

Respiratoire drive

Wat zijn de waarden van de P0.1, als maat voor de respiratoire drive tijdens een spontaneous breathing trial bij kinderen?

R.Vogelzang¹, M.C.J. Kneyber Dr.², R.C.T. Blokpoel Drs.², A.A. Koopman, MSc.³

1 Intensive Care Practitioner i.o, deskundigheid ventilatie, Universitair Medisch Centrum Groningen

2 Kinderarts-intensivist, Universitair Medisch Centrum, Groningen

3 Technisch Geneeskundige, Universitair Medisch Centrum, Groningen

Datum: februari 2023, Kinder Intensive Care, Beatrix Kinderziekenhuis, Universitair Medisch Centrum, Groningen, Nederland.

Abstract

Introductie

Een spontaneous breathing trial (SBT) wordt toegepast om vroegtijdig te herkennen of kinderen geëxtubeerd kunnen worden. De luchtwegocclusiedruk (P0.1) is een methode als maat voor de respiratoire drive. Bij kinderen zijn er nog geen normaalwaarden van de P0.1 bekend en ook is niet bekend of de P0.1 voorspellende waarde kan zijn voor het slagen dan wel falen voor de SBT of extubatiefalen.

Methode

Er is een retrospectieve observationele studie uitgevoerd in de periode van november 2020 tot en met november 2022. Hierbij is gekeken naar de resultaten van SBT-data van kinderen in de leeftijd van 0-18 jaar op de Kinder Intensive Care (Kinder IC) van het Beatrix Kinderziekenhuis (BKZ) van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG). De SBT is uitgevoerd waarbij de P0.1 werd gemeten voorafgaand aan de SBT met pressure support (PS) en aan het einde van de SBT zonder PS.

Resultaten

Er zijn 274 kinderen geïncludeerd, met een mediane leeftijd van 6.1 [7,1 ; 24,1] maanden oud, die een SBT ondergingen en waarbij de P0.1 werd gemeten. Honderd en drieënzestig (51,1%) van de 274 kinderen werden primair opgenomen met respiratoir falen. Er slaagden 201 kinderen voor de SBT (73,4%), waarvan 194 kinderen binnen 24 uur succesvol geëxtubeerd werden. Van de gehele populatie was de mediane P0.1 voorafgaand -5 [-6 ; -4] cm H₂O en aan het einde van de SBT -6 [-7 ; -5] cm H₂O. Het verschil in de mediane P0.1 voorafgaand en aan het einde van de SBT (delta P0.1) was 1 [1 ; 2] cm H₂O.

Conclusie

De P0.1 gemeten voor en na de SBT bij kinderen aan de mechanische beademing is niet statisch significant. Daarnaast is de P0.1 niet voorspellend voor een geslaagde of gefaalde SBT en extubatiefalen. Waarden voor de P0.1 bij kinderen zullen nader bepaald moeten worden.

Inleiding

De meest voorkomende indicatie voor opname op de Kinder Intensive Care (Kinder IC) met noodzaak tot mechanische beademing is respiratoir falen. Mechanische beademing wordt toegepast bij kinderen om gasuitwisseling mogelijk te houden en de ademarbeid te verminderen. Door het mechanisch beademen is de overlevingskans van kinderen in de afgelopen decennia enorm

toegenomen. Echter, mechanische beademing geeft ook kans op ventilator induced lung injury (VILI), hemodynamische instabiliteit en de noodzaak tot het sederen en soms verslappen van kinderen. Door de duur van mechanisch beademen kort te houden en het moment van extubatie zo vroeg mogelijk te herkennen wordt de kans op atrofie van de ademhalingsspieren verkleind¹.

De spontaneous breathing trial (SBT) geeft inzicht in het vroegtijdig herkennen van extubatie mogelijkheid bij kinderen². Zodra de patiënt de beademing triggert met adequate gaswisseling zou deze zo snel mogelijk een SBT moeten ondergaan om te kijken of die geëxtubeerd kan worden³.

Net als volwassenen, kunnen kinderen geëxtubeerd worden zonder te weanen van de mechanische beademing. Randolph *et al*⁴. liet zien dat bijna de helft van de kinderen met een beademingsduur van meer dan 24 uur slaagde voor de SBT, voordat er werd gestart met weanen van de mechanische beademing. Deze kinderen werden hierna succesvol geëxtubeerd.

Er is weinig consensus in studies over de juiste manier van uitvoeren van de SBT. Er zijn studies bij kinderen die laten zien dat door het toevoegen van pressure support (PS) tijdens de SBT, de ademerarbeid na extubatie wordt onderschat. En laat zien dat een SBT zonder PS geen invloed heeft op het toenemen van imposed work of breathing (WOBimp)⁵. Omdat er verschillende methoden zijn van een SBT toepassen zoals de duur, het moment en hoe vaak een SBT moet worden uitgevoerd, zijn de resultaten lastig met elkaar te vergelijken. Er blijkt niet een beste SBT-methode te zijn. Het is vooral belangrijk een vorm van een SBT toe te passen en daarmee te herkennen of de patiënt geëxtubeerd kan worden⁴.

De luchtwegocclusiedruk (P0.1) geeft een indicatie van de respiratoire drive van de patiënt. De respiratoire drive geeft de intensiteit aan van de neurale stimulans om te ademen. De P0.1 is gecorreleerd aan PaCO₂ en welke op zijn beurt een belangrijke invloed heeft op het ademhalingsstelsel. De P0.1 wordt in een periode van 100 milliseconden gemeten en wordt niet beïnvloed door de reactie van de patiënt op de occlusie, is onafhankelijk van fysiologische ademhalingsmechanismen en de patiënt is zich niet bewust van de meting. Bij mechanisch beademde patiënten kan de P0.1 te laag zijn door sedatie of te veel drukondersteuning tijdens beademing of te hoog zijn en resulteren in een te lage of te

hoge inspiratoire effort. Hierdoor kan er atrofie van de ademhalingsspieren en patiënt self inflicted lung injury (P-SILI) ontstaan, wat kan leiden tot diafragma dysfunctie. Een hoge respiratoire drive kan dyspnoe veroorzaken en dyssynchronie tussen de patiënt en de beademingsmachine. Dit wordt geassocieerd met nadelige klinische uitkomsten⁶.

De normaalwaarden van de P0.1 voor gezonde volwassenen worden tussen de -0,5 en -1,5 cm H₂O en voor mechanisch beademde volwassenen onder de -3,5 cm H₂O als gevalideerd bevonden. Daarboven wordt er geassocieerd met een verhoogde respiratoire effort⁷.

Probleemstelling

Op de Kinder IC van het UMCG wordt de SBT uitgevoerd bij kinderen die aan de mechanische beademing liggen en voldoen aan de criteria voor het verrichten van de SBT. Voor het starten van de SBT wordt de P0.1 gemeten met PS en aan het einde van de SBT nogmaals zonder PS.

Het is echter nog niet bekend wat normaalwaarden zijn van de P0.1, als maat voor respiratoire drive van kinderen aan de mechanische beademing. In deze studie wordt gekeken naar het verschil in de P0.1 tussen kinderen die slagen en falen voor de SBT en voor extubatie, als eerste stap naar het vaststellen van normaalwaarden.

Vraagstelling

De primaire onderzoeksvraag is; verandert de P0.1 door de SBT bij mechanisch beademde kinderen en is er een relatie tussen de waarden van de P0.1 in het wel of niet slagen van de SBT?

Secundair wordt er gekeken naar; wat zijn de waarden van de P0.1 voorafgaand en aan het einde van de SBT, als maat voor de respiratoire drive bij kinderen die slagen dan wel falen voor de SBT?

Tevens wordt er gekeken of de P0.1 gecorreleerd is aan extubatiefalen of een voorspeller voor extubatiefalen.

Methode

Studie design

Het onderzoek betreft een retrospectief observationele studie en is uitgevoerd tussen november 2020 en november 2022 op de Kinder IC van het Beatrix Kinderziekenhuis (BKZ) van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG). Patiënten aan de beademing in de leeftijd van 0-18 jaar werden geïnccludeerd. Het betreft een nWMO-studie (METc nummer 2022/590 - Project ID 11369) en is goedgekeurd door de medisch ethische toetsingscommissie (METC) van het BKZ, UMCG.

Setting

De Kinder IC van het BKZ in het UMCG is een tertiaire multidisciplinaire afdeling met 20 beademingsbedden. Jaarlijks worden hier 800 kinderen in de leeftijd van 0 tot 18 jaar met diverse ziektebeelden opgenomen, waarvan er circa twee derde wordt beademd. De Kinder IC heeft een groot verzorgingsgebied. De afdeling voorziet inwoners van de provincies Groningen, Friesland, Drenthe en delen van Flevoland en Overijssel van hoog complexe zorg. Daarnaast is het UMCG het landelijk centrum voor pulmonale hypertensie, longtransplantaties en levertransplantaties bij kinderen.

Beademingsstrategie

Kinderen worden beademd met de beademingsmachine van AVEA (Vyaire, Mettawa, Ill, USA) met een druk gecontroleerde (PC of CPAP/PSV) of volume gecontroleerde modus (VC/SIMV) afhankelijk van hun leeftijd en longcompliantie (met een proximale flowsensor tot 15 kg). Tijdens de SBT worden kinderen beademd met CPAP/PSV. In beide modi worden expiratoire teugvolumes (VTe) van 5-7 ml/kg nagestreefd, gemeten bij het Y-stuk van het patiëntencircuit. Piekdrukken worden hierbij lager dan 28 cm H₂O gehouden. FiO₂ en positieve eind expiratoire druk (PEEP) getitreerd om saturaties van 92-97% te behalen. Er wordt permissive hypercapnia toegepast (streef pH > 7,20-7,25). De ademfrequentie en inspiratietijd worden leeftijdsafhankelijk ingesteld. De flowtrigger wordt op 0.5 of 1.0 L/min ingesteld.

Er wordt passief bevochtigd middels een heat moist exchanger (HME) (Gibeck, Teleflex Mediacal, Vianen, Nederland). Kinderen worden geïntubeerd met een endotracheale tube met microcuff (KimVent, Pediatrics, Roswell, USA). Patiënten liggen in de houding van 30° anti-Trendelenburg en krijgen wisselligging. Daarnaast zijn de kinderen gesedeerd met midazolam en morfine of fentanyl met comfortscores van 8-12. Hierbij moet de patiënt comfortabel zijn maar ook zoveel mogelijk spontaan ademen voor het behoud van spierkracht en diafragmafunctie. Extubatiefalen is gedefinieerd als reïntubatie binnen 48 uur.

Op de Kinder IC wordt de SBT bij kinderen uitgevoerd als zij:

1. Triggeren aan de mechanische beademing;
2. Een oxygenatie index (OI) of oxygenatie saturatie index (OSI) < 6 mm Hg hebben;
3. Geen intensivering van de beademingsvoorwaarden hebben, 12 uur voorafgaand aan de SBT;
4. Hemodynamisch stabiel zijn (low-dose inotropie acceptabel).

Voor verdere uitvoering van de SBT wordt verwezen naar het flowdiagram in bijlage. Tijdens de artsensite wordt de SBT en extubatievoorwaarden geëvalueerd.

Onderzoekspopulatie:

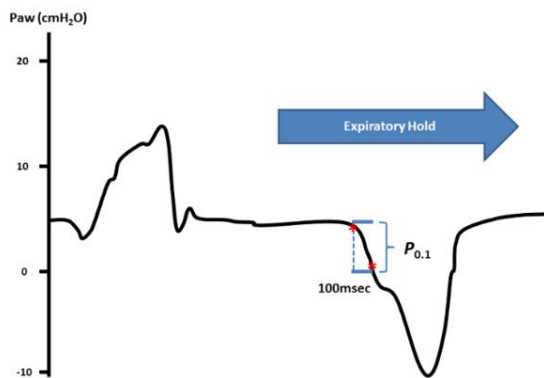
Kinderen tussen de 0 tot 18 jaar oud die een SBT ondergingen binnen 48 uur voor extubatie werden geïnccludeerd. Als de P0.1 alleen te meten was met een lagere gevoeligheid dan 2 cm H₂O werden deze vooraf geëxcludeerd. Kinderen die een bovenste luchtwegobstructie ontwikkelden post extubatie of kinderen die gereïntubeerd moesten worden in verband met een interventie werden geëxcludeerd.

De patiënten die slaagden voor de SBT hadden een P0.1 voorafgaand aan de SBT (met PS) en een P0.1 na de SBT (zonder PS). De patiënten die faalden voor de SBT werden teruggezet op de voorgaande beademingsinstellingen, aangezien zij niet in staat waren hun

gasuitwisseling zonder ondersteuning adequaat te houden.

Dataverzameling

De luchtwegocclusiedruk werd gemeten met behulp van de P0.1-manoeuvre op de AVEA beademingsmachine (Vyair, Mettawa, Ill, USA) voor 5 seconden met een gevoeligheid van 2 cm H₂O. Tijdens de occlusiemanoeuvre genereert de patiënt een negatieve luchtwegdruk tegen een gesloten klep van de beademingsmachine. De beademingsmachine meet de negatieve deflectie in de drukweergave wanneer de patiënt actief probeert in te ademen (zie afbeelding 1). Dit betekent dat tijdens de manoeuvre de inspiratieflowklep gesloten blijft en de poging tot inademen van de patiënt niet ondersteund wordt maar wel kan ademen. De P0.1 is de daling van de luchtwegdruk in de 100 milliseconden na het begin van de inspiratie tijdens een eind-expiratoire occlusie van de luchtwegen.



Afbeelding 1 (bewerkt), weergave van de P0.1 meting⁸.

Tijdens het ondergaan van de SBT werd gedocumenteerd of de patiënt voldeed aan de voorwaarden om geëxtubeerd te worden; of als de patiënt faalt, op basis van welke criteria dit is. Van alle patiënten is in EPIC, versie 2022 (elektronisch patiëntendossier, Verona, Wisconsin, USA) teruggezocht wat de patiënten karakteristieken waren.

Statistische analyse

Analyse werd gedaan in SPSS v28 (IBM, Amon, New York, USA). De data wordt weergegeven als mediaan [interquartile range], percentage (%) of aantal (n).

De Mann Whitney-U-test is gebruikt om te kijken naar verschillende variabelen in twee groepen, de Kruskal Wallis-toets is gebruikt om verschillen aan te tonen in de meerdere groepen en de Wilcoxon W-toets werd gebruikt voor de gepaarde meting tussen twee groepen. *P*-waarden < 0.05 werden als statistisch significant beoordeeld.

Resultaten

In totaal zijn er 274 kinderen (51,1% mannelijk), met een mediane leeftijd van 6.1 [7,1 ; 24.1] maanden oud geïncludeerd die een SBT ondergingen waarbij luchtwegocclusie druk (P0.1) werd gemeten. Vier van de 278 patiënten werden geëxcludeerd vanwege bovenste luchtweg obstructie en het ondergaan van een interventie. Er werden voorafgaand en aan het einde van de SBT een P0.1 gemeten. Het verschil in P0.1-waarden voorafgaand en na de SBT wordt beschreven als delta P0.1. De patiënten karakteristieken worden beschreven in tabel 1. De grootste groep, 163 kinderen (59,5%), werd opgenomen met primaire respiratoir insufficiëntie. Er waren 24 (8,6%) kinderen met een spierzwakte. Tweehonderd en één kinderen slaagden voor de SBT (73,4%), waarvan 194 (70,8%) kinderen binnen 24 uur succesvol geëxtubeerd werden.

Tabel 1 Patiënt karakteristieken	n = 274
Man	140 (51,1%)
Vrouw	134 (48,9%)
Leeftijd in maanden	6.1 [1,7 ; 24,1]
Opname reden:	
Respiratoir insufficiëntie	163 (59,5%)
Circulatoire insufficiëntie	8 (2,9%)
Cardio-chirurgie	42 (15,3%)
Chirurgie	39 (14,2%)
Trauma	5 (1,8%)
Overig	17 (6,2%)
Opnameduur in dagen:	8 [6 ; 12]
Spierzwak:	
Ja	24 (8,8%)
Behandeling :	
Conventioneel	224 (81,8%)
HFO/conventioneel	44 (16,1%)
ECLS/conventioneel	6 (2,2%)
SBT:	
Gefaald	73 (26,6%)
Geslaagd	201 (73,4%)
Extubatie:	
Ja 0 – 24 uur	194 (70,8%)
Ja 24 – 48 uur	25 (9,1%)
Nee	55 (20,1%)
Ondersteuning na extubatie:	
ja	35 (12,8%)
Nee	184 (67,2%)
Ondersteuning na extubatie:	
High flow zuurstoftherapie	16 (5,8%)
nCPAP	18 (6,6%)
Non Rebreathing Mask	1 (0,4%)
Reïntubatie	
Ja (binnen 48 uur)	8 (2,9%)

Getallen zijn weergegeven als nummer (% van totaal) of mediaan [IQR].

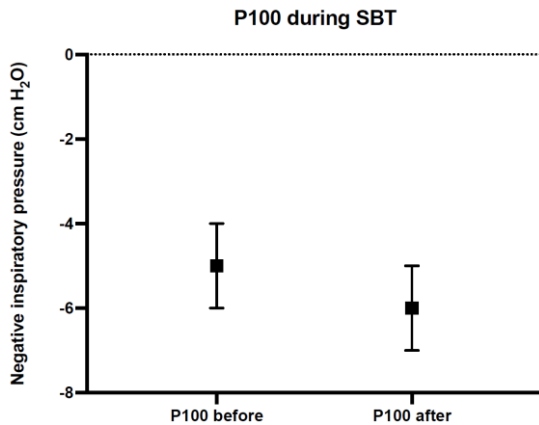
Tabel 2 P0.1 waarden

	n	P0.1 voor SBT	P0.1 na SBT	Delta P0.1
Gehele populatie	274	-5 [-6 ; -4]	-6 [-7 ; -5]	1 [1 ; 2]
Populatie spierzwak	24/274	-4 [-6 ; -3]	-6 [-6,5 ; -4,5]	1 [1 ; 3]
Populatie niet spierzwak	250/274	-5 [-6 ; -4]	-6 [-7 ; -5]	1 [1 ; 2]
Geslaagde SBT	201/274	-5 [-6 ; -4]	-6 [-7 ; -5]	1 [1 ; 2]
Gefaalde SBT	73/274	-5 [-6 ; -4]	-6 [-7,5 ; -5]	1,5 [0,75 ; 3]
Geslaagde extubatie < 24 uur	194/274	-5 [-6 ; -4]	-6 [-7 ; -5]	1 [1 ; 2]
Niet geëxtubeerd	55/274	-5 [-4 ; -6]	-6,5 [-8 ; -5]	1,5 [1 ; 3]
Ondersteuning na extubatie	35/274	-5 [-4 ; -6]	-6 [-5 ; -8]	1 [0 ; 2,25]
Reïntubatie < 48 uur	8/274	-4 [-5 ; -3,25]	-6 [-9 ; -5]	2 [1 ; 5]

De medianen [IQR] van de P0.1 (in cm H₂O) in de verschillende patiëntencategorieën.

Correlaties SBT

Er is geen correlatie over de gehele patiëntenpopulatie ($n = 274$) tussen de P0.1-waarden voorafgaand ($p = .339$) en aan het einde ($p = .196$) bij een geslaagde dan wel gefaalde SBT. Ook de delta P0.1 is niet gecorreleerd aan een geslaagde of gefaalde SBT ($p = .328$).



Grafiek 1, weergave van de de P0.1-waarden (P100) voorafgaand en na de SBT.

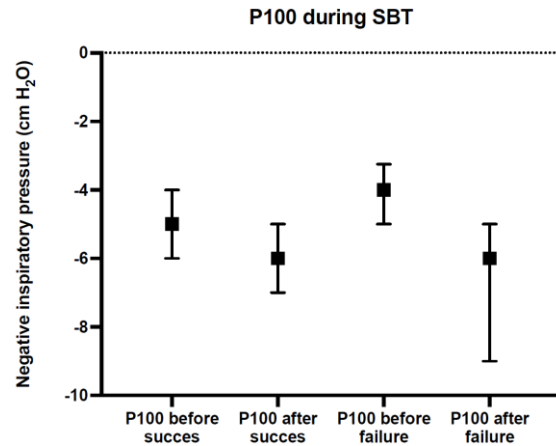
Er is een statistische significante correlatie met de leeftijd tussen de P0.1 voorafgaand aan de SBT en de P0.1 aan het einde van de SBT ($R^2 = 0,388$, $p < 0.01$). Ook is de delta P0.1 gecorreleerd aan de P0.1 aan het einde van de SBT ($R^2 = 0,418$, $p < 0.01$).

De opnameduur (2 tot 6 dagen) is niet gecorreleerd met de P0.1 voorafgaand ($p = .481$), en aan het einde van de SBT ($p = .110$) of de delta P0.1 ($p = .053$).

Een geslaagde extubatie binnen 24 uur ($n = 194$) heeft geen correlatie tussen de P0.1-waarden voorafgaand ($p = .331$) en aan het einde van de SBT ($p = .085$). Ook de delta P0.1 is niet gecorreleerd aan een geslaagde een gefaalde extubatie ($p = .233$).

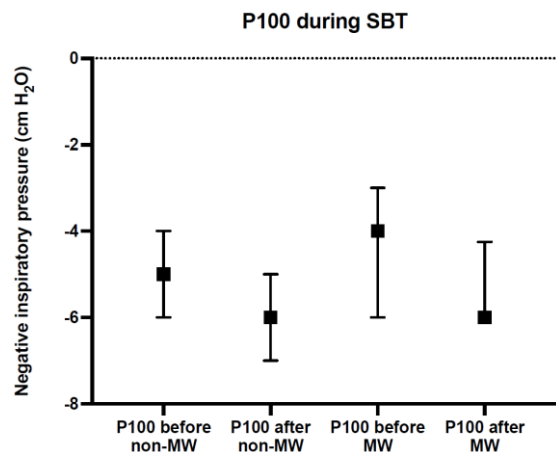
Bij de kinderen die ondersteuning nodig hadden na extubatie ($n = 35$) zijn er geen correlaties gevonden bij de P0.1-waarden voorafgaand ($p = .983$) en aan het einde van de SBT ($p = .206$). Ook de delta P0.1 is niet gecorreleerd. ($p = .689$).

In de groep van de kinderen die gereïntubeerd werden binnen 48 uur ($n = 8$) zijn geen correlaties gevonden in de delta P0.1 ($p = .067$) of de P0.1-waarden voorafgaand ($p = .142$) en aan het einde van de SBT ($p = .363$).



Grafiek 2, weergave van de P0.1-waarden (P100) van de kinderen succesvol geëxtubeerd (*succes*) zijn en van de kinderen die gereïntubeerd (*failure*) zijn.

Voor patiënten die een spierzwakte hebben door hun onderliggend lijden ($n = 24$) is er geen statistische significante correlatie met de P0.1 voorafgaand ($p = .124$) en aan het einde van de SBT ($p = .462$). Ook de delta P0.1 is niet statistisch significant ($p = .500$).



Grafiek 3, weergave van de P0.1-waarden (P100) van de kinderen zonder (*non MW = non-muscle weakness*) en met spierzwakte (*MW = muscle weakness*).

Discussie

Dit single center onderzoek is één van de eerste onderzoeken naar normaalwaarden bij kinderen van de P0.1 meting. Uit dit onderzoek konden geen verschillen worden aangetoond in de P0.1 voorafgaand en na een SBT. Ook als we kijken naar de groepen die slaagden dan wel faalden voor de SBT kunnen we geen verschil aantonen voor P0.1-waarden. In de groep van extubatiefalen werd er geen verschil aangetoond in P0.1-waarden. De verwachting was dat met het toenemen van de leeftijd de P0.1 zou stijgen mede gezien de patiënt meer spierkracht heeft. In onze populatie zagen wij een significante correlatie. Echter de richtingscoëfficiënt was zeer zwak.

Wat opvalt is dat de respiratoire drive niet toeneemt aan het einde van de SBT. Een verklaring voor het feit dat er geen verschil is tussen de P0.1 voorafgaand en na de SBT is dat de P0.1 pas gaat veranderen als de respiratoire drive van de patiënt verandert. De respiratoire drive van een patiënt kan pas veranderen als de patiënt meer dan wel minder respiratoir insufficiënt wordt. In onze populatie werd de SBT afgebroken als er meer respiratoire distress werd gezien. En in deze gefaalde groep is er ook geen P0.1 na de SBT gemeten. De patiënten die geen toename van respiratoire distress lieten zien hadden kennelijk dus voldoende respiratoire drive over en daarom zal de P0.1 hierbij ook niet veranderen. In de groep die faalde tijdens de SBT zijn geen P0.1-waarden gemeten aan het einde hiervan, als deze wel waren gemeten hadden we meer inzicht gehad in deze groep. Een tweede verklaring kan zijn dat patiënten zonder PS een SBT kunnen uitvoeren. Er is aangetoond dat kinderen bij het verlagen van de PS een acceptabele verhoogde ademarbeid hebben, de stijging van de ademarbeid wordt weergegeven in Joules/L⁹. Dit geeft dus geen respiratoire distress en dus geen veranderingen in respiratoire drive en geen verandering in P0.1.

De kinderen die een spierzwakte hebben door hun onderliggend lijden zoals psychomotorische retardatie, spierzwakte of ICU acquired weakness hebben in vergelijking

tot de kinderen zonder een spierzwakte geen veranderende P0.1-waarden.

Gefaalde extubaties zijn geassocieerd met een langere opnameduur op de IC en zelfs met verhoogde mortaliteit¹⁰. Er is weinig tot geen literatuur bekend over de P0.1 bij kinderen in combinatie met een SBT en extubatiefalen. Manczur *et al*¹¹. beschrijft bij een kleine groep kinderen die faalde voor extubatie een lagere P0.1 waarde dan kinderen die slaagden voor extubatie vergeleken met volwassenen. Uit het onderzoek over volwassenen van Talias *et al*⁶. wordt een P0.1 beschreven van 4 cm H₂O om een succesvolle extubatie te voorspellen. Echter, zijn de P0.1-waarden van volwassenen moeilijk te vergelijken met die van de kinderen. Dit omdat een kind niet instrueerbaar is om zo diep mogelijk in te ademen tijdens de manoeuvre, in vergelijking met de uitvoering van de manoeuvre bij volwassenen.

Tot slot laat dit onderzoek zien dat een SBT zonder PS veilig kan worden uitgevoerd. De gedachte dat er PS aan CPAP moet worden toegevoegd om de WOBimp, de energie die nodig is om de extra ademarbeid ten gevolge van de tube te genereren en te compenseren. Khemani *et al*¹². Concludeerde dat ongeacht de tubemaat, het gebruik van PS tijdens een SBT de ademarbeid van de patiënt post-extubatie overschat. Ook in een bench-studie werd er geconcludeerd dat ongeacht de grootte van de tubemaat de WOBimp laag was bij spontaan ademen en met leeftijd adequate piekflows¹³.

Beperkingen van dit onderzoek

Dit onderzoek heeft een aantal beperkingen. Eén van de beperkingen van dit onderzoek is dat er op dit moment geen uniforme manier is om de P0.1 te meten. De P0.1 wordt afgelezen van de beademingsmachine en wordt beïnvloedt door patiënt gerelateerde of technische factoren (intrinsieke PEEP, plaats van de meting in het patiëntencircuit, ingestelde gevoeligheid tijdens de meting). Daarnaast is een kind niet instrueerbaar om zo diep mogelijk in te ademen, waardoor de gemeten occlusiedruk niet vergeleken kan worden met volwassenwaarden.

Een tweede beperking is dat er alleen naar de P0.1 is gekeken en niet naar andere klinische parameters die meer informatie zouden kunnen geven waarop kinderen faalden of slaagden voor een SBT dan wel extubatiefalen. Knox *et al*¹⁴. concludeerde dat het beoordelen van een patiënt tijdens een SBT op alleen klinische observaties mogelijk kinderen laat slagen, die op basis van andere parameters zouden falen. Er zijn veel parameters die geassocieerd zijn met extubation readiness, zoals rapid shallow breathing index (RR/Tv), verandering in deltaPes (oesofageale druk) gedurende de inspiratie in cm H₂O, ademhalingsfrequentie (RR x per minuut), saturatie, etCO₂, Tv (ml/kg), Pressure-rate product (delta Pes x RR) en ademarbeid (Joules/L). Deze laatste twee meting blijken uit dit onderzoek een voorspellende waarde te zijn tijdens een SBT.

De derde beperking is dat er niet gekeken is naar de duur van de SBT. Bij de invoering van de SBT (november 2020) was de duur van de SBT langer (minimaal 120 minuten), dit veranderde een jaar later naar minimaal 30 minuten en bij twijfel of kinderen toe waren aan extubatie naar maximaal 120 minuten. Uit recent onderzoek blijkt dat een SBT van 30 minuten mogelijk de kinderen mist die wel zouden falen voor de SBT tussen de 30 en 120 minuten. Een 120 minuten durende SBT geeft meer een weergave van de ademarbeid en respiratoire effort. In dit onderzoek werden alleen acute respiratoire distress syndroom

(ARDS) patiënten geïncludeerd met een strikte OI en OSI waarde¹⁴.

Een laatste beperking is dat dit onderzoek een single center betreft met wel een grote onderzoekpopulatie (n = 274).

Conclusie

De P0.1 gemeten voor en na SBT bij kinderen aan de beademing is niet statisch significant. Daarnaast is de P0.1 niet voorspellend voor een geslaagde of gefaalde SBT en extubatiefalen. Waarden voor de P0.1 bij kinderen zullen nader bepaald moeten worden.

Aanbevelingen

Er zal verder onderzoek gedaan moeten worden naar de vraag hoe de klinische parameters zich verhouden tijdens de SBT. Ook zal de tijdsduur van de SBT onderzocht moeten worden in combinatie met deze klinische parameters. Indien blijkt dat een SBT met P0.1 metingen niet succesvol zijn in het identificeren van patiënten die falen na extubatie, moet er gekeken worden naar andere metingen zoals Pressure-rate product en ademarbeid in het kader van een extubation readiness-test. Bij de aanschaf van een nieuwe beademingsmachine moet er gekeken worden hoe de P0.1 meting plaatsvindt en of de meting betrouwbaar is.

Literatuur

1. van Dijk J, Blokpoel RGT, Abu-Sultaneh S, Newth CJL, Khemani RG, Kneyber MCJ. *Clinical Challenges in Pediatric Ventilation Liberation: A Meta-Narrative Review*. *Pediatr Crit Care Med*. 2022 Dec 1;23(12):999-1008. doi: 10.1097/PCC.0000000000003025. Epub 2022 Jul 14. PMID: 35830707; PMCID: PMC9708079.
2. Newth CJ, Venkataraman S, Willson DF, Meert KL, Harrison R, Dean JM, Pollack M, Zimmerman J, Anand KJ, Carcillo JA, Nicholson CE; Eunice Shriver Kennedy National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network. *Weaning and extubation readiness in pediatric patients*. *Pediatr Crit Care Med*. 2009 Jan;10(1):1-11. doi: 10.1097/PCC.0b013e318193724d. PMID: 19057432; PMCID: PMC2849975.
3. Farias JA, Alía I, Retta A, Olazarri F, Fernández A, Esteban A, Palacios K, Di Nunzio L, Fernández G, Bordón A, Berrondo C, Sheehan G. *An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children*. *Intensive Care Med*. 2002 Jun;28(6):752-7. doi: 10.1007/s00134-002-1306-6. Epub 2002 May 9. PMID: 12107682.
4. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, Hanson JH, Gedeit RG, Meert KL, Luckett PM, Forbes P, Lilley M, Thompson J, Cheifetz IM, Hibberd P, Wetzel R, Cox PN, Arnold JH; Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) Network. *Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial*. *JAMA*. 2002 Nov 27;288(20):2561-8. doi: 10.1001/jama.288.20.2561. PMID: 12444863.
5. van Dijk J, Blokpoel RGT, Koopman AA, Dijkstra S, Burgerhof JGM, Kneyber MCJ. *The effect of pressure support on imposed work of breathing during paediatric extubation readiness testing*. *Ann Intensive Care*. 2019 Jul 2;9(1):78. doi: 10.1186/s13613-019-0549-0. PMID: 31267228; PMCID: PMC6606677.
6. Telias I, Junhasavasdikul D, Rittayamai N, Piquilloud L, Chen L, Ferguson ND, Goligher EC, Brochard L. *Airway Occlusion Pressure As an Estimate of Respiratory Drive and Inspiratory Effort during Assisted Ventilation*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020 May 1;201(9):1086-1098. doi: 10.1164/rccm.201907-1425OC. PMID: 32097569.
7. Vaporidi K, Akoumianaki E, Telias I, Goligher EC, Brochard L, Georgopoulos D. *Respiratory Drive in Critically Ill Patients. Pathophysiology and Clinical Implications*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020 Jan 1;201(1):20-32. doi: 10.1164/rccm.201903-0596SO. PMID: 31437406.
8. Telias I, Damiani F, Brochard L. *The airway occlusion pressure (P_{O.1}) to monitor respiratory drive during mechanical ventilation: increasing awareness of a not-so-new problem*. *Intensive Care Med*. 2018 Sep;44(9):1532-1535. doi: 10.1007/s00134-018-5045-8. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29350241.
9. van Dijk J, Koopman AA, de Langen LB, Dijkstra S, Burgerhof JGM, Blokpoel RGT, Kneyber MCJ. *Effect of pediatric ventilation weaning technique on work of breathing*. *Respir Res*. 2022 Jul 13;23(1):184. doi: 10.1186/s12931-022-02106-6. PMID: 35831900; PMCID: PMC9281016.

10. Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, Rice T, Sachdeva RC, Patel NR, Takano J, Easterling L, Scanlon M, Musa N, Brill R, Wells D, Park GS, Penfil S, Bysani KG, Nares MA, Lowrie L, Billow M, Chiochetti E, Lindgren B. *Extubation failure in pediatric intensive care: a multiple-center study of risk factors and outcomes*. Crit Care Med. 2003 Nov;31(11):2657-64. doi: 10.1097/01.CCM.0000094228.90557.85. Erratum in: Crit Care Med. Jul;32(7):1632-3. Scanlon Mathew [corrected to Scanlon Matthew]. PMID: 14605539.
11. Manczur TI, Greenough A, Pryor D, Rafferty GF. *Assessment of respiratory drive and muscle function in the pediatric intensive care unit and prediction of extubation failure*. Pediatr Crit Care Med. 2000 Oct;1(2):124-6. doi: 10.1097/00130478-200010000-00006. PMID: 12813262.
12. Khemani RG, Hotz J, Morzov R, Flink RC, Kamerkar A, LaFortune M, Rafferty GF, Ross PA, Newth CJ. *Pediatric extubation readiness tests should not use pressure support*. Intensive Care Med. 2016 Aug;42(8):1214-22. doi: 10.1007/s00134-016-4387-3. Epub 2016 Jun 18. PMID: 27318942.
13. van Dijk J, Blokpoel RGT, Koopman AA, Brandsema R, Newth CJL, Kneyber MCJ. *Spontaneous Breathing and Imposed Work During Pediatric Mechanical Ventilation: A Bench Study*. Pediatr Crit Care Med. 2020 Jul;21(7):e449-e455. doi: 10.1097/PCC.0000000000002309. PMID: 32427436.
14. Knox KE, Hotz JC, Newth CJL, Khoo MCK, Khemani RG. *A 30-Minute Spontaneous Breathing Trial Misses Many Children Who Go On to Fail a 120-Minute Spontaneous Breathing Trial*. Chest. 2023 Jan;163(1):115-127. doi: 10.1016/j.chest.2022.08.2212. Epub 2022 Aug 28. PMID: 36037984.

Bijlage 1. | Flowdiagram SBT

Flowdiagram Spontaneous Breathing Trial

De patiënt mag een SBT ondergaan als deze:

- Triggert aan de beademing;
- De oxygenatie index of oxygenatie saturatie index < 6 is;
- Geen intensivering van de beademingsvoorwaarden heeft, 12 uren voorafgaand aan de SBT;
- Hemodynamisch stabiel is (low-dose inotropie inbegrepen)

Uitvoering:

- Zet patiënt op modus CPAP/PSV
- Doe een MIP/P100 manoeuvre (gevoeligheid 2 cm H₂O en duur 5 seconden) en noteer waarden in EPIC
- Zet de PSV naar 0, de PEEP op 5 cm H₂O en de FiO₂ op 0.4-0.5 (Let op: bij patiënten verhoogde longflow FiO₂ 0.21)

Observeer gedurende minimaal 30 tot maximaal 120 minuten:

Teugvolumes > 5 ml/kg, etCO₂, streef SpO₂ $> 92\%$ ($> 75\%$ bij gemengde circulatie) ademhalingsfrequentie (binnen normaalwaarden) en work of breathing.

Patiënt behoudt adequate waarden?

ja

nee

- Patiënt is geslaagd voor SBT.
- Doe een MIP/P100 manoeuvre zonder PS en noteer waarden in EPIC.
- Daarna terug op voorgaande beademingsinstellingen.
- Overleg met arts over afspraken omtrent extubatie (ERT).

- Patiënt is niet geslaagd voor SBT.
- Terug op voorgaande beademingsinstellingen.
- Noteer reden van gefaalde SBT.
- Overleg gefaalde SBT in artsensite.

Bijlage 2. | Functieprofiel van de Ventilation Practitioner

De Pediatriche Ventilation Practitioner

“ Gezond opgroeien naar volwassenheid ”

Op de Kinder Intensive Care (Kinder-IC) van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) zijn vanaf februari 2023 twee Ventilation Practitioners werkzaam. Van een Ventilation Practitioner wordt verwacht te participeren onderdeel te zijn van de werkgroep respiratie in het multidisciplinaire team van de Kinder-IC.

De werkgroep respiratie bestaat straks uit twee Ventilation Practitioners, één technisch geneeskundige en twee kinderintensivisten. Een enthousiaste werkgroep, die streeft naar een gezamenlijk doel, namelijk optimale ademhalingsondersteuning van het kritisch zieke kind op de Kinder-IC.

Door de vele verschillende specialismen is het van belang dat de ondersteuning van de respiratie wordt afgestemd op de specifieke problemen van de patiënt. Een kind met een neurotrauma heeft heel andere aandachtspunten op het gebied van respiratie dan een patiënt met ARDS of een patiënt met een complexe hartafwijking.

De Kinder IC is zeer vooruitstrevend op het gebied van beademing. Voorbeelden hiervan zijn het gebruik van oesofageale drukmeting, het gebruik van hoog frequente oscillatie ventilatie (HFO-V) en de functie van de technisch geneeskundige op de afdeling. Maar ook op het gebied van wetenschappelijk onderzoek bij kinderen aan de beademing is de afdeling vooruitstrevend en wordt er geparticipeerd in (internationaal) wetenschappelijk onderzoek. Van de Ventilation Practitioner wordt verwacht hier eveneens een rol in te spelen. Andere speerpunten van de Ventilation Practitioner op de Kinder IC zijn kortere beademingsduur en (protocollair) weanen, individueel afgestemde beademing, voortzetten van HFO-V en het vergroten van kennis op de afdeling over de nieuwste ontwikkelingen op beademingsgebied.

Vanaf februari 2023 is er dagelijks een VP-er of technische geneeskundige aanwezig is op de afdeling. De VP-er is dan grotendeels verantwoordelijk voor de kennis van de verpleegkundigen op de afdeling van de kinder-IC. Daarnaast zal zij mee gaan in nieuwe innovaties op het gebied van beademing. Alles met als doel de beste kwaliteit van zorg voor de beademde patiënt.

Jaarlijks wordt er een overzicht gemaakt met de werkgroep waarin gestreefd wordt naar gezamenlijke doelen, waarin duidelijk beschreven staat hoe deze doelen behaald gaan worden.

Missie

De Ventilation Practitioner op de Kinder IC van het UMCG levert, samen met de Kinder IC verpleegkundigen de beste zorg. Het doel van de Ventilation Practitioner is om ieder kind op de afdeling, individueel, zo optimaal mogelijk te ondersteunen op respiratoir gebied. Maar daarnaast ook kwaliteit van zorg; alle collega's zich veilig te laten voelen en bekwaam te laten zijn met de middelen die we hebben, op gebied van respiratoire ondersteuning. Voor het leveren van topklinische zorg moet je meegaan in de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van beademing. Samen met de respiratiewerkgroep wil de Ventilation Practitioner graag een vooruitstrevende functie neerzetten, gericht op kwaliteit van zorg.

Karaktereigenschappen die passen bij deze functie zijn deskundigheid, enthousiasme, groot verantwoordelijkheidsgevoel, goede communicatieve vaardigheden, flexibiliteit en bescheidenheid.

Functieprofiel Pediatrische Ventilation Practitioner

Kerntaak 1: Zorginhoudelijk

Na het afronden van de opleiding kan de Ventilation Practitioner op de Kinder-IC zelfstandig de beademingsstrategie bepalen, bij ongecompliceerde beademingstrajecten. Voorbeelden hiervan zijn het maken van individuele wean-schema's, het aanpassen van de beademingsvoorwaarden (waarna overleg met de kinderintensivist of technisch geneeskundige volgt) en het doen van metingen om te beoordelen of de patiënt nog veilig wordt beademd en vervolgens suggesties te doen voor optimaal beademingsbeleid.

De VP:

- Is tijdens haar VP-dagen actief betrokken bij de patiënt bespreekt met de verpleegkundigen de beademingsdoelen door en signaleert beademing gerelateerde problemen.
- Maakt individuele wean-schema's en evalueert deze.
- Voert peeptitratie uit aan de invasieve beademing en recroteer manoeuvres en CDP challenges uit bij patiënten aan de HFO.
- Past de EIT toe om ondersteuning te optimaliseren of beademingsproblemen inzichtelijk te maken.

Kerntaak 2: Innovatie

Het op de hoogte blijven van nieuwe ontwikkelingen wordt gedaan door het volgen van (internationale) symposia en congressen en lidmaatschap van bijvoorbeeld ESPNIC (european society of paediatric and neonatal intensive care). Jaarlijks komt de respiratiewerkgroep van de Kinder-IC bijeen om een jaarplan te schrijven met hierin de doelen die de Kinder-IC het betreffende jaar wil bereiken en de manier waarop. Onderling, binnen de respiratiewerkgroep, worden relevante artikelen gedeeld en besproken. Nieuwe materialen op het gebied van beademingsondersteuning worden door de Ventilation Practitioner geïntroduceerd en geïmplementeerd. De VP:

- Volgt een cursus longechografie en past deze vaardigheden toe in de diensten en tijdens kantoordagen.
- Is en blijft op de hoogte van nieuwe materialen en introduceert deze. Bij het invoeren van een nieuw product wordt er een prospectieve risico inventarisatie (PRI) geschreven.
- Deelt artikelen binnen de respiratiewerkgroep.
- Vertaalt wetenschappelijke artikelen naar het verpleegkundig personeel.
- Bezoekt symposia.
- Participeert in wetenschappelijk onderzoek op de afdeling en verricht hierbij metingen.
- Via verschillende app's wordt contact onderhouden met collega- VP in Nederland en België en zullen er jaarlijkse ontmoetingen gepland worden.
- Onderhoudt netwerkcontacten met andere VP's/ PICU's/ firma's.
- Neemt actief deel aan de vakgroep Practitioners Nederland.

Kerntaak 3: Kwaliteit en deskundigheidbevordering

Deskundigheidsbevordering is een taak van de Ventilation Practitioner, zowel binnen het verpleegkundig als het multi-disciplinaire team. Dit zal plaatsvinden tijdens de zogenaamde 'maand van', waarbij elk jaar een thema op gebied van respiratie zal worden geschoold. Wekelijks zal de ventilator-round aan bed plaatsvinden, waarbij een casus inhoudelijk en beademing gerelateerd zal worden besproken met het aanwezige team. Praktische vaardigheden, zoals opbouwen van HFO, NO, CPAP etc. kunnen getraind worden op scholingsdagen. De Ventilation Practitioner heeft een signalerende en adviserende rol en levert een actieve bijdrage aan de verbetering van de kwaliteit van de zorg en is betrokken bij beleidsontwikkeling binnen de Kinder-IC. De VP:

- Heeft een signaleringsfunctie; signaleert knelpunten en draagt pro-actief oplossingen aan.
- Is vraagbaak voor de collega's in de dienst.
- Geeft scholing aan verpleegkundigen, nieuwe cursisten en arts assistenten.
- Maakt lessen/scholing uniform zodat er meer aansluiting is op de opleiding tot Kinder IC verpleegkundige.
- Geeft bed-side teaching aan verpleegkundigen.
- Geeft wekelijks een 'ventilator-round' op een nader te bepalen moment.
- Trainingen van praktische vaardigheden; zoals opbouwen iNO/HFO/AVEA/Hamilton transportbrancard.
- Draagt zorg voor protocollen en richtlijnen t.a.v. non-invasieve en invasieve ademhalingsondersteuning.
- Draagt bij aan het bijhouden van het digitaal LMS (leer management systeem) voor verpleegkundigen.
- Is toegankelijk voor kennisoverdracht, ondersteuning en advies aan het verpleegkundig team. Is er voor het in stand houden en verhogen van de kennis van het team op respiratoir gebied.
- Adviseert bij problemen van materialen en draagt tijdelijke oplossingen aan.
- Blijft op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen, onderzoeken en vakliteratuur en vertaalt dit naar de werkvloer.
- Heeft maandelijks een overleg met de respiratie werkgroep (twee kinderintensivisten en technisch geneeskundige) over de lopende onderzoeken, materialen, protocollen en eventuele knelpunten op de afdeling. Dit wordt in de maandelijks nieuwsbrief teruggekoppeld aan het team van de Kinder IC.

Mijn functie in het komende jaar:

Ik wil mij in het aankomende jaar focussen op mijn eigen deskundigheidsbevordering en dat van mijn collega's door:

- Een cursus longechografie te volgen en uit te voeren op de Kinder IC.
- Het onderzoek zoals beschreven in dit artikel een vervolg te geven en meer parameters mee te nemen dan alleen de PO.1-meting.
- Een verpleegkundige beademingsreader te maken waarin er voor nieuwe cursisten en Kinder IC verpleegkundigen duidelijk de beademingsstrategie.
- Verdieping te zoeken in de verschillende beademingsmachine die er zijn vanwege de nieuwe aanschaf hiervan.

Lange termijn doelen:

Over 3 jaar hopen we gezamenlijk een goed lopende respiratiewerkgroep te hebben, waarin we de taken hebben verdeeld en uitgebreid met verpleegkundigen. Jaarlijks worden gezamenlijke doelen van de respiratiewerkgroep gemaakt, vastgelegd en geëvalueerd in een jaarplan.

De scholing is helder en duidelijk verwerkt via LMS. De nieuwe beademingsmachine is in gebruik genomen en protocollen zijn helder en duidelijk vindbaar op één plek.

Wij zijn als VP-ers inzetbaar voor handelingen als; longechografie, het doen van EIT's, het meten van oesofageale drukken met behulp van de polybench, recruteren en CDP challenges aan de HFO en het maken van individuele weanschema's.

Daarnaast wordt de Kinder IC mogelijk uitgebreid bij het behoud van het kinderhartcentrum, wat meer onderwijs zal betekenen. Het wordt dan een uitdaging om de kennis van deze grote groep collega's op het zelfde niveau te krijgen en houden. Daardoor zou uitbreiding van de werkgroep wenselijk zijn.