

Samenvatting

Achtergrondinformatie: Een recruitment manoeuvre (RM) kan worden toegepast in de beademingsstrategie bij patiënten met Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS). Wanneer een RM wordt uitgevoerd met een Waters set worden hoge inspiratoire drukken en daarbij behorend tidal volume gegeven, waardoor schade aan de alveoli kan ontstaan, Ventilator Induced Lung Injury (VILI).

Methoden: Literatuur- en praktijkonderzoek werden uitgevoerd om inzicht te krijgen over de huidige en gewenste werkwijze van een RM.

Resultaten: Het literatuuronderzoek toont aan dat een RM effectief is in de verbetering van de oxygenatie bij ARDS-patiënten met diffuus longbeeld, welke 1-2 dagen bestaat. De mechanische ventilator is essentieel bij de uitvoer. Het effect op mortaliteit kan niet worden vastgesteld. In het praktijkonderzoek wordt aangetoond dat de uitvoer voornamelijk met een Waters set wordt gedaan en kennis ontbreekt om tot een goede indicatie en uitvoer te komen.

Conclusie: Een RM is een effectieve methode gebleken bij ARDS-patiënten met diffuus longbeeld, welke 1-2 dagen bestaat. Gezien de risico's op VILI moet de professional de afweging voor een RM bewust maken. Kennis van indicatie en risico's is hierbij noodzakelijk. De mechanische ventilator is essentieel voor een veilige uitvoer en effectiviteit van een RM. Om uitspraken te kunnen doen over het effect van een RM op korte en lange termijn is meer onderzoek noodzakelijk.

Een recruitment manoeuvre, vrijblijvend?!

Of een risicovolle handeling...

Introductie

De Intensive Care (IC) van het St. Antonius Ziekenhuis past bij patiënten mechanische beademing toe, wanneer deze onvoldoende in staat zijn om een adequate diffusie te bewerkstelligen en/of te behouden. Met behulp van een endotracheale tube of tracheacanule zijn de patiënten verbonden met de mechanische ventilator. Een groot deel van deze patiënten ontwikkelt atelectase; een gedeelte van de long collabeert, waardoor geen diffusie kan plaatsvinden. Wanneer dit een klein gedeelte van de long betreft, is het overige gedeelte van de long in staat dit te compenseren. Maar wanneer een groot gedeelte van de long is gecollabeerd, wordt ondanks mechanische beademing de diffusie bedreigd. Door middel van een recruitment manoeuvre (RM) wordt een kortdurende hoge inspiratoire druk toegediend om de gecollabeerde alveoli te openen. Deze RM kan handmatig met een Waters set worden gerealiseerd of met behulp van instellingen op de mechanische ventilator. Echter, het toedienen van deze hoge inspiratoire drukken is niet zonder risico's, het ontstaan of een toename van Ventilator Induced Lung Injury (VILI) is mogelijk (Pelosi et al., 2010).

Achtergrondinformatie

Een RM is een techniek die door Professor B Lachmann (1992) werd beschreven als 'Open Long Concept'. De techniek heeft als doel de long te openen en de long open te houden. Door middel van het toedienen van hoge inspiratoire drukken met behulp van het instellen van een verhoogd PEEP-niveau, welke 5 tot 10 minuten worden aangehouden, is het mogelijk gecollabeerde longdelen te openen. Hierna is het mogelijk om met lagere inspiratoire druk en een lager PEEP-niveau, ten opzichte van de openingsdruk, de long te oxygeneren en te ventileren.

ARDS is een ernstige pathofysiologische complexe longaandoening, welke gekenmerkt wordt door acute hypoxemie ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio ≤ 26.7 kPa). In 2012 is een definitie opgesteld waar de kenmerken van ARDS in zijn opgenomen (zie tabel 1). Bekende oorzaken van de nieuwe of toegenomen respiratoire insufficiëntie kunnen zijn: een pneumonie, aspiratie van maaginhoud, inhalatie van rook of damp, sepsis, trauma of een massale bloedtransfusie (Matthay et al., 2003).

Tabel 1:

De ARDS-criteria volgens de Berlijn Definitie (The ARDS Network., 2012)

- Een nieuwe of toegenomen respiratoire insufficiëntie ontstaan binnen 1 week na een bekende oorzaak.
- Bilaterale afwijkingen op de thoraxfoto passend bij longoedeem en niet veroorzaakt door hartfalen.

Er wordt onderscheidt gemaakt in ernst van ARDS:

- Mild ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio 26.7 – 40 kPa (200-300 mmHg) en PEEP of CPAP ≥ 5 cmH₂O.
- Gemiddeld ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio 13.3 – 26.7 kPa (100-200 mmHg) en PEEP of CPAP ≥ 5 cmH₂O.
- Ernstig ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio ≤ 13.3 kPa (≤ 100 mmHg) en PEEP of CPAP ≥ 5 cmH₂O.

De acute hypoxemie ontstaat onder andere door rechts-links shunting, waarbij zuurstof niet de circulatie kan bereiken omdat delen van de long zijn geobstrueerd of gecollabereerd. Wanneer dit een groot deel van de long betreft (>50%), wordt ook de klaring van kooldioxide bemoeilijkt. Hoge beademingsvoorwaarden (Plateaudruk >30 cmH₂O – FiO₂>0.6 – tidal volume > 6ml/kg ideaal lichaamsgewicht) zijn dan noodzakelijk om de longen te kunnen oxygenen en ventileren. Deze hoge beademingsvoorwaarden kunnen VILI veroorzaken of doen toenemen en schade veroorzaken aan andere organen (Mecikalski MB et al., 1984).

In de afgelopen decennia zijn veel nieuwe inzichten ontwikkeld over de kennis en management van ARDS. De belangrijkste oorzaak van het in stand houden van het ARDS en het ontstaan van VILI blijkt overdistentie. Overdistentie wordt primair door volume veroorzaakt. Een tidal volume van 6 ml/kg ideaal lichaamsgewicht wordt aangehouden om de long beschermend te beademen. Dit beschermt niet alleen de long, maar ook de anderen organen en leidt tot een lagere mortaliteit bij ARDS-patiënten (The ARDS-network., 2012). Ook is er veel onderzoek gedaan naar de toepassing van een RM in de beademingsstrategie voor ARDS-patiënten. Een RM kan de oxygenatie verbeteren bij ARDS-patiënten en de VILI doen verminderen. Echter, andere studies stelden de toepassingen van een RM ter discussie. Een RM kan ook VILI doen ontstaan of de VILI doen toenemen. Translocatie van pulmonale bacteriën en cytokines kan plaatsvinden in de systemische circulatie. De intrathoracale druk neemt toe en kan leiden tot een afname van de veneuze return of ontstaan van een barotrauma. Ook stelden zij dat er geen bewijzen gevonden zijn dat een RM de mortaliteit verlaagt. Voor een RM moet de winst in de verbetering van de oxygenatie gewogen worden ten opzichte van de mogelijke risico's en moet de uitvoer zo veilig mogelijk zijn (Pelosi et al., 2010).

Onderzoeksvraag

Op de Intensive Care van het St. Antonius Ziekenhuis wordt over het algemeen gebruik gemaakt van de Waters set voor het toepassen van RM. De werkwijze verschilt per professional en door het gebruik van de Waters set is er geen inzicht op de parameters Peak (inspiratoire druk), tidal volume (V_t) en Positive End Expiratoire Pressure (PEEP)-niveau. Deze parameters zijn relevant omdat zij informatie geven over de grenzen waarbij VILI kan ontstaan. Hierdoor wordt de patiënt mogelijk blootgesteld aan een risico tot het ontstaan van VILI. Dit leidde tot de onderzoeksvraag: *Wat is de meest veilige en effectieve werkwijze om een RM uit te voeren bij een beademde patiënt op de Intensive Care? Naast deze specifieke onderzoeksvraag werd ook gekeken door welke professional de RM het beste kan worden uitgevoerd, indicatiestelling, complicaties en effect op korte en lange termijn.*

Methoden

Het onderzoek betreft een literatuuronderzoek en praktijkonderzoek.

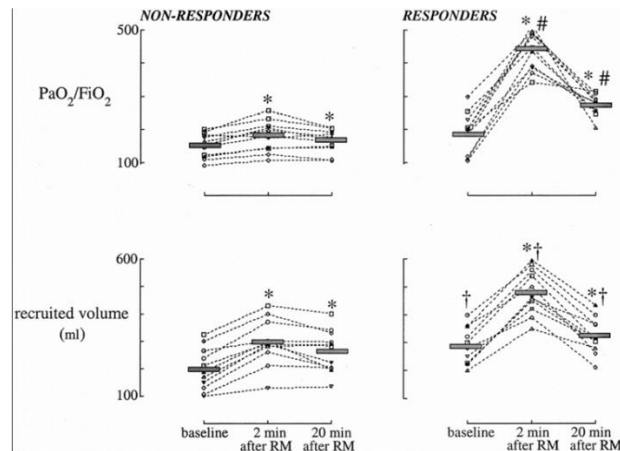
Het literatuuronderzoek werd uitgevoerd op PubMed met de zoekterm: (recruitment[ti]) AND ("Pulmonary Atelectasis"[Mesh] OR atelectase*[tiab] OR lung collaps*[taib] OR collapsed lung[tiab]) AND (intensive care OR ICU), op 7 november 2016. Hieruit volgden 31 artikelen. Een selectie is gemaakt op basis van indicatie, complicaties en effect op korte en lange termijn. Daarnaast werden naar aanleiding van een scholing (Care Training Group te Ridderkerk, februari 2017) nog enkele artikelen toegevoegd aan bovenstaande geselecteerde lijst.

Het praktijkonderzoek werd gedaan op de IC van het St. Antonius Ziekenhuis in Nieuwegein. Deze IC heeft 24 bedden en 10 Medium Care (MC) bedden. In 2016 werd bij 2165 patiënten mechanische beademing toegepast over 6202 dagen. Het praktijkonderzoek werd gedaan door middel van een enquête (zie bijlage 1). De enquête had als doel om inzicht te verkrijgen in de indicatiestelling, werkwijze en effect van een RM. De enquête is uitgegeven in de maand december 2016. De onderzoeksgroep was gediplomeerde IC verpleegkundigen. Iedere gediplomeerde IC verpleegkundige had 2 weken de gelegenheid om de enquête in te vullen. De respons op de 100 uitgestuurde enquêtes was 80%.

Resultaten literatuuronderzoek

Indicatie diffuus ARDS

In 2002 onderzocht Grasso et al. de bijdrage van een RM in verbetering van de oxygenatie bij ARDS-patiënten waarbij Lung Protective Ventilation (LPV) van 6 ml/kg ideaal lichaamsgewicht werd toegepast. De responders waren patiënten met een verbetering van de oxygenatie (PaO_2) en $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio post-RM, deze patiënten hadden 1-2 dagen mechanische beademing. Tot de non-responders behoorden patiënten welke 5-10 dagen mechanische beademing hadden en een significante langere beademingsduur ($P < 0.001$) (zie figuur 1). Bij zowel de responders als de non-responders was het behouden van de verbetering in oxygenatie na de RM niet mogelijk.



Figuur 1: Grasso et al., (2002) Individuele waarden van $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio en toename in volume vooraf, na 2 min en 20 min na RM.

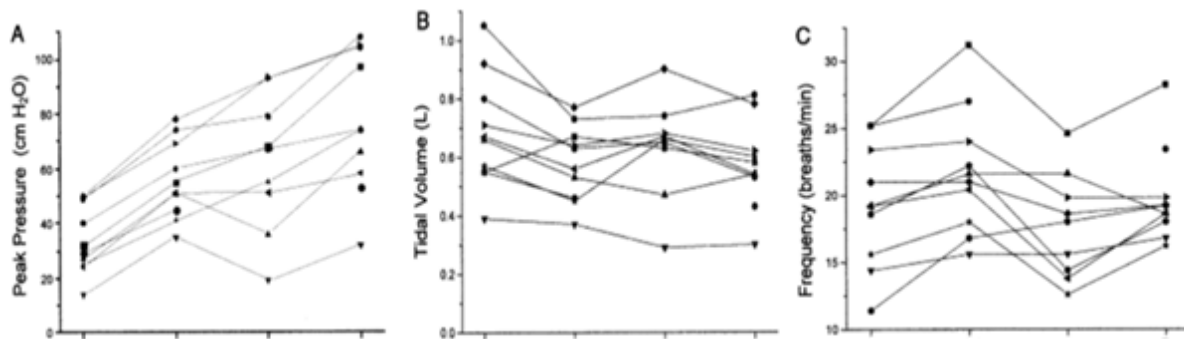
Vervolgens maakte Constantin et al. (2007) onderscheid in diffuus en lobair ARDS. Het resultaat van de RM bleek niet af te hangen van de oorzaak van het ARDS (pulmonaal versus extra-pulmonaal ARDS), maar van de longmorfologie. Patiënten met een diffuus longbeeld hadden een verbetering van de oxygenatie post-RM, ten opzichte van patiënten met lobair ARDS. Wanneer de longen grotendeels al open zijn, wordt het effect van de RM verminderd. De non-responders lieten geen toename van de oxygenatie zien, maar een verslechtering van de arteriële bloeddruk post-RM. Dit wees indirect naar hyperinflatie/overdistentie van de long.

Mechanische ventilator superieur aan Waters Set

Er is veel geschreven over de verschillende technieken om een RM uit te voeren. De meest gebruikte techniek is de sustained inflation (aanhoudende inflatie). Pelosi et al. (2010) stelden vast dat de beste RM-techniek op dit moment niet bekend is en verschilt in specifieke situaties. Daarbij wordt opgemerkt dat buikligging bijdraagt aan het succes van de RM, maar ook op zichzelf kan buikligging worden beschouwd als een RM. In buikligging neemt de transpulmonale druk in de dorsale longgebieden toe, waardoor de alveoli geopend worden en diffusie weer kan plaatsvinden. Rival et al. (2011) concludeerden dat met een RM in buikligging de hoogste toename in $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio werd verkregen.

Om duidelijkheid te krijgen over het gebruik van een Waters set of mechanische ventilator concludeerden Turki et al. (2005) dat het handmatig uitvoeren van een RM grote variabelen geeft in parameters. Zij lieten 9 Respiratory Therapists handmatig 4 long modellen beademen, ingesteld op typische klinische scenario's. De verschillen in de parameters: Peakdruk, tidal volume en frequentie waren zo groot, dat handmatige hoge inspiratoire drukken als extreem konden worden beschouwd. De conclusie van dit onderzoek was dat de

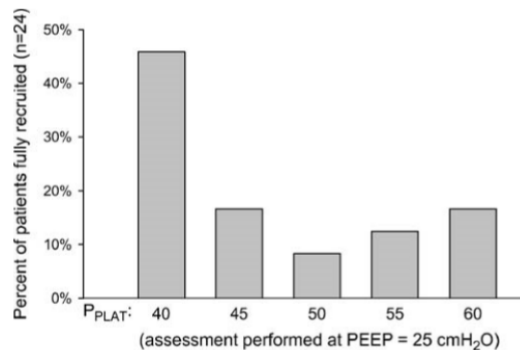
professional zich kritisch moet afvragen of het verhoogde risico op barotrauma genomen kan worden (zie figuur 2).



Figuur 2: Turki et al. (2005) A. Peakdruk, B. tidal volume en C. ademfrequentie weergegeven op de verticale lijn, waarbij op de horizontale lijn 4 longmodellen met verschillende klinische scenario's worden weergegeven. Deze werden handmatig beademd door Respiratory Therapist, weergegeven in een symbool.

Minimale inspiratoire drukken van 40 cmH₂O

Om het niveau van de inspiratoire drukken te bepalen is het noodzakelijk om de minimale openingsdruk te weten waarbij de gecollabeerde alveoli openen. Borges et al. (2006) concludeerden dat het mogelijk is om de oxygenatie te verbeteren en de long te openen bij ARDS-patiënt, welke 1-2 dagen aanwezig is. Vanwege de hemodynamische bijwerkingen en hypercapnie werd een RM niet aanbevolen in routinematig gebruik in de beademingsstrategie voor ARDS-patiënten (figuur 3). Volledige RM werd waargenomen bij 24 van de 26 patiënten.

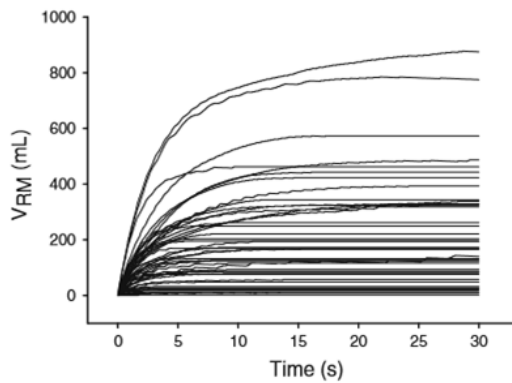


Figuur 3: Borges et al., (2006). Weergave van de minimale plateaudruk voor volledige RM.

Cressoni et al. (2017) onderzochten hoeveel van de long werd geopend met een maximale inspiratoire druk. Uit het onderzoek bleek dat PEEP tot 15 cmH₂O en plateaudruk tot 30 cmH₂O niet effectief zijn om de gecollabeerde long te openen. Voor een effectieve RM zijn hogere drukken noodzakelijk, daarmee neemt echter het risico op atelectrauma en baro- volutrauma toe.

Eerste 10 seconden winst in longvolume

Een tijdsduur van 40 seconden is het meest gebruikelijk om de verhoogde inspiratoire drukken toe te passen. Door Arnal et al. (2011) werd deze tijdsduur opnieuw onderzocht. Het meeste volume werd gewonnen in de eerste 10 seconden van de RM (zie figuur 4). Met geen verandering van hartfrequentie, diastolische arteriële druk en SpO₂. Systolische en gemiddelde arteriële druk veranderden niet in de eerste 10 seconden, maar daalden significant in de 20 en 30 seconden.



Figuur 4: Arnal et al., (2011) Individueel per patiënt weergegeven toename in volume tijdens een RM. Horizontaal de tijd weergegeven, verticaal het tidal volume in ml weergegeven.

PEEP-niveau noodzakelijk voor verbetering van de oxygenatie

Wanneer een kleine tidal volume wordt gebruikt om de long te oxygeneren en te ventileren, kan schade veroorzaakt worden door verschillende mechanismen. Waaronder het herhaaldelijk openen en sluiten van de luchtwegen en alveoli, atelectrauma genoemd. Dit treedt met name op wanneer de longen heterogeen zijn. Door het instellen van PEEP wordt de long meer homogeen en worden de alveoli gestabiliseerd om collaberen te voorkomen en wordt het longvolume vergroot. Echter een hoog PEEP-niveau kan de veneuze return verminderen (Slutsky et al., 2014).

Eerder werd het PEEP-niveau onderzocht door Santoz-Siepmann et al. (2007). Zij stelden het PEEP-niveau in op 24 cmH₂O en verlaagde dit niveau elke 10 minuten, in stappen van 2 cmH₂O. De dynamische compliance en PaO₂ werden bij elke stap beoordeeld en hierdoor werd zichtbaar dat bij 16 cmH₂O de long volledig openbleef. Geconcludeerd werd dat voor het behouden van de open long, lagere drukken noodzakelijk zijn.

Het instellen van het PEEP-niveau post-RM werd ook onderzocht door Lim et al. (2003). Het onderzoek wees uit dat het instellen van PEEP post-RM het belangrijkste bepalende component was in de verbetering van de PaO₂, onafhankelijk van de gebruikte RM-techniek.

Onderzoek bij ARDS-patiënten over het toepassen van hoog versus laag PEEP-niveau onderzochten Briel et al. (2010). Zij stelden vast dat instellen van hoog versus laag PEEP-niveau niet geassocieerd is met verbetering in ziekenhuismortaliteit. Met uitzondering bij de specifieke groep ARDS-patiënten met hoog PEEP-niveau.

Verbetering in PaO₂ en PaO₂/FiO₂-ratio maar niet op mortaliteit

Om het effect vast te stellen van een RM werd in alle onderzoeken de PaO₂ en PaO₂/FiO₂-ratio beoordeeld. PaO₂/FiO₂-ratio geeft de verhouding aan tussen het PaO₂ en toegediende FiO₂.

In de systematische review van Fan et al (2008) werden de fysiologische effecten en bijwerkingen beoordeeld bij patiënten met Acute Lung Injury (ALI, nu mild ARDS) die een RM ontvingen. Een significante toename van de oxygenatie (PaO₂ en PaO₂/FiO₂-ratio) werd waargenomen, met weinig ernstige bijwerkingen. Kortdurende hypotensie en desaturatie was gebruikelijk tijdens de RM. Het behoudt van de toename van oxygenatie was zeer verschillend per patiënt, van enkele minuten tot enkele uren. Het routinematig gebruik van RM kan daarom niet worden aanbevolen maar ook niet worden ontmoedigd.

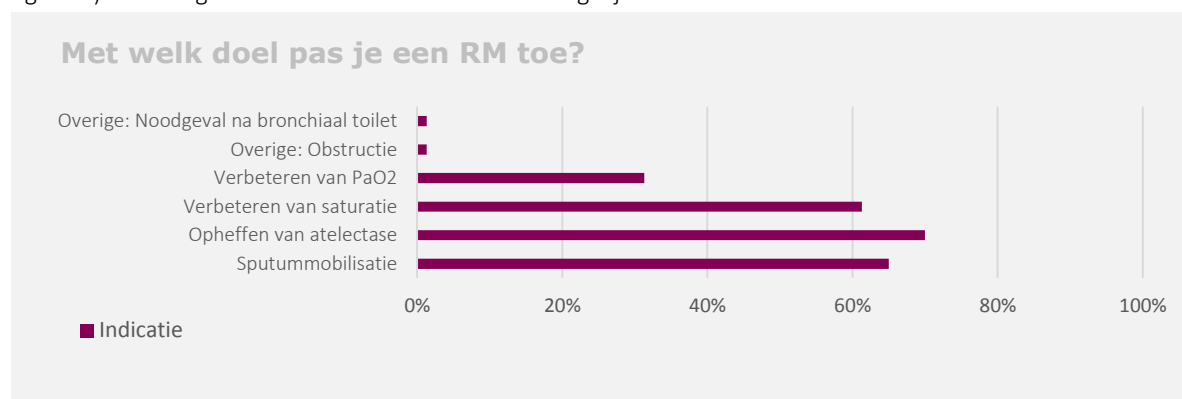
Hodgson et al., deden in 2009 en 2016 een systematische review. Er werd geconcludeerd dat ventilatiestrategieën waarbij een RM werd gebruikt de IC mortaliteit verminderden zonder verhoogd risico op barotrauma. Dit toonde geen effect aan op de 28-dagen mortaliteit of ziekenhuismortaliteit. De bewijslast was echter zeer laag, omdat de meeste studies co-interventies hadden toegepast als onderdeel van de open long strategie die mogelijk invloed hadden op de studie uitkomsten.

Resultaten praktijkonderzoek

Enquête

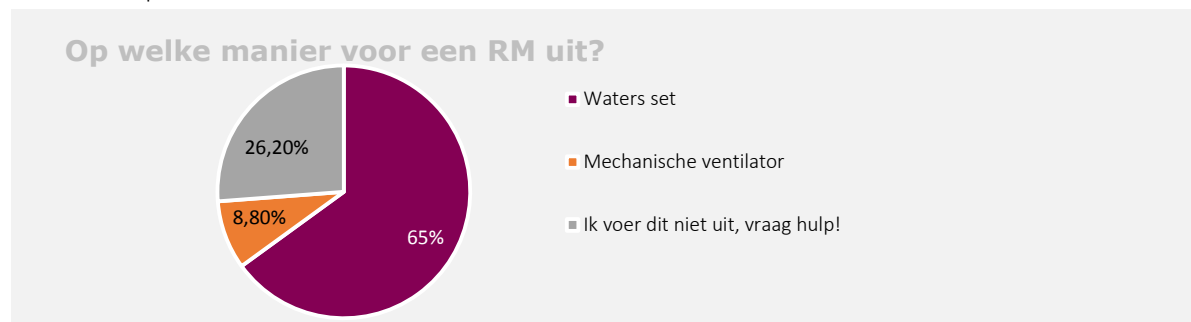
In de enquête is gevraagd naar werkervaring, indicatie, techniek, instellingen van de Waters set of mechanische ventilator, frequentie en effectmeting. Deze enquête en uitkomsten zijn te raadplegen in bijlage 1.

De indicatiestelling voor een RM werd door gediplomeerde IC verpleegkundigen hoofdzakelijk gesteld op het opheffen van de atelectase (70%), sputum mobiliseren (65%) en verbeteren van de oxygenatie (61,3%) (zie figuur 5). De vraag had een meerkeuze antwoord mogelijkheid.



Figuur 5: Indicatie tot RM door gediplomeerde IC verpleegkundigen.

De meest gebruikte werkwijze voor een RM was de Waters set (65%). Opvallend is dat slechts 8,8% van de IC verpleegkundigen aangeeft de mechanische ventilator te gebruiken. De resterende 26,2% voerden zelf geen RM uit maar vroegen om hulp (zie figuur 6). Of en welke techniek toegepast is, is niet bekend. Van de groep die zegt hulp te vragen, betreft 46,7% IC verpleegkundigen met 0 tot 5 jaar werkervaring. Deze groep betreft 36,3% van de totale respondenten.



Figuur 6: Weergave van de RM techniek welke toegepast wordt door gediplomeerde IC verpleegkundigen.

Het effect van de RM werd gemeten door de IC verpleegkundigen door het observeren van de saturatie (96,3%), luisteren van de ademgeruis (48,8%) en bepalen van een arterieel bloedgas (36,3%), meerdere antwoorden waren hierbij mogelijk.

Discussie

De indicatiestelling voor een RM moet volgens de literatuur gesteld worden bij ARDS-patiënten met diffuus longbeeld, welke 1-2 dagen bestaat. Hierbij dienen de ARDS-criteria volgens de Berlijn Definitie uit 2012 toegepast te worden. In de praktijk wordt een RM ook bij andere patiëntcategorieën toegepast. Hieruit blijkt dat IC verpleegkundigen onvoldoende kennis hebben over de indicatie van een RM. Opvallend is overigens wel dat 26,2% van de IC verpleegkundigen hulp inschakelt voor een RM. Hieruit blijkt mogelijk dat zij zich onvoldoende bevoegd en bekwaam voelen.

Het is opmerkelijk dat op de IC van het St Antonius Ziekenhuis de Waters set veelvuldig gebruikt wordt voor het uitvoeren van een RM. De literatuurstudies richtten zich vooral op de risico's en complicaties bij de uitvoer van een RM. Door het toepassen van een Waters set ontnemt de professional zich het inzicht in de parameters waaraan deze risico's af te lezen zijn. Ook het effect van een RM wordt niet behouden door het gebruik van de Waters set. Er lijkt onder de IC verpleegkundigen onvoldoende kennis te zijn van de beperking van deze methode en de beschikbare alternatieven.

Het vaststellen van het effect na een RM wordt in de praktijk gedaan aan de hand van de SpO_2 . Dit is niet volledig ten opzichte van het literatuuronderzoek. Deze gegevens moeten worden aangevuld met het PaO_2 en PaO_2/FiO_2 -ratio. Vervolg handelingen kunnen op basis van deze waarden gefundeerd worden ingezet.

Vraagtekens werden na het literatuuronderzoek geplaatst bij de indicatiestelling door de IC verpleegkundigen. Beschikt deze professional over voldoende kennis om de patiënt met vroeg ARDS en diffuus longbeeld te diagnosticeren? Moet een IC verpleegkundige hoge beademingsdrukken, welke noodzakelijk zijn voor een RM, willen toepassen buiten de long protectieve grenzen? Of moet dit voorbehouden blijven aan arts-assistent en/of intensivist? En welke rol kan de Ventilation Practitioner hierin aannemen?

Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Een RM moet altijd met de mechanische ventilator worden uitgevoerd.
2. De indicatiestelling voor het uitvoeren van een RM moet gedaan worden op basis van de ARDS-criteria, recente thoraxfoto en afweging van de mogelijke risico's en complicaties met kennis van de voorgeschiedenis van de patiënt.
3. De IC van het St. Antonius Ziekenhuis heeft een protocol nodig waarin verantwoordelijkheden per professional, indicatie, contra-indicaties, risico's, complicaties en werkwijze van een RM worden beschreven.
4. Scholing moet georganiseerd worden om de kennis over een RM te vergroten.

Conclusie

Een RM is een effectieve methode gebleken bij ARDS-patiënten met diffuus longbeeld, welke 1-2 dagen bestaat. Echter, tijdens deze RM worden geopende longdelen mogelijk blootgesteld aan het ontstaan van VILI. Gezien dit risico moet de professional de afweging voor een RM bewust maken. Kennis van indicatie en risico's is hierbij noodzakelijk. De mechanische ventilator is essentieel voor een veilige uitvoer van een RM. Dit om inzicht te krijgen waar mogelijke longschade kan ontstaan. Daarnaast behoudt de mechanische ventilator het effect van de RM. Om uitspraken te kunnen doen over het effect van een RM op korte en lange termijn voor alle patiëntengroepen is meer onderzoek noodzakelijk.

Afkortingen

RM: Recruitment Manoeuvre.

PEEP: Positive End-Expiratory Pressure.

ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome.

ALI: Acute Lung Injury, tegenwoordig mild ARDS.

VILI: Ventilator Induced Lung Injury.

PaO₂: Partiële arteriële zuurstof druk.

PaCO₂: Partiële arteriële kooldioxidedruk.

FiO₂: Fractie inspiratoire zuurstof.

PaO₂/FiO₂-ratio: Verhouding tussen partiële arteriële zuurstof druk en de fractie inspiratoire zuurstof.

LPV: Long Protective Ventilation.

Referenties

- Arnal, JM. Paquet, J-M. Wysocki, M. Demory, D. Donati, S. Granier, I. Corno, G. Durand-Gasselin, J. 2011. Optimal duration of a sustained inflation recruitment maneuver in ARDS patients. *Intensive Care Medicine* 37: 1588-1594.
- Borges, JB. Okamoto, VN. Matos, GFJ. Caraméz, MPR. Arantes, PR. Barros, F. Souza, CE. Victorino, JA. Kacmarek, RM. Barbas, CSV. Carvalho, CRR. Amato, MBP. 2006. *Respiratory Critical Care Medicine* Vol 174:268-278.
- Briel, M. Meade, M. Mercat, A. Brower, RG. Talmor, D. Walter, SD. Slutsky, AS. Pullenayegum, E. Zhou, Q. Cook, D. Brochard, L. Richard, J-C M. Lamontagne, F. Bhatnagar, N. Stewart, TE. Guyatt, G. 2010. Higher vs Lower Positive End-Expiratory Pressure in Patients With Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome. *Jama* 303(9): 865-873.
- Constantin, JM. Cayot-Constantin, S. Roszyk, L. Futier, E. Sapin, V. Dastugue, B. Bazin, J-E. Rouby, J-J. 2007. Response to Recruitment Maneuver Influences Net Alveolar Fluid Clearance in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Anesthesiology* 106: 944-51.
- Cressoni, M. Chiumello, D. Algieri, I. Brioni, M. Chiurazi, C. Colombo, A. Colombo, A. Guanzioli, M. Tomic, I. Tonetti, T. Vergani, GL. Carlesso, E. Gasparovic, V. Gattinon, L. 2017. Opening Pressures and atelectrauma in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine* Vol43: Issue5, pp603-611.
- Fan, E. Wilcox, ME. Brower, RG. Stewart, TE. Mehta, S. Lapinsky, SE. Meade, MO. Ferguson, ND. 2008. Recruitment Maneuvers for Acute Lung Injury. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine* Vol178. pp1156-1163.
- Grasso S, Mascia, L. Del Turco, M. Malacarne, P. Giunta, F. Brochard, L. Slutsky, AS. Ranieri, M. 2002. Effects of Recruiting Maneuvers in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome Ventilated with Protective Ventilatory Strategy. *Anesthesiology* 96:795-802.
- Hodgson, C. Goligher, EC. Young, ME. Keating, JL. Holland, AE. Romero, L. Bradley, SJ. Tuxen, D. 2016. Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* Issue 11.
- Lachmann, B., 1992. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Medicine* 18: 319-321.
- Lim, C-M. Jung, H. Koh, Y. Lee, JS. Shim, T-S. Lee, S-D. Kim, W-S. Kim, DS. Kim, W-D. 2003. Effect of alveolar recruitment maneuver in early acute respiratory distress syndrome according to antiderecruitment strategy, etiological category of diffuse lung injury, and body position of the patient. *Critical Care Medicine* Vol31: No.2.
- Mecikalski, MB. Cutillo, AG. Renzetti, AD Jr. 1984. Effect of right-to-left shunting on alveolar dead space. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 20:513-9.
- Pelosi, P. Gama de Abreu, M. Rocco, PRM. 2010. New and conventional strategies for lung recruitment in acute respiratory distress syndrome. *Critical Care* 14:210.
- Ranieri, MV. Rubenfeld, GD. Thompson, BT. Ferguson, ND. Caldwell, E. Fan, E. Camporota, L. Slutsky, AS. The ARDS Definition Task Force., 2012. Acute Respiratory Distress Syndrome, the Berlin Definition. *Jama* 307(23): 2526-2533.
- Rival, G. Patry, C. Floret, N. Navellou, CN. Belle, E. Capellier, G. 2011. Prone position and recruitment manoeuvre: the combined effect improve oxygenation. *Critical Care* 15: R125.
- Turki, M. Young, MP. Wagers, SS. Bates, JHT. 2005. Peak Pressures During Manual Ventilation. *Respiratory Care* 50(3): 340-344.
- Slutsky, AS. Ranieri, M. 2014. Ventilator-Induced Lung Injury. *The New England Journal of Medicine* 369: 2126-36.
- Suarez-Sipmann, F. Böhm, SH. Tusman, G. Pesch, T. Thamm, O. Reissmann, H. Reske, A. Magnusson, A. Hedenstierna, G. 2007. Use of dynamic compliance for open lung positive end-expiratory pressure titration in an experimental study. *Critical Care Medicine* 35: 214-221.

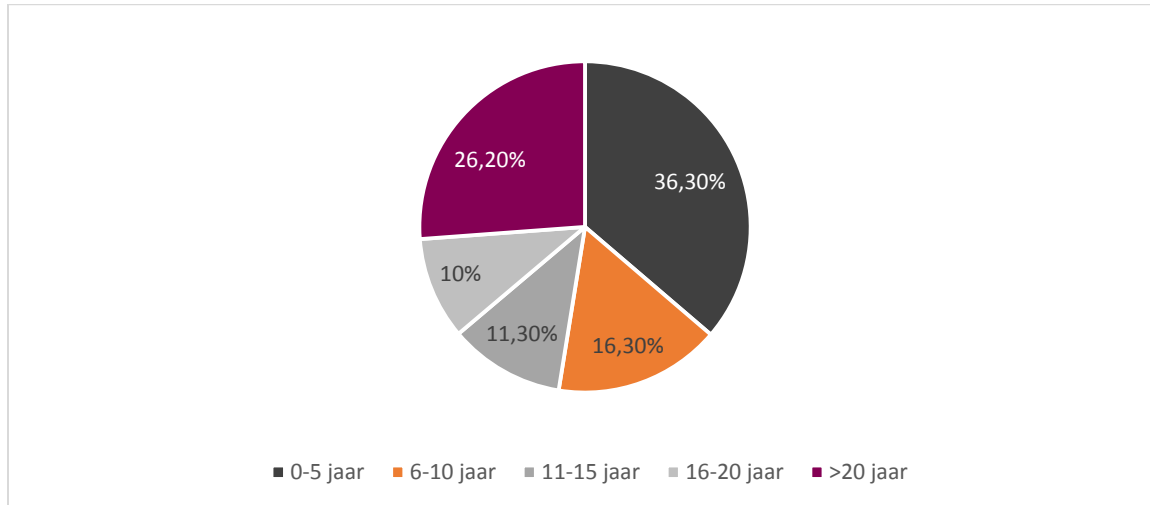
Bijlagen

1. Enquête en uitkomsten.
2. Taken en rollen van de Ventilation Practitioner

Bijlage 1: Uitkomsten van de enquête recruitment manoeuvre

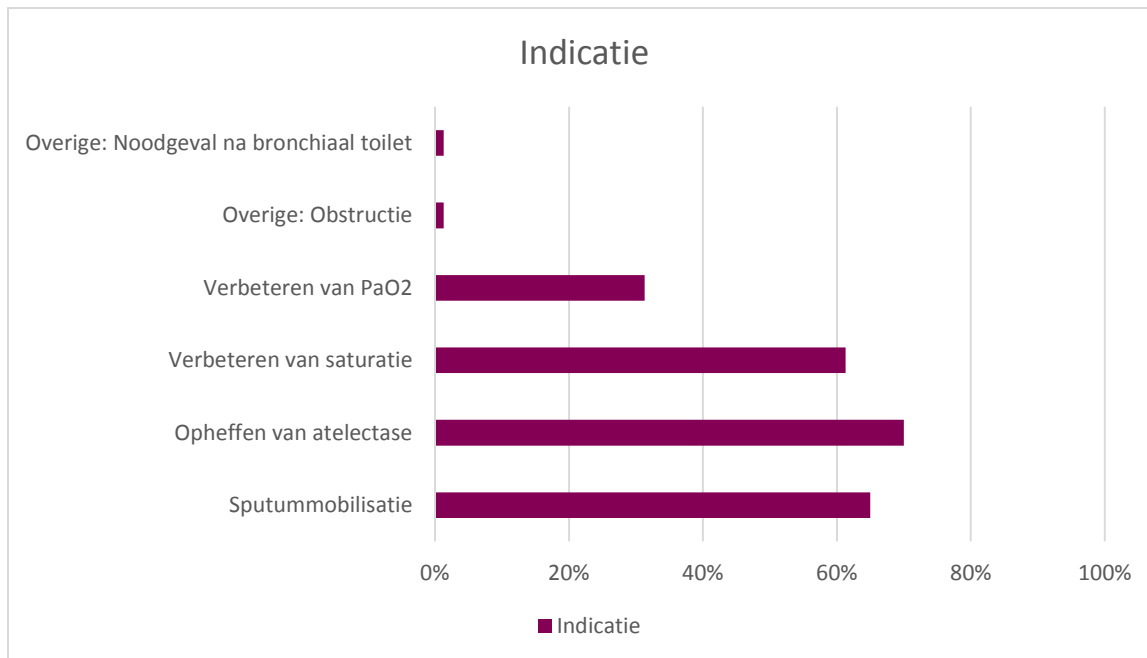
Vraag 1:

Hoelang is je werkervaring als IC verpleegkundige?



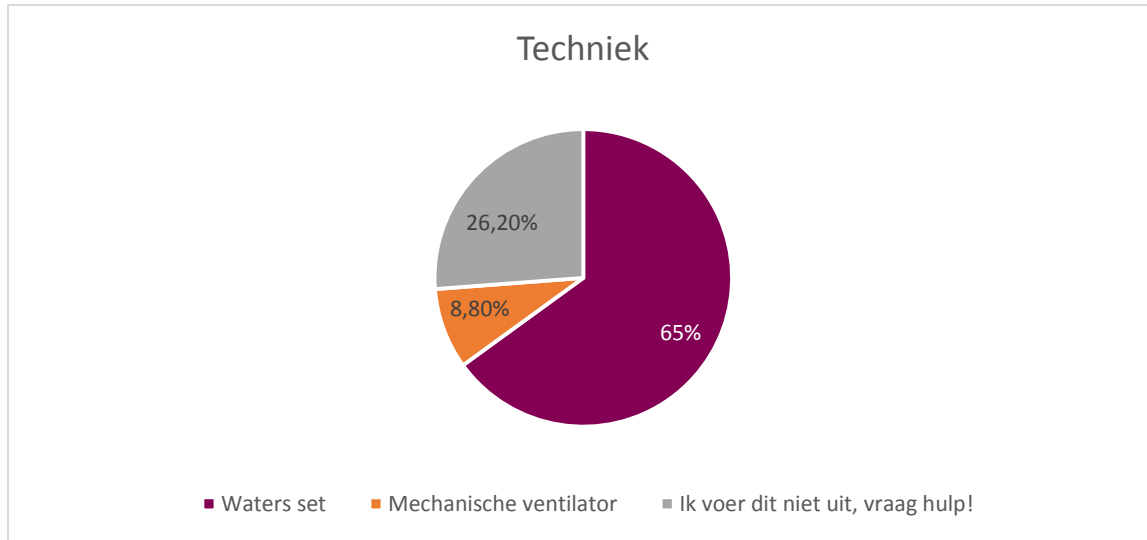
Vraag 2:

Met welk doel pas je een recruitment manoeuvre toe?



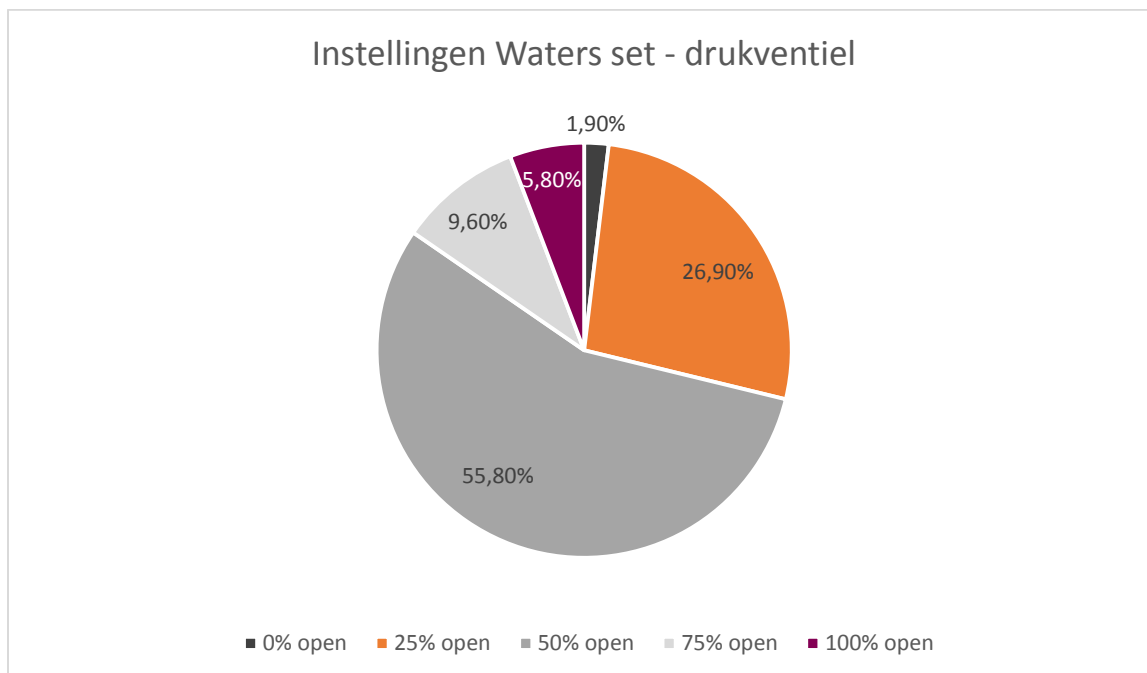
Vraag 3:

Op welke manier voer je een recruitment manoeuvre uit?



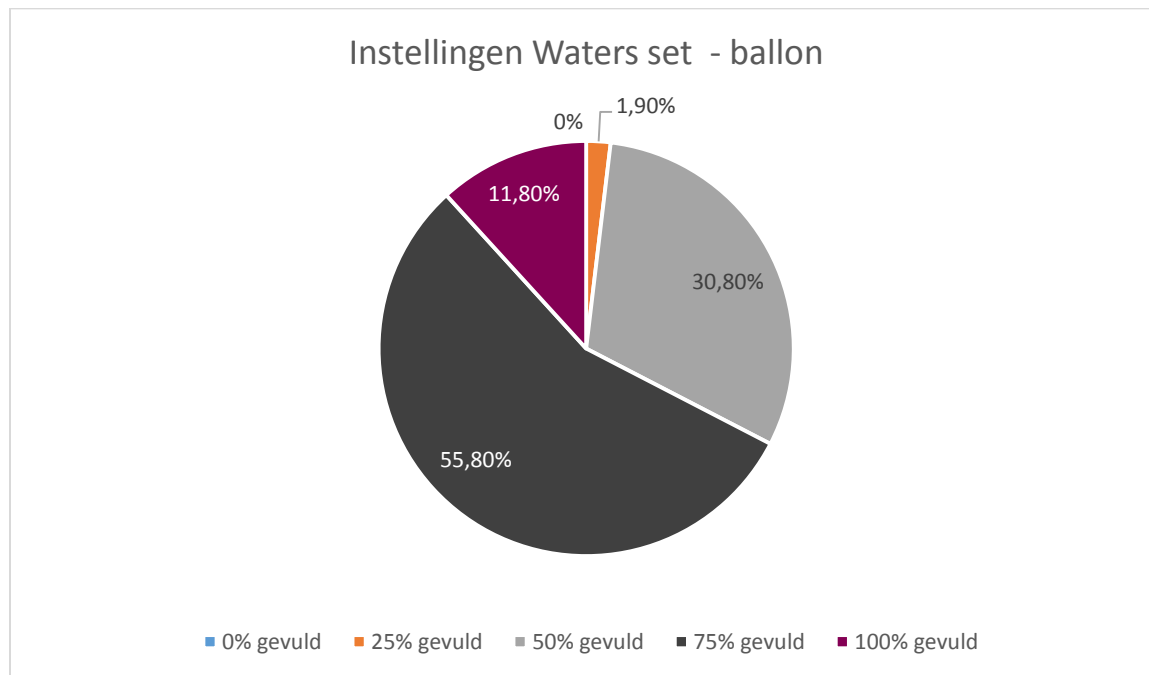
Vraag 4:

Hoe stel je het drukventiel in op de Waters set?



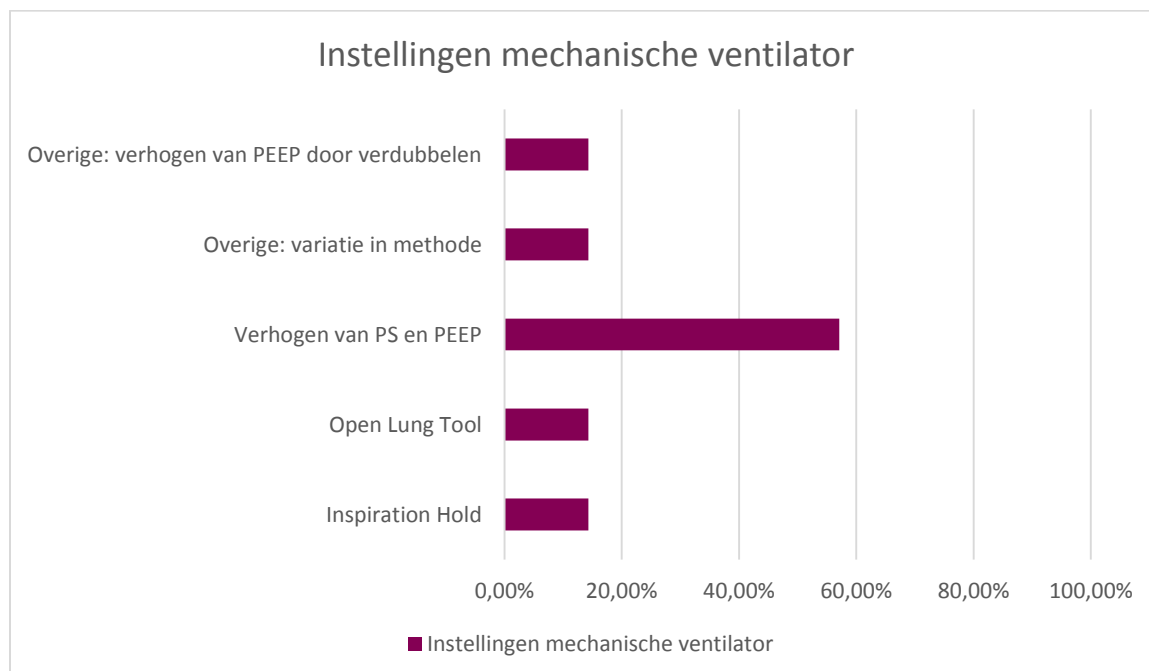
Vraag 5:

Hoe vul je de Waters set?



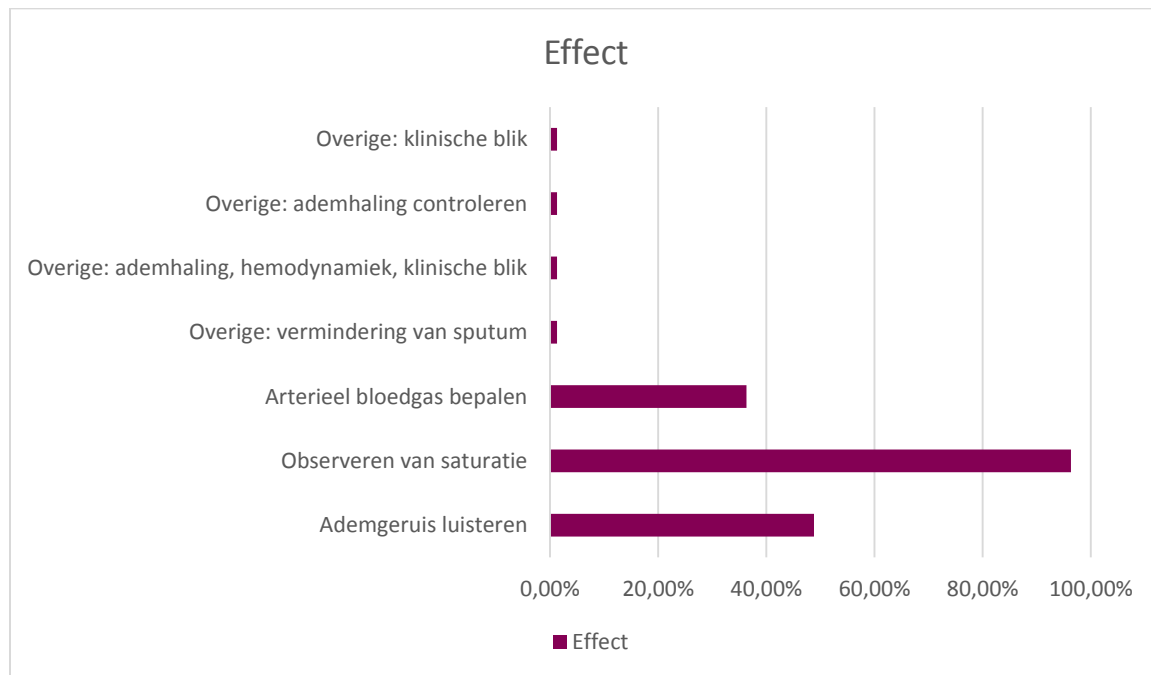
Vraag 6:

Wat stel je in de op mechanische ventilator?



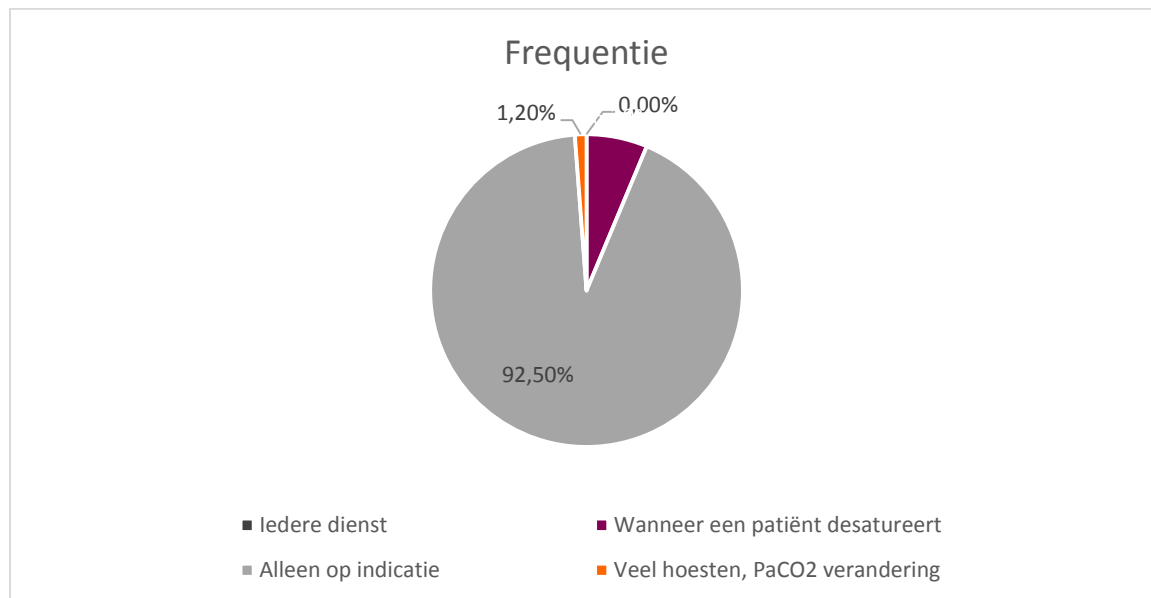
Vraag 7:

Hoe controleer je het effect van een recruitment manoeuvre?



Vraag 8:

Hoe vaak voer je een recruitment manoeuvre uit?



Bijlage 2: Taken en rollen van de Ventilation Practitioner

Algemene Taken en rollen

- Bijdrage zorginhoudelijk beleid: Patiënten met respiratoire falen vervolgen in ziekteproces. Fine-tuning in mechanische beademing, individuele weanschema, uitzonderlijke materialen.
- Ontwikkeling vakinhoudelijke kennis: volgen ontwikkelingen in de literatuur, bezoeken van congressen en netwerk Ventilation Practitioners.
- Onderwijs voor IC verpleegkundigen en IC studenten en op consultbasis.
- Ontwikkelen kwaliteit van zorg: protocollen ontwikkelen en updaten, ontwikkelingen in materiaal volgen en implementeren, consultfunctie voor de verpleegafdelingen.

Bovenstaande punten worden in samenwerking met 2 Ventilation Practitioners gedaan. Nieuwe projecten zijn in ontwikkeling om de basiskennis bij mechanische beademing bij IC verpleegkundigen te vergroten en langdurig respiratoire falende patiënten continuïteit te bieden. Uiteraard is deze samenwerking in combinatie met de intensivisten.

Specifieke Taken en Rollen

Voor het Projectplan Recruitment Manoeuvre zijn de volgende taken actueel:

- Geven van scholing aan studenten IC opleiding en nieuwe medewerkers afdeling.
- Bed-side teaching bij een RM.
- Ontwikkeling registratie voor Epic.
- Volgen van ontwikkelingen in de literatuur en nieuwe kennis implementeren.

Tijdsplanning

Binnen 1 jaar:

- Samenwerking versterken met mede Ventilaton Practitioners en Intensivisten.
- Projectplan: Basiskennis Mechanische beademing.
- Projectplan: Recruitment Manoeuvre.

Binnen 3 jaar:

- Projectplan: vroegtijdig respiratoire falen bij patiënten signaleren en beademingsstrategie ontwikkelen. Te denken aan: post-operatieve COPD-patiënt met inzet van eigen CPAP-apparaat, weantraject met NPPV na extubatie.