



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Touched by technology: automated tactile stimulation in the treatment of apnoea of prematurity

Cramer, S.J.E.

Citation

Cramer, S. J. E. (2025, September 30). *Touched by technology: automated tactile stimulation in the treatment of apnoea of prematurity*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4262038>

Version: Publisher's Version

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

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4262038>

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



PART

7

APPENDICES

LIST OF ABBREVIATIONS

AF	Nasal airflow
AUC	Area under the curve
AOP	Apnoea of Prematurity
ATSD	Automated tactile stimulation device
BOBBY	Breathing Operator for BaBY
BR	Breathing rate
BRP	Brief respiratory pause
COV	Coefficient of variation
CPAP	Continuous positive airway pressure
EEG	Electroencephalogram
ECG	Electrocardiogram
EMG	Electromyogram
FiO ₂	Fraction of inspired oxygen
FRC	Functional Residual capacity
GA	Gestational age
HFMEA	Healthcare Failure Mode and Effects Assessment
HFNC	High flow nasal cannula
HR	Heart rate
IB	Irregular breathing
IBI	Inter-breath interval
IH	Intermittent hypoxia
IPPV	Intermittent positive pressure ventilation
IQR	Interquartile range
LUMC	Leiden University Medical Center
NICU	Neonatal Intensive Care Unit
NIPPV	Non-invasive positive pressure ventilation

List of abbreviations

OBU	Open Bay Unit
PB-CPAP	Physiological based (PB)-CPAP
PMA	Post menstrual age
PR	Pulse rate
RFM	Respiratory function monitor
RR	Respiratory rate
RRI	RR interval
SD	Standard deviation
sNIPPV	Synchronised NIPPV
SpO2	Peripheral oxygen saturation
SRU	Single Room Unit
WHO	World Health Organisation

LIST OF PUBLICATIONS

THIS THESIS

1. **Cramer SJE**, Hooper SB, Salverda HH, Koster R, Dekker J, te Pas AB. Automated tactile stimulation in response to cardiorespiratory events in preterm infants: a feasibility study. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*. 2025;0:F1-F6.
2. **Cramer SJE**, Dekker J, van de Stadt HJ, Hooper SB, te Pas AB. Development of the Breathing Operator for BaBY (BOBBY): an automated tactile stimulation device to facilitate breathing in preterm infants. Submitted to *BMJ Innovations*.
3. **Cramer SJE**, van Zanten HA, Salverda HH, Hooper SB, Dekker J, te Pas AB. Caregivers' response to cardiorespiratory events in preterm infants in the NICU – A quantitative overview. *Acta Paediatrica* 2025;114(1):92–99.
4. **Cramer SJE**, Dekker J, Croughan MK, Lee KL, Crossley KJ, McGillick EV, Martherus T, Thio M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Hooper SB, te Pas AB. The effect of vibrotactile stimulation on hypoxia-induced irregular breathing and apnea in preterm rabbits. *Pediatric Research*. 2024;96:325-331.
5. **Cramer SJE**, Kuypers KLAM, Martherus T, Dekker J, te Pas AB. Technology in the delivery room supporting the neonatal healthcare provider's task. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*. 2022;27(5):101333.
6. **Cramer SJE**, van Zanten HA, Boezaard M, Hoek PM, Dekker J, Hooper SB, te Pas AB. High variability in nurses' tactile stimulation methods in response to apnoea of prematurity - a neonatal manikin study. *Acta Paediatrica*. 2021;110(3):799-804.
7. **Cramer SJE**, Dekker J, Dankelman J, Pauws SC, Hooper SB, te Pas AB. Effect of tactile stimulation on termination and prevention of apnea of prematurity: a systematic review. *Frontiers in Pediatrics* 2018;6:45.

OTHER PUBLICATIONS

1. Verbeek L, Cortesi V, Daelen JV, Klei T, Houben NAM, Huisman EJ, Snijder P, **Cramer SJE**, Reiss I, Lopriore E. Volume of umbilical cord blood collection in the era of delayed cord clamping: a multicentre, prospective, feasibility study. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*. 2025. Epub ahead of print.

2. Cannata ER, Crossley KJ, McGillick EV, Wallace MJ, Croughan MK, Jurkschat D, **Cramer SJE**, te Pas AB, Hooper SB and Kitchen MJ. Pediatric Research. 2025.
3. Kuypers KLAM, Dekker J, Crossley KJ, Wallace MJ, **Cramer SJE**, Davies IM, Jurkschat D, Kitchen MJ, te Pas AB, Hooper SB. Slowing lung deflation by increasing the expiratory resistance enhances FRC in preterm rabbits. Pediatric Research. 2024.
4. Brouwer F, Salverda HH, **Cramer SJE**, Schmeitz C, van der Plas J, te Pas AB, Dekker J. Comparison of two different oxygen saturation target ranges for automated oxygen control in preterm infants: a randomised cross-over trial. Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition. 2024;0:F1–F8.
5. Kuypers KLAM, **Cramer SJE**, Dekker J, Visser R, Hooper SB, te Pas AB. Exerted force on the face mask in preterm infants at birth is associated with apnoea and bradycardia. Resuscitation 2024; 194.
6. Broer SDL*, **Cramer SJE***, Tan RNGB, Witlox RSGM. Minimising alarm pressure on a single room NICU through automated withdrawal of resolved alarms. Acta Paediatrica. 2024; 113: 206–211.
7. Kuypers KLAM, Kashyap AJ, **Cramer SJE**, Hooper SB, te Pas AB. The effect of imposed resistance in neonatal resuscitators on pressure stability and peak flows: a bench test. Pediatric Research. 2023.
8. Kuypers KLAM, Hopman A, **Cramer SJE**, Dekker J, Visser R, Hooper SB, te Pas AB. Effect of initial and subsequent mask applications on breathing and heart rate in preterm infants at birth. Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition. 2023;108(6):594-598
9. Jansen SJ, Müller BJ, **Cramer SJE**, te Pas AB, Lopriore E, Bekker V. Developing a design-based concept to improve hand hygiene in the neonatal intensive care unit. Pediatric Research. 2023.
10. Salverda HH, Beelen DML, **Cramer SJE**, Pauws SC, Schalijs-Delfos N, te Pas AB. Clinical outcomes of preterm infants while using automated controllers during standard care: comparison of cohorts with different automated titration strategies. Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition 2023;108:26-30.
11. Kuypers KLAM, Willemsen LA, **Cramer SJE**, Kashyap AJ, Drevhammer T, Hooper SB, te Pas AB. The effect of a higher bias gas flow on imposed T-piece resistance and breathing in preterm infants at birth. Frontiers in Pediatrics. 2022;10:817010.

Appendices

12. Lim K, **Cramer SJE**, te Pas AB, Gale TJ, Dargabille PA. Sensory stimulation for apnoea mitigation in preterm infants. *Pediatric Research*. 2021.
13. McGillick EV, te Pas AB, Croughan MK, Crossley KJ, Wallace MJ, Lee K, Thio M, DeKoninck PLJ, Dekker J, Flemmer AW, **Cramer SJE**, Hooper SB and Kitchen MJ. Increased end-expiratory pressures improve lung function in near-term newborn rabbits with elevated airway liquid volume at birth. *Journal of Applied Physiology*. 2021;131(3), 997-1008.
14. Salverda HH, **Cramer SJE**, Witlox RSGM, Gale TJ, Dargaville PA, Pauws SC, te Pas AB. Comparison of two devices for automated oxygen control in preterm infants: a randomized crossover trial. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*. 2021;0;F1-F6.
15. Salverda HH, **Cramer SJE**, Witlox RSGM, Dargaville PA, te Pas AB. Automated oxygen control in preterm infants, how does it work and what to expect: a narrative review. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*. 2020;0;F1-F7.
16. Poets CF, Lim K, **Cramer SJE**, Marshall AP, Gale TJ, Dargaville PA. Oxygenation and intermittent hypoxia in supine vs prone position in very preterm infants. *Acta Paediatrica* 2020;109:1677-1678.
17. Martherus T, den Hoed A, **Cramer SJE**, Tan RNGB, Hooper SB, te Pas AB. Peadiatric exhaled CO2 detector causes leaks. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition* 2019;0:F1-F3.
18. Dekker J, Hooper SB, Croughan MK, Crossley KJ, Wallace MJ, McGillick EV, DeKoninck PLJ, Thio M, Martherus T, Ruben G, Roehr CC, **Cramer SJE**, Flemmer AW, Croton L, te Pas AB, Kitchen MJ. Increasing respiratory effort with 100% oxygen during resuscitation of preterm rabbits at birth. *Frontiers in Pediatrics*. 2019;7:427.
19. Dekker J, Hooper SB, Martherus T, **Cramer SJE**, van Geloven N, te Pas AB. Repetitive versus standard tactile stimulation of preterm infants at birth – a randomized controlled trial. *Resuscitation*. 2018;127:37-43.
20. Dekker J, Martherus T, Cramer SJE, van Zanten HA, Hooper SB, te Pas AB. Tactile stimulation to stimulate spontaneous breathing during stabilization of preterm infants at birth: a retrospective analysis. *Frontiers in Pediatrics*. 2017;5:61.

PATENTS

1. te Pas AB, Cramer SJE, Hooper SB. Apparatus for prevention of apnea. EU patent application. EP4103042A1.

CURRICULUM VITAE

Sophie Josephine Elisabeth Cramer was born on February 2, 1992, in Veldhoven, the Netherlands and grew up in Eindhoven with her parents and two younger siblings; Dirk and Olivia. In 2010 she completed grammar school at the Van Maerlant Lyceum in Eindhoven and moved to Delft for her studies. It was during her bachelor in Industrial Product Design that she got interested in healthcare. She was selected for a minor in medicine at the Leiden University Medical Center (LUMC) and the Erasmus Medical Center and subsequently took bridging courses to transition to a master in Biomedical Engineering. As part of the master's program, Sophie visited the technical workshop at LUMC where she encountered the first prototype of the Concord Birth Trolley. She applied for an internship to contribute to the development of this prototype and was introduced to the initiator and inventor promotor prof.dr. A.B. te Pas. Their collaboration during this project served as the foundation for her subsequent research trajectory. In the summer of 2016, Sophie commenced her graduation project under his supervision, focusing on automating tactile stimulation.

Sophie graduated at the Delft University of Technology in 2017 and continued her project as part of a Professional Doctorate in Engineering (PDEng) program at Eindhoven University of Technology and the LUMC. During this two-year program, she completed various technical oriented projects in the department of neurosurgery, in the operating rooms and the technical department of the LUMC. Additionally she spent three months in Hobart, Australia conducting neonatal research the Royal Hobart Hospital's NICU under the supervision of prof. dr. P. Dargaville. Her PDEng thesis was nominated for Best Thesis in the Qualified Medical Engineer program and her accompanying two-minute video pitch received the Audience Award on the 2020 TU/e Thesis Awards.

Following her graduation, Sophie was appointed as a medical engineer in the NEONWISE project at the LUMC NICU. In 2019, she was awarded the Gisela Thier Grant by the Willem-Alexander Children's Hospital, enabling her to pursue a part-time PhD alongside her clinical engineering work. Since September 2023, she has held a permanent position at the departments of Neonatology and Medical Technology at LUMC and serves as an expert in medical devices on the Medical Ethics Review Committee.

During her PhD Sophie has visited national and international scientific conferences, where she presented her research using oral and poster presentations. In 2019, she received the Young Investigator Award at the 10th Dresden Symposium on Delivery Room Management. The automated tactile stimulation device developed during her PhD project, in collaboration with prof. Dr. A.B. te Pas and prof. dr. S.B. Hooper, is patented and a startup company, BOBBY Neonatal, has been established to bring the device to market.

ACKNOWLEDGEMENTS

Op de omslag van dit proefschrift staat alleen mijn eigen naam. Zonder hulp van anderen was het echter ook alleen bij een omslag gebleven. Er zijn ontzettend veel mensen die bijgedragen hebben aan de totstandkoming van dit proefschrift en bij dezen wil ik iedereen die op een of andere manier betrokken is geweest bij het onderzoek bedanken. Een aantal mensen wil ik in het bijzonder bedanken:

Allereerst wil ik alle kinderen en hun ouders bedanken die open stonden voor het ontvangen van informatie over ons onderzoek, hun ervaringen hebben gedeeld en/of die hun medewerking hebben verleend aan een van de onderzoeken die staan beschreven in dit proefschrift. Het is bewonderingswaardig dat jullie hier tijd en energie voor vrij hebben kunnen maken.

Prof. dr. A.B. te Pas, beste Arjan, hoewel ik slechts een klein deel van jouw carrière heb meegemaakt, heb jij in de afgelopen 9 jaar (!) mijn volledige carrière van student tot dr.ir. PDEng richting gegeven. Jouw inspirerende en toegewijde begeleiding, gecombineerd met eerlijkheid, openheid, vertrouwen en enorme (persoonlijke) betrokkenheid, heeft mij de ruimte gegeven om op mijn eigen manier te groeien – en daarvoor kan ik je niet genoeg bedanken.

Dr. J. Dekker, lieve Janneke, tijdens onze eerste ontmoeting op Schiphol had ik nooit kunnen bedenken dat je zoveel voor me zou gaan betekenen - ik bewonder je om hoe je je carrière stappen en ambities weet te combineren met de betrokkenheid bij je gezin, je familie, je vrienden en je collega's en vraag me altijd af of jouw dagen meer dan 24 uur tellen. Dank voor de fijne samenwerking, je feedback, je enthousiasme, het sparren over welk onderwerp dan ook maar vooral voor je vriendschap.

Prof. dr. S.B. Hooper, dear Stuart, from the very first moment I met you, I have felt incredibly welcome. Thank you for the late-night Skype sessions, for all the insights into the fascinating world of physiology and for your engineering lessons. I'm also very grateful to you and your team for being such generous hosts at the SPring-8 and in Melbourne.

Lieve verpleegkundigen, teamleiders, PA's, doktersassistenten en (staf)artsen van de NICU, bedankt voor jullie openheid, inzichten, kritische en opbouwende feedback en de tijd die jullie hebben gestoken in het uitvoeren en evalueren van mijn onderzoek, in alle andere projecten die ik met jullie heb mogen doen en voor het feit dat jullie mij hebben opgenomen in jullie team. Ik ben nog elke dag onder de indruk van het werk dat jullie op de NICU verrichten en ben ervan overtuigd dat we technologie in de toekomst zo moeten inzetten dat jullie juist méér tijd krijgen om te doen waar jullie goed in zijn!

Huybert, Cedric en Bram, jullie hebben het mogelijk gemaakt dat onze ideeën werkelijkheid zijn geworden. Bedankt voor alle tijd, moeite, vaardigheden en kennis die jullie hebben ingezet voor het ontwikkelen van de onderzoekopstellingen, prototypes en het uiteindelijke ontwerp van BOBBY. Ook alle andere collega's van de Medische Technologie wil ik bedanken voor de hulp bij en interesse in dit project. Cor, Dick, Hubald, Susanne en Wolf, bedankt voor het warme welkom terug in jullie team.

Sandra en Juliët, bedankt voor de mogelijkheid om mijn onderzoek naast mijn functie op de afdeling te mogen voortzetten. De ruimte en het vertrouwen dat jullie me hebben gegeven, heeft enorm bijgedragen aan het feit dat ik het heb weten af te ronden!

Dank aan al mijn mede-onderzoekers en kamergenoten, voor de samenwerking, de wijze lessen die we met en van elkaar geleerd hebben maar natuurlijk ook voor de gezelligheid en lol. Jullie hebben ervoor gezorgd dat het een feestje was en is om naar werk te gaan. Henriëtte, bedankt voor al je verpleegkundige input, humor en voor het model staan voor de meeste afbeeldingen in dit proefschrift.

Lieve vrienden, vriendinnen, oud-huisgenoten en oud-studiegenoten, jullie geven het leven kleur en ik hou van kleur. Bedankt dat jullie er zijn – vaak of minder vaak, ver weg of dichtbij en op leuke en mindere momenten. Mijn paranimfen, Lisette en Tessa, wil ik in het bijzonder bedanken, omdat zij niet alleen vandaag maar eigenlijk altijd mijn steun en toeverlaat zijn.

Lieve Thom, Monique, Jennifer, Willem en Rijn, ik prijs mezelf gelukkig met jullie als schoonfamilie. Bedankt voor jullie interesse in mijn werk en voor alle gezellige en bijzondere momenten die we samen gedeeld hebben. Jullie voelen voor mij als een tweede thuis.

Lieve Dirk, Floor, Pien, Olivia en Robin, het is zo fijn dat we allemaal onszelf kunnen zijn en het dan ook nog gezellig kunnen hebben samen. Bedankt voor jullie steun in de vorm van relativerende grappen. Jullie voelen altijd dichtbij, ook al wonen we niet bij elkaar in de buurt.

Lieve papa en mama, al zolang ik me kan herinneren zijn jullie mijn fanclub, coaches, teamgenoten en veilige haven in één. Ook jullie weten een perfecte balans te vinden tussen betrokken zijn en ruimte geven en ik denk dat jullie daarmee jullie rol als ouders niet beter hadden kunnen vervullen. Bedankt voor jullie grenzeloze liefde - voor mij en alle mensen die mij dierbaar zijn. Ik draag dit proefschrift op aan jullie.

Liefste Jochem, bedankt voor je onvoorwaardelijke steun, je begrip, je geduld, je hulp bij het efficiënt en foutloos analyseren van mijn datasets maar bovenal bedankt voor het delen van je leven met mij. Het is een voorrecht om alle uitdagingen samen met jou aan te gaan en alle hoogtepunten samen met jou te vieren.

Appendices

Liefste Ellie, met je eigenheid, onbevangenheid, zelfverzekerdheid, je schaterlach, je enthousiaste begroetingen en de zangkunsten waarmee je ons iedere ochtend wekt ben je mijn kleinste grote voorbeeld!