

PaO₂/FiO₂-ratio: het effect bij gebruik van de Open Long Tool

Heuts M., Wetzels A., Sauren L., Nooteboom F.



Onderzoek ter afronding van de opleiding tot Ventilation Practitioner

Moniek Heuts - Ventilation Practitioner i.o.
Afdeling Intensive Care
Laurentius Ziekenhuis Roermond
Oktober 2017

A. Wetzels - Internist-intensivist
L. Sauren - Klinisch fysisicus
F. Nooteboom - Internist-intensivist

Abstract

Introductie: rekruteren is een handeling waarbij door middel van een hoge beademingsdruk gecollabeerde alveoli geopend worden. Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) voorkomt dat alveoli eind expiratoir collabereren. Het doel van het onderzoek is het beoordelen van het effect van de Open Long Tool (OLT) op de PaO₂/FiO₂-ratio bij invasief beademde patiënten op de Intensive Care (IC) van het Laurentius Ziekenhuis Roermond (LZR). Er wordt beoogd de kennis van de intensivisten en de IC-verpleegkundigen met betrekking tot rekruteren te vergroten. Daarnaast wordt ernaar gestreefd bewustwording te creëren om de ernst van de oxygenatiesituatie beter te kunnen inschatten door het hanteren van een ondergrens van de PaO₂/FiO₂-ratio.

Setting: het LZR is een level 1 IC met 9 eenpersoonskamers, waarvan 5 bedden de mogelijkheid tot beademen hebben.

Methode: prospectief, single center, kwantitatief onderzoek in de periode april tot en met augustus 2018. Bij invasief beademde patiënten ouder dan 18 jaar met een PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa is een recruitment manoeuvre (RM) met gebruik van Open Long Tool (OLT) toegepast. De PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa is direct vóór en 30 minuten na RM bepaald. Door het bepalen van de PaO₂/FiO₂-ratio voor en na rekruteren met gebruik van de OLT, kan inzicht worden verkregen in het effect van de PaO₂/FiO₂-ratio met gebruik van OLT bij invasief beademde patiënten op de IC van LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'. De aanwezige kennis met betrekking tot rekruteren en OLT bij intensivisten en IC-verpleegkundigen is in kaart gebracht via een vragenlijst in de vorm van een kennistoets. Deze kennistoets is vóór en na de scholing en instructie met betrekking tot rekruteren en OLT afgenomen in januari respectievelijk juni 2018. Verschillen tussen gemiddelden in twee groepen zijn getest middels de gepaarde t-test, waarbij P<0.05 significant verschillend is.

Resultaten: er is 10 maal een RM met gebruik van OLT toegepast bij 7 patiënten. De gemiddelde PaO₂/FiO₂-ratio van de 10 metingen vóór OLT was 18.6 kPa en na OLT was dit 25.3 kPa, met een verschil van 6.7 kPa (P=0.01). Van de 27 werknemers hebben 17 werknemers zowel kennistoets 1 als 2 ingevuld. Het gemiddelde punt was een 5.4 en na scholing een 5.9. Dit verschil was significant (P=0.034).

Conclusie: op grond van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat RM met gebruik van OLT een significante stijging geeft van de PaO₂/FiO₂-ratio. Verder onderzoek met een grotere patiëntenpopulatie is noodzakelijk om ook uitspraken te kunnen doen over het effect op de PaO₂/FiO₂-ratio bij RM met gebruik van OLT bij verscheidene diagnoses. De kennis bij intensivisten en IC-verpleegkundigen is significant gestegen na het volgen van scholing met betrekking tot rekruteren en OLT. Bewustwording met betrekking tot de PaO₂/FiO₂-ratio en het mogelijk toepassen van een RM met gebruik van OLT is bij intensivisten en IC-verpleegkundigen toegenomen. Meer scholing en instructie is noodzakelijk met betrekking tot indicatiestelling RM, risico's en complicaties en gebruik van OLT.

Inleiding

Kunstmatige beademing is een interventie op de IC van het LZR om de ademhaling van ernstig zieke patiënten te ondersteunen. Hoewel beademing vaak een levensreddende procedure is kan het ook schadelijk zijn.

Kunstmatige beademing kan longschade induceren en ook reeds bestaande longschade verergeren. Deze ongewenste effecten wordt ventilator induced lung injury (VILI) genoemd. Overmatig rek van longweefsel en het herhaaldelijk openen en dichtgaan van longblaasjes zijn mechanismen die verantwoordelijk worden gehouden voor het ontstaan van VILI. Hypoxemie kan ontstaan door vertraagde diffusie of door ventilatie-perfusiestoornissen. Het bloed dat door slecht of niet geventileerde longdelen stroomt, wordt minder of niet geoxygeneerd. Dit wordt shunting genoemd. Als gevolg hiervan daalt de PaO₂. Dit is een veelvoorkomend probleem bij invasief beademde patiënten op de IC. Dit kan tot levensbedreigende situaties leiden.

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) is een syndroom dat gekenmerkt wordt door acute hypoxemie (PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kilo Pascal (kPa)) met bilaterale afwijkingen op de thoraxfoto passend bij longoedeem, niet veroorzaakt door hartfalen of overvulling. In 2012 is de Berlijn definitie geformuleerd waarin de kenmerken van ARDS zijn opgenomen.¹ Bekende oorzaken van de nieuwe of toegenomen respiratoire insufficiëntie zijn: pneumonie, aspiratie van maaginhoud, inhalatie van rook of damp, sepsis, (multi)trauma en massale transfusies.² Om de oxygenatie te verbeteren kan een recruitment manoeuvre (RM) worden toegepast bij deze patiënten.

Rekruteren is een handeling waarbij door middel van een hoge beademingsdruk gecollabeerde alveoli geopend worden. Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) wordt gebruikt om te voorkomen dat alveoli aan het eind van de expiratie collabereren. Door de RM wordt een groter eind expiratoir longvolume (EELV) gerealiseerd bij dezelfde PEEP.³ EELV betekent ook wel functionele residu capaciteit (FRC). Bij een intacte FRC zijn alle longdelen bij de gaswisseling betrokken. Een RM leidt tot verbeteringen in gaswisseling en longmechanica. Niet elke long leent zich even goed voor een RM; diffuus ARDS reageert beter dan lobair ARDS. Een RM bij lobair ARDS leidt tot overdistensie van luchthoudende longdelen met verhoogde kans op een pneumothorax en een paradoxe toename van het longoedeem.⁴

Het vaststellen van het optimale PEEP-niveau is moeilijk. De effectiviteit van oxygenatie of zuurstofdiffusie door de long wordt bepaald door FiO_2 en mean airway pressure, waarvan PEEP de belangrijkste component is. De effectiviteit van de oxygenatie tijdens beademing wordt beoordeeld aan de hand van oxygenatieparameters zoals zuurstofsaturatie (SaO_2), partiële arteriële zuurstofspanning (PaO_2), of $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio. Deze zijn slechts indirect een maat voor de juiste instelling van PEEP. Oxygenatieparameters zijn met name gevoelig voor longcollaps en de daarbij horende shunting en minder voor overdistensie en de daarbij horende alveolaire dode-ruimte-ventilatie. Dit betekent dat overdistensie kan bestaan terwijl de oxygenatie goed is, waardoor VILI kan ontstaan.

Open Long Concept

In 1992 is door professor B. Lachmann een techniek van een RM beschreven als een 'Open Long Concept' (OLC). Het doel van deze techniek is de gecollabeerde alveoli te openen en open te houden. Door het toedienen van hoge inspiratoire drukken met behulp van een verhoogd PEEP-niveau, welke 5 tot 10 minuten aanhouden, is het mogelijk gecollabeerde alveoli te openen. Vervolgens kan met een lagere inspiratoire druk en een lager PEEP-niveau, de long geventileerd worden.⁵ Methodes die zowel met longcollaps als met overdistensie rekening houden, zijn diegenen waarbij compliantie en alveolaire dode ruimte worden gebruikt.⁶ Voor het vaststellen van de optimale PEEP, heeft een afnemende PEEP-trial, van hoog naar laag, de voorkeur boven een oplopende PEEP-trial.^{7,8}

Momenteel is geen uniform beleid ten aanzien van rekruteren op de IC van het LZR. Ook is er geen protocol of richtlijn voor het toepassen van een RM bij invasief beademde patiënten. Het is niet duidelijk bij welke patiënten het wel, of juist niet wordt toegepast en op welke wijze. Er is geen eenduidige wijze van rekruteren op de IC van het LZR. Rekruteren wordt incidenteel en ad-hoc gedaan door de intensivisten. Een intensivist gebruikt een methode aan de machine, geïnspireerd op de methode van Lachmann. De andere intensivisten passen een RM toe met gebruik van een beademingsballon. Hierbij wordt een ongecontroleerde druk gegeven welke niet meetbaar is. Het handmatig uitvoeren van een RM geeft grote variaties in parameters. Het is nodig zich kritisch af te vragen of het verhoogde risico op barotrauma genomen kan worden.⁹

Doelstelling

Het doel van het onderzoek is het beoordelen van het effect van de Open Long Tool (OLT) op de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR. Daarnaast is het doel gesteld te komen tot aanbevelingen met betrekking tot het toepassen van de RM met gebruik van OLT en een uniforme indicatiestelling en werkwijze op de IC van het LZR. Als laatste doel wordt beoogd de kennis van de intensivisten en de IC-verpleegkundigen met betrekking tot rekruteren te vergroten en bewustwording te creëren. Er wordt beoogd de ernst van de oxygenatiesituatie beter te kunnen inschatten door het hanteren van een ondergrens van de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio bij patiënten op de IC van het LZR.

Vraagstelling

Wat is het effect op de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio bij gebruik van OLT bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR met een $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'? Zie tabel 1 voor de oxygenatiecriteria volgens de Berlijn definitie.

De hierbij passende hypothese luidt dan als volgt:

'Een RM met gebruik van OLT heeft een positief effect op de PaO₂/FiO₂-ratio bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'.'

ARDS severity	PaO ₂ /FiO ₂ kPa	PaO ₂ /FiO ₂ mmHg
Mild	26.7 - 40	200 - ≤ 300
Moderate	13.3 - 26.7	100 - ≤ 200
Severe	≤ 13.3	≤ 100

Tabel 1. Oxygenatiecriteria volgens Berlijn definitie. The ARDS Network: Acute respiratory distress syndrome: The Berlin Definition. JAMA. 2012; 307(23): 2526-2533.

De volgende deelvraag vloeit voort uit de probleemstelling:

Welke kennis van rekruteren en het werken met de OLT hebben intensivisten en IC-verpleegkundigen in het LZR aangaande invasief beademde patiënten in het LZR?

Methodes

Het LZR is een perifeer ziekenhuis met 285 bedden. Er werken 115 specialisten en 1535 medewerkers (cijfers 2017). De IC van het LZR is een level 1 IC met 9 eenpersoonskamers, waarvan 5 bedden de faciliteit tot beademen hebben. Het calamiteitenbed biedt mogelijkheid tot een 6^e beademing. In 2016 werden 134 patiënten invasief beademd en in totaal waren er 646 beademingsdagen met een gemiddelde beademingsduur van 2,4 dagen. In 2017 werden 98 patiënten invasief beademd, met een gemiddelde beademingsduur van 2,5 dagen. Het totaal aantal beademingsdagen in dat jaar was 553. Dit betekent dat er gemiddeld 8 patiënten per maand invasief beademd zijn in 2017. Voor de onderzoeksperiode april tot en met augustus 2018 is de verwachting is dat er 40 patiënten invasief beademd worden. De schatting is, naar aanleiding van het aantal PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa in 2017, dat 50% hiervan een PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa heeft en er dus 20 patiënten geïnccludeerd kunnen worden voor dit onderzoek.

OLT-onderzoek

In dit prospectief, single center, kwantitatief onderzoek verricht op de IC van LZR, zijn invasief beademde patiënten van 18 jaar en ouder geïnccludeerd met een PaO₂/FiO₂-ratio van < 27 kPa. In tabel 2 zijn de in- en exclusiecriteria vermeld voor patiënten. De inclusie vond plaats in de periode april tot en met augustus 2018. Data werden uit twee bronnen binnen het LZR verzameld. De baseline karakteristieken van patiënten werden verzameld uit ChipSoft EZIS (6.1, later HiX) en bestaan uit aantal uitgevoerde RM, geslacht, leeftijd en diagnose. De PaO₂/FiO₂-ratio's vóór en na RM met gebruik van OLT zijn verkregen uit het laboratoriumonderzoek; de arterieel afgenomen bloedgaswaarden voor en na RM. De verkregen data zijn opgeslagen in een databestand in Excel 2010.

Inclusiecriteria

Invasief beademde patiënten vanaf 18 jaar met een PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa

Exclusiecriteria

Non-invasief beademde patiënten
Hemodynamisch instabiele patiënten
Patiënten met barotrauma
Patiënten met thoraxdrain(s)
Patiënten met longembolie(ën)

Tabel 2. In- en exclusiecriteria

Er is gekozen voor de ARDS Berlijn definitie, omdat dit model inzicht geeft in de ernst van de diffusiestoornis. Op de IC van het LZR worden de beademingsmachines van Maquet Getinge Group gebruikt, namelijk de Servo I. Op deze Servo bevindt zich een OLT. Momenteel zijn 2 van de 6 beademingsmachines voorzien van deze optie. Deze OLT is een grafisch hulpmiddel waarmee eenvoudig gemeten kan worden, wanneer de alveoli maximaal geopend zijn en bij welke druk ze collabereren. De optimale PEEP wordt vervolgens met behulp van een meting van de dynamisch compliantie bepaald. Met de OLT kan grafisch de hoogste compliantie bij de laagst toegediende PEEP vastgesteld worden. Het gebruik van de OLT levert dus twee belangrijke parameters op: openings- en sluitingsdruk en PEEP.

Werkwijze OLT

Bij alle geïncludeerde patiënten is een RM toegepast met gebruik van OLT. De OLT start met het instellen van de beademingsmachine conform de beademingsvoorwaarden zoals weergegeven in tabel 3. Vervolgens wordt na 4 ademteugen stapsgewijs PEEP en Pressure Control (PC) met 5 cm H₂O verhoogd. Na het bereiken van PEEP 20-30 cm H₂O en PC 35-45 cm H₂O blijven de instellingen 10 ademteugen ongewijzigd. Hierna wordt PEEP in een keer verlaagd naar 20 cm H₂O en PC naar 35 cm H₂O. Hierna wordt PEEP en PC elke 4 ademteugen stapsgewijs verlaagd met 2 cm H₂O tot C_{dyn}, T_v en/of SpO₂ daalt. Dit is de closing pressure, waarbij de geopende alveoli weer collabereren. Hierna wordt de openingsmanoeuvre nogmaals herhaald, waarbij PEEP in een keer wordt verlaagd en ingesteld op 2 cm H₂O boven closing pressure. PC wordt in een keer verlaagd en ingesteld op T_v 6-8 ml/kg. De werkwijze staat beschreven in bijlage 2. De beademingsvoorwaarden vóór RM met gebruik van OLT staan vermeld in tabel 3. De PaO₂/FiO₂-ratio is direct vóór de RM bepaald en 30 minuten na de RM.

Beademingsvoorwaarden

Pressure Controle: V_t 6 – 8 ml/kg

I/E ratio: 1 : 1

Ademfrequentie: zoals vooraf ingesteld

FiO₂: zo hoog dat SpO₂ > 92% is

Maximale Ppeak 40-60 cm H₂O

Driving Pressure maximaal 15 cm H₂O

Tabel 3. Beademingsvoorwaarden voorafgaand aan RM met gebruik van OLT

De data die zijn verzameld in dit onderzoek (zie tabel 4), worden beperkt tot de PaO₂/FiO₂-ratio. Per patiënt is retrospectief een onderzoekformulier ingevuld door de betrokken intensivist en IC-verpleegkundige (bijlage 3). Door het bepalen van de PaO₂/FiO₂-ratio voor en na rekruteren met gebruik van de OLT en het invullen van het onderzoekformulier, kan inzicht worden verkregen in het effect van de PaO₂/FiO₂-ratio met gebruik van OLT bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'. Een 'gemiste RM' met behulp van de OLT is gedefinieerd als een PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa bij een invasief beademde patiënt, waarbij er geen RM met gebruik van OLT is toegepast.

Dataverzameling

Leeftijd, geslacht
Diagnose op moment van RM
P/F-ratio direct vóór RM
P/F-ratio 30 minuten na RM
Waarom wel / niet gerekruteerd
RM wel / niet vroegtijdig gestaakt
Uitvoerend intensivist

*RM=recruitment manoeuvre,
P/F-ratio= PaO₂/FiO₂-ratio*

Tabel 4. Dataverzameling

Kennistoets

Alvorens de start van het onderzoek is de aanwezige kennis met betrekking tot rekruteren en OLT bij intensivisten en IC-verpleegkundigen in kaart gebracht via een vragenlijst in de vorm van een kennistoets. Deze kennistoets is beschouwd als nulmeting (bijlage 4). Scholing is verzorgd door de onderzoeker en de Ventilation Practitioner (VP) van de IC van het LZR en is bijgewoond door intensivisten en IC-verpleegkundigen. Na het volgen van de scholing en instructie met betrekking tot rekruteren en OLT is deze kennistoets nogmaals ingevuld. De toetsen zijn in januari respectievelijk juni 2018 afgenomen. De kennistoets is opgesteld door de onderzoeker in samenwerking met en goedkeuring van de medisch begeleider.

Ethische verantwoording

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Care Training Group (opleider). Het onderzoek is goedgekeurd door de Trialbegeleidingscommissie van LZR (Kenmerk 18/02 ND/SK 18/018). De auteurs van dit artikel hebben geen commerciële belangen bij dit onderzoek.

Statistische analyse

Analyses zijn uitgevoerd met Excel 2010 en IBM SPSS Statistics 24.0. De data over patiënten zijn beschreven als aantallen, aantallen met percentages en gemiddelden met range (minimum-maximum). Verschillen tussen PaO₂/FiO₂-ratio vóór en na OLT zijn getest op significantie met de gepaarde t-test, waarbij een p-waarde van <0.05 als significant is beschouwd. Resultaten van de kennistoets zijn beschreven aan de hand van een punt, waarbij het maximaal aantal punten (46) een score van 10 heeft gekregen. Hiervan is het gemiddelde en de range beschreven en verschillen tussen de eerste en tweede meting zijn geanalyseerd met de gepaarde t-test.

Resultaten

In totaal zijn 34 patiënten binnen de onderzoeksperiode invasief beademd. Hiervan zijn 15 patiënten geëxcludeerd op basis van een PaO₂/FiO₂-ratio > 27 kPa. In totaal zijn 4 patiënten geëxcludeerd op basis van diagnose, hemodynamische instabiliteit of 'vergeten' RM met OLT toe te passen. Er zijn 7 gemiste patiënten met een PaO₂/FiO₂-ratio < 27 kPa. Hiervan is geen onderzoekformulier ingevuld. Er is 10 maal een RM met gebruik van OLT toegepast bij 7 patiënten. Deze zijn geïnccludeerd voor het onderzoek. De basiskarakteristieken van de geïnccludeerde patiënten zijn vermeld in tabel 5.

Basiskarakteristieken

Onderzoekspopulatie N=7

N (%)

Recruitment uitgevoerd	10
Geslacht man	5 (71,4)
Geslacht vrouw	2 (28,6)
Leeftijd (Jr) gemiddeld en range	60,5 (38-79)

Diagnose

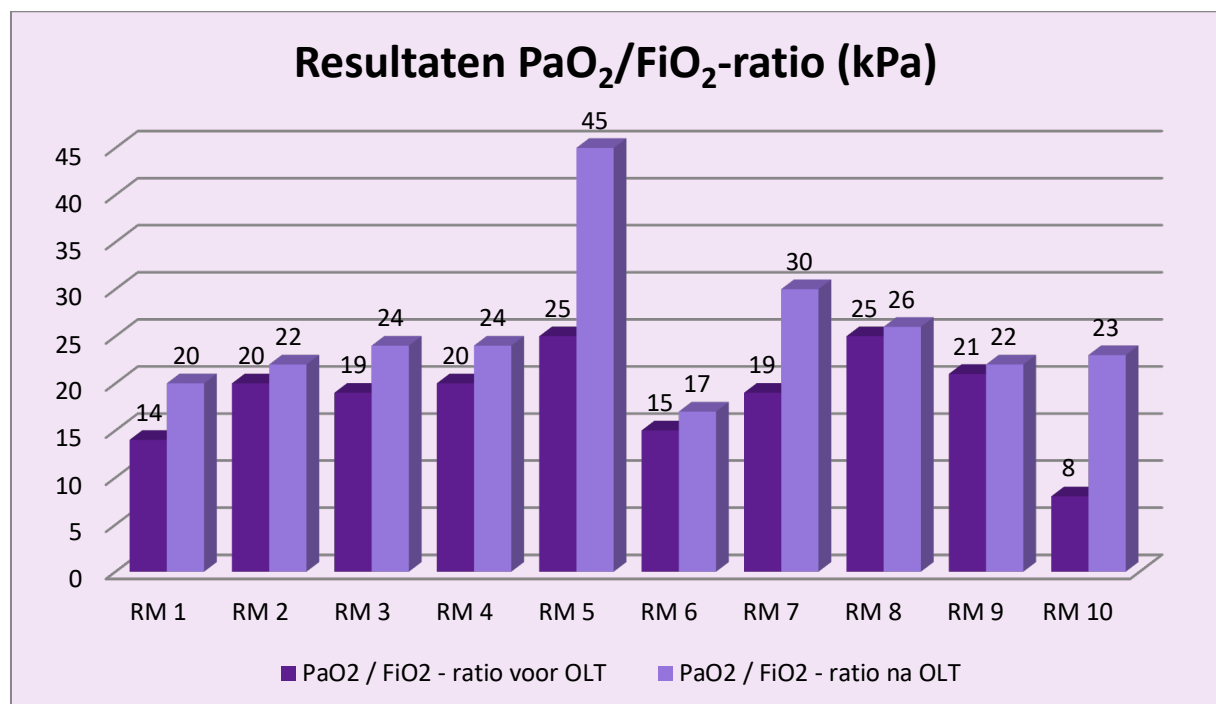
Pneumosepsis	2 (20)
Pneumonie	2 (20)
Atelectase	1 (10)
ARDS	3 (30)
Astma Cardiale	1 (10)
Exacerbatie COPD	1 (10)

N=aantal, Jr=jaren, ARDS=Acute

Respiratory Distress Syndrome

Tabel 5. Basiskarakteristieken

De gemiddelde $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio van de 10 metingen vóór OLT was 18.6 kPa en na OLT was dit 25.3 kPa (figuur 1). Het verschil tussen deze twee gemiddelde ratio's is 6.7 kPa. Uit de gepaarde t-test volgde, dat dit verschil significant was ($P=0.01$) (tabel 6). $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio daalde bij geen van de 10 metingen na het gebruik van OLT ten opzichte van de metingen vóór gebruik van OLT. De kleinste toename in $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio was 1 kPa en de grootste toename was 20 kPa. Er zijn geen complicaties opgetreden. Hieruit volgt dat de hypothese is bewezen.



Figuur 1. Uitkomsten $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio

	Meting vóór OLT	Meting na OLT	Significantie
PaO₂/FiO₂-ratio (kPa, gemiddelde±SD))	18.6±5.1	25.3±7.7	0.01
Afkortingen: OLT (Open Long Tool), kPa (kilo Pascal), SD (standaard deviatie)			

Tabel 6. Gepaarde t-test PaO₂/FiO₂-ratio

Kennistoets

Er zijn 27 vragenlijsten in de vorm van een kennistoets verstuurd, waarvan er 22 zijn ingevuld, zowel bij kennistoets 1 als bij kennistoets 2. Hiervan hebben 17 werknemers zowel kennistoets 1 als 2 ingevuld. Het gemiddelde punt van de 17 deelnemers bij kennistoets 1 was een 5.4. Dit gemiddelde was 5.9 bij kennistoets 2 na de scholing. Zie tabel 7 voor de resultaten van de kennistoets. Uit de gepaarde t-test volgt dat er een significant verschil is tussen de twee meetmomenten. De p-waarde is namelijk 0.034 (tabel 8). De individuele resultaten van de 17 werkwerknemers zijn terug te vinden in bijlage 5.

	Maand 2018	Respons	Resultaat	Mediaan	Range
Kennistoets 1	Januari	62%	5,4	5,4	3,4 - 6,7
Scholing	Maart	81%	-		
Kennistoets 2	Juni	62%	5,9	6	3,9 - 7,1

Tabel 7. Resultaten kennistoets

	Meting kennistoets 1	Meting kennistoets 2	Significantie
Score (punten, gemiddelde±SD))	5.4±0.8	5.9±0.9	0.034
Afkortingen: SD (standaard deviatie)			

Tabel 8. Gepaarde t-test kennistoets

Discussie

Uit dit onderzoek mag geconcludeerd worden dat er een significante stijging is van de PaO₂/FiO₂-ratio met gebruik van OLT bij invasief beademde patiënten op de IC van LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'. Daarmee is de hypothese 'Een RM met gebruik van OLT heeft een positief effect op de PaO₂/FiO₂-ratio bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe' bewezen. Er zijn verschillen waargenomen in stijging van PaO₂/FiO₂-ratio per diagnose. Bij de diagnose ARDS, oxygenatiestoornis en legionella pneumonie is er een grotere stijging van de PaO₂/FiO₂-ratio dan bij de diagnose atelectase en astma cardiale. Met name de beperkte stijging van de PaO₂/FiO₂-ratio bij de diagnose astma cardiale is onverwacht. Bij ARDS is er sprake van niet-cardiogeen longoedeem; het is onverwacht dat de etiologie van longoedeem van invloed zou zijn op de reactie van een RM met gebruik van OLT.

De indicatiestelling voor een RM moet volgens de literatuur gesteld worden bij ARDS-patiënten met diffuus longbeeld, welke 1-2 dagen bestaat.¹⁰ Hierbij dienen de ARDS-criteria volgens de Berlijn definitie uit 2012 toegepast te worden. In dit onderzoek is de oxygenatiestoornis ingedeeld conform oxygenatiecriteria volgens de ARDS Berlijn definitie. Geïnccludeerd werden patiënten bij wie soms langer dan twee dagen een afwijkend longbeeld bestond. Ook zijn patiënten geïnccludeerd die geen diffuus afwijkend longbeeld hadden op de thoraxfoto, maar wel een oxygenatiestoornis. Het is mogelijk dat er een grotere stijging van de PaO₂/FiO₂-ratio zou zijn gemeten als de OLT eerder zou zijn gebruikt, binnen 1-2 dagen na het ontstaan van de oxygenatiestoornis. Uit de literatuur is gebleken dat patiënten met een diffuus longbeeld een grotere verbetering van de oxygenatie post-RM hadden, 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 long⁴. Dit gegeven kan verklaren waarom er verschillen in stijging van PaO₂/FiO₂-ratio zijn per diagnose.

De kleine onderzoekspopulatie is een beperking in dit onderzoek, maar heeft wel geleid tot significante resultaten. Het is de vraag of de gemiddelde stijging van 6,7 kPa klinisch relevant is. Mogelijk was deze stijging van PaO₂/FiO₂-ratio groter geweest als de 7 gemiste patiënten geïnccludeerd waren geweest in dit onderzoek. In de systematische review van Fan et al (2008) werden de fysiologische effecten en bijwerkingen beoordeeld bij patiënten met Acute Lung Injury (ALI, nu moderate 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.¹¹ Het routinematig gebruik van RM kan daarom niet worden aanbevolen, maar ook niet worden afgewezen.

Het is belangrijk te vermelden dat uit onderzoek is gebleken dat bij patiënten met 'moderate' en 'severe' ARDS de 28-daagse mortaliteit steeg bij een strategie met long recruitment en PEEP-titratie met maximale compliance vergeleken met de lage PEEP-strategie. De bevindingen ondersteunen niet het routinematige gebruik van een RM en PEEP-titratie bij deze patiënten.¹²

De kennis van rekruteren en OLT bij intensivisten en IC-verpleegkundigen is significant toegenomen na scholing met 0,6 punt onder 17 werknemers. Enkele werknemers hebben slechts één vragenlijst ingevuld. De stijging was 0.6. De verwachting was dat de gemiddelde score meer zou verbeteren na het geven van scholing. Dit kan er mogelijk mee te maken hebben dat slechts 10 maal gebruik is gemaakt van OLT, waarbij dus maar enkele werknemers de kennis van rekruteren hebben kunnen toepassen in de praktijk.

Het samenstellen en inzetten van een klein team 'expert-users' kan mogelijk leiden tot meer kennis van rekruteren en het toepassen van RM met gebruik van OLT.

Wel is gebleken naar aanleiding van dit onderzoek, dat de bewustwording en het interpreteren van de PaO₂/FiO₂-ratio bij intensivisten en IC-verpleegkundigen verbeterd is. Dit heeft ertoe geleid dat eerder wordt nagedacht de indicatie van een RM.

Conclusie

In dit onderzoek is onderzocht wat het effect is op de PaO₂/FiO₂-ratio bij gebruik van OLT bij invasief beademde patiënten op de IC van het LZR met een PaO₂/FiO₂-ratio kleiner dan 27 kPa volgens de ARDS Berlijn definitie 'Moderate' en 'Severe'. Op grond van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat RM met gebruik van OLT een significante stijging geeft van de PaO₂/FiO₂-ratio.

Verder onderzoek met een grotere patiëntenpopulatie is noodzakelijk om ook uitspraken te kunnen doen over het effect op de PaO₂/FiO₂-ratio bij RM met gebruik van OLT bij verscheidene diagnoses. Uit de literatuur is gebleken dat de ARDS criteria volgens Berlijn definitie gehanteerd moet worden voor het beoordelen van de mate van oxygenatiestoornis om de indicatie voor RM te bepalen. Of de geïnccludeerde patiënten in dit onderzoek deze bevinding kunnen ondersteunen is niet met zekerheid te stellen vanwege de te kleine patiëntenpopulatie.

De kennis bij intensivisten en IC-verpleegkundigen is significant gestegen na het volgen van scholing met betrekking tot rekruteren en OLT. Echter de verwachting was dat de gemiddelde score meer zou verbeteren. Bij intensivisten en IC-verpleegkundigen is er namelijk al een zekere alertheid met betrekking tot de PaO₂/FiO₂-ratio. Deze wordt op de IC van het LZR gebruikt bij het bepalen van de Murrayscore voor indicatiestelling van buikbeademing.^{13,14} Het niet vaak toepassen van een RM met gebruik van OLT kan een andere reden zijn die hieraan te grondslag ligt. Meer scholing en instructie is noodzakelijk met betrekking tot indicatiestelling RM, risico's en complicaties en gebruik van OLT. Bewustwording met betrekking tot de PaO₂/FiO₂-ratio en het mogelijk toepassen van een RM met gebruik van OLT is bij intensivisten en IC-verpleegkundigen toegenomen.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan voor de IC van het LZR:

1. Verder onderzoek is geïndiceerd naar het effect van een RM met gebruik van OLT bij alle diagnoses.
2. De indicatiestelling voor het toepassen van een RM moet voldoen aan de ARDS criteria, diagnosestelling en afweging van mogelijke risico's en complicaties.
3. Protocol rekruteren is nodig met daarin beschreven de verantwoordelijkheden, indicatie en contra-indicaties, risico's, complicaties en werkwijze van een RM.
4. Het samenstellen van een klein team 'expert-users' om de kennis van rekruteren en het toepassen van RM te vergroten.
5. Meer scholing en instructie met betrekking tot indicatiestelling RM, risico's en complicaties van RM en gebruik van OLT voor intensivisten en IC-verpleegkundigen.
6. Behoud van de bewustwording van de waarde van PaO₂/FiO₂-ratio bij intensivisten en IC-verpleegkundigen.

Dankwoord

Een speciaal woord van dank aan L. Driessen, epidemioloog, VieCuri en L. Sauren, klinisch fysicus, LZR voor het verwerken en analyseren van de data. M. van der Meer, afdelingsmanager Spoedplein, LZR wordt bedankt voor het verlenen van toestemming voor het onderzoek op de IC van het LZR. Een bijzonder woord van dank voor medisch begeleiders, F. Nooteboom en A. Wetzels, overige intensivisten en IC-verpleegkundigen van het LZR voor de begeleiding en steun tijdens deze opleiding tot Ventilation Practitioner.

Literatuurlijst

1. The ARDS Network. *Acute respiratory distress syndrome: The Berlin Definition*. JAMA. 2012; 307(23): 2526-2533
2. Matthay MA, Zimmerman GA, Bhattacharya J, et al The National Heart, Lung, and Blood institute Working Group. *Future research directions in acute lung injury*. Am J Resp Crit Care Med. 2003;167:1027-35
3. Rimensberger PC, Cox PN, Frndova H, Bryan AC. *The open lung during small tidal volume ventilation: concepts of recruitment and "optimal" positive end-expirator pressure*. Crit Care Med. 1999;27(9):1946-52
4. 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.
5. Lachmann, B., 1992. *Open up the lung and keep the lung open*. Intensive Care Medicine 18: 319-321.
6. Suter PM, Fairley HB, Isenberg MD. *Optimum end expiratory airway pressure in patiënts with acute pulmonary failure*. N Engl J Med. 1975;292(6):284-9
7. Hickling KG. *Best compliance during a decremental, but not incremental, positive end-expiratory pressure trial is related to open-lung positive end-expiratory pressure: a mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs*. Am J Respir Crit Care Med. 2001;163:69-7
8. Suarez-Sipman F, Bohm SH, Tusman G, et al. *Use of dynamic compliance for open lung positive end-expiratory pressure titration in an experimental study*. Crit Care Med. 2007;35(1):214-21
9. Turki, M, Young, MP, Wagers, SS, Bates, JHT. 2005. *Peak Pressures During Manual Ventilation*. Respiratory Care 50(3): 340-344.
10. 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.
11. 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.
12. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators. *Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome*. JAMA. 2017;318(14):1335-1345. doi:10.1001
13. J.Murray, M.Matthay, J.Luce, M.Flick. *An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome*. Am Rev Respir Dis 1988; 138:720-723.
14. Groetelaers R.P.T.G.C. *Improvement of survival after longterm mechanical ventilation in the prone position*. 15th Annual Congress ECISM, Barcelona, Oral presentation. Abstract 473

Bijlage 1: Rol van Ventilation Practitioner (VP)

Visie en missie

De VP draagt bij aan een uniforme werkwijze op het gebied van beademing volgens best practice, waarbij de VP rekening houdt met de zorgbehoefte van de patiënt, met als doel: de beademingsondersteuning zo kort mogelijk te houden. Hierbij wordt een positie ingenomen waarin wordt gewerkt als IC-verpleegkundige, met expertise op het gebied van beademing.

De VP is laagdrempelig te benaderen, zodat uitleg en kennisoverdracht aan verpleegkundigen kan plaatsvinden. De VP houdt zich op de hoogte van de laatste ontwikkelingen op het gebied van beademing en deelt deze informatie met intensivisten en verpleegkundigen.

Specifieke taken en rollen

Naar aanleiding van dit onderzoek zijn de volgende taken actueel:

- Het ontwikkelen en implementeren van een protocol RM (gerealiseerd 4e kwartaal 2019)
- Het samenstellen van een groep 'expert-users' om de kennis van rekruteren en het toepassen van RM te vergroten (gerealiseerd 3^e kwartaal 2019)
- Het verzorgen van scholing en instructie met betrekking tot indicatiestelling RM, risico's en complicaties van RM en gebruik van OLT voor intensivisten en IC-verpleegkundigen (gerealiseerd 2^e kwartaal 2019)
- Bedside-teaching bij het toepassen van een RM (continue)
- Ontwikkelingen in de literatuur volgen en toepassen in de praktijk, in overleg met de intensivisten (continue)

Algemene taken en rollen

Microniveau

- Observeren, analyseren, implementeren, enthousiasmeren en innoveren.
- Verkorten van beademingsduur, het optimaliseren van de wijze van beademen en het voorkomen van complicaties.
- Innovaties worden, samen met de intensivisten, gerealiseerd. Door middel van samenwerking ontstaat er een breder draagvlak. Het aansturen van een klein team van 'expert-users', IC-verpleegkundigen met affiniteit voor respiratie, draagt hier ook aan bij. Problemen worden eerder ontdekt en communicatielijnen zijn korter, wat de efficiëntie bevordert.
- Door het delen van (nieuwe) kennis wordt het verpleegkundig team geschoold en up to date gehouden van ontwikkelingen. Dit kan door middel van klinische lessen, symposia of bedside teaching behaald worden.
- Bijdrage kwaliteit van zorg: begeleiding bieden aan beademde post-IC-patiënten, ondersteuning bij hulpvraag van verpleegafdelingen.

Meso- en macroniveau

- Ontwikkelen VP door de eigen kennis te vergroten door het bezoeken van nationale en internationale symposia om nieuwste innovaties en inzichten tot zich te nemen.
- Kennis van de recente literatuur is belangrijk om evidence based keuzes te kunnen maken in innovatie- en implementatieprocessen.
- Contact met leveranciers en firma's om op de hoogte te blijven van de ontwikkelingen in materiaal en deze te implementeren op de IC.
- Actieve deelname binnen het landelijk netwerk van Ventilation Practitioners is een mooie kans om samenwerkingen te bevorderen en van andere centra te leren. Zo kan de zorg rondom respiratie ook (inter)nationaal verbeterd worden.

Bijlage 2: Werkwijze OLT

P / F – ratio < 27 kPa



1	Beademingsvorm en instelling	<ul style="list-style-type: none"> - PEEP en PC ophogen met 5 cm H₂O na 4 ademdeugen - Let op haemodynamiek en stijging CO₂ - Bij bereiken PEEP 20-30 cm H₂O en PC 35-45 cm H₂O 10 ademdeugen instellingen niet wijzigen
	Recruitment (Open Long Tool via snelle toegang)	<ul style="list-style-type: none"> - NEEM ABG AF - PC: V_t 6- 8 ml/kg - I/E ratio: 1:1 - AH freq: zoals ingesteld vooraf - F_IO₂: zo hoog dat SpO₂ > 92% is - Maximale Ppeak 40-60 cm H₂O - Driving Pressure maximaal 15 cm H₂O (Driving pressure ΔP = plateaudruk – PEEP)
2	Find closing pressure (long collaps)	<ul style="list-style-type: none"> - Herhaal stap 1 openingsmanoeuvre - Verlaag PEEP en PC in 1x
3	Re-open the lung	<ul style="list-style-type: none"> - Verlaag PEEP in 1x naar 20 cm H₂O en PC naar 35 cm H₂O - Daarna PEEP en PC verlagen met 2 cm H₂O na 4 ademteugen tot C dyn, Tv en/of SpO₂ daalt (= closing pressure) - Stapsgewijs afbouwen van PEEP gaat gepaard met stapsgewijs stijgen van C dyn tot closing pressure (dan daalt C dyn) - Met cursor punt identificeren waar C dyn maximaal is
4	Keep the lung open	<ul style="list-style-type: none"> - Stel PEEP in op 2 cm H₂O boven closing pressure en - Stel PC in met V_t 6-8 ml/kg - NEEM NA 30 MINUTEN ABG AF

- Open Long Tool aanwezig op Servo 1 (kinderservo) en Servo 2 (kamer 8)
- Indien recruitment manoeuvre moet worden toegepast en deze patiënt wordt NIET beademd met Servo 2, dan Servo 1 (kinderservo) voor recruitment manoeuvre inzetten > aandachtspunten:
 - Zorg voor schone bacteriefilter op Servo 1
 - Neem instellingen over van huidige beademingsmachine
 - Slangen van huidige machine omkoppelen naar Servo 1
 - Tube afkochen bij omkoppelen slangen naar Servo 1
 - Pas alarmgrenzen aan (ruim instellen)
 - Controleer of SD kaart aanwezig is (linker zijkant Servo monitor)
- Neem ABG af
- Toegang tot OLT > snelle toegang > Open Long Tool
- Uitvoeren recruitment manoeuvre door intensivist / SEH arts
- Indien disconnectie, recruitment manoeuvre herhalen
- Pas alarmgrenzen weer adequaat aan
- Na recruitment manoeuvre gegevens opslaan via Menu > Gegevens kopiëren > kopiëren
- Na recruitment manoeuvre scherm kopiëren van OLT via Menu > scherm kopiëren. Vervolgens de knop Save (rechtsboven op monitor) ingedrukt houden totdat verschijnt "Bezig met schermkopie" en vervolgens "Schermkopie voltooid"
- Neem 30 minuten na eindigen recruitment manoeuvre ABG af
- Koppel i.o.m. intensivist / SEH-arts weer terug naar huidige beademingsmachine (IN IEDER GEVAL PAS NA CONTROLE ABG)
- Gegevens invullen op "Formulier data OLT"

Bijlage 3: Formulier data OLT

Data Open Long Tool

Datum:

.....

Arts:

.....

Verpleegkundige:

.....

P/F-ratio voor recruitment manoeuvre:

.....

P/F-ratio 30 minuten na recruitment manoeuvre:

.....

Diagnose op moment van recruitment manoeuvre:

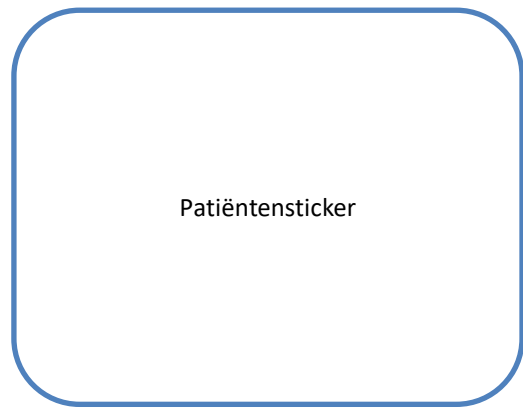
.....

Waarom wel / niet gerekruteerd:

.....

Recruitment manoeuvre wel / niet vroegtijdig gestaakt, omdat:

.....



Bijlage 4: Vragenlijst voor intensivisten en IC-verpleegkundigen

1. Wat betekent rekruteren?
2. Welke recruitment manoeuvres ken je?
3. Welke methodes van rekruteren heb je op onze IC toegepast gezien?
4. Zijn de toegepaste methodes protocol- of intensivist afhankelijk op de IC van LZR?
5. Hebben we een protocol “rekruteren”?
 - Ja
 - Nee
6. Wat wil je bereiken met een recruitment manoeuvre?
 1. Een lagere PEEP, sputum mobilisatie, opheffen atelectase
 2. Hogere P/F-ratio, opheffen atelectase, sputum mobilisatie
 3. Een lager CO₂, sputum mobilisatie, hogere P/F-ratio
 - 1 en 2 zijn juist
 - Alleen 2 is juist
 - Alleen 3 is juist
7. Wat zal het gevolg van rekruteren zijn voor de mortaliteit en beademingsduur?
 - De mortaliteit zal verlagen en de beademingsduur zal korter zijn
 - De mortaliteit zal verhogen en de beademingsduur zal langer zijn
 - Het heeft geen gevolg voor de mortaliteit en beademingsduur
8. Zal een recruitment manoeuvre meer zinvol zijn in rugligging of in buikligging? Graag beargumenteren.
9. Wanneer moet een recruitment manoeuvre worden toegepast?
 - Iedere dienst
 - Bij een lage P/F-ratio
 - Alleen op indicatie
10. Wanneer pas je een recruitment manoeuvre toe?
 1. Altijd direct na een intubatie
 2. Bij een hoog CO₂
 3. Bij hypoxemie
 4. Bij dreigende atelectase
 - Bij 3 en 4
 - Bij 2 en 3
 - Bij alle bovenstaande situaties
11. Wat zijn de risico's van rekruteren?
 1. Translocatie van pulmonale bacteriën en cytokines kan plaatsvinden in de systemische circulatie.
 2. De intra-thoracale druk neemt toe en kan leiden tot een afname van de veneuze return
 3. Ontstaan van een barotrauma.
 4. Pneumothorax
 - 2 en 3 zijn juist
 - 3 is juist
 - Alleen 4 is juist
12. Hoe kun je de complicaties van rekruteren herkennen?

13. Welke parameters zijn belangrijk om te observeren tijdens een recruitment manoeuvre?
- Bloeddruk en SpO₂
 - Hartfrequentie en ademhalingsfrequentie
 - Ademhaling (klinische blik), bloeddruk en SpO₂
14. Wat heeft de voorkeur: balloneren of een recruitment manoeuvre met de beademingsmachine? Graag beargumenteren.
- A) Met welke vorm van beademing kun je een recruitment manoeuvre doen?
 - B) Met welke vorm van beademing kun je een recruitment manoeuvre toepassen middels de OLT?
15. Kun je een recruitment manoeuvre toepassen bij een wakkere beademde patiënt? Zou het betrouwbaar zijn, waarom wel of waarom niet.
16. Wat is optimale peep, wat is het doel?
17. Wat betekent de P/F-ratio?
18. Wat verandert er aan de compliance van de long bij een geslaagde recruitment manoeuvre?
19. Speelt (statische) compliance een rol in het kader van recruitment manoeuvres? Zo ja, welke rol speelt deze dan?
20. Benoem bij onderstaande ziektebeelden of er sprake zal zijn van een hoge of lage compliance.
- Longemfyseem: hoge compliance / lage compliance
 - Pneumonie: hoge compliance / lage compliance
 - ARDS: hoge compliance / lage compliance
 - COPD: hoge compliance / lage compliance
21. Ben je bekend met de OLT op onze (Maquet) beademingsmachines?
- Ja
 - Nee
22. Welke Servo I is uitgerust met de OLT?
- 1 en 2
 - 1, 3 en 5
 - Op alle Servo's
23. Beschrijf de stappen waar je de OLT op de Servo I kunt vinden.
24. Wat vind je leuke beademingsonderwerpen?
25. Waar wil je meer over weten?
26. Wat mis je op onze IC met betrekking tot beademing in het algemeen?
27. Wat zou jij nog willen veranderen?

Bijlage 5: individuele resultaten kennistoets

