

P0.1 of ΔP_{occ} , maat voor P-SILI of SILY?

Is er een verband aantoonbaar tussen de P0.1 en de ΔP_{occ} en de daarvan afgeleide ΔPI ?¹

C.Poot¹, F.T.F Snellen²

*¹ Intensive Care practitioner i.o. uitrstroomprofiel Ventilation
en Intensive Care Verpleegkundige*

²Thorax-Anesthesioloog Intensivist

Abstract

Inleiding

Binnen de Intensive Care (IC) worden patiënten behandeld die om diverse redenen ondersteuning nodig hebben van vitale functies, bijvoorbeeld door middel van invasieve mechanische beademing. Het streven hierbij is om secundaire longschade ten gevolge van invasieve beademing te voorkomen door zogenaamde long protectieve beademing, waarbij aanvaardbare ventilatiedrukken zoals piekdrukken, plateaudrukken, optimale Positieve End Expiratory Pressure (PEEP) en driving pressure en een beperkt teugvolume van 6-8 ml/kg ideaal lichaamsgewicht (IBW) worden toegepast. Zodra de patiënt eigen ademdrive heeft en wordt overgegaan op druk ondersteunde vorm van beademing is het van belang de mate van ademdrive goed te monitoren om het risico op patiënt-geïnduceerde longbeschadiging (zgn. Patiënt-Self Inflicted Lung Injury, P-SILI) zo klein mogelijk te houden. Om de patiënten nauwkeurig te monitoren, worden vitale parameters gevolgd en maken we gebruik van metingen met behulp van de beademingsapparatuur. Één van de meetwaarden die door de beademingsapparatuur kan worden verstrekt, als maat voor de ademdrive van de patiënt, is de negatieve luchtwegdruk gegenereerd tijdens de eerste 100 ms na een occlusie (P0.1). Momenteel wordt de P0.1-meting gehanteerd als de standaardmethode voor het monitoren van de ademdrive op de IC van Isala.

Nieuw onderzoek van Bertoni et al suggereert echter dat het meten van de totale daling van de luchtwegdruk tijdens een expiratoire occlusie (ΔP_{occ}) en het daaruit afleiden van de berekende transpulmonale driving pressure (ΔPI) tijdens druk ondersteunde vorm van beademing mogelijk nog beter inzicht kan bieden van het risico op longschade veroorzaakt door patiënt-geïnduceerde longbeschadiging (P-SILI). De onderlinge relatie tussen P0.1, ΔP_{occ} en de berekende ΔPI is momenteel echter niet bekend. Dit specifieke onderzoek beoogt vast te stellen of er daadwerkelijk een verband bestaat tussen P0.1 en ΔP_{occ} , en of deze metingen bruikbaar zijn als middel om de verhoogde ademhalingsdrive en mate van dynamische long stress, bij patiënten die spontaan ademen met behulp van de beademingsmachine, te monitoren.

Methode

De onderzoeksmethode omvat het prospectief verzamelen van gegevens van ten minste 30 patiënten die voldoen aan specifieke inclusiecriteria, waaronder leeftijd, duur van beademing en beademingsmodus. Metingen zoals P0.1, ΔP_{occ} en berekende ΔPI worden uitgevoerd met behulp van de Dräger-beademingsmachine. Ook worden sedatieniveaus en andere relevante klinische parameters geregistreerd.

De data-analyse omvat een lineaire regressieanalyse met gebruik van de correlatiecoëfficiënt van Pearson om het verband tussen P0.1 en ΔP_{occ} en ΔPI te bepalen. Descriptieve statistiek wordt gebruikt om de gegevens te beschrijven, en niet-parametrische tests worden toegepast als de gegevens niet normaal verdeeld zijn.

Resultaten

Bij een cohort van 35 patiënten (waarvan 65,7% mannelijk) werden de metingen volgens het vastgestelde protocol uitgevoerd. De gemiddelde leeftijd van deze groep bedroeg 59 jaar, met een gemiddeld gewicht van 77,4 kg. De gemiddelde duur van beademing was 11 dagen, en de reden voor opname was in 37,1% van de gevallen pulmonaal gerelateerd.

Tijdens de uitgevoerde metingen werd een gemiddelde P0.1 van -2,8 vastgesteld, terwijl de gemiddelde ΔP_{occ} -12,8 bedroeg. De gemiddelde berekende ΔPI was 15,7. De Pearson correlatiecoëfficiënt toonde een waarde van 0,70 ($p < 0,001$) tussen P0.1 en ΔP_{occ} , en een correlatiecoëfficiënt van 0,58 ($p < 0,001$) tussen P0.1 en de berekende ΔPI .

Deze bevindingen geven inzicht in het verband tussen P0.1, ΔP_{occ} en berekende ΔPI in deze specifieke populatie. De correlaties benadrukken de onderlinge afhankelijkheid van deze parameters en suggereren hun potentieel als indicatoren voor longfunctie en mechanische beademing.

Conclusie

Er is door dit onderzoek een redelijk sterk verband aangetoond tussen de P0.1 en ΔP_{occ} en tussen de P0.1 en de berekende ΔPI . De Pearson correlatie coëfficiënt is respectievelijk 0.703 en 0.578 Dit betekent dat bedside door IC-verpleegkundigen het meten van de P0.1 voldoende is om de ademdrive/ het risico op P-SILI te monitoren.

Incongruente waarde en kliniek kunnen aanleiding zijn tot het meten van de ΔP_{occ} en het berekenen van de ΔPI . Dit kan tevens aanleiding geven tot het verrichten van meer invasieve drukmetingen zoals de Pes en PI met behulp van een oesophagusballon.

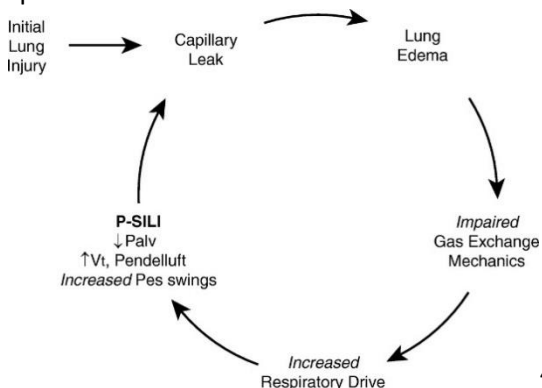
Introductie

Op de Intensive Care liggen patiënten die om diverse redenen ondersteuning nodig hebben van vitale functies, onder andere door middel van invasieve mechanische beademing. Gouden standaard is het long protectief beademen². Dit wordt bereikt door toepassing van acceptabele beademingsdrukken en kleine teugvolumes van 6-8ml/kg IBW. Daarnaast wordt gestreefd naar een optimaal PEEP-niveau welke bepaald wordt op basis van (hoogste) compliantie.

Na verloop van tijd gaan de patiënten over van gecontroleerde naar ondersteunde beademing, dit brengt andere risico's met zich mee. Een van die veronderstelde risico's is P-SILI.

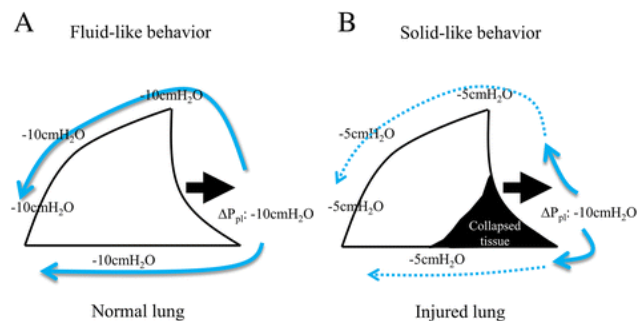
Een verhoogde ademdrive kan leiden tot P-SILI. Naast toename van de teugvolumes, kan dit resulteren in toename van schommelingen in de transpulmonaaldruk (P_L).

Door dit laatste kan het Pendelluft fenomeen ontstaan: een shift van alveolaire lucht van gezonde longdelen, naar aangedane longdelen. Dit komt door de lokale drukverlaging in aangedane longdelen. Het resultaat hiervan is een verhoogd risico op secundaire longschade.³ Dit houdt weer in dat door de verslechterde gaswisseling de patiënt een nog hogere ademdrive kan krijgen. Zo zou de patiënt in een negatieve spiraal terecht kunnen komen.



4

Figuur 1: P-SILI



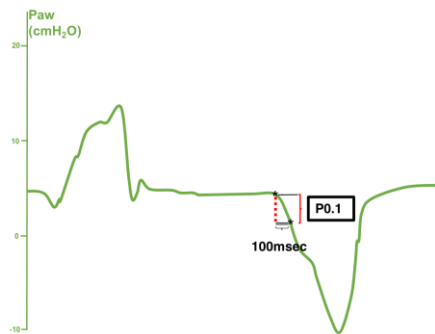
5

Figuur 2 Pendelluft fenomeen

Bij geïntubeerde, spontaan ademende patiënten is één van die metingen die je kunt uitvoeren om een indruk te krijgen van het risico op P-SILI de P0.1. Dit is een maat voor de ademdrive die een patiënt heeft. Dit is de huidige standaard voor het meten van ademdrive op de Intensive Care in Zwolle.⁶ De P0.1 is een meting die de beademingsmachine automatisch kan meten. De Draeger beademingsmachine Infinity V600 houdt het inspiratieventiel na een expiratie gesloten en meet de afname van de luchtwegdruk die gedurende 100 ms wordt geproduceerd door de inspiratoire inspanning van de patiënt. Het tijdsinterval van 100 ms begint als een onderdruk van -0,5 mbar (of hPa of cmH₂O) onder PEEP/CPAP is gemeten tijdens de inspiratoire inspanning. De tweede drukwaarde wordt bepaald na 100 ms. De occlusiedruk P0.1 is het verschil tussen de drukwaarden "P2 - P1".⁷ Normaalwaarden zijn -3 tot -5 cmH₂O.

Minder negatieve waarden (-1 tot -2) kunnen betekenen dat de patiënt te veel ondersteuning krijgt, en met minder drukondersteuning zou kunnen toekomen.

Te hoge waarden kunnen wijzen op een te hoge ademdrive, maar ook wijzen op onvoldoende sedatie of te weinig drukondersteuning.



Figuur 3 P0.1 meting

De P0.1 geeft slechts een inschatting van de druk die de patiënt genereert bij een ademdeug naar aanleiding van een meting van een deel van die inspanning.

Dit zou kunnen betekenen dat de daadwerkelijke inspanning hoger of lager kan zijn. Het artikel van Brochard et al⁹ laat zien dat met name automatisch berekende waarden door verschillende beademingsmachines een onderschatting van de ademdrive kunnen geven

Recent onderzoek, zoals beschreven door Bertoni et al,¹ heeft laten zien dat het meten van de totale daling van de luchtwegdruk tijdens een eind-expiratoire occlusie, de ΔP_{occ} van toegevoegde waarde kan zijn bij het signaleren van een te hoge ademdrive en toegenomen longstress.

Bertoni et al tonen aan dat door middel van het meten van deze ΔP_{occ} , een inschatting kan worden gemaakt van het risico op P-SILI bij een patiënt.¹⁰ Als voorbeeld kan op basis van de ΔP_{occ} een berekening gemaakt worden van de ΔPI , dit is de maat voor stress op longniveau. Deze metingen kunnen afwijkende waarden aantonen met hoge sensitiviteit en specificiteit.

Afwijkende waarden zouden ook reden kunnen zijn voor meer invasieve metingen zoals oesophagusdrukmeting.

Door het meten van de ΔP_{occ} kan bepaald worden of er een andere sedatie/pijnbestrijdingsstrategie, meer inspiratoire ondersteuning of een andere beademingsvorm nodig is om de longen te beschermen tegen P-SILI.

Voor mijn onderzoek wil ik onderzoeken of er voldoende correlatie is tussen de P0.1 en de ΔP_{occ} zoals beschreven door Bertoni en de hiervan afgeleide ΔPI . Anders gezegd: is voor het monitoren van de ademdrive en het risico op P-SILI, een P0.1 meting voldoende?

Probleemstelling

Er wordt verondersteld dat P-SILI ernstige gevolgen kan hebben voor een patiënt¹¹, dit vraagt om een adequate monitoring van het ontstaan hiervan door het behandelteam. Binnen de Intensive Care van Isala wordt de ademdrive en het risico op P-SILI gemonitord door middel van de P0.1 meting op de Dräger beademingsmachine.

Daarnaast speelt het lichamelijk onderzoek van de patiënt hierbij ook een rol, denk hierbij aan tekenen van verhoogde ademarheid zoals tachypneu, intrekkingen, gebruik hulpademhalingsspieren en paradoxale ademhaling.¹²

Er zijn nieuwe inzichten die door middel van het meten van de ΔP_{occ} en daaruit berekende ΔPI meer inzicht kunnen geven in het risico op P-SILI. Het is nog niet bekend of de P0.1 meting voldoende gecorreleerd is met de ΔP_{occ} en de ΔPI .

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is meer inzicht te krijgen in het verband tussen de beide methodes om een verhoogde ademdrive te monitoren bij spontaan beademde patiënten.

Vraagstelling

Is er een verband aantoonbaar tussen de $P_{0.1}$ en de ΔP_{occ} en de daarvan afgeleide ΔPI ?

Wat is de consequentie hiervan voor het meten van de ademdrive bij patiënten aan een ondersteunende vorm van invasieve beademing op de intensive care te Zwolle.

Methode

Studiedesign

Het betreft een single-center prospectief observationele studie en is uitgevoerd tussen februari en juni 2023 op de Intensive Care te Isala Zwolle.

Patiënten aan de beademing van 18 jaar en ouder met een minimale beademingsduur van 48 uur aan een druk ondersteunende vorm van beademing werden geïncludeerd.

Het betreft een nWMO-studie (studienummer 20221214) en is goedgekeurd door de Lokale Haalbaarheid Commissie (LHC) te Isala Zwolle.

Setting

De Intensive Care van Isala locatie Zwolle is een Level-3 Intensive Care met een maximale capaciteit van 44 bedden.

Hier wordt complexe zorg verleend aan patiënten van zeer diverse specialismen. Denk hierbij aan algemeen chirurgische, cardio-chirurgisch, neurochirurgische en interne patiënten. Doordat het Isala een regionale

trauma-opvang functie heeft, wordt er regelmatig zorg verleend aan patiënten met multitrauma problematiek. Daarnaast heeft het Isala ook een regiofunctie wat betreft de interventiecardiologie en cardio-thoracale chirurgie en is het Isala ECLS-centrum voor de regio.

Onderzoekspopulatie

Er is sprake van prospectieve dataverzameling. Het streven is om minimaal 30 patiënten te includeren.

Inclusiecriteria

- Druk ondersteunende invasieve beademing (Pressure support/ASB)
- Leeftijd 18 jaar of ouder
- RASS 0 tot -5
- Beademingsduur >48u

Exclusiecriteria

- Gecontroleerde invasieve beademing (Pressure Control/VC-SIMV)
- Leeftijd van 17 jaar en jonger
- Hemodynamisch instabiel, Noradrenaline >10ml/hr. (5mg/50ml)
- RASS-score +5 tot +1, (bij onrust is de meting onbetrouwbaar)
- Intubatiereden obstructieve longaandoening.

Tabel 1 demografische kenmerken

		Aantal	%	Mean	SD
Geslacht	m	23	65.7%		
	v	12	34.3%		
Leeftijd (jaren)				59	17
Lengte (cm)				177	10
Gewicht (kg)				77.4	13.3
IBW				70.54	11.33
Opnamereden	Circulatoir	11	31.4%		
	Pulmonaal	13	37.1%		
	Neurologisch	7	20.0%		
	Overig	4	11.4%		
Apache-Score		35		16	7
RASS-score				-3	2
Beademingsduur (dagen)				11	7

Dataverzameling

Het onderzoek vond plaats in de periode van 1 februari 2023 tot en met 31 juni 2023. Het betrof een prospectief observationeel onderzoek. De gegevensverzameling was primair kwantitatief.

Hierin worden onder andere de volgende parameters meegenomen:

Beademingsinstellingen zoals PEEP-niveau, supportniveau, teugvolumes en de uitkomst van de metingen. Ook leeftijd, geslacht, ziektelast d.m.v. apache-score, soort en hoeveelheid sedatie mg/kg/uur, sedatie-diepte, opname-indicatie, en duur beademing werden genoteerd.

Dagelijks werd door de hoofdonderzoeker beoordeeld of er patiënten geïncludeerd konden worden.

Er werd geoordeeld dat er geen informed consent benodigd was omdat uitgevoerde metingen onderdeel zijn van standard care op de Intensive Care.

Er is gekozen om de volgende waarden te meten:

- P0.1 zoals gemeten door de Dräger machine, dit is de standaard meetmethode.
Er werd 4 maal om de 2 minuten gemeten, hiervan werden van de 3 dichtstbijzijnde waarden het gemiddelde genoteerd.
Normaalwaarde 0-5 cm H₂O
- ΔP_{oc} deze wordt gemeten na een expiratory hold, dit is het verschil tussen de PEEP en de P_{nadir}. Er werd 4 maal om de 2 minuten gemeten, hiervan werden van de 3

dichtstbijzijnde waarden het gemiddelde genoteerd. (P_{nadir} is laagste druk gemeten tijdens de expiratoire hold.)

- Predicted ΔP_1 Zoals berekend volgens de formule (Peak airway pressure-PEEP) $-2/3 \times \Delta P_{\text{occ}}$.
- Vorm en hoeveelheid van sedatie.
- Sedatiescore d.m.v. RASS
- etCO_2 , mainstream gemeten (standaardmeting via Dräger beademingsmachine.)

Er is voor bovenstaande waarden gekozen omdat deze allen door middel van de beademingsmachine gemeten kunnen worden.

Daarnaast zijn deze metingen volgens de eerder genoemde literatuur voldoende om een inschatting te kunnen maken over het risico op P-SILI.

Statistische Analyse

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

Voor de normaalverdeling werden Kurtosis en Skewness gemeten met behulp van de Kolmogorov-Smirnov test.

Ter beoordeling van de correlatie werd gebruik gemaakt van de Pearson correlatie coëfficiënt. Hierbij werd een correlatie lager dan 0.30 gedefinieerd als zwak, een correlatie tussen 0.30 en 0.50 laag, een correlatie tussen de 0.50 en 0.70 als redelijk, een correlatie tussen de 0.70 en de 0.90 als sterk en hoger dan 0.90 als zeer sterk.

Ook werd de determinatiecoëfficiënt beoordeeld voor de diverse metingen. Hierbij werd een R^2 lager dan 0,30 gedefinieerd als slecht, 0,31 -0,50 als gemiddeld, 0,51 -0,80 als redelijk, 0,80 -0,90 als sterk en groter dan 0,90 als zeer sterk. P-waarden $<0,05$ werden als statistisch significant beschouwd.

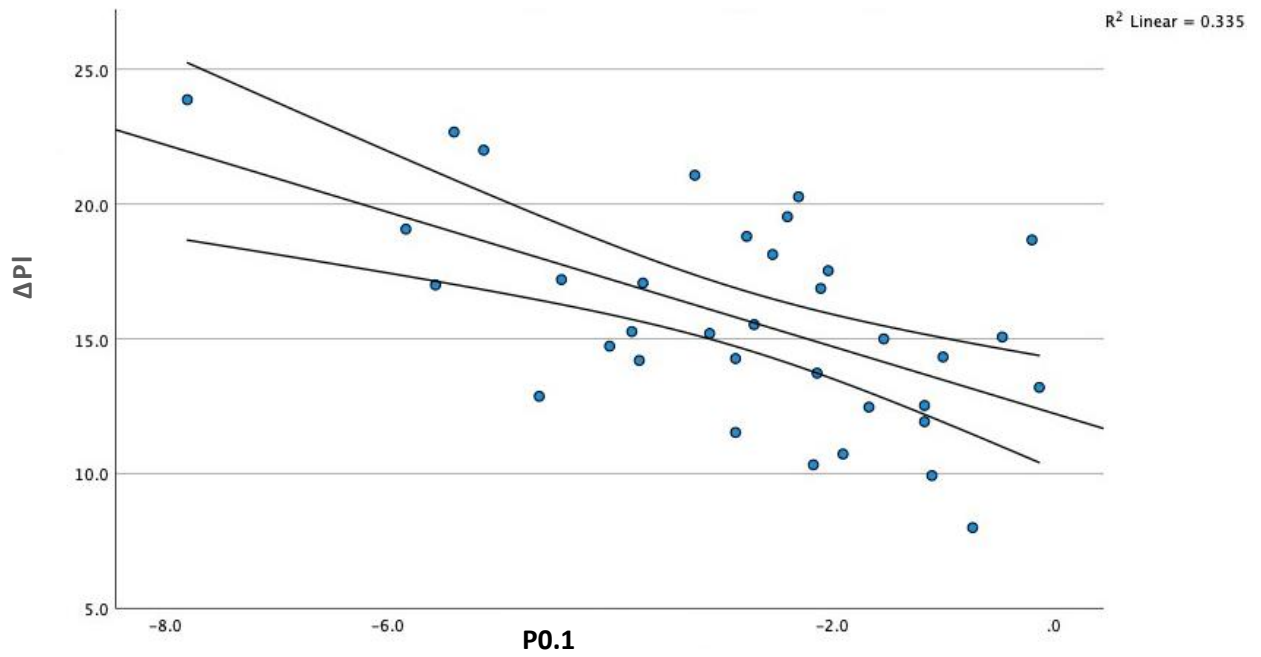
Resultaten

Voor de beoordeling van normaalverdeling van de gevonden data is er gebruik gemaakt van de Kolmogorov-Smirnov test. Hieruit bleek dat de data normaal verdeeld was. Voor de berekening van de correlatie is gebruik gemaakt van de Pearson correlatiecoëfficiënt. Hieruit bleek dat de correlatie voor de gemeten gemiddelde $P_{0.1}$ en ΔP_{occ} $r=0.703$ is. (95% CI 0.487-0.838). De correlatie voor de $P_{0.1}$ en de ΔP_1 is $r=-0.578$ (95% CI -0.762 - -0.309). Beiden zijn significant geassocieerd ($p<0.001$). De R^2 is voor de correlatie tussen de $P_{0.1}$ en de occlusiedruk 0,495 en voor de correlatie tussen de $P_{0.1}$ en de transpulmonale driving pressure 0,335. Dit geeft de voorspellende waarde van het model aan.

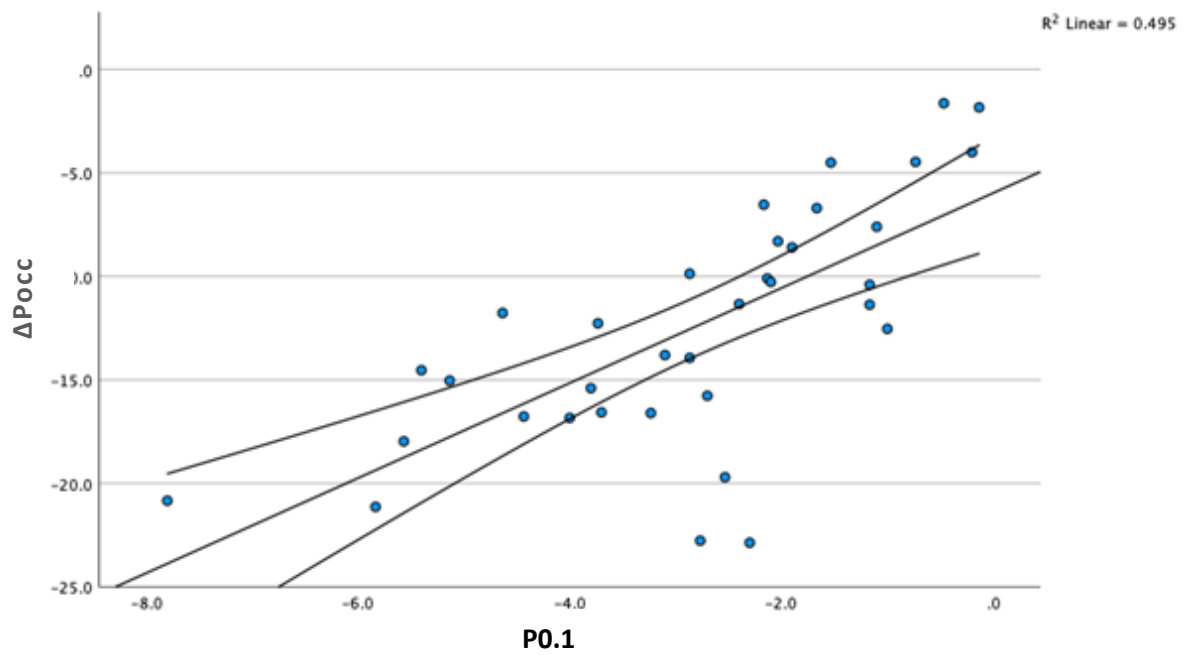
Opvallend is het verschil in correlatie tussen beide metingen, dit lijkt te wijten aan het feit dat er voor het berekenen van de ΔP_1 meer variabelen zoals de piekdruk worden meegenomen in de formule. Deze variabele verschilt per patiënt, dit verklaart het verschil in correlatie tussen beide metingen. (Mogelijk fysiologisch beter zou zijn om in plaats van de piekdruk de plateaudruk te meten, echter is dit bij spontaan ademende patiënten praktisch niet haalbaar.)

Tijdens de uitgevoerde metingen werd een gemiddelde $P_{0.1}$ van -2,8 vastgesteld, terwijl de gemiddelde ΔP_{occ} -12,8 bedroeg. De gemiddelde berekende ΔP_1 was 15,7.

Verder is er nog gekeken of de diepte van sedatie nog van invloed was op de gemeten $P_{0.1}$ en occlusiedruk, dit bleek niet het geval.



Figuur 4 Correlatie P0.1 en ΔPI



Figuur 5 Correlatie P0.1 en $\Delta Pocc$

Discussie

Dit onderzoek is een van de eerste studies, die de relatie tussen $P_{0.1}$, ΔP_{occ} en de berekende ΔPI onderzoekt. Tijdens het uitvoeren van dit onderzoek is er een artikel gepubliceerd over dit onderwerp door de Vries et al in het tijdschrift *Journal of Anesthesiology*.¹³

Binnen deze specifieke populatie is een redelijk sterke correlatie vastgesteld tussen $P_{0.1}$ en occlusiedruk. Hoewel er ook een correlatie bestaat tussen P_{01} en ΔPI , is deze minder sterk dan die tussen P_{01} en occlusiedruk. Dit verschil kan worden toegeschreven aan het opnemen van de piekdruk als variabele in de formule voor het berekenen van de transpulmonale driving pressure. Het artikel van de Vries et al¹² laat een nog betere correlatie zien tussen de $P_{0.1}$, ΔP_{occ} en met de gemeten ΔPI in vergelijking met deze data. Dit is met name het geval als deze waarden verhoogd zijn. (dus bij verhoogde kans op P-SILI)

Bertoni et al¹ geeft adviezen voor de interpretatie van voornoemde metingen, hierbij wordt een transpulmonale driving pressure van $>16,17$ cm H_2O als schadelijk beschouwd. (voor de ΔP_{occ} worden geen specifieke afkapwaarden geadviseerd.) Bij verhoogde waarden is het advies om sedatie, ventilatoire ondersteuning of beademingsvorm aan te passen totdat acceptabele drukken worden bereikt. Hierbij wordt opgemerkt dat ΔPI een berekende waarde betreft. In deze context is tevens het advies om bij twijfel de berekende waarden te controleren met gebruik van een oesofagusballon om de ΔPI exact te kunnen meten.

Het effect van verhoogde ademerbeid op de longen van beademde patiënten roept eveneens vragen op. Hoewel het fenomeen van patiënt-geïnduceerde longschade (P-SILI) voornamelijk is beschreven in observationele studies en gebaseerd is op fysiologische principes en veronderstellingen, ontbreekt het nog aan consensus binnen het vakgebied.

Het integreren van de P/F ratio in deze metingen zou mogelijk nuttig kunnen zijn, waarbij een afname van de P/F ratio bij verhoogde ademerbeid/drive kan worden geïnterpreteerd als een teken van verslechterde longfunctie als gevolg van P-SILI. Dit heeft echter wel als consequentie dat er dan pas wordt ingegrepen als deze verslechtert en er niet preventief wordt gehandeld.

Verder is het belangrijk om op te merken dat dit een onderzoek betreft dat is uitgevoerd in één enkel centrum met een beperkte patiëntenpopulatie. Om deze bevindingen te valideren, zou een multicenteronderzoek noodzakelijk zijn.

Conclusie

De bevindingen van deze studie suggereren een redelijk sterke correlatie tussen de vastgestelde $P_{0.1}$ -waarden en zowel de ΔP_{occ} als de berekende ΔPI . Hieruit kan worden afgeleid dat hogere $P_{0.1}$ -waarden hoogstwaarschijnlijk samengaan met verhoogde ΔP_{occ} en ΔPI bij patiënten.

Het is van belang om op te merken dat geïsoleerde metingen van $P_{0.1}$ of occlusiedruk niet losstaan van de bredere klinische context van de patiënt zoals klinische tekenen van verhoogde ademerbeid. Het aanpassen van sedatie of beademing op basis van één enkele meting lijkt geen adequate benadering. Eerdere studies laten zien dat ten minste drie metingen van de $P_{0.1}$ noodzakelijk zijn om een juiste meting te valideren.¹⁴

Aanbevelingen

Deze studie laat zien de $P_{0.1}$ -waarden redelijk betrouwbaar zijn in het inschatten van een verhoogde ΔP_{occ} en ΔPI . Dit houdt in dat bedside voor de verpleegkundige de $P_{0.1}$ nog steeds de primaire parameter blijft voor de monitoring van de ademdrive. Tevens is wel de aanbeveling om minimaal drie metingen te doen, alvorens eventuele beleidsaanpassingen door te voeren.

Bij twijfel over gedane metingen of incongruentie tussen metingen en kliniek zou ervoor gekozen kunnen worden om de ΔP_{oc} te meten en de ΔP_i te berekenen.

behulp van een oesophagusballon. De verwachting is dat deze techniek mogelijk het komende jaar beschikbaar zal zijn op de intensive care van het Zwolle.

Deze metingen kunnen dienen als hulpmiddel en indicatie voor het uitvoeren van meer invasieve metingen, zoals bijvoorbeeld met

Dankwoord

Wij willen graag onze welgemeende dank uitspreken aan diegenen die een waardevolle bijdrage geleverd hebben aan dit onderzoek.

In het bijzonder dhr. A.J. Spanjersberg voor de noodzakelijke hulp bij het uitvoeren van de statistische analyse. Daarnaast willen we mw. C. Leerentveld bedanken voor de begeleiding bij het tot stand komen van dit onderzoek. Ook dank aan dhr. J.F.M. ter Haar voor het vakinhoudelijke advies ten behoeve van dit artikel.

Dit artikel is geschreven als eindopdracht voor de opleiding Intensive Care practitioner, uitstroomprofiel Ventilation, aan het opleidingsinstituut Care Training Group (CTG) te Ridderkerk. Het onderzoek werd uitgevoerd op de Intensive Care van Isala locatie Zwolle onder leiding van afdelingsmanager Dhr. M. Stijf

Bibliografie.

- ¹ Bertoni, M., Telias, I., Urner, M., Long, M., Del Sorbo, L., Fan, E., Sinderby, C., Beck, J., Liu, L., Qiu, H., Wong, J., Slutsky, A. S., Ferguson, N. D., Brochard, L. J. & Goligher, E. C. (2019). A novel non-invasive method to detect excessively high respiratory effort and dynamic transpulmonary driving pressure during mechanical ventilation. *Critical Care*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2617-0>
- ² Slutsky, A. S., & Ranieri, V. M. (2013). Ventilator-Induced Lung Injury. *New England Journal of Medicine*, 369(22), 2126–2136. <https://doi.org/10.1056/nejmra1208707>
- ³ Yoshida, T., Amato, M. B., Kavanagh, B. P., & Fujino, Y. (2019). Impact of spontaneous breathing during mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Current Opinion in Critical Care*, 25(2), 192–198. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000597>
- ⁴ Brochard, L., Slutsky, A. S., & Pesenti, A. (2017). Mechanical ventilation to minimize progression of lung injury in acute respiratory failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 195(4), 438–442. <https://doi.org/10.1164/rccm.201605-1081cp>
- ⁵ Slutsky, A. S., & Ranieri, V. M. (2013). Ventilator-Induced Lung Injury. *New England Journal of Medicine*, 369(22), 2126–2136. <https://doi.org/10.1056/nejmra1208707>
- ⁶ ter Haar, j. f. m. & Isala ziekenhuis. (2022). Occlusiedruk (P0.1) meting. In *Portaal Zenya*.
- ⁷ Drägerwerk AG & Co. (2019). Gebruiksaanwijzing Dräger Evita V800 en V600 (2de editie). Draeger.
- ⁸ Mechanischebeademing. (z.d.). P0.1 - Occlusiedrukmeting / specifieke metingen | Mechanischebeademing. Geraadpleegd op 6 februari 2023, van <https://www.mechanischebeademing.nl/specifieke-metingen/p0-1-occlusiedrukmeting>
- ⁹ Telias, I., Damiani, F. & Brochard, L. (2018). The airway occlusion pressure (P0.1) to monitor respiratory drive during mechanical ventilation: increasing awareness of a not-so-new problem. *Intensive Care Medicine*, 44(9), 1532–1535. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5045-8>
- ¹⁰ Dianti, J., Bertoni, M. & Goligher, E. C. (2020). Monitoring patient–ventilator interaction by an end-expiratory occlusion maneuver. *Intensive Care Medicine*, 46(12), 2338–2341. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06167-3>
- ¹¹ Carteaux, G., Parfait, M., Combet, M., Haudebourg, A. F., Tuffet, S. & Mekontso Dessap, A. (2021). Patient-Self Inflicted Lung Injury: A Practical Review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(12), 2738. <https://doi.org/10.3390/jcm10122738>
- ¹² <https://www.uptodate.com/contents/approach-to-the-adult-with-dyspnea-in-the-emergency-department> Geraadpleegd op 31-01-2023
- ¹³ De Vries, H., Tuinman, P. R., Jonkman, A. H., Liu, L., Qiu, H., Girbes, A. R. J., Zhang, Y., De Man, A. M. E., De Groot, H., & Heunks, L. (2022). Performance of noninvasive airway occlusion maneuvers to assess lung stress and diaphragm effort in mechanically ventilated critically ill patients. *Anesthesiology*, 138(3), 274–288. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000004467>
- ¹⁴ Kera, T., Aihara, A., & Inomata, T. (2013). Reliability of airway occlusion pressure as an index of respiratory motor output. *Respiratory Care*, 58(5), 845–849. <https://doi.org/10.4187/respcare.01717>

Bijlage 1

De rol van de Intensive Care Practitioner, uitstroom profiel ventilatie

Kees Poot Ventilation Practitioner i.o.

Isala Zwolle

Binnen de dynamische setting van de Intensive Care te Zwolle hoop ik te gaan werken als Intensive Care Practitioner met uitstroomprofiel ventilatie. Deze relatief nieuwe functie heeft haar wortels in het grensgebied tussen de geneeskunde en verpleegkunde en vertegenwoordigt een cruciale schakel die kan dienen als het ontbrekende verbindingsstuk tussen deze twee beroepsgroepen. Binnen deze context onderscheid ik mij als Practitioner als een koploper van zorgkwaliteit voor patiënten met respiratoire uitdagingen, waarbij mijn bijdrage leidt tot ontwikkeling van zorgkwaliteit.

Momenteel beschikt de IC-afdeling van Isala over één Practitioner met uitstroomprofiel Ventilatie. Voor de komende jaren een geleidelijke uitbreiding van het gehele team van Intensive Care Practitioners voorzien is.

Als Practitioner sta ik op het punt om een centrale rol te gaan vervullen in de zorg voor respiratoir insufficiënte patiënten binnen de Intensive Care te Zwolle. Mijn verworven aanvullende expertise belooft een bron van toegevoegde waarde te zijn voor intensivisten, ic-artsen, medecollega's en bovenal voor onze patiënten. In deze hoedanigheid zal mijn actuele kennis op het gebied van specifieke ventilatiecompetenties fungeren als een bron van advies en educatieve begeleiding, met het doel om de algehele zorgkwaliteit te verhogen. Mijn visie is een toekomst waarin ik als Intensive Care Practitioner een integraal onderdeel ben van hoogwaardige en gepersonaliseerde patiëntenzorg op het gebied van ventilatie op de Intensive Care.

Het is mijn doel om voor mijn collega's en medische staf laagdrempelig toegankelijk te zijn. Een bredere inzet van mijn specialistische kennis in het ziekenhuis weerspiegelt mijn drive om breder te inspireren en bij te dragen aan verbetering van zorg. Een visie op klinische lessen en bedside teaching ligt hieraan ten grondslag, met de bedoeling het kennisniveau van IC-verpleegkundigen en IC-artsen te verbreden.

Daarnaast hoop ik ook een brug te zijn vanuit de Intensivisten en IC-artsen naar de werkvloer, dit doe ik onder andere door te participeren in onderzoeken. Het mede signaleren van hiaten in de zorgverlening voor respiratoir insufficiënte patiënten en het helpen introduceren van innovaties en verbeteringen.

Mijn verantwoordelijkheid voor de bewaking en instandhouding van de kwaliteit van zorg vertaalt zich naar een voortdurende herziening en actualisatie van werkprotocollen. Tegelijkertijd houd ik mijn vinger aan de pols van opkomende ontwikkelingen en innovaties binnen het domein van ademhalingsondersteuning. Hier zie ik ook een rol in het onderzoeken en implementeren van nieuwe methodes, beademing strategieën en meetinstrumenten ten behoeve van state-of-the-art beademing volgens recente literatuur en Best-Practice. Ook mijn uitgevoerde onderzoek ter monitoring van ademdrive maakt hier onderdeel van uit.

In deze zie ik een voorttrekkersrol voor de Practitioner op onze IC, denk hierbij aan recente ontwikkelingen rondom bijvoorbeeld oesophagusdrukmeting en EIT. (Electrische Impedantie Tomografie)

Daarnaast streef ik naar het vergroten van mijn netwerk door lidmaatschap van de beroepsorganisatie en het onderhouden van (internationale) contacten met andere Practitioners.

Om mijn expertise voortdurend te voeden en te verrijken, behoud ik een overzicht van recente literatuur en neem ik deel aan congressen en symposia. Een samenwerking met een team van Intensive Care Practitioners met andere aandachtsgebieden staat op de planning, waarbij we samen streven naar verbetering van de kwaliteit van zorg in het domein van de Intensive Care.

Vooruitkijkend naar nieuwe doorgroeimogelijkheden, is het mijn plan om binnen een jaar point-of-care longechografie breder inzetbaar te krijgen op de Intensive Care, een veelbelovende aanvulling de al bestaande diagnostische mogelijkheden die van toegevoegde waarde kan zijn in de beoordeling van respiratoir insufficiënte patiënten. Dit met als doel de zorg voor respiratoir insufficiënte patiënten te verbeteren. Hierin hoop ik aan te sluiten binnen bestaande ontwikkelingen op dit gebied op de Intensive Care. Mijn visie is dat we als Practitioners binnen drie jaar een intrinsiek onderdeel zullen vormen van het multidisciplinair overleg binnen de Intensive Care van Zwolle. Hierdoor draag ik consequent bij aan de verbetering van zorg voor de respiratoire insufficiënte patiënt.

Samenvattend hoop ik op een mooie start als Intensive Care practitioner op de Intensive Care te Zwolle en kijk uit naar de samenwerking met alle beroepsgroepen. Ik hoop gebruik te kunnen blijven van het mentorschap van de begeleidend Intensivist, Practitioner en de werkgroep beademing van de vakgroep Intensive Care.

Jaarlijkse evaluatie van mijn rol met de vakgroep en de teamleiding zal bijdragen aan de borging van de kwaliteit en bijdrage van mijn rol als practitioner aan de zorg op de Intensive Care.

Bijlage 2

Onderzoeksprotocol

Stap 1 Bepaal of de patiënt voldoet voor de studie door middel van de in- en exclusiecriteria.

Stap 2 Verzamel de benodigde patiëntgegevens:

- Lengte/gewicht/IBW
- Instellingen beademing: Beademingsmodus, PEEP. P_{peak} , P_{insp} , Teugvolume, ademfrequentie.
- Sedatiescore
- Mate van hemodynamische ondersteuning door middel van Noradrenaline.
- Apache-score, bereken deze zo nodig
- Vorm en dosering sedatie
- $etCO_2$

Stap 3 Bepaal de $P_{0.1}$ waarde:

- Tik in het hoofdscherm van de beademingsmachine op Procedures.
- Tik op $P_{0.1}$ bepalen.
- Stel in op automatische meting om de 2 minuten.
- Bevestig de keuze.
- Noteer de eerste 4 metingen.
- Zet de $P_{0.1}$ meting terug op de oorspronkelijke stand
- Neem van de 3 metingen die het dichtste bij elkaar liggen het gemiddelde
- Noteer dit gemiddelde.

Stap 4 Bepaal de Occlusiedruk.

- Tik in het hoofdscherm op Procedures.
- Tik op Functies.
- Hou de knop expiratoire hold ingedrukt aan het einde van de expiratie totdat de patiënt een poging tot een ademhaling neemt. Dit zie je aan de negatieve deflectie in de drukcurve.
- Hou dit vast tot de drukcurve weer terugkeert tot PEEP-niveau. (D.w.z. 1 adempoging)
- Selecteer scherm bevroren.
- Ga met de cursor naar het laagste punt in de curve, dit is P_{nadir} .
- Meet het verschil tussen deze waarde en je $PEEP_{tot}$.
- Dit is je ΔP_{occ} .
- Herhaal deze meting 4x in 10 minuten.
- Selecteer van deze metingen de 3 die het dichtst bij elkaar liggen.
- Noteer hiervan het gemiddelde.
- Keer weer terug naar het hoofdscherm.

Stap 5 Bereken aan de hand van de formule (Peak airway pressure- PEEP) $-2/3 \times \Delta P_{occ}$ de Predicted ΔP_i .

Stap 6 noteer de benodigde gegevens in Excel/SPSS.

Bijlage 3

Werkingsprincipe meetwaarde $P_{0.1}$ Dräger machine

17.3.3 Diagnostiek – meetmanoeuvre Occlusiedruk – $P_{0.1}$

De ademinspanning kan aan het begin van de inspiratie worden gemeten door tijdens een korte occlusie de druk te meten. Gedurende de eerste 100 ms wordt de druk niet beïnvloed door fysiologische reacties die de occlusie proberen te compenseren (bijvoorbeeld reflexieve apneu of toegenomen ademinspanning). Deze druk is in principe ook onafhankelijk van de spiersterkte van het middenrif. Daarom is de occlusiedruk $P_{0.1}$ na 0,1 seconde een directe maatstaf van neuromusculaire ademhalingsprikkel). Voor patiënten met gezonde longen en regelmatige ademhaling gaat de $P_{0.1}$ -waarde om -3 tot -4 mbar (of hPa of cm H_2O). Een hoge $P_{0.1}$ -waarde duidt op een hoge ademinspanning die slechts gedurende korte tijd kan worden volgehouden. $P_{0.1}$ -waarden boven -6 mbar (of hPa of cm H_2O), bijv. voor een COPD-patiënt, duiden op een dreigende uitputting (RMF – respiratory muscle fatigue/ ademhalingspijmoeheid). Het apparaat houdt het inspiratieventiel na een expiratie gesloten en meet de luchtwegdruk die gedurende 100 ms wordt geproduceerd door de inspiratoire inspanning van de patiënt. Het tijdsinterval van 100 ms begint als een onderdruk van $-0,5$ mbar (of hPa of cm H_2O) onder PEEP/CPAP is gemeten tijdens de inspiratoire inspanning. De tweede drukwaarde wordt bepaald na 100 ms. Tegelijkertijd wordt het inspiratieventiel geopend. Nu kan de patiënt weer normaal ademen. De occlusiedruk $P_{0.1}$ is het verschil tussen de drukwaarden " $P_2 - P_1$ ".

Bijlage 4 Goedkeuring METC.

Goedgekeurd Lokale Haalbaarheid NWMO studenten

P_{0,1} of Occlusiedruk - P_{0,1} of Occlusiedruk een vergelijkend onderzoek naar parameters ter monitoring van P-SILI.

Geachte lezer,

Graag informeer ik u dat de Lokale Haalbaarheid Commissie (LHC) van Isala een positief advies heeft uitgebracht over uw onderzoeksvoorstel en namens de Raad van Bestuur toestemming verleent voor uitvoering van dit onderzoek in Isala.

Hoewel het ingediende onderzoek niet onder de reikwijdte van de WMO valt, is er andere wet- en regelgeving (mogelijk) wel van toepassing, waaronder:

- WGBO (Wet Geneeskundige Behandelovereenkomst)
- AVG (Algemene Verordening Gegevensbescherming)
- Code Goed Gebruik (Gedragscode: gebruik medische gegevens in wetenschappelijk onderzoek), www.federa.org
- Code Goed Gedrag (Gedragscode Verantwoord omgaan met lichaamsmateriaal bij wetenschappelijk onderzoek), www.federa.org

De STZ SOPs (Standard Operating Procedures) in het Kwaliteitshandboek Wetenschappelijk Onderzoek in iProva zijn leidend voor onderzoek in Isala.

De LHC verzoekt u door te geven (in StudyManagement) wanneer de studie daadwerkelijk is gestart en wanneer de studie is afgerond. Ook bent u verplicht om gegevens over de voortgang van de studie aan te leveren als de LHC daarom vraagt. Eventuele amendementen dienen aan de LHC aangeboden worden ter inzage.

Ik wens u veel succes met uw studie.

Met vriendelijke groet,

Namens de Raad van Bestuur Isala,

H.W. Ruiterkamp,
Voorzitter Lokale Haalbaarheid Commissie
Kwaliteitsmanager Medisch Wetenschappelijk Onderzoek
Innovatie en Wetenschap, Isala Academie