

Driving pressure tijdens beademing, doen we wat we moeten doen?

R.Post-Spenkelink

Intensive Care Practitioner i.o. uitstroomprofiel Ventilatie

Gelre Ziekenhuizen, locatie Apeldoorn en Zutphen, afdeling Intensive Care

ABSTRACT

Achtergrond/introductie

Sinds maart 2020 wordt de 'driving pressure' gemeten op de IC van Gelre Ziekenhuizen. De driving pressure wordt beschreven in het landelijke Covid-19 protocol van de Nederlandse vereniging voor Intensive Care (NVIC)(12). Het hanteren van een driving pressure (ΔP) van <15 cm H₂O blijkt uit onderzoek een goede variabele te zijn naast het beperken van teugvolume en de plateau druk voor long protectief beademen bij ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome). Het is onduidelijk of de IC Gelre altijd al invasief beademde patiënten binnen de marges van een veilige driving pressure heeft beademd en of de introductie van het begrip 'driving pressure' in het voorjaar van 2020 invloed heeft gehad op het uitgevoerde beademingsbeleid.

Methode

Het betreft een onderzoek met retrospectieve dataverzameling. De data is verzameld van patiënten opgenomen op de IC Gelre (Apeldoorn en Zutphen) in de periode 2019-2020. Hierbij is onderscheid gemaakt in 3 subgroepen:

1. Periode 1: geheel 2019, (vóór COVID-19 pandemie en introductie van het begrip driving pressure)
2. Periode 2: 1e helft 2020 (jan-juni), (tijdens de 1e golf van de COVID-19 pandemie)
3. Periode 3: 2e helft 2020 (juli-december), (na de 1e golf, ervaringen met nieuwe protocol en hervatten routine)

Resultaten

250 patiënten werden geïncludeerd. In periode 1 was de ΔP in 39% gevallen te hoog, in periode 2 in 25% van de gevallen te hoog en in periode 3 in 17% gevallen te hoog. Een afname van 56%. De ΔP daalde significant van 14cmH₂O (11-17) in periode 1 naar 12cmH₂O (10-14) in periode 3.

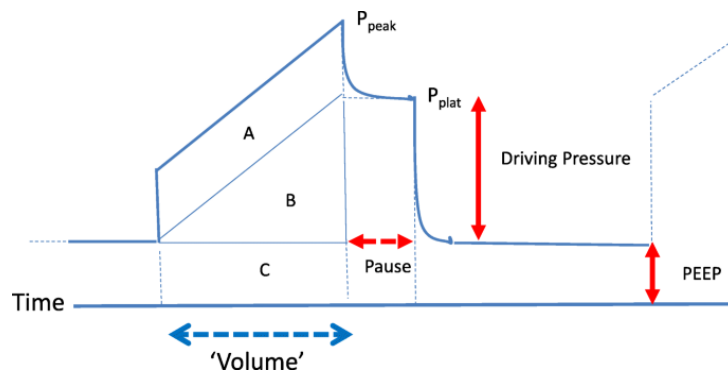
Conclusie

De invoering van de term driving pressure en de aandacht voor het hanteren van een veilige driving pressure binnen de IC Gelre heeft geleid tot directe en blijvende verandering van het beademingsbeleid. De driving pressure is afgenomen per periode wat leidt tot meer long protectieve beademing.

Inleiding

Op de Intensive Care worden met name patiënten opgenomen die respiratoire of circulatoire ondersteuning nodig hebben. Respiratoire ondersteuning kan onder andere worden uitgevoerd door zogenaamde invasieve beademing door een beademingsmachine via een endotracheale tube. Uit onderzoek is gebleken dat invasieve mechanische beademing schadelijk kan zijn voor de longen en de rest van het lichaam (1). Een belangrijk doel tijdens mechanische beademing is het voorkomen van beademing gerelateerd longletsel oftewel VILI (ventilator-induced lung injury)(11). Mogelijke oorzaken van VILI zijn het gebruik van teveel druk (barotrauma) of volume (volutrauma). Het toepassen van longprotectieve beademing is essentieel en kan VILI voorkomen.

Er zijn een aantal zaken belangrijk tijdens longprotectieve beademing, zoals beperking van volumes en drukken (9). Een teugvolume van 6ml/kg voorspeld lichaamsgewicht (PBW) wordt als veilig beschouwd bij long protectieve beademing. De plateaudruk kan gebruikt worden als maat voor alveolaire distensie. Een plateaudruk <30cmH₂O wordt als veilig gezien (11). En daarnaast is de drijfdruk of 'driving pressure' (ΔP) ook een maat voor long protectief beademen (1, 2, 4). De ΔP is de druk die nodig is om een bepaald volume lucht te kunnen laten stromen van de machine naar de longen van de patiënt. De ΔP wordt bepaald door het teugvolume en de compliantie van het respiratoire systeem. Driving pressure (ΔP) = Plateaudruk – TotalPEEP (figuur 1). De ΔP blijkt uit onderzoek een essentieel onderdeel te zijn naast het teugvolume en de plateau druk voor long protectief beademen bij patiënten met Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)(1, 2, 4). Onderzoek laat zien dat hoe lager de ΔP is des te lager de mortaliteit is bij patiënten met ARDS (1, 2, 4). Het streven naar een ΔP <15 cm H₂O wordt geadviseerd vanuit long protectief oogpunt (6). Tijdens de 1e golf van COVID-19 werd een nieuw protocol voor IC Gelre geïntroduceerd, waarin het hanteren van een veilige driving pressure een essentieel onderdeel is geworden. Het is onduidelijk of deze richtlijn in de praktijk behaald wordt.



Figuur 1 bron: Critical Care

Probleemstelling

Het is onduidelijk of op IC Gelre alle invasief beademde patiënten binnen de marges van een veilige driving pressure werden beademd en of de introductie van de 'driving pressure' in het voorjaar van 2020 invloed heeft gehad op het uitgevoerde beademingsbeleid.

Doelstelling

Vaststellen of de invoering van de driving pressure van invloed is geweest op het beademingsbeleid binnen IC Gelre.

Vraagstelling

Worden de patiënten op IC Gelre tijdens invasieve gecontroleerde beademing, beademd met een driving pressure van <15 cm H₂O?

Deelvragen

- Heeft de invoering van de driving pressure op de IC Gelre geleid tot een directe verandering (jan-juni 2020) en blijvende verandering (juli-dec 2020)?
- In hoeverre wordt een driving pressure van <15 cm H₂O, zoals voorgeschreven in het beademingsprotocol van de IC Gelre, in de praktijk ook daadwerkelijk en blijvend gehaald bij alle patiënten tijdens gecontroleerde invasieve beademing?

Setting

De data werd verzameld op de IC in Gelre Ziekenhuizen met 2 locaties (Apeldoorn en Zutphen). Gelre Ziekenhuizen is een topklinisch ziekenhuis, met een samenwerkingsverband binnen de Samenwerkende Topklinische opleidings Ziekenhuizen (STZ). Beide locaties hebben de beschikking over een IC voor volwassen patiënten. In totaal zijn er 16 bedden, allen met beademingsmogelijkheid. Op IC Gelre worden geen neurochirurgische patiënten en cardiochirurgische patiënten behandeld.

Methode

Onderzoeksontwerp

Om de vraagstelling te beantwoorden werd naast een literatuurstudie ook een onderzoek met retrospectieve dataverzameling uitgevoerd. De data werd verzameld van patiënten opgenomen op IC Gelre (Apeldoorn en Zutphen) in de periode 2019-2020. Hierbij is onderscheid gemaakt in 3 subgroepen:

1. Periode 1: geheel 2019, (vóór COVID-19 pandemie en introductie van het begrip driving pressure)
2. Periode 2: 1e helft 2020 (jan-juni), (tijdens de 1e golf van de COVID-19 pandemie)
3. Periode 3: 2e helft 2020 (juli-december), (na de 1e golf, ervaringen met driving pressure en hervatten routine)

Gezien de retrospectieve aard van dit onderzoek, valt dit onderzoek niet onder de Wet medische-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO). Alleen de Wet op de Geneeskundige Behandelingsovereenkomst (WGBO) en de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) waren op dit onderzoek van toepassing. De Lokale Toetsingscommissie (LTC) van het Gelre Ziekenhuizen werd op de hoogte gebracht van dit onderzoek waarbij een verklaring voor lokale uitvoerbaarheid werd verkregen.

Patiënten

Inclusiecriteria:

- Volwassen IC patiënt die invasief gecontroleerd worden beademd (pressure controle (PC)/volume controle (VC))

Exclusiecriteria:

- Duur van gecontroleerde beademing < 6uur
- Onderbreking van de gecontroleerde invasieve beademing gedurende de eerste 6 uur van beademing
- IC patiënt, invasief ondersteunde beademingsmodus (pressure support(PS)/neurally adjusted
- Heropname op de IC

Tegenwoordig worden IC patiënten zo snel mogelijk beademd via een ondersteunde beademingsmodus. Soms kan dit al na enkele uren na intubatie. In de ondersteunde modus is de ΔP niet meetbaar. Omdat langdurige gecontroleerde beademing beperkt voorkomt is gekozen om alleen de periode kort na intubatie te evalueren, de eerste 6uur. Er is gekeken naar het gedrag rondom de driving pressure en het beademingsbeleid. Daarom wordt er geen onderscheid gemaakt in COVID of non-COVID patiënten. Patiënten met een bestaande longaandoening werden wel geïncludeerd.

Studieprocedure

Demografische gegevens en beademingsgegevens werden van alle patiënten op gelijke wijze verzameld binnen de 3 perioden. Beademingsdata is verzameld van de 1^e 6 uur aan gecontroleerde beademing. Reden voor dit tijdsvak is dat met name in deze eerste uren veel veranderingen aan de beademing worden gedaan voordat de patiënt in een stabiele situatie is. Aan de hand van een arterieel bloedgas, worden de eerste uren nog aanpassingen gedaan aan de instellingen van de beademingsmachine. Een stabiele situatie wil zeggen dat de patiënt wordt beademd volgens het beademingsprotocol, nastreven van teugvolumes van 6ml/kg PBW en afgesproken streefsaturatie.

Databewerking en statistische analyse

Excel werd gebruikt voor alle dataverzameling vanuit Patiënt Data Management Systeem (Metavision). Voor de data analyse werd gebruikt gemaakt van SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Inc Chicago IL, USA, versie 25).

Data vanuit Metavision komt per minuut binnen. Voor dit onderzoek is gekozen om met uurgemiddelden te rekenen. Als eerste worden alle demografische gegevens gepresenteerd en vergeleken tussen de 3 perioden. Vervolgens worden de beademingsgegevens gepresenteerd en vergeleken tussen de 3 perioden. Van deze tabellen werden de continue variabelen beschreven met een gemiddelde \pm standaarddeviatie (SD) indien er sprake was van normaal verdeelde data. Wanneer data niet normaal verdeeld waren, werd een mediaan en interkwartielafstand (IQR) gebruikt. De categorische data werden beschreven met N en een percentage. Een P-waarde < 0,05 wordt als statistisch significant gezien.

Uit de data van de 1^e 6 uur invasieve gecontroleerde beademing is een tijdsvak van 3 uur geanalyseerd. Het 4^e tot en met het 6^e uur werd nader bekeken omdat er werd gedacht dat dan een stabiele situatie was bereikt. Alle beademingsgegevens van het 4e-6e uur worden vergeleken per periode, met specifieke aandacht voor de ΔP .

De ΔP gedurende de periode 4-6 uur zijn berekend door de uurgemiddelden te nemen van alle meetwaarden die per minuut automatisch in het PDMS worden geregistreerd. De driving pressure = $P_{\text{plateau}} - PEEP_{\text{totaal}}$. Bij het ontbreken van statische waarden van P_{plateau} en $PEEP_{\text{totaal}}$ zullen P_{peak} en $PEEP$ als afgeleiden gebruikt worden voor de berekeningen. Deze waarden zullen over alle 3 studie periodes worden bepaald voor alle geïncludeerde patiënten.

Om een inzicht te krijgen in de data zijn er tabellen, boxplots en histogrammen gemaakt van alle verkregen data.

Om de verschillen in beademingswaarden en vooral de ΔP tussen de 3 periodes aan te tonen werd een Kruskal Wallis test uitgevoerd omdat de data niet normaal verdeeld is. Hierbij wordt getoetst of er verschillen zijn tussen de 3 periodes. Om de 2^e deelvraag te beantwoorden werd de data opnieuw gecodeerd. Er is gekeken naar hoeveel ΔP er te hoog waren in alle periodes in uur 4-6. Vervolgens is een chi-kwadraat test uitgevoerd om te bepalen of er significant verschil is.

Resultaten

In de periode van 1 januari 2019 tot en met 31 december 2020 werden 1648 patiënten voor de 1^e keer opgenomen op de IC. Van de 1648 patiënten werden 591 patiënten invasief beademd. Van de 591 patiënten voldeden 250 patiënten (42,3%) aan de inclusiecriteria voor dit onderzoek. De andere patiënten werden geëxcludeerd op basis van het onderbreken van gecontroleerde beademingsmodus, zoals bij overschakeling op transportmachine voor CT scan of overschakeling naar ondersteunde beademing zoals pressure support. Twee patiënten zijn geëxcludeerd op basis van ontbrekende gegevens. De verdeling over de periodes is als volgt:

Periode 1: N=100, periode 2: N=83, periode 3: N=65, in totaal: N=248.

Bij de dataverzameling bleek dat er te weinig statische metingen bekend waren, de Pplateau en PEEP totaal ontbraken bij 56% van de patiënten. Daarom is er voor gekozen om bij alle patiënten de Ppeak en PEEP als afgeleiden te gebruiken om de driving pressure te berekenen. De uitkomst van $P_{peak} - PEEP =$ de veronderstelde driving pressure.

Tabel 1 toont de demografische gegevens van alle geïncludeerde patiënten. De studiepopulatie bevatte meer mannen dan vrouwen. In periode 2 en 3 zijn ook de COVID-19 patiënten meegenomen in de analyse. In periode 1 was de driving pressure meten nog geen standaard onderdeel van behandeling tijdens PC beademing. Tabel 2 toont de beademingsgegevens van 4-6uur per periode. De PEEP blijft nagenoeg gelijk in alle periodes. Het teugvolume expiratoir (VTexp) werd kleiner, in periode 1 was het mediane VTexp 475ml (IQR 423-531ml), in periode 2 mediane VTexp 432ml (IQR 384-478ml) en in periode 3 was het mediane VTexp 412ml (IQR 362-463ml). Een verschil van 63ml tussen mediane VTexp periode 1 en periode 3. Als het VTexp uit wordt gezet tegen PBW, werd er in periode 1 ($475/67=7\text{ml/pbw}$) met 7ml/pbw beademd en in periode 3 ($412/67=6\text{ml/pbw}$) met 6ml/pbw beademd. Een afname van 1ml/pbw.

De PCdruk werd lager per periode. Mediane PCdruk in periode 1 14cmH₂O (IQR 12-18 cmH₂O), periode 2 13 cmH₂O (IQR 11-15 cmH₂O) en in periode 3 12 cmH₂O (10-14 cmH₂O). Een verschil van 2 cmH₂O tussen mediane PCdruk van periode 1 en 3.

De ΔP neemt af per periode. De mediane ΔP in periode 1 is 14cmH₂O (IQR 11-17 cmH₂O), periode 2 12 cmH₂O (IQR 10-14 cmH₂O) en in periode 3 was de mediane ΔP 13cmH₂O (IQR 11-15cmH₂O).

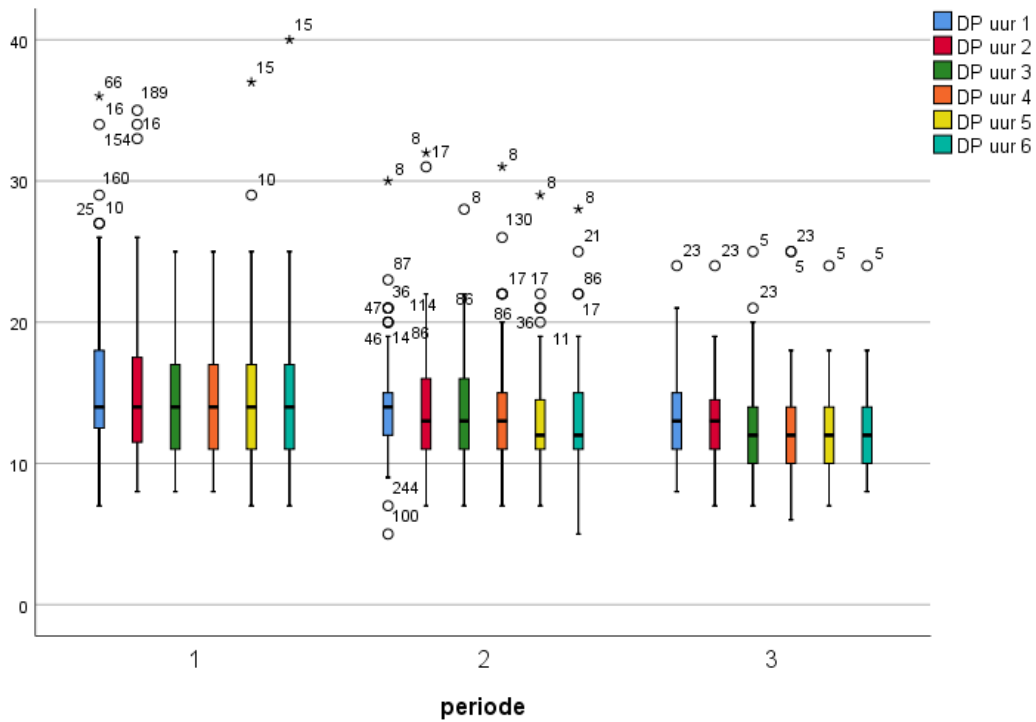
De ΔP dan nog nader bekeken, wat gebeurt er met de gemiddelde ΔP per periode en per uur. Als laatste wordt de ΔP in het 4^e-6^e uur verder bekeken. En bij hoeveel patiënten was de ΔP verhoogd per periode.

Tabel 1: Demografische gegevens

		Periode 1	Periode 2	Periode 3	Totaal
Patiënten	N (%)	100 (40,3%)	83 (33,5%)	65 (26,2%)	248
Geslacht man	N (%)	60 (60%)	49 (59%)	41 (63,1%)	150 (60,5%)
Geslacht vrouw		40 (40%)	34 (41%)	24 (36,9%)	98 (39,5%)
Leeftijd (jaren)	Mediaan IQR	67,5 (57-75)	67 (59-77)	67 (56-72)	67 (57-75)
Lengte (cm)	Mediaan IQR	174 (167-180)	172 (168-182)	175 (168-180)	174 (167,25-180)
PBW (kg)	Mediaan IQR	68,3 (59,02-75,1)	66 (59,7-76,9)	68,7 (59,7-75,1)	67,8 (59,7-75,1)
Long voorgeschiedenis	N (%)	Ja 33 (33%)	Ja 32 (38,6%)	Ja 18 (27,7%)	Ja 83 (33,5%)
COVID	N (%)	Ja 0 (0%)	Ja 25 (30,1%)	Ja 29 (44,6%)	Ja 54 (21,8%)
Mortaliteit in ziekenhuis	N (%)	Ja 32 (32%)	Ja 23 (27,7%)	Ja 25 (38,5%)	Ja 80 (32,3%)
Apache score	Mediaan IQR	21 (16-27)	22 (16-25)	19 (16-24)	20 (16-25)
Opnameduur IC (dagen)	Mediaan IQR	5 (3-8)	5 (3-14)	5 (2,5-14)	5 (3-10)
Opnameduur totaal ziekenhuis (dagen)	Mediaan IQR	12 (6-23)	16 (9-25)	16 (5,5-29)	14 (7-25)
Invasieve beademingsdagen	Mediaan IQR	3 (2-5)	4 (2-12)	3 (2-10,5)	3 (2-7)

Tabel 2: Beademingsgegevens stabiele fase (4-6 na intubatie)

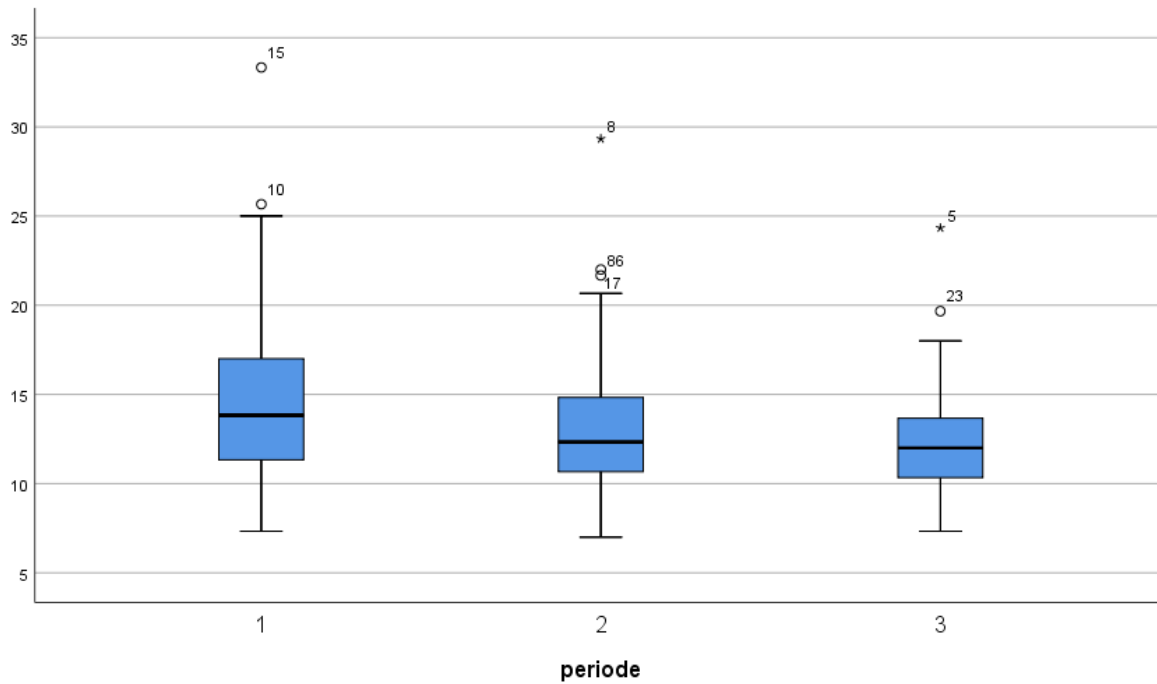
Totaal aantal patiënten N=248		Periode 1	Periode 2	Periode 3	Totaal
PEEP 4-6u	Mediaan IQR	8 (5-10)	10 (7-12)	9 (6-10)	8 (6-10)
FiO2 4-6u	Mediaan IQR	45 (35-58)	48 (35-60)	48 (35-62)	47 (35-60)
VTexp (ml) 4-6u	Mediaan IQR	475 (423-531)	432 (384-478)	412 (362-463)	445 (390-500)
AF 4-6u	Mediaan IQR	21 (19-26)	23 (20-25)	25 (21-27)	23 (20-26)
AMV (ltr) 4-6u	Mediaan IQR	11 (8-13)	10 (8-11)	10 (8-11)	10 (8,3-12,1)
PC druk (cmH ₂ O) 4-6u	Mediaan IQR	14 (12-18)	13 (11-15)	12 (10-14)	13 (11-16)
Piekdruk (cmH ₂ O) 4-6u	Mediaan IQR	21 (18-25)	23 (20-26)	21 (19-23)	22 (18-25)
Cdyn (cmH ₂ O) 4-6u	Mediaan IQR	38 (31-48)	41 (34-51)	42 (32-52)	40 (32-50)
Cstat (cmH ₂ O) 4-6u	Mediaan IQR	35 (28-44)	34 (29-43)	35 (27-40)	35 (28-42)
DP (cmH ₂ O) 4-6u	Mediaan IQR	14 (11-17)	12 (11-15)	12 (10-14)	13 (11-15)



Figuur 2: ΔP in cmH₂O/uur, per periode

Tabel 3: ΔP van 1-6 uur

DP	Periode 1	Periode 2	Periode 3
Mediaan (IQR)			
DP 1u	14 (12-18)	14 (12-15)	13 (11-15)
DP 2u	14 (11-18)	13 (11-16)	13 (11-15)
DP 3u	14 (11-17)	13 (11-16)	12 (10-14)
DP 4u	14 (11-17)	13 (11-15)	12 (10-14)
DP 5u	14 (11-17)	12 (11-15)	12 (10-14)
DP 6u	14 (11-17)	12 (11-15)	12 (10-14)



Figuur 3: Gemiddelde ΔP 4-6u per periode

Chi kwadraat test gedaan om significantie te bepalen. P-waarde is 0,006. Niet alleen de gemiddelde waarde van ΔP dalen significant, maar ook het aantal keer dat de ΔP te hoog is daalt.

Tabel 4: ΔP waarden 4-6uur over gehele onderzoeksperiode

N= 248	
DP \leq 14 cmH ₂ O N (%)	171 (69%)
DP > 15 cmH ₂ O N (%)	71 (28,6%)
Missing	6

Tabel 5: ΔP waarden 4-6u per periode

	Periode 1 (N=100)	Periode 2 (N= 83)	Periode 3 (N=65)
DP \leq 14 cmH ₂ O N (%)	58 (58%)	60 (72,3%)	53 (81,5%)
DP > 15 cmH ₂ O N (%)	39 (39%)	21 (25,3%)	11 (16,9%)
Missing	3	2	1

In deze tabel is af te lezen dat de ΔP lager wordt gedurende de tijd. Meer patiënten worden beademd met een veilige ΔP . Met de chi kwadraat test is de significantie bepaalt. P-waarde is 0,005.

Discussie

Om de vraagstelling te beantwoorden werd een retrospectieve dataverzameling uitgevoerd in de periode 2019-2020. In deze studie is aangetoond dat de ΔP significant is afgenomen gedurende de onderzoeksperiode.

In periode 1 werd de ΔP niet gemeten maar was bij 36% de ΔP te hoog. In periode 2 was 24% van de ΔP te hoog en in periode 3 was 14% van de ΔP te hoog. De introductie van de ΔP heeft tot een directe verandering geleid, een afname van 12%. Maar ook tot een blijvende verandering, de ΔP is tussen periode 1 en 3 afgenomen met 56%.

Dit onderzoek kent een aantal beperkingen. De tijdsinterval van de dataverzameling betreft alleen de 1^e 6 uur van de invasieve gecontroleerde beademing. Hiermee wordt een voorzichtige verwachting uitgesproken dat er ook in de volgende uren en dagen nauwkeuriger gekeken wordt naar de instellingen van de beademing en het nastreven van een driving pressure < 15 cmH₂O. De retrospectieve aard van deze studie is ook een nadeel. Wat opviel is dat er weinig statische metingen (Pplat, PEEPtotaal en Cstat) zijn gedaan in de eerste 6u van het invasief beademen. Op basis daarvan is er voor gekozen om de berekening van de driving pressure af te leiden van de piekdruk en ingestelde PEEP. De plateaudruk, PEEPtotaal en statische compliance moeten namelijk handmatig gemeten worden door een verpleegkundige of arts. Daarnaast moeten de gegevens ook handmatig ingevoerd worden in Metavision. Bij meer dan de helft van de patiënten ontbrak een statische compliance meting. Op basis van de statische compliance kan een driving pressure berekend worden. Alleen in periode 2 en 3 werd de driving pressure gemeten. In periode 1 was dit geen handeling tijdens de gecontroleerde beademing. Op basis daarvan is er voor gekozen om de berekening van de driving pressure af te leiden van de piekdruk en ingestelde PEEP. Dit kan wel leiden tot een overschatting of onderschatting van de ΔP . Op deze wijze is er uniformiteit bij alle patiënten en periodes. De trend is geanalyseerd om daaruit conclusies te kunnen trekken.

Tot slot laat deze studie zien dat de implementatie van de ΔP een positief effect heeft gehad. Er zijn blijvende resultaten geboekt omdat het gehele team zich hiervan bewust was en hier aandacht voor had. Voor een volgende implementatie kunnen deze resultaten worden aangehaald om inzicht te geven in een positieve verandering.

Aanbevelingen

In de analyse is geen onderscheid gemaakt in patiënten wat betreft longvoorgeschiedenis of wel of geen COVID-19. Deze gegevens zijn wel verzameld en zouden achteraf nogmaals bekeken kunnen worden of dit van invloed is geweest op de uitkomst van het onderzoek.

Nu is alleen de ΔP in deze studie uitgelicht. Er zou ook nog nader gekeken kunnen worden naar teugvolumes of deze allemaal behaald worden volgens het protocol van 6ml/kg.

Tijdens de studie werd ook gezien dat er weinig statische meetwaarden werden geregistreerd. Als aanbeveling wordt meegenomen dat er extra aandacht komt voor de uitvoer en het registreren van de statische meetwaarden. Door het geven van bedside teaching en scholing.

Conclusie

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de invoering van de term driving pressure binnen de IC Gelre heeft geleid tot directe en blijvende verandering van het beademingsbeleid. De driving pressure is afgenomen per periode wat leidt tot meer long protectieve beademing.

In deze studie is aangetoond dat de implementatie van de ΔP een haalbaar doel is. Deze studie suggereert een leereffect in de tijd. En heeft een positieve bijdrage geleverd voor de kwaliteit van zorg.

Literatuurlijst

1. Amato, M. B.P., Meade, M. O., Slutsky, A. S., Brochard, L., Costa, E. L., Schoenfeld, D. A., Stewart, T. E. (Feb, 2016). Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *The New England Journal of Medicine*, 372, 8, 747-755
2. Aoyama, H., Petteuzzo, T., Aoyama, K., Pinto, R., Englesakis, M., & Fan, E. (Feb, 2018). Association of Driving Pressure With Mortality Among Ventilated Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Critical Care Medicine*, 46, 2, 300-306.
3. Bellani, G., Laffey, J. G., Pham, T., Fan, E., Brochard, L., Esteban, A., ... Pesenti, A. (2016). Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA*, 315(8), 788.
4. Chen, Z., Wei, X., 2019. Higher vs lower DP for Ventilated Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Emergency Medicine International*, 2019, Article ID 4654705, 12 pages.
5. Fuller, B. M., Page, D., Stephens, R. J., Roberts, B. W., Drewry, A. M., Ablordeppey, E., ... Kollef, M. H. (2018). Pulmonary Mechanics and Mortality in Mechanically Ventilated Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome. *SHOCK*, 49(3), 311–316.
6. Grieco DL, Chen L, Dres M, Brochard L. (2017). Should we use driving pressure to set tidal volume? *Current Opinion in Critical Care*, 23(1), 38–44.
7. Lanspa, M. J., Peltan, I. D., Jacobs, J. R., Sorensen, J. S., Carpenter, L., Ferraro, J. P., ... Grissom, C. K. (2019). Driving pressure is not associated with mortality in mechanically ventilated patients without ARDS. *Critical Care*, 23(1).
8. Neto, A. S., Hemmes, S. N. T., Barbas, C. S. V., Beiderlinden, M., Fernandez-Bustamante, A., Futier, E., ... Schultz, M. J. (2016b). Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *The Lancet Respiratory Medicine*, 4(4), 272–280.
9. Pelosi, P., & Ball, L. (2018). Should we titrate ventilation based on driving pressure? Maybe not in the way we would expect. *Annals of Translational Medicine*, 6(19), 389.
10. Sahetya, S. K., Mallow, C., Sevransky, J. E., Martin, G. S., Girard, T. D., Brower, R. G., & Checkley, W. (2019). Association between hospital mortality and inspiratory airway pressures in mechanically ventilated patients without acute respiratory distress syndrome: a prospective cohort study. *Critical Care*, 23(1).
11. Tonetti, T., Vasques, F., Rapetti, F., Maiolo, G., Collino, F., Romitti, F., Camporota, L., ... Gattinoni, L. (July, 2017). Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention. *Annals of Translational Medicine*, 5, 14, 286.
12. Richtlijn; Beademing bij COVID-19, NVIC advies op basis van expert opinion, Versie 02-04-2020. www.nvic.nl

Bijlage 1 De rol als Intensive Care Practitioner, uitstroomprofiel Ventilatie

Missie en visie als Ventilation Practitioner

De kernwaarden van Gelre Ziekenhuizen waaruit wij te werk gaan zijn persoonlijk, verbindend, energiek en ondernemend. Daarnaast wil Gelre gericht innoveren en oog en aandacht houden voor de mens achter de patiënt en zijn/haar kwaliteit van leven.

Als Ventilation Practitioner kan ik mij hierbij aansluiten. Ik vind het belangrijk om persoonlijke zorg op maat te bieden. Welke zorg heeft de desbetreffende patiënt op dat moment nodig. Hoe kunnen we een IC opname zo aangenaam mogelijk maken zodat het uiteindelijk de beademingsduur en opname duur verkort. Daarnaast vind ik het belangrijk om een verbindende factor te zijn binnen het team. Door ondernemend te zijn in mijn rol als Ventilation Practitioner en telkens op zoek te gaan naar de nieuwste ontwikkelingen en deze innovaties toe te passen binnen onze IC.

Mijn missie als Ventilation Practitioner is dat de patiënt erop kan vertrouwen dat hij/zij de beste beademingszorg krijgt op onze IC en hierbij rekening houdend met de individuele behoeften. Gericht innoveren op beademingsgebied wat voor onze patiëntenpopulatie meer kwaliteit oplevert gedurende de IC opname.

Mijn visie als Ventilation Practitioner is als gehele team kwalitatief de beste respiratoire zorg geven aan alle IC patiënten. De beademingszorg moet praktisch en toepasbaar blijven voor allen die hierbij betrokken zijn.

Voor het eerst zijn er 2 VP'ers binnen IC Gelre. Ik zal samen met de huidige VP'er onze taken en verantwoordelijkheden moeten afstemmen. Er zal een herverdeling van taken en werkzaamheden plaats gaan vinden.

Over een jaar heb ik het volgende bereikt:

- Ik werk zelfstandig volgende de geldende richtlijnen en protocollen op een manier die evidence based practice is
- Het zorgproces rondom de beademing overzien en knelpunten bespreekbaar maken met de desbetreffende collega/intensivist
- Bij moeilijke beademing een adviserende rol heb, de zorg en het beleid kan afstemmen met alle disciplines
- Aansluiten bij MDO's van de langdurige IC patiënt om hierin een adviserende rol te hebben t.a.v. respiratoire zorg en/of weantraject
- Initiatieven neem m.b.t. optimalisatie van beleid en zorgproces en dit ook uitvoer
- Ik kan zelfstandig een beademingsstrategie opstellen en uitvoeren onder supervisie van een intensivist
- Ik zorg draag voor deskundigheidsbevordering van mijn team. Ik sluit aan bij het scholingsbehoefte van het team door regelmatig contact te hebben met collega's over de knelpunten rondom beademing
- De respiratoire zorg voor de IC patiënt wordt door het gehele team op dezelfde wijze uitgevoerd en iedereen is op de hoogte van de huidige werkwijze
- Aansluiten bij de individuele behoefte van de patiënt op het gebied van innovaties, denk hierbij aan spreken aan de beademing
- Doorgaan met het beoordelen van X-thorax foto's en het maken van long echo's. Longecho's geven ons veel informatie en kan soms een vervanging zijn van een intensiever onderzoek (CT scan)
- Ik wil onderzoeken of een canuleteam binnen Gelre een toegevoegde waarde heeft
- Ik kan zelfstandig een project uitvoeren met verschillende disciplines binnen het ziekenhuis op het gebied van beademing
- De VP functie valt niet meer weg te denken binnen IC Gelre en is een onmisbare functie

Onderzoek driving pressure

Ik heb zelf veel geleerd van dit onderzoek. Welke systematische stappen zijn nodig in de voorbereiding voor een onderzoek. Vooral de kennis over dataverzameling, het interpreteren van data en het verwerken van de data is erg gegroeid. Daarnaast heeft dit onderzoek ons veel geleerd over hoe wij de afgelopen 2 jaar onze patiënten hebben beademd en wat een introductie van een nieuwe meting teweeg brengt.

Het onderzoek en de onderzoeksresultaten ga ik delen met de afdeling. Hiermee wil ik inzichtelijk maken welke invloed een verandering (in dit geval het meten van de ΔP) heeft gehad op ons als professional maar met name wat betekend dit voor de patiënt. We hebben dit als team gedaan en dat wil in positief benaderen voor eventuele toekomstige veranderingen.

Bijlage 2 Conceptualisering

PEEP: Positieve eind expiratoire pressure in cmH₂O

FiO₂: inspiratoire zuurstoffractie

V_{Tex}: expiratoir teugvolume in aantal ml per ademteug.

AF: ademhalingsfrequentie per minuut

AMV: Adem minuut volume in liters/minuut

PC druk: ingestelde inspiratoire druk tijdens pressure controle beademing

Piekdruk: of P_{peak} de maximale druk die tijdens de inademing wordt gemeten door de beademingsmachine. Het is de druk die nodig is om een teugvolume in het respiratoire systeem te krijgen en moet hierbij zowel de weerstand (resistance) als de elasticiteit overwinnen. De piekdruk wordt bepaald door teugvolume (V_t), weerstand, elasticiteit en PEEP. De piekdruk wordt weergegeven in cmH₂O.

Compliantie (C): de mate waarin de longen meegeven als er een volume in wordt geblazen. Als de longen heel compliant zijn, rekken ze gemakkelijk uit. Zijn ze stug, dan is de compliantie laag. Uitgedrukt in L/cmH₂O.

Dynamische compliantie (C_{DYN}): de compliantie gemeten tijdens de inspiratieweergang. Hierdoor wordt de meting beïnvloed door de aanwezige weerstand. Dynamische compliantie = V_t / (piekdruk – PEEP)

Statische compliantie (C_{STAT}): de compliantie gemeten tijdens een fase waarin er geen flow is zodat de weerstand geen rol kan spelen. Statische compliantie = V_t / (plateaudruk – PEEP)

DP: Driving pressure. De driving pressure is het drukverschil tussen de plateaudruk en de PEEP_{totaal}. Dit wordt bepaald door de compliantie van het respiratoire systeem en het teugvolume (drijfdruk = driving pressure = P_{plat} - PEEP_{tot} = C_{rs} x V_t) en geeft hiermee de dynamische belasting van de longen weer. De driving pressure kan alleen gemeten worden bij patiënten die invasief gecontroleerd beademd worden, middels het meten van de statische meetwaarden: inspiratie- en expiratie hold.

Plateaudruk: De druk in de longen gemeten aan het eind van de inspiratie pauze tijd (bij gesloten kleppen van de beademingsmachine); de plateaudruk is medebepalend voor de elasticiteit of de rekbaarheid (compliance) van de long.

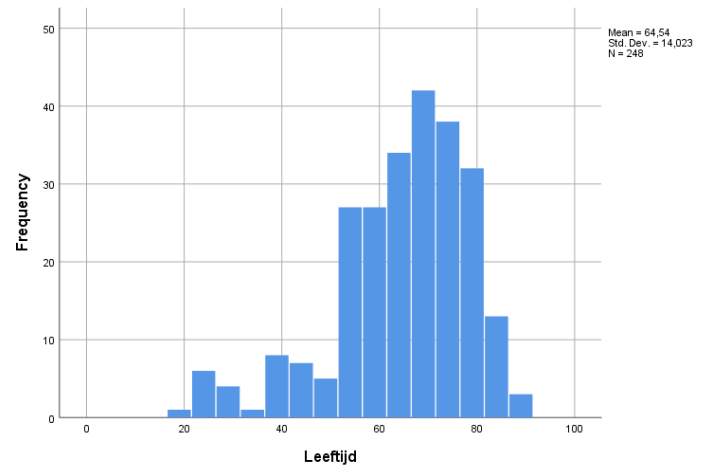
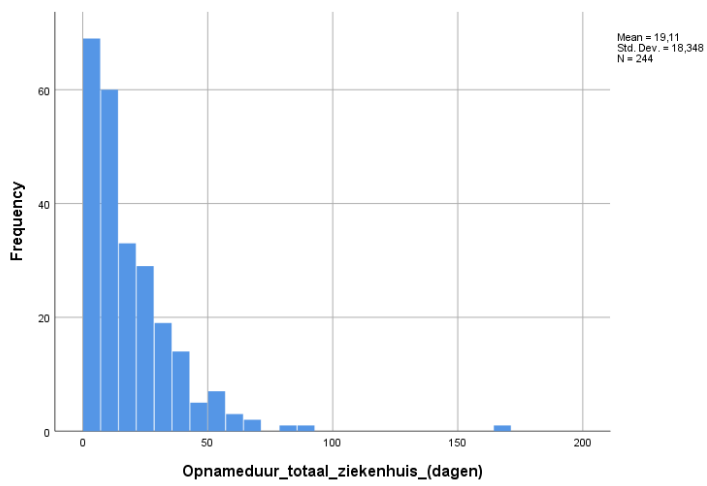
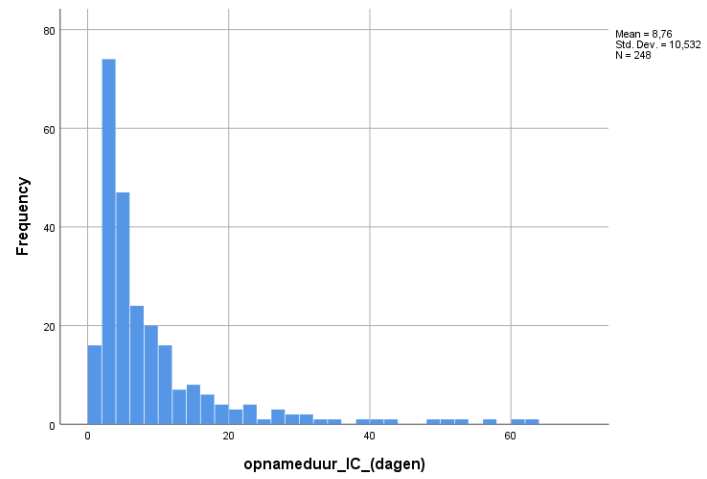
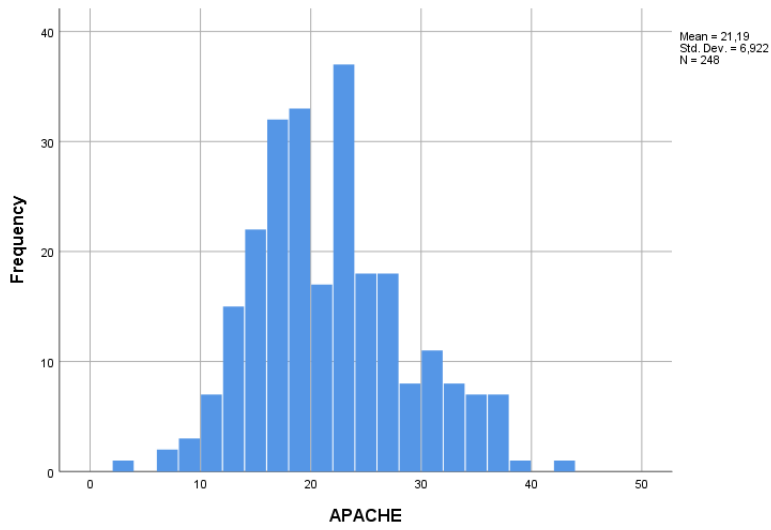
PEEP_{totaal}: De druk in de longen die gemeten wordt aan het eind van de expiratie pauze tijd (bij gesloten kleppen van de beademingsmachine).

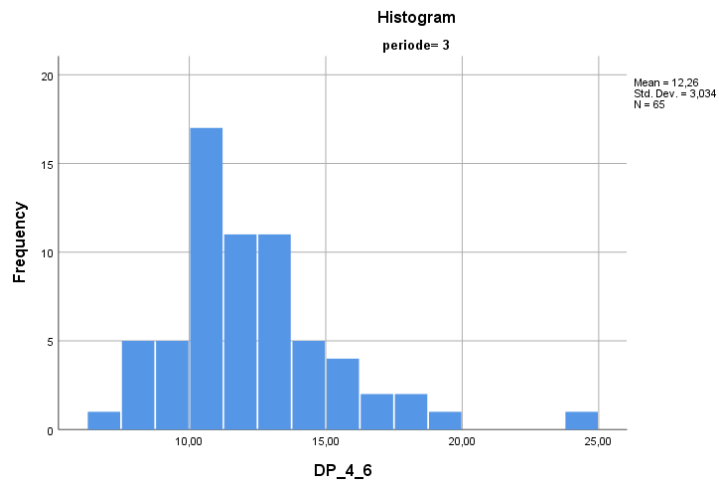
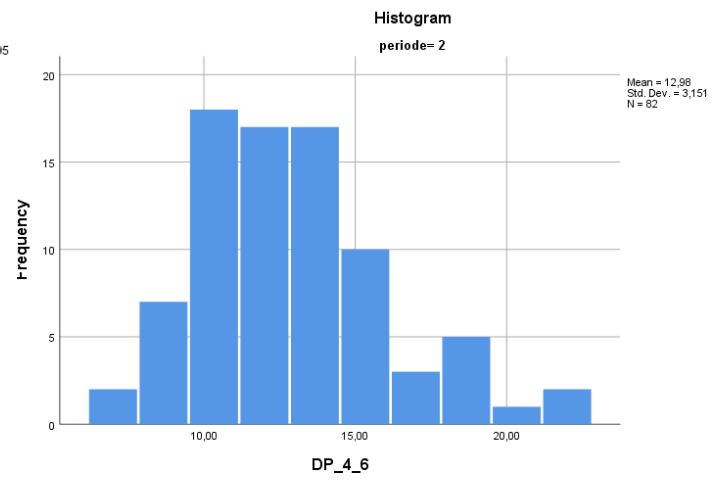
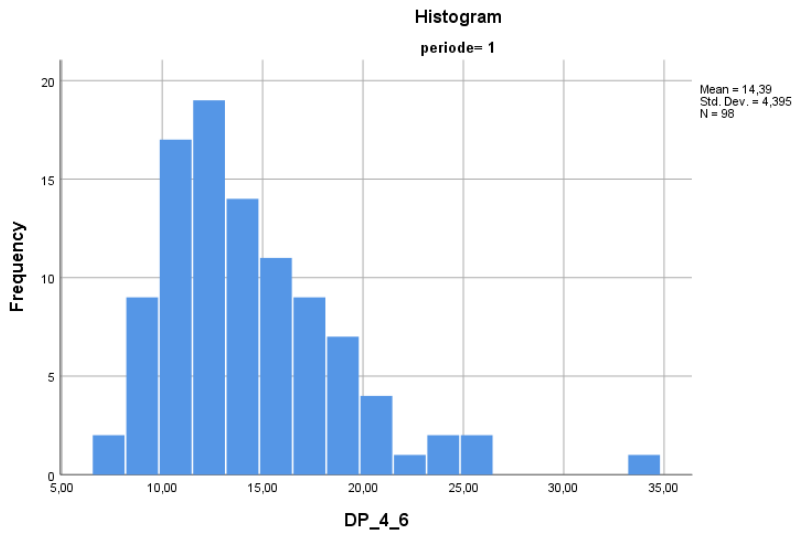
Pressure controle beademing (PC): gecontroleerde invasieve beademing via endotracheale tube of tracheacanule met continue positief drukniveau.

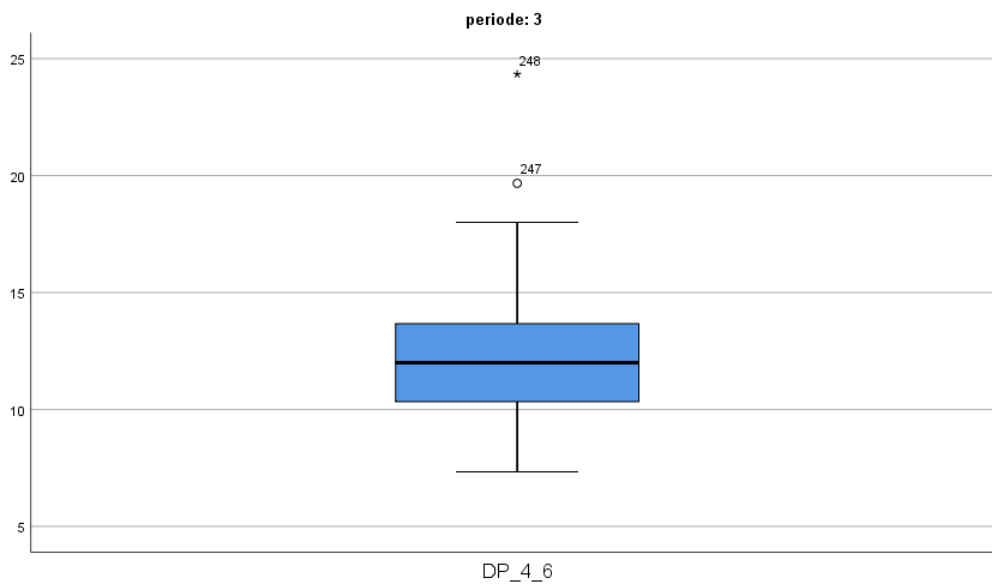
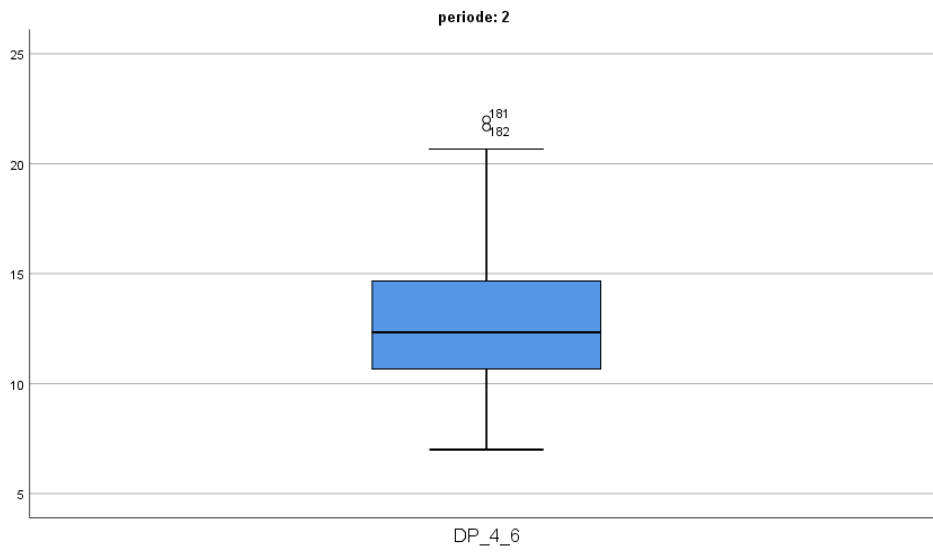
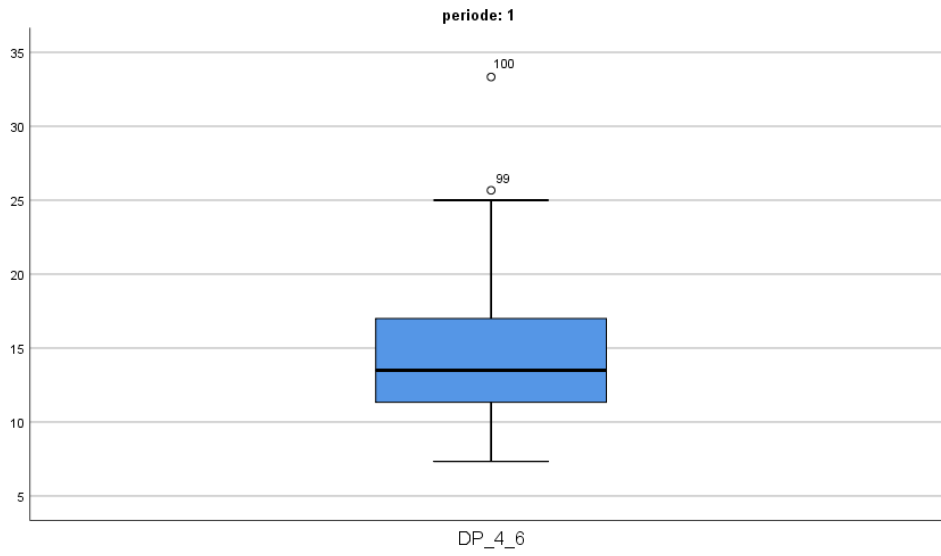
Pressure support beademing (PS): spontane ademhaling met continue positief drukniveau met of zonder drukondersteuning (PS)

PBW: Predicted body weight; voorspeld lichaamsgewicht (kg)

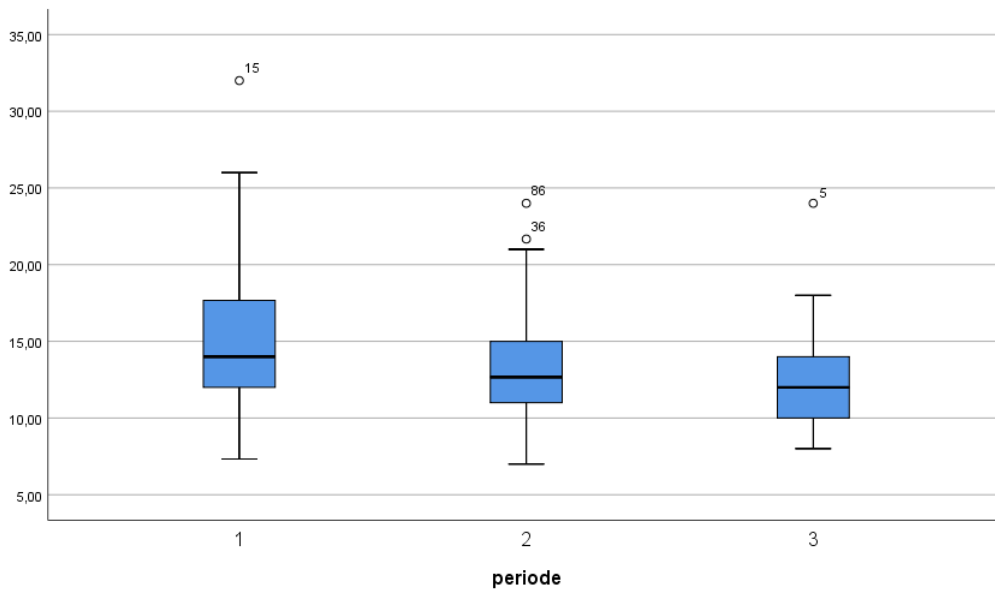
Bijlage 3 Overige data







PC druk 4-6uur



Teugvolume 4-6uur

