonat en wordt minder beïnvloed door tubelekkage.^{18,19} Alle preterm neonaten met een tubelekkage >40% of waarvan geen tubelekkage meting aanwezig was, zijn geexcludeerd voor dit onderzoek. Er werd gemiddeld een tubelekkage van 6% gemeten wat erop duidt dat de $V_{t\text{ exp}}$ metingen valide waren.

Ondanks de verbetering van de zorg in de afgelopen decennia op de NICU van het VUmc, door direct post partum de ademhaling van de preterm neonat te ondersteunen met nCPAP en surfactanttherapie middels MIST, blijft invasieve beademing noodzakelijk. Uit dierstudies is gebleken dat het volume VILI veroorzaakt, niet de noodzakelijk toegediende druk.^{7,8} Met TCPL-SIMV heb je controle op de toegediende druk maar is het gegeven teugvolume afhankelijk van het verschil tussen de ingestelde P_{insp} en PEEP (delta P), de inspiratietijd, de compliance en weerstand van het respiratoire systeem en de ademhalingsinspanning van de neonat. Er is hierdoor géén controle op het gegeven teugvolume, het zal hierdoor variabel zijn en snel kunnen veranderen.²⁰ De meest voorkomende beademingsindicatie in dit onderzoek was RDS. Bijvoorbeeld bij surfactanttherapie, de hoofdbehandeling van RDS, verbetert zeer snel de compliance van de longen, wat kan resulteren in het geven van een te hoog teugvolume als de P_{insp} niet wordt verminderd. Hierdoor kan het risico op VILI en daaropvolgend BPD toenemen.

Het is klinisch relevant dat het longprotectieve teugvolume gemiddeld in 46,4% (23,6%+22,8%) van de inflaties niet gegeven wordt. Het nastreven van een longprotectief teugvolume blijkt klinisch moeilijk uitvoerbaar, ondanks dat getracht is door het handmatig bijstellen van de P_{insp} (totaal 111 keer) en de PEEP (totaal 46 keer), de delta P te wijzigen en volgens regulier protocol beademd is.

Dit waargenomen effect sluit aan bij de fysiologische theorie en onderzoeken die pressure-limited ventilation (PLV) hebben vergeleken met VTV.²¹⁻²⁴ VTV zorgt voor stabielere teugvolumina en reductie van VILI ten opzichte van de PLV zoals TCPL-SIMV.^{20,25,26}

Hiermee is de hypothese juist dat het teugvolume variabel is en gemiddeld 46,4% van de $V_{t\text{ exp}}$ boven en onder de gewenste target van 4-7 ml/kg uitkomt. Er is onvoldoende controle op het gegeven teugvolumina tijdens TCPL-SIMV. Hierdoor kan het risico op VILI en daaropvolgende BPD toenemen.

Wat opvalt is dat de morbiditeit IVH en BPD bij ongeveer de helft van de onderzochte preterme neonaten voorkomt. Dit waargenomen effect wordt ook bevestigd in een recent onderzoek die PLV hebben vergeleken met VTV. VTV geeft een reductie van IVH en overlijden of BPD.²¹ We kunnen met VTV meer bereiken. Ondanks dat dit onderzoek zorgvuldig is uitgevoerd, is de beperkte omvang van de onderzoekspopulatie en het ontbreken van een controlegroep een beperking, hierdoor kunnen er geen belangrijke uitspraken gedaan worden en is het onderzoek beschrijvend. Een verdere beperking is de lage frequentie van de opgeslagen metingen in het elektronische patiëntendossier EPIC en dat er verschil zit in het aantal metingen per preterme neonat [3-33] veroorzaakt door de duur van de beademing en het falen van de TCPL-SIMV waarbij HFOV noodzakelijk was. Ook doordat elke minuut de metingen worden geregistreerd, maar na ontslag alleen de metingen bewaard blijven die door de verpleegkundigen zijn opgeslagen. Er kon met deze database geen associaties gemaakt worden ten aanzien van bijvoorbeeld morbiditeit en teugvolumina en surfactanttherapie en teugvolumina.

Gezien de fysiologische theorie en recente onderzoeken die PLV hebben vergeleken met VTV zijn de onderzoekresultaten generaliseerbaar voor de populatie preterme neonaten < 30 weken.

Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat met TCPL-SIMV het teugvolume variabel is en regelmatig boven en onder de gewenste longprotectieve teugvolume uitkomen. Dit verhoogt het risico op wisselende pCO₂, VILI en mogelijk daaropvolgende BPD, en cerebrale schade. Hierin kan verbetering plaatsvinden door VTV te gebruiken.

Aanbevelingen

Een logische beademingsstrategie is dat de focus ligt op het teugvolume en niet op de druk.^{1,2} De moderne beademingsmachines beschikken over de beademingsmodus VTV, die in staat is het volume te controleren.

Bij het gebruik van conventionele mechanische beademing in de neonatologie wordt het aanbevolen om VTV toe te passen, middels Volume Garantie.^{18,27}

Het verdient aanbeveling om op de NICU van het VUmc de primaire beademingsmodus TCPL-SIMV te wijzigen in VTV, door het toevoegen van VG. Dit zal een uitdaging zijn voor het NICU-team van het VUmc omdat er al 30 jaar expertise is met TCPL-SIMV en ze zich hierbij comfortabel voelen. Beademen met VG zal zich buiten hun comfortzone brengen. De ventilation practitioner (VP) heeft hierin een belangrijke rol. Dit onderzoek kan gebruikt worden om het huidige team te laten zien dat aanpassingen van de beademingsmodaliteit noodzakelijk is.

Bij de wijziging van de primaire beademingsmodus is het essentieel om het medisch en verpleegkundig beademingsprotocol te wijzigen, scholing te ontwikkelen en bedside teaching.

Tijdens de scholing is het belangrijk om het NICU-team bewust te maken van de risico's van conventionele mechanische beademing, inzicht te geven in longprotectieve beademingsstrategieën en de voordelen hiervan aan te geven. Ook de werking van VG, veiligheid/alarmgrenzen en welke problemen zich kunnen voordoen tijdens VG en hoe dit op te lossen, zodat het NICU-team zich bekwaam en comfortabel voelt om te beademen met VG. Het is belangrijk het implementatieproces goed te coachen d.m.v. bedside teaching en de kennis over VG actueel te houden

Vervolgonderzoek is noodzakelijk om de onderzoeksgroep te vergelijken met een controlegroep die wel behandeld is met VG.

Afkortingen

AD	Amenorroeduur
PCL	Postconceptionele leeftijd
VILI	Ventilator induced lung injury
P_{insp}	Inspiratory pressure
PEEP	positive end-expiratory pressure
$V_{t\ exp}$	Teugvolume expiratoir
F_iO_2	Fraction of inspired oxygen
pCO_2	Koolzuurspanning in het bloed
nCPAP	Nasale continuous positive airway pressure
MIST	Minimally invasive surfactant therapy
TCPL-SIMV	Time-cycled pressure-limited – Synchronized intermittend mandatory ventilation
VG	Volume Garantie
VTV	Volume-targeted ventilation
HFOV	High frequency oscillatory ventilation
PLV	Pressure-limited ventilation
BPD	Bronchopulmonale dysplasie
IVH	Intraventriculaire hemorrhagie
RDS	Respiratory distress syndrome

Referenties

1. Goldsmith JP, Karotkin EH, Keszler M, Suresh GK: Assisted Ventilation of the neonate. 2017 by Elsevier. ISBN:978-0-323-39006-4, Chapter 19 Principles of Lung-protective Ventilation (pp.188-194), van Kaam AH.
2. van Kaam AH: Lung-Protective Ventilation in Neonatology. *Neonatology* 2011;99:338-341.
3. Dargaville PA, Tingay DG: Lung protective ventilation in extremely preterm infants. *Journal of Paediatrics and Child Health* 2012;48:740-746.
4. Subramaniam P, Ho JJ, Davis PG: Nasal continuous positive airways pressure started immediately after birth for preventing illness and death in very preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 June 13.
5. Ali Attar M, Donn SM: Mechanisms of ventilator-induced lung injury in premature infants. *Semin Neonatol* 2002;7:353-360.
6. Bjorklund LJ, Ingimarsson J, Curstedt T, John J, Robertson B, Werner O, Vilstrup CT: Manual ventilation with a few large breaths at birth compromises the therapeutic effect of subsequent surfactant replacement in immature lambs. *Pediatr Res* 1997;42:348–355.
7. D. Dreyfuss, P. Soler, G. Basset, et al.: High inflation pressure pulmonary edema. Respective effects of high airway pressure, high tidal volume, and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis*. 1988;137:1159-1164.
8. Wada K, Jobe AH, Ikegami M: Tidal volume effects on surfactant treatment responses with the initiation of ventilation in preterm lambs. *J Appl Physiol* 1997;83:1054-1061.
9. Albertine K.H., Jones G.P., Starcher B.C, et al.: Chronic lung injury in preterm lambs. Disordered respiratory tract development. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:945-958.
10. Coalson JJ, Winter VT, Siler-Khodr T, Yoder BA. Neonatal chronic lung disease in extremely immature baboons. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1333–1346.
11. Warner BB, Stuart LA, Papes RA, et al.: Functional and pathological effects of prolonged hyperoxia in neonatal mice. *Am J Physiol* 1998;275:L110-L117.
12. Jobe AH, Bancalari E: Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1723-1729.
13. Lista G, Castoldi F, Fontana P, et al.: Lung inflammation in preterm infants with respiratory distress syndrome: effects of ventilation with different tidal volumes. *Pediatr Pulmonol* 2006;41:357-363.
14. M. Keszler, S. Nassabeh-ontazami, K. Abubakar: Evolution of tidal volume requirement during the first 3 weeks of life in infants <800 g ventilated with Volume Guarantee. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2009;94:F279-F282.
15. Patel DS, Rafferty GF, Lee S, Hannam S, Greenough A: Work of breathing and volume targeted ventilation in respiratory distress. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010;95:F443–F446.
16. Patel DS, Sharma A, Prendergast M, Rafferty GF, Greenough A: Work of Breathing and Different Levels of Volume-Targeted Ventilation. *Pediatrics* April 2009;123:e679
17. van Kaam AH, Rimensberger PC, Borensztajn D, et al.: Ventilation practices in the neonatal intensive care unit: a cross-sectional study. *J Pediatr* 2010;157:5:767-771.

18. Goldsmith JP, Karotkin EH, Keszler M, Suresh GK: Assisted Ventilation of the neonate. 2017 by Elsevier. ISBN: 978-0-323-39006-4, Chapter 20 Tidal Volume-Targeted Ventilation (p.p.195-204), Keszler M, Morley CJ.
19. Klingenberg C, Wheeler KL, Davis PG, Morley CJ: A practical guide to neonatal volume guarantee ventilation. *Journal of perinatology* 2012;31:575-585.
20. Keszler M, Abubakar K: Volume guarantee: stability of tidal volume and incidence of hypocarbia. *Pediatr. Pulmonol* 2004;38(3): 240-5.
21. Klingenberg C, Wheeler KI, McCallion N, Morley CJ, Davis PG: Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Oct 17.
22. Peng W, Zhu H, Shi H, Liu E: Volume-targeted ventilation is more suitable than pressure-limited ventilation for preterm infants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014 Mar;99(2):F158-165.
23. Wheeler KI, Klingenberg C, Morley CJ, Davis PG: Volume-Targeted versus Pressure-Limited Ventilation for Preterm Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neonatology* 2011;100(3):219-227.
24. Abubakar K, Keszler M: Effect of volume guarantee combined with assist/control vs synchronized intermittent mandatory ventilation. *J Perinatol.* 2005;25(10):638-42.
25. Lista G, Colnaghi M, Castoldi F, Condo V, Reali R, Compagnoni G, Mosca F: Impact of targeted-volume ventilation on lung inflammatory response in preterm infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol* 2004;37: 510–514.
26. Abubakar KM, Keszler M. Patient-ventilator interactions in new modes of patient-triggered ventilation. *Pediatr Pulmonol.* 2001;32(1):71-5.
27. Abubakar RM, Keszler M: Volume guarantee ventilation. *Clin Perinatol* 2007;34:107-116

Bijlage 1:

De rol van de ventilation practitioner op de NICU van Amsterdam UMC, locatie VUmc

De beste respiratoire zorg bieden voor het kwetsbare begin!

De ventilation practitioner (VP) functioneert als gespecialiseerd ICN-verpleegkundige met het respiratoire systeem als aandachtsgebied (dubbelspecialist). Neonatologie is een uniek specialisme waar specifieke respiratoire kennis nodig is voor de allerkleinsten. Een neonaat is immers geen kleine volwassene en ook geen klein kind, de verschillen zijn groot. De VP vormt de spil tussen de artsen en het verpleegkundig team die nauw samenwerken. De VP is de manager van de respiratoire zorg.

De VP op de NICU is een primeur in Nederland. De eerste taak voor de VP, is om tezamen met collega Ingrid de Jong (VUmc) en Nicolien Lafeber (AMC), de functie VP vorm te geven, zichtbaar te maken en te ontwikkelen. Door aan de competenties van de VP opleiding, met differentiatie Neonatologie en kinderen, te voldoen en deze te specificeren t.b.v. de NICU, is de VP klaar om haar ambitie waar te maken. De VP kan met haar opgedane kennis en deskundigheid een innovatieve bijdrage leveren met als doel het verhogen van de kwaliteit van de respiratoire zorg op de NICU.

Kernwaarden van de VP zijn: Kwaliteit, innovatie en deskundigheidsbevordering.

Kwaliteit

De VP levert vanuit de verpleegkundige professie een bijdrage aan het zorginhoudelijk beleid ten aanzien van de invasieve en non-invasieve ademhalingsondersteuning, individueel en patiëntgericht. De VP heeft hierin een adviserende, signalerende, ondersteunende, evaluerende en zorgdragende rol, zodat er kwalitatief hoogwaardige respiratoire zorg gegeven wordt, met aandacht voor continuïteit, uitgaande van de behoefte van de patiënt.

- De VP initieert en draagt zorg voor standaarden, protocollen en richtlijnen t.a.v. non-invasieve en invasieve ademhalingsondersteuning. Reeds bestaande worden getoetst aan recente ontwikkelingen, onderzoek en vakliteratuur op validiteit en actualiteit. De VP zorgt voor updates en een uniforme werkwijze, zodat de respiratoire zorg op de NICU best practice is en waar mogelijk evidence based onderbouwd.
- De VP is toegankelijk voor kennisoverdracht, ondersteuning en advies, het in stand houden en verhogen van de respiratoire kennis van het NICU-team.
- De VP signaleert knelpunten en draagt oplossingen aan.
- De VP onderhoudt en vergroot haar kennis en vaardigheden t.a.v. non-invasieve en invasieve ademhalingsondersteuning. De VP blijft op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen, onderzoeken en vakliteratuur en vertaalt dit naar de werkvloer. Hierbij is het volgen van scholing en het bezoeken van congressen en/of symposia (nationaal/internationaal), die relevant zijn voor respiratoire gebied, essentieel.
- De VP onderhoudt een netwerk met andere VP's. Het lidmaatschap van Practitioners Nederland en deelname aan de landelijke werkgroep kinder ventilation practitioners is hierbij essentieel. De VP onderhoudt een netwerk met alle voorzitters van beademingswerkgroepen op alle NICU's in Nederland. Er wordt gebruik gemaakt van elkaars kennis en expertise binnen ons kleine specialisme.

Innovatie

De VP initieert en introduceert innovatie van nieuwe inzichten, nieuwe technieken, apparatuur, materialen en behandelmethodes, kan dit beargumenteren met literatuur en onderzoek, en heeft hierin een adviserende rol. Er wordt rekening gehouden met kwaliteit, toepasbaarheid, gebruiksvriendelijkheid en kosten.

Op de NICU van het VUmc zal door de VP in het eerste jaar o.a. de Thopaz™ (digitale thorax-drainage), de Fabian™ (beademingsmachine), disposable MRI-beademingslangen en evt. de transcutane meting geïntroduceerd worden. Door gebruik te maken van super-users, die affiniteit hebben met respiratie, kun je meer draagvlak in het team creëren, de VP zal een groep super-users selecteren.

Innovatie is een continu proces. De VP draagt zorg voor de implementatie, het managen en de evaluatie. De VP onderhoudt het contact met de industrie en heeft daarmee regelmatig overleg.

Deskundigheidsbevordering

De VP is medeverantwoordelijk voor de deskundigheidsbevordering van het gehele NICU-team (medici en verpleegkundigen) voor wat betreft de non-invasieve en invasieve ademhalingsondersteuning. De VP begeleidt, adviseert en instrueert t.b.v. het in stand houden en het verhogen van de respiratoire kennis. De VP is toegankelijk voor informatie, ondersteuning, advies, instructie en educatie, zowel individueel als in groepsverband.

- De VP verzorgt hoogwaardig, enthousiasmerend onderwijs in de vorm van klinische lessen, bijscholingen, instructiedagen, casusbesprekingen en bed-side teaching voor het medisch en verpleegkundig team. De VP inspireert, motiveert en stimuleert het NICU-team om hoogwaardige kwalitatieve respiratoire zorg te leveren, door de zorg state of the art te onderbouwen.
- De VP introduceert elke 1-2 maanden een casus met respiratoire gerelateerde problematiek in de grote visite.

Alliantie

De alliantie tussen VUmc en AMC, is bestuurlijk nu een feit. Er gaat een compleet nieuwe afdeling met Single Bed Units gebouwd worden op de locatie AMC. De beide centra gecombineerd zullen uitgroeien tot een van de grootste NICU's van Nederland. De twee NICU teams (VUmc en AMC) die op respiratoir gebied van elkaar verschillen, zullen worden samengevoegd. De VP heeft een aandeel in de alliantie op respiratoir gebied, werkt nauw samen met collega VP's en het NICU-team van het AMC, om samen tot een efficiënte fusie te komen waarin we kwalitatieve hoogwaardige respiratoire zorg leveren, gebaseerd op de nieuwste technologie en wetenschappelijk onderzoek. Alle protocollen (medisch en verpleegkundig), materialen en apparatuur zullen op elkaar moeten worden afgestemd en uniform gemaakt. Er gaat een uitwisseling plaatsvinden binnen de NICU-teams. De VP heeft een adviserende, signalerende, ondersteunende en evaluerende rol in deze uitwisseling voor het bevorderen en waarborgen van de kwaliteit van de respiratoire zorg op de NICU. Het NICU-team moet zich comfortabel en bekwaam voelen op de andere locatie. Hierbij is coaching en bed-side teaching essentieel.

Hier ligt een uitdaging voor de 3 VP's van Amsterdam UMC, maar ook een kans om zich als VP te profileren, te ontwikkelen, zichtbaar te zijn en te laten zien dat we van toegevoegde waarde zijn in een NICU team. Dit sluit aan bij de missie en visie van Amsterdam UMC, de quote zegt het 'Samen beter'!

Onderzoek ter afronding van de opleiding Ventilation Practitioner: Teugvolumina op de NICU: Longprotectief?

Hier ligt een taak voor de VP om de primaire beademingsmodus TCPL-SIMV te wijzigen naar een longprotectievere strategie door het toevoegen van Volume Garantie, er wordt hierbij nauw samengewerkt met de collega VP'ers.

De taken bestaan uit het opstellen van een projectplan met tijdlijn, het ontwikkelen van scholing, scholen van het NICU team, wijzigen van protocol, coaching en bedside teaching. Dit is inmiddels gerealiseerd. De VP heeft de vertaling gemaakt van de opgedane kennis, onderzoek en evidence naar de praktijk. De kernwaarden: kwaliteit, innovatie en deskundigheidsbevordering konden hierin gecombineerd worden. De VP heeft ook gebruikt gemaakt van de expertise van collega's van de andere 9 NICU's in Nederland. Er is een verkorte handleiding gemaakt voor aan de beademingsmachine. De eerste uniformiteit t.a.v. conventionele mechanische beademing in het Amsterdam UMC is hiermee bereikt.

Hier blijft het niet bij, het is belangrijk de kennis van het NICU-team in stand te houden. Door scholing te herhalen, bed-side teaching te geven, zichtbaar en bereikbaar te zijn voor ondersteuning, advies en vragen, wordt dit bewerkstelligd. De VP signaleert de knelpunten die zich voordoen en draagt oplossingen aan, zodat het NICU-team zich bekwaam voelt en plezier heeft in het beademen met de toevoeging VG. Ook de nieuwe collega's zowel artsen als verpleegkundigen worden door de VP geschoold.

Overige taken van de VP in het eerste jaar

Leren is en blijft een voortdurend proces en zal zich na de opleiding VP blijven voortzetten. De VP stelt een jaarplan op om inzichtelijk te maken wat de activiteiten van de VP zijn. De VP blijft voorzitter van de respiratiewerkgroep. De VP inventariseert wat de verwachtingen zijn van het NICU-team van de nieuwe functie VP en waar de VP een bijdrage kan leveren.

De VP geeft het NICU-team inzicht waarom procedures op een bepaalde manier worden uitgevoerd en onderbouwt dit met de op dat moment best beschikbare literatuur en onderzoek. De VP is ervan overtuigd dat dit zorgt voor meer motivatie en plezier om procedures uit te voeren en op te volgen volgens protocol. Goede informatievoorziening is essentieel.

De VP ontwikkelt praktische en interactieve scholing voor elke praktijkleerperiode van de ICN-opleiding.

Het scholingsmoment, dagelijks tussen 15:00 en 15:30 uur, benutten voor respiratie onderwijs (casusbespreking, een onderwerp, ziektebeeld, thema e.d.) d.m.v. klinische les of bedside teaching om respiratoire kennis in stand te houden en te verhogen.

De VP heeft een aandeel in de begeleiding van ouders, dit neemt een belangrijke plaats in rondom de zorg van neonaten op een NICU.

De VP gaat de Engelse lessen hervatten, om zich verder te ontwikkelen in de Engelse taal met als doel vloeiend Engels te kunnen lezen en spreken.

Positie van de VP over 3 jaar:

De functie VP staat en is niet meer weg te denken uit het NICU-team. Er wordt veelvuldig gebruik gemaakt van de expertise van de VP voor advies, ondersteuning en kennisoverdracht.

De kernwaarden kwaliteit, innovatie en deskundigheidsbevordering blijven bestaan, research zal daaraan toegevoegd worden. Extra taken die de VP inmiddels uitvoert zijn:

- De VP kan zelfstandig een recruteermanoeuvre uitvoeren met de beademingsmodus HFOV onder supervisie van de neonatoloog (i.o.)
- De VP draagt zorg voor de respiratie lessen voor de opleiding tot intensive care neonatologie verpleegkundige op de Amstel Academie.
- De VP is afdeling overstijgend werkzaam als beademingsconsulent bij een hulpvraag buiten de NICU. Op de kinderafdeling binnen locatie VUmc zullen preterme neonaten vanaf ≥ 32 weken worden opgenomen. Hier zal de VP een bijdrage leveren aan scholing en deskundigheidsbevordering.
- De VP werkt samen met OK-team om respiratoire zorg tijdens OK te verbeteren.
- De VP levert een bijdrage aan medisch of verpleegkundig research en vertaalt dit naar de praktijk.

Alliantie

Alle protocollen (medisch en verpleegkundig), materialen en apparatuur zijn op elkaar afgestemd en uniform gemaakt. We zijn klaar voor de alliantie!

Missie Ventilation Practitioner op de NICU

De VP op de NICU staat voor hoogwaardige kwalitatieve zorg voor de neonaat met het respiratoire systeem als specifiek aandachtsgebied.

Intensieve respiratoire zorg voor het kwetsbare begin.