



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Oxygen titration and compliance with targeting oxygen saturation in preterm infants

Zanten, H.A. van

Citation

Zanten, H. A. van. (2017, March 15). *Oxygen titration and compliance with targeting oxygen saturation in preterm infants*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/46692>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/46692>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/46692> holds various files of this Leiden University dissertation

Author: Zanten, Henriëtte van

Title: Oxygen titration and compliance with targeting oxygen saturation in preterm infants

Issue Date: 2017-03-15

Chapter 9

Summary

Samenvatting



SUMMARY

When providing oxygen therapy to a preterm infant, targeting SpO₂ is essential for avoiding hypoxaemia and/or hyperoxaemia. However, this can be both difficult and challenging for nurses working in a neonatal intensive care unit. The general aim of this thesis project was to assess the effect of changes in clinical practice regarding oxygen titration and compliance with respect to targeting SpO₂ in preterm infants admitted to our NICU.

In **Chapter 2**, we performed a systematic review of published literature regarding compliance in terms of targeting SpO₂ in preterm infants and the factors that influence this compliance. A total of 16 studies, comprising 2935 nurses and 574 infants was included in this review. This chapter provides a narrative perspective of how nurses are able to maintain SpO₂ within target levels using either manual or automated control. The main finding was that poor compliance was observed regarding SpO₂ target ranges, particularly with respect to maintaining SpO₂ below the upper limit. Our analysis revealed that several factors play a role in reducing compliance, including *i*) lack of awareness regarding alarm settings, *ii*) reduced knowledge regarding the risk factors associated with hypoxaemia and hyperoxaemia, and *iii*) a low nurse:patient ratio. The use of an automatic FiO₂ control led an increased time within the SpO₂ TR. Based on our analysis, we concluded that compliance was generally low in terms of targeting SpO₂ during oxygen therapy in preterm infants. Training, combined with an oxygen titration guideline, a favourable nurse:patient ratio, and the use of automated FiO₂ control could increase this compliance.

In **Chapter 3**, we report the occurrence and duration of hyperoxaemia (defined as SpO₂ >95%) after oxygen administration for treating apnoea, bradycardia, and cyanosis (ABC), and we reported the duration of hypoxaemia (defined as SpO₂ <80%) and/or bradycardia in preterm infants below 30 weeks of gestation in our NICU who were supported with nasal continuous positive airway pressure (nCPAP). We observed that hyperoxaemia occurred after 79% (202 out of 257) ABC events, and the duration of additional oxygen was longer in ABC events with hyperoxaemia than in ABC events without hyperoxaemia. Moreover, hyperoxaemia lasted longer when the infant was on ambient air prior to the onset of ABC compared to when oxygen was administered. We therefore conclude that in preterm infants supported with nCPAP in our NICU, hyperoxaemia was prevalent when oxygen was increased for treating ABC and had longer duration than bradycardia and hypoxaemia.

In **Chapter 4**, we present our study in which we evaluated the effects of training and the implementation of an oxygen titration guideline. Specifically, we compared the results obtained before and after training and guideline implementation. We found that after

training and guideline implementation, the percentage of time that SpO₂ was within TR had increased significantly, and the percentage of time that SpO₂ was above 95% decreased significantly; we found no effect on the percentage of time that SpO₂ was below 85%. In total, 186 and 168 ABC events occurred before and after training/guideline implementation, respectively. The duration of both hypoxaemia and hyperoxaemia was reduced following training and guideline implementation, although the prevalence of hyperoxaemia did not change. We therefore conclude that training and implementing guidelines with respect to manual oxygen titration improved targeting SpO₂ in preterm infants, with more time spent within TR and shorter periods of hyperoxaemia and hypoxaemia during ABC.

Chapter 5 describes the results of our audit in which we evaluated whether narrowing the SpO₂ TR from 85-95% to 90-95% had an effect on SpO₂ distribution or compliance regarding targeting SpO₂ and ABC in preterm infants receiving oxygen. During both periods oxygen was manually adjusted.

We observed that narrowing TR led to a significant increase in median SpO₂, but had no effect on the amount of time during which SpO₂ was within 90-95%. The SpO₂ distribution shifted rightward with a trend towards higher occurrence of hyperoxaemia. There was less SpO₂ below 90%, but without hypoxaemia. Moreover, we observed no change in the frequency, depth, or duration of ABC events, regardless of the manner in which oxygen was titrated. Based on our results, we conclude that narrowing TR from 85-95% to 90-95% in preterm infants *i)* caused a rightward shift in the SpO₂ distribution, *ii)* decreased the amount of time that SpO₂ <90%, *iii)* had no effect on the amount of time in which SpO₂ is 90-95%, and *iv)* caused an increase in hyperoxaemia. These results suggest that although the nurses attempted to comply with the new TR, they found it difficult to titrate oxygen adequately in order to stay within the new, more narrow TR. The findings also indicate that the nurses in our unit already tended to maintain SpO₂ at the upper end of the intended TR when the 85-95% range was used. Nevertheless, given that changing the range led to a decrease in the infant's exposure to SpO₂ levels <90%, narrowing TR in our unit will likely have beneficial effects, as shown recently.^{25 43 44}

The objective of the study described in **Chapter 6** was to evaluate the effect of implementing automated oxygen control on maintaining SpO₂ within the 90-95% TR in preterm infants. Specifically, we compared preterm infants before the implementation of automated oxygen control with preterm infants born after automated oxygen control was introduced. Our analysis revealed that after automated oxygen control was introduced to our NICU, preterm infants receiving oxygen therapy were within TR for SpO₂ a higher percentage of time, which resulted in a significant reduction in the prevalence of hyperoxaemia; in contrast, the introduction of automated oxygen control had no effect on the prevalence of hypoxaemia.

In **Chapter 7**, we provided a follow-up on Chapter 6 by reporting the effect of implementing automated oxygen control on ABC in preterm infants and studied the effect of manual titration versus automated titration on apnoea, bradycardia, cyanosis (ABC) and oxygen therapy in preterm infants. Implementing automated oxygen control for preterm infants led to a shorter duration of hypoxaemia and hyperoxaemia during and after ABCs. Nurses should stay alert for hypoxaemic events related to apnoeas.

Finally, in **Chapter 8** we discuss the results of our studies, provide general conclusions, and discuss future perspectives. The quality improvement project introduced in this thesis resulted in improved SpO₂ distribution, decreased hypoxaemia, and decreased hyperoxaemia in preterm infants admitted to our NICU. We also observed slight improvements in the way in which our nurses handled ABC events and titrated oxygen following an ABC event. Together, the training sessions, guideline implementation, and introduction of automated oxygen control increased our nursing staff's awareness of the consequences associated with frequent hypoxaemia and hyperoxaemia, and as a result, our staff now take a more active approach to minimise the occurrence of these conditions. The beneficial effect of this 3-year quality improvement project will likely improve the long-term outcome of preterm infants admitted to our unit.

SAMENVATTING

Premature pasgeborenen krijgen vaak voor een lange periode extra zuurstof toegediend. Het is noodzakelijk om deze zuurstof zorgvuldig te titreren, een te lage zuurstofsaturatie (hypoxie) maar ook een te hoge zuurstofsaturatie (hyperoxie) is schadelijk en dient te worden voorkomen. Deze zuurstoftitratie en ook het nastreven van de zuurstofsaturatiegrenzen kan voor verpleegkundigen die werken op een neonatale intensive care unit (NICU), heel uitdagend zijn. Op de NICU in Leiden zijn er ten behoeve van kwaliteitsverbetering op het gebied van zuurstoftitratie en hanteren van zuurstofsaturatiegrenzen bij premature pasgeborenen een aantal veranderingen in de praktijk doorgevoerd. De doelstelling van dit proefschrift was om het effect van deze veranderingen te evalueren.

In **Hoofdstuk 2** wordt een overzicht gegeven van de literatuur met betrekking tot het nastreven van zuurstofsaturatiegrenzen bij premature pasgeborenen door verpleegkundigen op de NICU. Tevens worden factoren beschreven die deze naleving beïnvloeden. In dit overzicht werden 16 studies geïncludeerd, in totaal omvatte het 2935 verpleegkundigen en 574 premature pasgeborenen. Dit hoofdstuk geeft verhalend verslag van de studies die onderzochten hoe verpleegkundigen in staat zijn om, door middel van zuurstoftitratie, de zuurstofsaturatie binnen de afgesproken grenzen te houden. Naast handmatige zuurstoftitratie is er ook gekeken naar automatische zuurstoftitratie. De voornaamste bevinding was dat de zuurstofsaturatiegrenzen tijdens het geven van zuurstof aan premature pasgeborenen slecht werden nageleefd, zeker als het gaat om de zuurstofsaturatie onder de bovengrens te houden. Hierbij spelen verschillende factoren een rol: *i*) verminderde alertheid met betrekking tot de ingestelde alarmgrenzen, *ii*) onvoldoende kennis over de risicofactoren die samenhangen met hypoxie en hyperoxie en *iii*) de verpleegkundige:patient verhouding. Het gebruik van een automatische zuurstoftitratie leidde tot een toename van de tijd dat de zuurstofsaturatie binnen de gestelde grenzen was. We concludeerden dat de zuurstofsaturatiegrenzen over het algemeen niet goed worden nageleefd. Deze naleving zou kunnen verbeteren door middel van training, gecombineerd met een zuurstoftitratie richtlijn en verlaging van de werkdruk van verpleegkundigen en het gebruik van een automatische zuurstoftitratie.

In **Hoofdstuk 3** beschrijven we een nulmeting die is uitgevoerd op de NICU van het LUMC. We onderzochten hoe zuurstof getitreerd werd na een apneu, gepaard gaande met bradycardie en cyanose (ABC) bij pasgeborenen met een zwangerschapsduur onder de 30 weken die non-invasief respiratoir werden ondersteund. We beschreven het optreden en de duur van hyperoxie (gedefinieerd als een zuurstofsaturatie boven de 95%) en hypoxie (gedefinieerd als een zuurstofsaturatie onder de 80%). We observeerden dat hyperoxie na

ABC's in 79% van de ABC's optrad. De ontstane hyperoxie na zuurstoftitratie duurde langer dan de bradycardie en de hypoxie bij de apneu. Bij ABC's waarbij hyperoxie optrad, werd langer zuurstof gegeven dan bij ABC's waarbij geen hyperoxie optrad. Bovendien merkten wij op dat wanneer premature pasgeborenen geen extra zuurstof ontvingen voordat de ABC optrad, de hyperoxie langer duurde dan wanneer zij vooraf al zuurstofbehoefte hadden. We concludeerden hyperoxie veelal voorkwam na het geven van zuurstof voor de behandeling van ABC's en dat deze langer duurde dan de bradycardie en hypoxie.

In **Hoofdstuk 4** beschrijven we onze studie waarin we de effecten van het geven van training over de gevaren van hypoxie en hyperoxie, en het implementeren van een zuurstoftitratie richtlijn hebben geëvalueerd. We vergeleken een cohort voor en na de training en implementatie om het effect te meten. Na het geven van training en het implementeren van een zuurstoftitratie richtlijn zagen we een toename in de tijd dat de zuurstofsaturatie binnen de gestelde grenzen (85-95%) was. De tijd dat de zuurstofsaturatie boven de gestelde bovengrens was, was aanzienlijk gedaald; we vonden daarentegen geen effect op de tijd dat de zuurstofsaturatie onder de ondergrens bevond. Tijdens ABC's voor en na de training en richtlijn implementatie, zagen we de duur van hypoxie en hyperoxie afnemen, hoewel het voorkomen van hyperoxie na ABC's niet was afgenomen. We concludeerden dat de handmatige zuurstoftitratie was verbeterd en dat training gecombineerd met de implementatie van een zuurstoftitratie richtlijn bijdraagt aan een betere naleving van de zuurstofsaturatiegrenzen. Bij ABC's trad hierdoor minder hypoxie en hyperoxie op.

Hoofdstuk 5 beschrijft het effect van het versmallen van de saturatiegrenzen van 85-95% naar de hoogste helft (90-95%) op het nastreven van deze grenzen tijdens zuurstof therapie aan premature pasgeborenen, zowel in het algemeen als na ABC's. Tijdens de voor- en nameting werd zuurstof handmatig getitreerd. Het versmallen van de saturatiegrenzen had geen effect op de tijd dat de zuurstofsaturatie binnen de grens van 90-95% was. Door een rechtsverschuiving in de SpO_2 distributie observeerden we een trend naar het optreden van hyperoxie. De zuurstofsaturatie was minder vaak onder de 90%, maar zonder een afname in hypoxie (<80%). Hoewel er een toename was van ABC's waarna hyperoxie optrad, bleek dit niet significant. Daarnaast observeerden we geen verandering in de diepte en duur van ABC's. We concludeerden dat het versmallen van de zuurstofsaturatiegrens naar de hogere helft geen verandering gaf in de tijd de zuurstofsaturatie binnen de nieuwe grens doorbracht, maar wel een trend naar meer hyperoxie. Ondanks een afname in lage saturaties, (< 90%) nam de hypoxie niet af. We speculeren dat de verpleegkundigen in onze NICU de zuurstofsaturaties al in het bovenste deel van de grens hielden toen de oorspronkelijke zuurstofsaturatiegrens werd gehanteerd, waarschijnlijk omdat de premature pasgeborenen dan stabielere zouden zijn.

Het doel van de in **Hoofdstuk 6 en 7** beschreven studies was om het effect van automatische zuurstoftitratie te evalueren op het behoud van de zuurstofsaturatie binnen de afgesproken grens van 90-95%. Een periode vooraf, waarbij de zuurstof handmatig werd getitreerd, werd vergeleken met een periode nadat de automatische zuurstoftitratie werd geïmplementeerd in onze NICU. Pasgeborenen met een zwangerschapsduur onder de 30 weken die respiratoir werden ondersteund en zuurstofbehoefte hadden, werden geïncludeerd. We observeerden dat bij de automatische zuurstoftitratie de zuurstofsaturatie significant vaker binnen de saturatiegrens van 90-95% was. Hoewel de zuurstofbehoefte iets hoger was tijdens de automatische zuurstoftitratie, observeerden we tevens een significante daling van hyperoxie (>95%). Zuurstofsaturaties tussen de 85-89% kwamen vaker voor, maar de automatische zuurstoftitratie had geen effect op het voorkomen van hypoxie (<80%). Het percentage ABC's waarbij hyperoxie optrad daalde significant en de duur van hypoxie en hyperoxie tijdens en na ABC's was ook korter. We concludeerden dat de implementatie van automatische zuurstoftitratie leidde tot een toename in het behouden van zuurstofsaturatie binnen de gestelde grenzen tijdens het geven van zuurstof aan premature pasgeborenen, met daarbij een daling van hyperoxie. Deze studie niet was opgezet om effect op lange termijn aan te tonen, maar het lijkt dat automatische zuurstoftitratie de potentie heeft om de uitkomsten van deze patiëntengroep te verbeteren.

Tenslotte bespreken we in **Hoofdstuk 8** de resultaten van onze studies, geven we algemene conclusies en doen we suggesties voor toekomstig onderzoek. De studies beschreven in dit proefschrift hebben geleid tot een betere zuurstoftitratie, minder hypoxie en minder hyperoxie bij premature pasgeborenen opgenomen op de NICU. Hoewel we ook verbeteringen observeerden in de manier waarop verpleegkundigen zuurstof titreerden bij ABC's, was dit effect minder evident. De trainingen, de implementatie van de zuurstoftitratie richtlijn en de invoering van automatische zuurstoftitratie hebben zeker geleid tot meer bewustwording in de gevolgen van hypoxie en hyperoxie, en tot een meer actieve benadering om het optreden hiervan te beperken. Het positieve effect dat we hebben bereikt kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verbeteren van de lange termijn uitkomsten van de premature pasgeborenen opgenomen op onze afdeling neonatologie.

