



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Transcutaneous electromyography of the diaphragm

Monitoring breathing and the effect of respiratory support in preterm infants

de Waal, C.G.

Publication date

2018

Document Version

Other version

License

Other

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

de Waal, C. G. (2018). *Transcutaneous electromyography of the diaphragm: Monitoring breathing and the effect of respiratory support in preterm infants*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Chapter 12

Nederlandse samenvatting



In dit proefschrift is het gebruik van transcutane elektromyografie van het diafragma (dEMG) onderzocht in de dagelijkse zorg voor te vroeg geboren kinderen die zijn opgenomen op de intensive care neonatologie. Het diafragma is de belangrijkste ademhalingsspier in het menselijk lichaam en het meten van de activiteit van deze spier levert mogelijk belangrijke informatie op over de eigen ademhaling bij te vroeg geboren kinderen en hoe deze kinderen het best geholpen zouden kunnen worden bij het ademen.

In **hoofdstuk 1** wordt beschreven wat de gevolgen zijn van (extreme) vroeggeboorte voor de ademhaling. De longen, de borstkast, de spieren en de hersenen zijn nog onrijp waardoor ademen moeilijk is. Dit kan leiden tot veel voorkomende ziektebeelden zoals het respiratoire distress syndroom (RDS), waarbij er een tekort is aan de stof surfactant in de longen, en apneus van de prematuur (AOP) waarbij adempauzes optreden. Daarnaast worden de meest voorkomende behandelingen voor ademhalingsproblemen bij te vroeg geboren kinderen toegelicht. Ook worden verschillende technieken besproken waarmee de activiteit van het diafragma gemeten kan worden. Transcutane dEMG is een van die technieken en de achtergrond van deze techniek wordt uitvoerig beschreven.

Het doel van dit proefschrift is om te onderzoeken of en hoe transcutane dEMG kan worden gebruikt in de zorg voor te vroeg geboren kinderen met ademhalingsproblemen. Hiervoor zijn vier verschillende toepassingen van de techniek onderzocht: 1) het monitoren van ademhalingspatronen, 2) het monitoren van het effect van een behandeling met medicijnen voor ademhalingsproblemen op de activiteit van het diafragma, 3) het monitoren van het effect van niet-invasieve ademhalingsondersteuning op de activiteit van het diafragma en 4) het detecteren van de eigen ademhaling om dit in de toekomst te kunnen synchroniseren met beademing door een machine.

Het monitoren van ademhalingspatronen

Veel kinderen die te vroeg zijn geboren hebben adempauzes, dit worden apneus genoemd. Tijdens een apneu stopt een kind met ademen (centrale apneu) of het kind probeert wel te ademen maar door bijvoorbeeld dichtgevallen luchtwegen komt er geen lucht in de longen (obstructieve apneu). Soms komen beide vormen van een apneu vrijwel tegelijkertijd voor en is er sprake van een gemengde apneu. Het is belangrijk om een goed onderscheid te maken tussen de verschillende type apneus omdat de behandeling anders is. In **hoofdstuk 2** is onderzocht of op basis van transcutane dEMG metingen beter onderscheid kan worden gemaakt tussen de verschillende type apneus dan met thorax impedantie, de monitoringstechniek die nu wordt gebruikt op de neonatale intensive care. Verschillende zorgverleners hebben

in deze studie de apneus gescoord op basis van zowel transcutane dEMG als thorax impedantie signalen. Hieruit blijkt dat op basis van transcutane dEMG signalen beter onderscheid kan worden gemaakt tussen verschillende type apneus. Op basis van deze resultaten lijkt transcutane dEMG een veelbelovende techniek om de ademhaling van te vroeg geboren kinderen beter te kunnen monitoren.

Monitoren van het effect van een behandeling met medicijnen

Verschillende medicijnen kunnen worden gebruikt om te vroeg geboren kinderen te behandelen voor ademhalingsproblemen. In **hoofdstuk 3** is onderzocht wat het effect is van het toedienen van surfactant op de activiteit van het diafragma bij te vroeg geboren kinderen met RDS. Surfactant wordt in de longen gebracht via een sonde die in de luchtpijp wordt geplaatst terwijl het kind zelf ademt. Dit wordt minimaal invasieve surfactant therapie (MIST) genoemd. In het totaal is de activiteit van het diafragma gemeten met transcutane dEMG bij eenentwintig te vroeg geboren kinderen die zijn behandeld met MIST. De diafragma activiteit neemt af bij de meeste kinderen een uur na de surfactant toediening, maar deze reactie verschilt sterk tussen de kinderen. Daarnaast neemt de extra zuurstofbehoefte sterk af. Op basis van deze resultaten is geconcludeerd dat MIST ervoor zorgt dat er minder diafragma activiteit hoeft te worden geleverd. Wel moet daarbij de kanttekening worden gemaakt dat de grote variaties in de reacties mogelijk betekent dat het meer dan een uur duurt voordat de longen, de spieren en het ademhalingscentrum in de hersenen, die samen zorgen voor de ademhaling, een nieuwe balans hebben gevonden.

Doxapram is een medicijn dat wordt gebruikt voor de behandeling van te vroeg geboren kinderen met ernstige apneus. Om te onderzoeken of doxapram een direct effect heeft op diafragma activiteit is een pilot studie uitgevoerd (**hoofdstuk 4**). Bij elf te vroeg geboren kinderen is een meting met transcutane dEMG gedaan van dertig minuten voor tot drie uur na het starten van de behandeling met doxapram. De resultaten van deze studie laten zien dat de start van de doxapram behandeling geen direct effect heeft op de activiteit van het diafragma, ondanks dat de kinderen wel minder apneus hebben. Doxapram zorgt dus voor een meer stabiele ademhaling zonder dat het een direct effect heeft op de activiteit van de ademhalingsspieren.

Monitoren van het effect van niet-invasieve ademhalingsondersteuning

Op de intensive care neonatologie worden verschillende vormen van niet-invasieve ademhalingsondersteuning ingezet voor de behandeling van te vroeg geboren kinderen. In dit proefschrift wordt van enkele van deze ondersteuningsvormen

onderzocht wat het effect is op de diafragma activiteit. In **hoofdstuk 5** is onderzocht wat er gebeurt met de diafragma activiteit als de ademhalingsondersteuning wordt afgebouwd van nasale continue positieve luchtwegdruk (Engels: nasal continuous positive airway pressure, nCPAP) naar een lage flow via een neusbril (Engels: low flow nasal cannula, LFNC). In totaal is bij negenenvijftig te vroeg geboren kinderen de activiteit van het diafragma gemeten met transcutane dEMG van dertig minuten voor tot drie uur na de overgang van nCPAP naar LFNC. Zoals verwacht op basis van de hypothese die was opgesteld, neemt de diafragma activiteit toe na het afbouwen van de ademhalingsondersteuning van nCPAP naar LFNC. Daarnaast is het opvallend dat te vroeg geboren kinderen die het niet volhouden aan de LFNC, een sterkere toename van de diafragma activiteit laten zien dan kinderen die het wel volhouden na het afbouwen van de ademhalingsondersteuning. Deze resultaten laten zien dat met transcutane dEMG metingen veranderingen in diafragma activiteit gemeten kunnen worden die zijn veroorzaakt door veranderingen in de ademhalingsondersteuning. Omdat te vroeg geboren kinderen die het niet volhouden na het afbouwen van de ondersteuning een sterkere toename van diafragma activiteit laten zien, zou transcutane dEMG in de toekomst mogelijk gebruikt kunnen worden om te bepalen wanneer de ademhalingsondersteuning van een specifiek kind afgebouwd kan worden.

Transcutane dEMG wordt in **hoofdstuk 6** gebruikt om te vergelijken hoeveel ademhalingsondersteuning er wordt gegeven door hoge flow via een neusbril (Engels: high flow nasal cannula (HFNC)) vergeleken met nCPAP. HFNC is een relatief nieuwe vorm van niet-invasieve ademhalingsondersteuning die steeds vaker wordt gebruikt, terwijl er geen duidelijke informatie is over hoeveel ondersteuning hiermee wordt gegeven. Bij tweeëndertig te vroeg geboren kinderen zijn metingen gedaan met transcutane dEMG van dertig minuten voor tot drie uur nadat deze kinderen van de nCPAP zijn overgezet op HFNC. Tijdens deze metingen is geen verschil gevonden in de diafragma activiteit aan de nCPAP en aan HFNC. Daarom kan worden geconcludeerd dat bij deze stabiele groep van te vroeg geboren kinderen nCPAP en HFNC evenveel ondersteuning van de ademhaling geven.

Nasale intermitterende positieve druk beademing (Engels: nasal intermittent positive pressure ventilation (nIPPV)) is de meest intensieve vorm van niet-invasieve ademhalingsondersteuning die in dit proefschrift is onderzocht. Deze vorm van ademhalingsondersteuning geeft elke minuut een vooraf ingesteld aantal beademingslagen bovenop een constant aanwezige positieve luchtwegdruk. Deze ingestelde beademingslagen zijn niet afgestemd op de eigen ademhaling van het kind. Dit zorgt voor asynchronie tussen de ademhaling van het kind en de beademingslagen van de machine. Omdat het niet bekend is hoe vaak deze asynchronie voorkomt bij te vroeg geboren kinderen die worden ondersteund met nIPPV en op welk moment tijdens de ademhaling, is dit onderzocht in **hoofdstuk 7**. Hiervoor zijn de

beademingslagen van de machine tegelijkertijd gemeten met de eigen ademhaling van het te vroeg geboren kind met transcutane dEMG. Meer dan twee-derde van de beademingslagen die zijn onderzocht, zijn asynchroon met de eigen ademhaling, zowel tijdens de inademing als tijdens de uitademing. Ondanks dat het niet goed is onderzocht wat het effect is van deze asynchronie, bestaan er zorgen dat dit niet goed is voor de eigen ademhaling. Daarom is het van groot belang dat er technieken worden ontwikkeld waarmee de beademingslagen tegelijk, ofwel synchronoos, kunnen worden gegeven met de eigen ademhaling van te vroeg geboren kinderen bij deze vorm van ademhalingsondersteuning.

Detecteren van de eigen ademhaling voor toekomstige synchronisatie van beademing

Transcutane dEMG is een techniek welke in de toekomst gebruikt zou kunnen worden om de beademingslagen van een machine te synchroniseren met de eigen ademhaling van te vroeg geboren kinderen. Een belangrijke stap die gezet moet worden om in de toekomst deze techniek te kunnen gebruiken voor synchronisatie is goede en snelle detectie van het begin van elke ademhaling. In **hoofdstuk 8** is de detectie van de ademhaling onderzocht in het signaal dat wordt gemeten met transcutane dEMG en dit is vergeleken met de detectie van de ademhaling gemeten door een Graseby capsule. De Graseby capsule is een kleine druksensor die op de buik wordt geplaatst en de uitzetting van de buik meet tijdens de inademing. De ademhalingsdetectie in de twee signalen is getest met verschillende algoritmen. Een algoritme gebaseerd op het signaal van de Graseby capsule, wat ingebouwd is in een beademingsmachine, is als eerste getest. Hieruit blijkt dat met dit algoritme in zowel het signaal van de Graseby capsule als het signaal van de transcutane dEMG maar twee-derde van de ademhalingen worden gedetecteerd. Door het ontwikkelen van nieuwe algoritmen is de detectie van de ademhaling veel beter geworden: bijna 100% van de ademhalingen wordt gedetecteerd. Wel valt op dat in het transcutane dEMG signaal teveel ademhalingen worden gedetecteerd doordat het signaal soms een tweede piek laat zien tijdens een ademhaling. Als laatste is de tijd tussen de start van de ademhaling en het moment waarop de ademhaling wordt gedetecteerd vergeleken tussen het signaal van de Graseby capsule en het signaal gemeten met transcutane dEMG. Hieruit blijkt dat op basis van het transcutane dEMG signaal de ademhaling veel sneller wordt gedetecteerd. Deze resultaten ondersteunen de hypothese dat transcutane dEMG mogelijk gebruikt zou kunnen worden om beademingslagen te synchroniseren met de eigen ademhaling.

De resultaten, de toepassing van de gevonden resultaten en de beperkingen van de studies in dit proefschrift, worden besproken in **hoofdstuk 9**. Transcutane dEMG kan mogelijk voor drie verschillende toepassingen gebruikt worden in de zorg voor te vroeg geboren kinderen: 1) het monitoren van de ademhaling, 2) het sturen van de behandeling van ademhalingsproblemen en 3) het synchroniseren van ademhalingsondersteuning met de eigen ademhaling. Op basis van de onderzoeken die gedaan zijn, worden in **hoofdstuk 10** aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek, zowel om klinische vragen te beantwoorden als om de meetapparatuur en de data analyse methoden voor transcutane dEMG te verbeteren.

Conclusie

Transcutane dEMG kan worden gebruikt om de ademhaling te monitoren, om objectieve informatie te verzamelen over de diafragma activiteit van te vroeg geboren kinderen met ademhalingsproblemen en om het effect van verschillende behandelingen op de diafragma activiteit te bepalen. Transcutane dEMG is een veelbelovende techniek welke in de toekomst mogelijk gebruikt zou kunnen worden om de behandeling van ademhalingsproblemen bij te vroeg geboren kinderen af te stemmen op de individuele behoefte van deze kinderen.