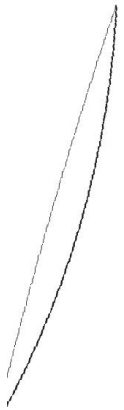
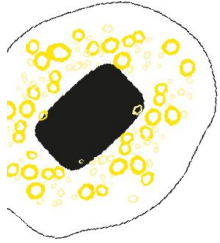


**An overview of the most crucial vital functions to  
monitor wirelessly in infants aged 0 to 2 years  
postoperatively**



**Bachelor thesis of:**

**Marije Jansen**

**S2753480**

**Supervisor:**

**Dr. Arlene John**

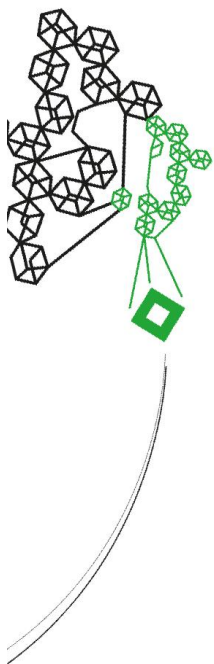
[a.john@utwente.nl](mailto:a.john@utwente.nl)

**&**

**Second supervisor:**

**Fatime Oumar Djibrillah**

[o.d.fatime@utwente.nl](mailto:o.d.fatime@utwente.nl)



# Preface

Dear reader,

Before you is the thesis “An overview of the most crucial vital functions to monitor wirelessly in infants aged 0 to 2 years postoperatively”. The thesis was written to complete the bachelor of Health Science at the University of Twente and is the result of research commissioned by my supervisor Arlene John. Writing the thesis and conducting the research took place in the period from February 2025 to July 2025.

In this foreword, I would like to thank my supervisor for their pleasant cooperation, feedback, and guidance during the writing of my thesis. I would also like to thank my fellow students Stijn Thomassen, Michelle Haksel, and Tara Klooster, with whom I formed the research group together. Finally, I would like to thank Dr. Floris Ferenschild and Richard ten Broek for their cooperation and the opportunity to conduct this research.

I wish you much reading pleasure.

Marije Jansen

Enschede, June 2025

# Summary

## **Background:**

Wireless monitoring can help improve the care of infants after surgery by increasing comfort, mobility, and parent-infant bonding. However, it is still unclear which vital signs are most important to measure wirelessly in babies aged 0 to 2 years and whether this depends on the type of surgery.

## **Methods:**

A combination of literature research and interviews with ten pediatric healthcare professionals was used to explore which vital signs are most relevant for continuous wireless monitoring in this age group.

## **Results:**

Previous studies show that heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation are commonly measured in postoperative care and have a strong predictive value for early detection of complications. Wireless systems are already used in adult care, but their use in infants is still limited. Challenges such as technical limitations, skin sensitivity, and lack of integration in current hospital systems are often mentioned. The literature also suggests that additional parameters like sleep and movement could support early warning and personalized care, but are not yet standard.

Interviews with experts show that heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation were identified as the most important and useful vital signs for early detection of complications and for wireless measurement. Blood pressure and temperature were still seen as valuable, especially in intensive settings, but may not always need to be monitored continuously. Extra parameters like sleep, movement, and blood glucose were mentioned as promising additions in the future. Professionals also emphasized that wireless monitoring is more suitable for stable patients in non-intensive care, and that the technology must be lightweight, safe, and easy to use.

## **Discussion and conclusion:**

Wireless monitoring has potential to support better care after surgery in infants, but success depends on choosing the right patient group and monitoring goals. A small set of vital signs may be enough in most cases. Future research should focus on practical design, smart alarm settings, and technical integration so that wireless systems can really be used in daily clinical care.

## **Keywords:**

Wireless monitoring, vital signs, infants, postoperative care

## Contents

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Preface .....                                                        | 1  |
| Summary .....                                                        | 2  |
| 1. Introduction .....                                                | 5  |
| 1.1 Research question.....                                           | 6  |
| 1.1.1 Sub questions.....                                             | 6  |
| 2. Methods .....                                                     | 7  |
| 2.1 Literature review .....                                          | 7  |
| 2.2 Experts interviews .....                                         | 7  |
| 2.2.1. Qualitative analysis .....                                    | 8  |
| 2.2.2 Ethical Considerations.....                                    | 8  |
| 2.3 AI Statement.....                                                | 8  |
| 3. Results .....                                                     | 9  |
| 3.1 Literature findings .....                                        | 9  |
| 3.1.1 Current practice vital signs.....                              | 9  |
| 3.1.2 Existing wireless sensor technologies .....                    | 11 |
| 3.1.3 Predictive value of vital signs .....                          | 12 |
| 3.1.4 Common types of surgeries performed in infants 0-2 years ..... | 13 |
| 3.2 Interview findings .....                                         | 14 |
| 4. Discussion .....                                                  | 21 |
| 4.1 Summary of findings .....                                        | 21 |
| 4.2 Limitations .....                                                | 22 |
| 4.3 Recommendations .....                                            | 22 |
| 5. Conclusion.....                                                   | 24 |
| References .....                                                     | 25 |
| Appendix .....                                                       | 29 |
| Appendix A Informed consent.....                                     | 29 |
| Appendix B Interview scheme .....                                    | 32 |
| Appendix C Transcripts.....                                          | 33 |
| Transcript 1.....                                                    | 33 |
| Transcript 2.....                                                    | 36 |
| Transcript 3.....                                                    | 42 |
| Transcript 4.....                                                    | 44 |
| Transcript 5.....                                                    | 48 |
| Transcript 6.....                                                    | 54 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Transcript 7.....        | 56 |
| Transcript 8.....        | 59 |
| Transcript 9.....        | 64 |
| Transcript 10.....       | 67 |
| Appendix D Codebook..... | 70 |

# 1. Introduction

Continuous monitoring of vital functions, such as heart rate or oxygen saturation, in the postoperative care is crucial for both adults and children. It is important for the early detection of postoperative complications, as subtle changes in these vital parameters can indicate there is something wrong which can develop to life-threatening complications [1]. An early response to these changes can prevent further deterioration. Children, older adults, or other vulnerable populations can be more prone to these complications. They are more vulnerable because of their physiological difference, like for example infants have more unstable respiratory functions, because their lungs can still be underdeveloped [2]. Continuous monitoring is therefore the most important for this target group of infants, especially those aged 0-2 years, due to their vulnerability and rapid physiological changes.

Postoperative continuous monitoring of vital signs is typically done by wired monitoring systems. These systems are commonly used in neonatal intensive care units (NICUs), but they can have several limitations. A few examples of these limitations include restricted mobility, discomfort, and limited parent-infant bonding. This bonding is especially important, since skin-to-skin contact for babies is very important for improvements in health. The reduced skin-to-skin contact could negatively impact the baby's health [3]. Monitoring systems with wires can also provide risks for skin damage or infections, tangling of the wires around the bodies of the patients, or damage of the wires itself, which can complicate the routine care of the patients [4].

Wireless sensor technologies have emerged as a promising alternative. It offers less invasive solutions while still providing continuous, real-time data collection [5]. These systems can measure vital signs such as heart rate, oxygen saturation, and respiration rate, without the usual discomfort and the limited parent-infant bonding caused by the wired monitoring systems. The technologies can improve both clinical care and the quality of life for infants and their families [6].

In recent years, the use of wireless sensor technology for continuous monitoring in patients in hospitals has gained increasing attention. These technologies have significantly improved patient care worldwide, but particularly among adult patients. The wireless patient monitoring market is projected to increase by a factor of four by 2032 [7]. This indicates the growing adoption and implementation of the wireless technologies.

However, the pediatric population, especially infants aged 0 to 2 years, has not benefited as much from these advancements as the adult population, despite the fact that this target group is very vulnerable due to their fast physiological changes and their inability to communicate distress if necessary. A scoping review [8] assessed that while various technologies already exist for hospitalized children, their implementation is limited and there is a lack of studies evaluating their effectiveness in this target group.

There are a few challenges in why the wireless monitoring for pediatric patients is still disrupted for implementation. One of the main challenges is the lack of adequate reimbursement, which is partly due to the fact that the adult population undergoes significantly more surgical procedures than infants. As a result, the market for infant-focused monitoring technologies is smaller and less financially attractive for developers and healthcare systems. [9]. Another challenge is that there is a knowledge gap between which

vital functions are most critical to monitor wirelessly in infants compared to adults. Namely, most studies focus on the technological feasibility rather than identifying the specific vital signs that could indicate more potential complications of this specific age group [6].

It is important that these challenges and knowledge gaps get addressed [4]. By identifying and prioritizing the vital functions that require continuous wireless monitoring in this age group, it is possible to improve the early detection and overall outcomes of this vulnerable population.

## 1.1 Research question

Given the critical need for effective postoperative monitoring in infants and the current underutilization of wireless monitoring technologies in this vulnerable population, it is essential to determine the monitoring needs of the target group. The monitoring needs are which vital functions should be prioritized in continuous wireless monitoring.

To address the knowledge gap, this study aims to answer the following research question:

“Which vital functions are most suitable for continuous wireless monitoring in infants aged 0 to 2 years after different types of surgery, and how do monitoring needs vary depending on the type of surgery?”

### 1.1.1 Sub questions

1. Which vital functions are currently most commonly monitored in adults and infants in postoperative care?
2. Which vital functions have the highest predictive value for complications following surgery? (And therefore should be prioritized in the continuous monitoring?)

## 2. Methods

This study aims to provide an answer to the research question and its sub questions following a qualitative research design, it combines semi-structured interviews and a literature research to investigate the most suitable vital functions for continuous wireless monitoring in infants after surgery. The qualitative approach is especially appropriate for this study as it allows a broad analysis of existing knowledge gaps in the literature and it allows a good understanding of the perspectives of relevant healthcare professionals. A quantitative data analysis alone may not provide a complete understanding of the topic. By combining both the interviews and the literature research, this study provides a well-rounded analysis of the critical vital functions to be measured, which later on can improve patient outcomes .

### 2.1 Literature review

An extensive literature review was conducted to identify and evaluate studies on postoperative monitoring in infants, with a focus on which vital functions are commonly monitored and which are most predictive of postoperative complications. Additionally, commonly performed surgical procedures in this population were reviewed, and the associated vital functions were identified per surgical category. The literature review was mainly conducted using PubMed and Google Scholar, based on a topic-driven approach.

Search terms were tailored to each subtopic and included combinations such as “pediatric”, “vital signs”, “postoperative”, “blood pressure”, “wireless monitoring”, and “neonatal surgery”. Since the search process was iterative and aligned with the writing process, no fixed search string or hit count was recorded. Instead, relevant literature was selected while working through specific research questions and topics.

In selecting literature, several inclusion criteria were applied to ensure relevance and quality. Only peer-reviewed scientific articles, systematic reviews, clinical studies, and technical reports were included. Studies were selected if they focused on the monitoring of vital functions in infants or children aged 0 to 2 years, or if they discussed wireless monitoring technologies applicable to this age group. In some cases, adult studies were included when they provided technical insights or discussed trends relevant for pediatric adaptation.

Sources were only included if the full text was available and published in English. From each included study, relevant information was extracted, including the age group, monitored vital signs, type of surgery, and monitoring methods or technologies.

### 2.2 Experts interviews

Semi-structured interviews with pediatric healthcare professionals were conducted to gain insights into current practices and challenges associated with continuous monitoring, wirelessly and with wires, in pediatric care. Additionally, some preferences for wireless sensor technology are discussed. In this study, 10 experts were interviewed, including five nurses, three pediatricians, an anaesthesiologist and a technical physician. The nurses and doctors worked within different fields such as NICU, PICU, normal pediatric ward and the neonatal ward.

Inclusion criteria for recruiting the respondents were as follows:

- Healthcare professional working with children aged 0-2 years
- Healthcare professional working with wireless monitoring devices

The interviews were conducted based on a number of main themes and some example questions. There was room for additions or adjustments in the questions development later on in the research process. Moreover, the semi-structured format of the interviews allowed the interviewer to ask follow-up questions during the interview. The interviews lasted 30 minutes on average.

The interview was based on four main themes: (1) the introduction and background of the interviewee, (2) current practice of vital signs monitoring, (3) challenges and limitations of current monitoring technologies, and (4) preferences and requirements for wireless sensor technologies. These themes were derived from the literature and aligned with the research questions of this study. Each theme was supported by several example questions to guide the conversation while allowing room for open answers. The full interview scheme can be found in Appendix B.

### 2.2.1. Qualitative analysis

All participants provided informed consent for audio recording. Interviews were recorded and transcribed using Microsoft Teams software. After transcription, inductive thematic coding was conducted using Atlas.ti software. The analysis followed several steps. First, all transcripts were read carefully to become familiar with the content. Initial codes were then assigned directly to meaningful phrases or segments from the interviews, without using a predefined coding framework. This allowed patterns and insights to emerge naturally from the data.

Next, similar codes were grouped and clustered, resulting in broader categories. These categories were then compared across all interviews to identify recurring themes. Throughout the process, constant comparison was used to refine and structure the data further. This process eventually led to a clear thematic framework consisting of main themes such as current monitoring practices, challenges with current technologies, suggested improvements, and expectations regarding wireless monitoring. The full codebook, including themes, codes, and supporting quotes, is provided in Appendix D.

### 2.2.2 Ethical Considerations

Prior to conducting the interviews, ethical approval for this study was obtained from the Ethics Committee of the University of Twente. All participants received written information about the purpose and procedures of the study and gave informed consent before participation. The data were processed and stored in Microsoft Teams to ensure confidentiality and data protection.

## 2.3 AI Statement

During the preparation of this work the author used DeepL and ChatGPT in order to translate text from Dutch to English, to generate ideas and to improve formulation of certain aspects of this report. After using these services, the author reviewed and edited the content as needed and takes full responsibility for the content of the work.

## 3. Results

This chapter presents the results of the study and is divided into two main parts. The first part describes the findings from the literature review, and the second part focuses on the outcomes of the interviews with healthcare professionals. Each part stands on its own but also contributes to answering the central research question. By combining insights from both existing knowledge and practical experience, a more complete understanding can be formed of which vital signs are most suitable for continuous wireless monitoring in infants, and how these needs vary depending on the type of surgery.

### 3.1 Literature findings

This chapter provides the theoretical foundation for answering the research question: “Which vital functions are most suitable for continuous wireless monitoring in babies aged 0 to 2 years after different types of surgery, and how do monitoring needs vary depending on the type of surgery?”

This chapter tries to explore the research question by addressing four key topics that are related to the sub questions of this study. First, it provides an overview of the vital functions that are currently monitored in patients postoperatively. Second, it delivers a short overview of examples of existing wireless monitoring technologies and the associated vital functions. Third, it discusses which vital functions have the strongest predictive value for complications after surgery and therefore can be most relevant to add in continuous monitoring. Finally, the chapter reviews the types of surgeries that are typically performed in children aged 0-2 years and which vital functions are measured after performing these surgeries.

#### 3.1.1 Current practice vital signs

It is essential to first address which vital functions can be important to monitor in this age group. Vital functions are the key physiological parameters that indicate how healthy a patient is. Literature [10, 11] shows several relevant vital functions that are important to include in this study, such as the heart rate, oxygen saturation, blood pressure, the respiration rate, and temperature. These vital functions are measured with wires in the target population after surgeries. The functions provide insight into the stability of the patient and are used to detect early signs of complications.

The heart rate indicates the number of heart beats per minute, which is crucial for assessing the cardiovascular function of the patient. It is a key parameter for detecting signs of hemodynamic compromise or distress and is typically included in the standard monitoring protocols [12]. It is usually monitored continuously using an electrocardiogram (ECG), which involves electrodes placed on the chest. A pulse oximeter can also give an estimate of the heart rate based on pulsatile blood flow [13].

The oxygen saturation measures the percentage of oxygen-saturated hemoglobin relative to total hemoglobin, which is essential for assessing the respiratory efficiency of the patient. It is frequently used to monitor oxygenation in the hours after a surgery [14]. Oxygenation is adding oxygen and the amount of oxygen in the blood. Adequate oxygenation is crucial for recovery and prevention of complications after surgery, especially in the age group of this study. It can detect hypoxemia in an early stage, which allow timely intervention [15]. The saturation is measured using a peripheral pulse oximetry, which is a light sensor usually

placed on the foot or hand. It detects changes in light absorption by oxygenated and deoxygenated hemoglobin [13].

Blood pressure is commonly monitored and measures the force of the circulation of the blood, which is essential for assessing cardiovascular stability and can also detect imbalances that could indicate complications like bleeding. In more complex cases, such as cardiac surgery, this involves more invasive methods like arterial lines, which enable continuous monitoring. In general postoperative care, non-invasive blood pressure (NIBP) monitoring is used, which typically uses a cuff placed around the infant's limb and takes measurements at fixed intervals. This method may be less accurate in unstable or very small infants [16].

The respiration rate is the number of breaths per minute, which indicates the pulmonary health and oxygenation capacity of the patient. It can detect apnea or bradycardia, especially in preterm or high-risk infants [17, 18]. The respiratory rate is typically measured using an impedance pneumography, which is a method involving chest electrodes that measure the thoracic (chest) movement. In some cases, apnea monitors with chest bands or sensors under the mattress are used [19, 20].

Temperature is also an important vital function to measure, as it can identify possible hypothermia or fever, which are indicators for the postoperative complication of infection or inflammation. Temperature is commonly measured using skin probes and can also be measured using axillary or tympanic thermometers. These are non-invasive techniques to measure the skin surface temperature as well as temperature in the armpit or in the ear. Semi-invasive techniques include bladder and nasopharyngeal temperature, which come closer to the core temperature represented by the gold standard: the temperature of the pulmonary artery. It can also be measured using continuous rectal or esophageal probes, but these are highly invasive techniques used in intensive care settings. Accurate temperature monitoring is particularly important in neonates, as they are more vulnerable to temperature instability due to their immature thermoregulatory systems [21].

In very intensive settings, such as after cardiac surgery or in critically ill children there are other vital signs that can be measured. An example of this is the central venous pressure, which can be monitored to assess the fluid status and cardiac function [16].

Additionally, there are neurological monitoring methods that are sometimes used to assess the cerebral oxygenation and brain activity in neonates [22]. Examples are near-infrared spectroscopy (NIRS) and the amplitude-integrated electroencephalography (aEEG). These are non-invasive techniques that are applied via scalp sensors or forehead probes.

#### *Additional psychological parameters relevant to postoperative monitoring*

In addition to the classical vital signs, several other psychological parameters could provide valuable insights into the postoperative recovery of the age group.

The first parameter that can be valuable to measure is sleep, which is essential for recovery in infants. Disruptions in sleep patterns postoperatively can indicate pain or neurological issues. Sleep can be measured using a polysomnography (PSG), which is the gold standard for assessing sleep [23].

A second parameter can be movement activity. Monitoring movements can provide insights into neurological function and overall well-being of the patient. It can help in early detection

of motor development issues. There are wearable sensors such as accelerometers that can track movement patterns [24].

A third parameter is pain assessment, which is very difficult in non-verbal infants but remains crucial to monitor. Pain assessment can be performed using the FLACC scale (Face, Legs, Activity, Cry, Consolability), which observes specific infant behaviors to assign a pain score, where appropriate pain relief strategies can be facilitated [25].

Another parameter is end-tidal CO<sub>2</sub> (EtCO<sub>2</sub>). This parameter can provide information about the ventilation status of the patient and can detect hypoventilation or airway obstruction. EtCO<sub>2</sub> is measured using a capnography, which is a non-invasive technique. It's especially useful to measure during sedation or in mechanically ventilated patients [26]. Other ways to measure the CO<sub>2</sub>-level of the patient are transcutaneous carbon dioxide and partial pressure of arterial carbon dioxide monitoring [27].

Urine output can also be a critical indicator of patient deterioration. It can indicate the renal function and fluid balance. Urine output can be monitored via catheterization or bladder scanning, which is a non-invasive method. A lower urine output than normal (oliguria) can signal problems like hypovolemia or acute kidney injury [28].

The final parameter that can indicate a decline in health is the blood glucose level of the patient. Postoperative hyperglycemia is a known risk for complications. A study shows that a higher glycemic stress index is correlated with the duration of intubation and PICU stay. This suggests that measuring blood glucose levels can be valuable [29].

### 3.1.2 Existing wireless sensor technologies

This study provides a short overview of examples of existing wireless sensor technologies in healthcare and the associated vital functions.

This study tries to provide some existing research on vital function monitoring in infants, but also in adults and other populations. While wireless monitoring has sometimes already been implemented in adult postoperative care, research on its application in pediatric populations is relatively limited. Studies on hospitalized adults have demonstrated that continuous wireless monitoring improves early detection of deterioration, reduces hospital stays, and enhances overall patient outcomes [30].

As shown in Table 1, a variety of wireless monitoring systems are available, all of which include heart rate monitoring. Nearly all devices also measure respiratory rate, making it the second most commonly included vital sign. In systems that monitor temperature, it is almost exclusively skin temperature rather than core temperature that is measured. Additionally, approximately half of the devices include measurements of blood oxygen saturation.

Table 1. Existing Wireless Devices and their Corresponding Vital Signs. Adapted from: Leenen JPL, Leerentveld C, van Dijk JD, van Westreenen HL, Schoonhoven L, Patijn GA. Current Evidence for Continuous Vital Signs Monitoring by Wearable Wireless Devices in Hospitalized Adults: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2020;22(6):e18636. doi: 10.2196/18636

| Wireless device | Vital signs                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ViSi Mobile     | Heart rate, blood pressure, respiratory rate, blood oxygen saturation, skin temperature |

|                                           |                                                                       |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| SensiumVitals                             | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| HealthPatch MD                            | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| VitalPatch                                | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| Wireless Vital Signs Monitor Device       | Heart rate, blood pressure, respiratory rate, blood oxygen saturation |
| MiniMedic                                 | Heart rate, blood oxygen saturation, skin temperature                 |
| Zephyr BioPatch                           | Heart rate, respiratory rate, core temperature (estimated)            |
| Biosensor                                 | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| IntelliVue Cableless Measurement Solution | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, blood oxygen saturation |
| Wavelet Wristband                         | Heart rate, respiratory rate                                          |
| Proteus patch                             | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| EQ02 Lifemonitor                          | Heart rate, respiratory rate, skin temperature                        |
| Alarm Management System                   | Heart rate, blood oxygen saturation                                   |

### 3.1.3 Predictive value of vital signs

Every patient gets monitored, because physicians try to identify clinical deterioration early. Early identification of deterioration in infants is crucial to enable timely intervention, and in doing so, improve patient outcomes.

Literature shows that specific vital signs are more important to measure in infants as they have a higher predictive value in detecting physiological instability. An example of these vital signs are cardiovascular parameters like heart rate and heart rate variability. Abnormal heart rate patterns can be early indicators of clinical deterioration. In preterm infants, changes in heart rate variability have been associated with increased risk of poor outcomes [31].

Respiratory parameters like the respiratory rate and the oxygen saturation also have a high predictive value for deterioration. An elevated respiratory rate is a sensitive and early marker for respiratory problems. One study showed that an abnormally high respiratory rate was often seen in children shortly before clinical deterioration. In fact, it was present in the majority of cases where children became critically ill, but much less common in children who remained stable. The study concluded that respiratory rate is a more reliable early warning sign of deterioration in children than other vital signs. [32]. This underscores the importance of respiratory rate as a predictive vital sign.

Study shows that oxygen saturation is also crucial in the early detection of deterioration in infants. One study found that higher oxygen saturation index (OSI) values within the first 24 hours of life were associated with increased risks of pulmonary hypertension and mortality. It suggests that continuous OSI monitoring can identify infants at high risk for deterioration at

an early stage [33]. Another study found that decreased pulse rate variability and higher oxygen saturation variability were significant predictors of hospitalization [34].

Changes in neurological status, like loss of consciousness or responsiveness, can also signal deterioration. In one study, quantitative EEG changes detected neurological deterioration in pediatric intensive care unit patients [35].

No study was found showing that the temperature (core or skin) alone can predict the deterioration in infant. The previously discussed vital signs have been proven to have better predictive value [36]. However, studies show that monitoring a child's temperature in combination of other clinical and laboratory parameters can assist in predicting deterioration in the patients' health [37].

Monitoring blood pressure in infants may be less valuable than in adults. A drop in blood pressure often occurs late in young children who are deteriorating. Their bodies are well able to maintain blood pressure for a longer period of time, even when things are already deteriorating. Blood pressure (hypotension) typically drops only when the condition becomes critically severe. As a result, it is not a good early warning of deterioration. Relying solely on blood pressure may result in delayed intervention [38]. Blood pressure has a limited predictive value as an early warning sign compared to other vital signs [32]. However, certain studies suggest that blood pressure can have predictive values in specific contexts [39]. Just like the vital sign temperature, monitoring blood pressure may not be the most sensitive standalone predictor of clinical deterioration in infants, but it can provide valuable information alongside other vital signs.

### 3.1.4 Common types of surgeries performed in infants 0-2 years

To better understand how postoperative monitoring differs across various types of surgeries, relevant pediatric literature was reviewed. Most surgical procedures in infants require a standard set of vital signs, including heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, and temperature. However, certain types of surgery—such as cardiac, neurosurgical, or oncologic procedures—often involve additional or more invasive monitoring, such as central venous pressure, intracranial pressure, cerebral oxygenation (NIRS), or urine output [40, 41, 42, 43, 44, 45].

In more routine procedures, such as orthopedic or urological surgeries, monitoring a basic set of physiological parameters is generally sufficient to ensure postoperative safety. Table 2 provides an overview of the vital signs most commonly monitored for each surgical category, based on findings from the literature. It is important to note that this overview reflects typical practice, but does not imply that these exact parameters are measured in every individual case or that they are formally standardized across all hospitals.

Table 2: Common surgeries performed in infants 0-2 years with corresponding vital functions

| <b>Surgical category</b> | <b>Monitored vital signs</b>                                                                                                       |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cardiac surgery          | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, central venous pressure, cerebral oxygenation (NIRS), temperature |
| Neurosurgery             | Intracranial pressure, heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen                                                        |

|                                    |                                                                                                                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | saturation , electroencephalography (EEG), temperature                                                                  |
| Gastrointestinal surgery           | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, temperature                                            |
| Urological surgery                 | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, urine output, temperature                              |
| Otolaryngological surgery          | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, temperature                                            |
| Thoracic surgery                   | Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, blood pressure, temperature                                            |
| Orthopedic surgery                 | Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, temperature, pain score                                                |
| Plastic and reconstructive surgery | Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, temperature, pain score                                                |
| Oncologic surgery                  | Heart rate, respiratory rate, blood pressure, oxygen saturation, temperature, central venous pressure, urine output     |
| Premature neonatal surgery         | Heart rate, blood pressure, respiratory rate, oxygen saturation, temperature, cerebral oxygenation (NIRS), urine output |

### 3.2 Interview findings

This part of the chapter presents the findings from the semi-structured interviews with pediatric healthcare professionals. In total, ten professionals were interviewed, including nurses, pediatricians, an anesthesiologist, and a technical physician, all working in diverse care settings such as the NICU, PICU, neonatal ward, and general pediatric ward.

Based on inductive coding of the interview transcripts, seven themes emerged, each consisting of multiple subcodes and supported by illustrative quotes from the participants. The identified themes are: *Current monitoring of vital signs*, *Challenges with current monitoring technologies*, *Vital signs recommended for future wireless monitoring*, *Expected benefits of wireless monitoring*, *Expected disadvantages and limitations of wireless monitoring*, *Differences in monitoring based on type of surgery*, *Other preferences for wireless monitoring*.

Table 3: Number of codes and respondents to themes with corresponding groups

|                                                        | Number of codes | Number of respondents |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Current monitoring of vital signs</b>               |                 |                       |
| Five or more vital signs monitored                     | 2               | 4                     |
| Four or fewer vital signs monitored                    | 2               | 4                     |
|                                                        |                 |                       |
| <b>Challenges with current monitoring technologies</b> |                 |                       |
| Challenges with adhesive electrodes                    | 4               | 5                     |
| Challenges with the wires                              | 4               | 7                     |
| Other challenges                                       | 1               | 4                     |
|                                                        |                 |                       |

|                                                                      |   |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>Vital signs recommended for future wireless monitoring</b>        |   |   |
| Essential to include                                                 | 4 | 6 |
| Useful to include                                                    | 3 | 5 |
|                                                                      |   |   |
| <b>Expected benefits of wireless monitoring</b>                      |   |   |
| Improved mobility and physical contact                               | 2 | 9 |
| Benefit for caregivers                                               | 1 | 1 |
|                                                                      |   |   |
| <b>Expected disadvantages and limitations of wireless monitoring</b> |   |   |
| Limited relevance in some care settings                              | 2 | 4 |
| Other concerns                                                       | 3 | 6 |
|                                                                      |   |   |
| <b>Differences in monitoring based on type of surgery</b>            |   |   |
| Variation is needed                                                  | 2 | 5 |
| Variation is not needed                                              | 1 | 3 |
|                                                                      |   |   |
| <b>Other preferences for wireless monitoring</b>                     |   |   |
| Technology                                                           | 5 | 7 |
| Comfort                                                              | 3 | 6 |
| Other considerations                                                 | 1 | 4 |

## Current monitoring of vital signs

This theme describes the vital signs currently being monitored in infants aged 0–2 years in clinical practice, according to healthcare professionals. There is considerable variation in both the number and type of parameters monitored, depending on the clinical setting and patient condition.

- Five or more vital signs monitored

Several professionals indicated that in most cases, at least five core vital signs are continuously monitored: heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, blood pressure, and temperature. In more intensive care settings or specific procedures, additional parameters such as transcutaneous CO<sub>2</sub>, cerebral oxygenation (NIRS), EEG, arterial CO<sub>2</sub>, invasive blood pressure, end-tidal CO<sub>2</sub>, and intracranial pressure are also used. *“Dat zijn dan drie plakkers voor ECG, de saturatiemeter en zo nodig andere monitoring zoals transcutane CO<sub>2</sub>-meting, cerebrale saturatie, EEG-meting, en arteriële CO<sub>2</sub>-meting. En natuurlijk ook een arteriële bloeddrukmeting als dat nodig is – dus een invasieve bloeddrukmeting.” (R2)*

- Four or fewer vital signs monitored

In less intensive settings or with more stable patients, only a limited set of parameters is monitored – usually heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation. Some professionals also mentioned temperature, depending on the clinical context. *“Bij ons op de afdeling monitoren we standaard hartslag, ademhaling en saturatie.” (R4)*

## Challenges with current monitoring technologies

This theme describes the practical limitations and difficulties experienced by healthcare professionals in using current monitoring systems, particularly in infants aged 0–2 years. The challenges mentioned relate to both the sensors and the wired systems themselves, as well as to accuracy and usability.

### - Challenges with adhesive electrodes

Skin irritation: 2 respondents mentioned that adhesive patches, especially those used for transcutaneous CO<sub>2</sub> monitoring, often cause skin irritation, particularly in infants with fragile or damaged skin. *“Bij kwetsbare huid, bijvoorbeeld bij infecties of brandwonden, kunnen plakkers echt een probleem zijn.” (R6)*

Poor adhesion: Many respondents noted that adhesive sensors often detach easily, especially due to sweat, skin creams, or movement, which affects the reliability of monitoring. *“En als ouders met babyolie gaan smeren, dan vallen de ECG-plakkers ook vaak af.” (R5)*

Inaccurate measurements: Movements in infants often lead to false alarms and unreliable data, increasing workload and reducing trust in monitoring systems. *“De meeste storing komt door foutieve metingen bij bewegende kinderen. 90% van de alarmen is vals.” (R4)*

Patients too small for full monitoring: Very small infants, such as preterm babies, pose specific technical challenges due to limited access for lines or sensors. *“Hoe kleiner ze zijn, hoe lastiger het wordt. Soms laat je metingen achterwege omdat medicatie toedienen belangrijker is.” (R5)*

### - Challenges with the wires

Limited physical access for parents: Wires obstruct physical contact and bonding between parent and child, especially in attempts to hold or comfort the infant. *“Fysiek contact en nabijheid tussen ouder en kind wordt bemoeilijkt.” (R7)*

Cables being disconnected: Infants, caregivers or parents often accidentally disconnect cables during care routines, diapering, or when the infant is active. *“Dan trek je alles los en sluit je het daarna weer aan via de achterkant.” (R5)*

Cables getting tangled: When the patients are being cared for, they sometimes need to turn. When turning the patients the wires could get tangled. *“Dan is het één grote spaghetti. Verpleegkundigen noemen het ook letterlijk zo.” (R6)*

Cables easily damaged: Monitoring cables are often fragile and are likely to break, especially during cleaning or patient handling. *“Kabelbreuken komen vaak voor. Kabels raken bekneld tussen het bed.” (R5)*

### - Other challenges

Problems with measuring the oxygen saturation: to measure the saturation is usually a challenge, because the device is easily removable by the patient and it needs to be replaced a lot. *“Als je bijvoorbeeld saturatie via een bandje om de vinger meet, moet dat stevig zitten. Kinderen zijn beweeglijk en trekken het snel los.” (R9)*

## Vital signs recommended for future wireless monitoring

This theme addresses which vital signs healthcare professionals believe should be prioritized for inclusion in future wireless monitoring systems. Most respondents suggested that a core set of three to five vital signs would be ideal, with a few additional parameters mentioned as useful extras.

- Essential to include

Heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation: These three parameters were most frequently mentioned as essential for early detection of deterioration in post-surgical infants. *“Het apparaat meet ademhaling, hartslag en saturatie. We willen verslechtering over tijd detecteren, zoals een beginnende infectie.” (R8)*

Heart rate, respiratory rate, and blood pressure: One respondent highlighted blood pressure as particularly important in certain clinical situations. *“Dan zou ik vooral hartfrequentie, ademhaling, en bloeddruk willen meten.” (R5)*

Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, and temperature: Some professionals emphasized the inclusion of temperature, because of the age group; young or vulnerable infants. *“Temperatuur is alleen relevant bij jonge baby's of zieke kinderen.” (R10)*

Heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, blood pressure, and temperature: A complete set of five basic vital signs was suggested by one respondent as a strong foundation for wireless systems. *“Dan toch wel de bloeddruk, de saturatiemeter en de thermometer en met die 3 kunnen eigenlijk alle vijf de belangrijke functies gemeten worden. Dus die zou ik dan wel draadloos graag willen houden.” (R1)*

- Useful to include

Sleep: Monitoring sleep was considered valuable for optimizing care timing and detecting night-time respiratory issues. *“Jawel, slaapmeting bij een baby is zeker heel interessant. Zeker als je onderscheid kan maken tussen of een baby slaapt of wakker is. Dat kan een belangrijke bijdrage leveren aan het inrichten van verzorgingsmomenten of onderzoek momenten. Je wil een baby toch zo weinig mogelijk storen.” (R2)*

Movement: Movement was mentioned as a useful behavioral indicator of well-being or distress, especially in non-verbal children. *“Extra informatie, zoals beweging of gedrag, zou ons kunnen helpen.” (R7)*

Blood glucose: One respondent mentioned the potential benefit of including non-invasive glucose monitoring. *“Als je dat op die draadloze manier kan doen zou dat echt supermooi zijn.” (R1)*

## Expected benefits of wireless monitoring

This theme describes the expected benefits of wireless monitoring systems in infants. Most respondents mentioned improvements in physical contact and mobility for the child, while others highlighted benefits for caregivers in daily care tasks.

- Improved mobility and physical contact

Child can sit with parents: Wireless systems would make it easier for parents to hold their child, especially in settings where bonding and skin-to-skin contact are important. *“Ouders vinden al die draadjes heel lastig, vooral bij het in en uit bed halen of uit de couveuse.” (R3)*

Freedom to move when awake: Wireless devices could allow children more freedom to move, play, or sit upright without being restricted by cables. *“Een draadloos alternatief kan helpen om het kind meer vrijheid te geven en minder vast te liggen aan bed en kabels.” (R4)*

- Benefit for caregivers

Easier handling and care: Care procedures such as repositioning or transport would be easier without the burden of multiple cables. *“Als je die kinderen niet hoeft te beplakken en te behangen, dan zijn ze veel makkelijker te hanteren.” (R2)*

### **Expected disadvantages and limitations of wireless monitoring**

This theme outlines the expected drawbacks or challenges of implementing wireless monitoring in infants. Respondents mentioned limitations related to clinical relevance, practical implementation, and technical feasibility.

- Limited relevance in some care settings

Difficult to implement in intensive care: Some professionals doubted the added value of wireless monitoring in highly intensive environments where children are already connected to many devices. *“Op een neonatale intensive care, postoperatief, ligt een kind al aan dertig dingen. Als je daar eentje van wegneemt, dan verandert dat gewoon niets.” (R2)*

More useful in other age groups: Wireless monitoring was seen as potentially more beneficial for older or more mobile children, rather than for very young infants who are often immobile. *“Bij oudere kinderen, van 4 of 5 jaar, zou het veel meer verschil maken. Die kinderen lopen graag rond en worden nu beperkt doordat ze vastzitten aan een bekabeld systeem.” (R9)*

- Other concerns

Patient no longer fixed to bed: Wireless systems make it harder to know the child's location in the hospital, which can be a logistical safety concern. *“Maar draadloos betekent ook: het kind kan verplaatsen. Dan moet je wel weten waar het is. Dat maakt de workflow complexer.” (R10)*

Blood pressure difficult to monitor wirelessly: Continuous non-invasive blood pressure monitoring was considered very challenging. *“Bloeddruk is denk ik het lastigst.” (R3)*

Alarm fatigue among healthcare professionals: Too many false or non-urgent alarms can lead to reduced responsiveness among staff. *“Verpleegkundigen krijgen nu zó veel valse alarmen dat ze bij het honderdste alarm in een dienst geneigd zijn om het te negeren.” (R6)*

## Differences in monitoring based on type of surgery

This theme describes how the type of surgery influences which vital signs are monitored postoperatively. While some professionals emphasized the need to tailor monitoring to the surgical context, others felt that standard monitoring is sufficient in most cases.

- Variation is needed

Vital signs should differ depending on the type of surgery: Several respondents stated that monitoring should be adapted to the expected risks and complications of the specific surgical procedure. *“Het is dus afhankelijk van de ernst van de ingreep en van wat je postoperatief verwacht. Wat noodzakelijk is om te meten, dat sluit je aan.”* (R2)

Cardiac surgery requires more intensive monitoring: Respondents noted that heart surgery in infants typically requires more complex and continuous monitoring than other types of surgery. *“Ja, als je echt naar cardiochirurgie kijkt, dan hebben we in het begin echt veel meer monitoring.”* (R5)

- Variation is not needed

Standard vital signs are sufficient: Some professionals indicated that, regardless of the type of surgery, the same vital signs are usually monitored postoperatively. *“In principe zijn het meestal dezelfde drie functies: hartactie, ademhaling en saturatie.”* (R9)

## Other preferences for wireless monitoring.

This theme summarizes additional design and functional preferences that healthcare professionals expressed for future wireless monitoring systems. These include requirements related to technical integration, safety, interpretability, comfort, and usability.

- Technology

Compatibility with existing systems: Respondents thought it was important to have good integration with current monitoring techniques and the hospital software. *“Het mooiste zou zijn als het systeem compatible is met alles — dat je het gewoon kunt blijven gebruiken tijdens transport naar de MRI of de OK.”* (R5)

Reliability: The system should maintain stable, accurate measurements and a reliable connection to avoid data loss. *“Betrouwbaarheid van de metingen en een stabiele verbinding (bijv. via wifi) zijn cruciaal.”* (R4)

Device must not overheat: Excessive warmth from the device could harm infant skin, especially with techniques like transcutaneous CO<sub>2</sub> monitoring. *“Je moet ook opletten met temperatuur — dus dat je niet te veel warmte toevoegt aan de huid.”* (R2)

Data must be interpretable: Several respondents emphasized the importance of making collected data understandable and usable in busy clinical settings. *“Data zonder interpretatie is niks waard.”* (R10)

Alarm thresholds must be set properly: Thresholds should for example be able to adapt to the infant's activity state (asleep or awake) to avoid excessive false alarms. *"Als een kind slaapt wil ik een lagere grens, maar als het wakker is niet."* (R3)

- Comfort

Device must be comfortable to lie on: Devices should not create pressure or discomfort when the infant is lying down. *"Als je een bandje om de buik hebt of een pleister, ja, daar kan je niet op liggen."* (R2)

Device must not be too heavy: Especially for preterm or low-weight infants, the monitoring unit must be lightweight, because these patients cannot handle to wear such big objects. *"Je kunt geen zwaar kastje gebruiken bij een baby van 500 gram."* (R3)

Device must respect fragile infant skin: Adhesives and materials must be safe for vulnerable neonatal skin. *"De huid is heel kwetsbaar bij prematuren, dus je moet voorzichtig zijn."* (R3)

- Other considerations

Limited surface area on infants: The physical size of the device must match the small body surface of infants. *"Het huidoppervlak van een baby is bovendien klein, dus als je grote sensoren of bandjes gaat plakken, dan ben je snel door de ruimte heen."* (R2)

## 4. Discussion

This study aimed to identify the most critical vital signs for wireless monitoring in infants aged 0 to 2 years following surgery. Based on literature and expert interviews, several key findings emerged.

### 4.1 Summary of findings

Firstly, heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation were consistently identified as the most crucial parameters to monitor. These vital signs are clinically important because they give early signals of deterioration in infants. But they are also technically feasible, as existing wireless sensors can already reliably measure these features, especially heart rate and respiratory rate. This finding aligns with previous studies that emphasized the predictive value of these parameters in early detection of complications, especially in case of respiratory or cardiac problems. However, oxygen saturation was included less frequently in existing wireless technologies compared to heart rate and respiratory rate. Moreover, interviewees pointed out that measuring oxygen saturation in infants often leads to technical challenges, such as poor signal quality due to movement or detachment of sensors. Given its clinical importance and technical sensitivity, future research should give attention to the parameter oxygen saturation in the development of reliable wireless methods in this age group.

Secondly, blood pressure and temperature are also important parameters in current monitoring practices. Professionals emphasized their continued clinical relevance, especially in more intensive care settings. Blood pressure in particular is still considered essential, as also confirmed by several interviewees. However, literature shows that changes in blood pressure often occur relatively late in the deterioration process, especially in infants. This raises the question of whether it should always be included in continuous wireless monitoring, particularly in more routine or stable postoperative care.

Moreover, continuous blood pressure monitoring is technically challenging in this age group, often requiring invasive methods, which limits its feasibility in wireless systems. Therefore, although blood pressure should continue to be measured at set intervals, especially on wards and in high-risk situations like the ICU, it may not need to be included in a continuous wireless setup aimed at early detection.

Temperature, on the other hand, is easier to measure non-invasively and could therefore be a more realistic candidate for inclusion. However, both the literature and the interviews indicate that temperature, like blood pressure, does not have the same predictive power as heart rate, respiratory rate, or oxygen saturation. Future research should therefore carefully evaluate whether these parameters truly add value in a continuous wireless context, or whether they mainly increase the risk of unnecessary alarms. In this case, less may indeed be more.

In addition to the core vital signs, both the literature and the interviews with healthcare professionals pointed out the potential value of extra parameters, such as sleep, movement, and blood glucose levels. These parameters could give a broader picture of the infant's overall condition, especially since young children are not able to express discomfort or pain verbally. Although these are not yet standard in wireless monitoring systems, they may help to detect issues like pain, neurological problems, or changes in energy levels at an earlier stage. Future

research should therefore explore how such extra measurements could be added to wireless systems in a way that is both technically feasible and clinically useful.

During the study, it became clear that the type of surgery affects which vital signs need to be monitored. In other words, monitoring needs depend on the type of surgery. In practice, the standard set of five vital signs is often measured after surgery. However, healthcare professionals indicated that more invasive operations with more risks (such as cardiac or brain surgery) require more extensive and intensive monitoring, with possibly more or different parameters. In contrast, in less risky, routine operations, a smaller set of three to five vital signs is usually sufficient for safe monitoring.

## 4.2 Limitations

One of the initial aims of this study was to provide a clear overview of which vital signs are typically monitored per surgical category in infants. However, during the interviews, it became clear that this goal was not feasible in practice. Healthcare professionals consistently pointed out that there is no fixed set of vital signs per type of surgery. Instead, monitoring decisions are made on a case-by-case basis, depending on the patient's condition, the clinical judgement of the care team, and the expected risks in the postoperative phase. While the type of surgery does influence the intensity of monitoring — particularly in high-risk procedures — it does not determine a standardized set of parameters.

Furthermore, as several professionals mentioned, intensive care settings such as the NICU or PICU are generally not the most suitable environments for implementing fully wireless systems. Infants in these contexts often require complex and continuous monitoring involving parameters that are not yet compatible with wireless technology. Therefore, fully wireless solutions are unlikely to be realistic in these environments, and implementation efforts should take this into account.

## 4.3 Recommendations

A wireless monitoring system should focus on the core vital signs that are relevant in most cases, but still allow for flexibility when additional parameters are needed. In high-intensity settings, where more extensive or invasive monitoring is often required, it may be more appropriate to continue using traditional (wired) systems alongside wireless solutions. These patients are typically already connected to multiple devices for ventilation, infusion, or other support — in other words, they are often already "attached to the wall". In such cases, the benefit of going wireless is limited, and patient safety and clinical accuracy take priority.

Although fully wireless monitoring may not be realistic in highly intensive care settings, it could offer significant value for other patient groups—such as infants recovering from less invasive procedures or those admitted to medium care or general pediatric wards. Interviewees indicated that in these cases, a standard set of core parameters may be sufficient, regardless of the type of surgery. This underlines the potential of wireless monitoring, as long as the right context and patient group are chosen.

Even though wireless monitoring was seen as a promising idea, the interviews showed that there are still practical and technical challenges that need to be taken seriously. Simply removing the wires is not enough, the new system has to work well in real-life care situations. For example, professionals mentioned that the device must be lightweight and comfortable, especially because babies have very little body surface and sensitive skin. If the sensor is too big, heavy, or warm, it could cause discomfort or even skin damage.

Another issue was compatibility with hospital systems. If the wireless monitor doesn't connect properly to existing equipment or software, it could cause more problems than it solves. Also, many professionals mentioned alarm fatigue as a risk. Babies move a lot, which can lead to false alarms. If the system constantly goes off without a real reason, staff may start ignoring alarms, and that can be dangerous. To avoid this, alarm limits should adjust to the child's condition, for example whether the baby is asleep or awake.

These concerns show that the success of wireless monitoring depends on more than just the ability to measure vital signs without wires. The technology must also be practical, safe, and easy to use for both staff and patients. Without that, it's unlikely that wireless monitoring will actually be used in daily care, no matter how advanced the technology is. Future development should therefore not only focus on what can be measured, but also on how and when it adds value for both patients and caregivers.

## 5. Conclusion

This study aimed to determine which vital functions are most suitable for continuous wireless monitoring in infants aged 0 to 2 years after different types of surgery, and how monitoring needs vary depending on the surgical context.

This study concludes that heart rate, respiratory rate, and oxygen saturation are the most suitable parameters for continuous wireless monitoring in infants aged 0 to 2 years after surgery. These functions are both clinically important and technically feasible. In contrast, parameters like blood pressure and temperature, though relevant in certain contexts, are less suitable for continuous wireless use due to lower predictive value or technical limitations.

Monitoring needs were found to depend on the type and intensity of surgery. In high-risk surgeries, such as cardiac or neurosurgery, more intensive and sometimes invasive monitoring remains necessary. However, in routine procedures and general postoperative care, a core set of three to five vital signs is often sufficient, regardless of the exact surgery type.

Wireless monitoring is especially promising for non-critical settings, where the focus is on supporting care and not replacing critical interventions in for example high intensive settings. In generic or medium care settings the technology could focus on improving infant comfort, mobility, and parent-child bonding. However, to make implementation successful practical factors such as device comfort, technical integration, alarm management, and choosing the right patient group should be considered for.

Future research should focus on developing reliable, lightweight wireless systems and explore the added value of parameters such as movement or glucose, to support safer and more personalized infant care.

## References

1. van Rossum MC, Bekhuis REM, Wang Y, Hegeman JH, Folbert EC, Vollenbroek-Hutten MMR, et al. Early Warning Scores to Support Continuous Wireless Vital Sign Monitoring for Complication Prediction in Patients on Surgical Wards: Retrospective Observational Study. *JMIR Perioper Med.* 2023;6:e44483. doi: <https://doi.org/10.2196/44483>.
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Risk Factors for Severe Illness from Respiratory Viruses in Young Children.* 2024. <https://www.cdc.gov/respiratory-viruses/risk-factors/young-children.html>, Accessed March 13 2025.
3. Chicago ARHLCsHo. *Improved Wireless Sensors to Monitor Babies in Neonatal Intensive Care.* 2024. <https://www.luriechildrens.org/en/news-stories/improved-wireless-sensors-to-monitor-babies-in-neonatal-intensive-care/>, Accessed March 13.
4. Senechal E, Radeschi D, Tao L, Lv S, Jeanne E, Kearney R, et al. The use of wireless sensors in the neonatal intensive care unit: a study protocol. *PeerJ.* 2023;11:e15578. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.15578>.
5. Lorente Flores CM, Zhan Z, Scholten AWJ, Hutten GJ, Vervoorn M, Niemarkt HJ. The Effects of a New Wireless Non-Adhesive Cardiorespiratory Monitoring Device on the Skin Conditions of Preterm Infants. *Sensors (Basel).* 2024;24(4). doi: <https://doi.org/10.3390/s24041258>.
6. Bonner O, Beardsall K, Crilly N, Lasenby J. 'There were more wires than him': the potential for wireless patient monitoring in neonatal intensive care. *BMJ Innov.* 2017;3(1):12-8. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjinnov-2016-000145>.
7. Research C. *Wireless Patient Monitoring Market Report.* 2025. <https://www.credenceresearch.com/report/wireless-patient-monitoring-market>, Accessed March 13.
8. Senechal E, Jeanne E, Tao L, Kearney R, Shalish W, Sant'Anna G. Wireless monitoring devices in hospitalized children: a scoping review. *Eur J Pediatr.* 2023;182(5):1991-2003. doi: <https://doi.org/10.1007/s00431-023-04881-w>.
9. Foster C, Schinasi D, Kan K, Macy M, Wheeler D, Curfman A. Remote Monitoring of Patient- and Family-Generated Health Data in Pediatrics. *Pediatrics.* 2022;149(2). doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2021-054137>.
10. Bayford R, Kantartzis P, Tizzard A, Yerworth R, Liatsis P, Demosthenous A. Development of a neonate lung reconstruction algorithm using a wavelet AMG and estimated boundary form. *Physiol Meas.* 2008;29(6):S125-38. doi: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/29/6/S11>.
11. Ramgopal S, Martin-Gill C, Michelson KA. Pediatric Vital Signs Documentation in a Nationally Representative US Emergency Department Sample. *Hosp Pediatr.* 2024;14(7). doi: <https://doi.org/10.1542/hpeds.2023-007645>.
12. Czeszynska MB, Sontowska A. SpO2, heart rate, and arterial blood pressure during successful or failed application of non-invasive ventilation after delivery - a single-centre study. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2020;52(4):304-11. doi: <https://doi.org/10.5114/ait.2020.100574>.
13. Kyriacou PA. Pulse oximetry in the oesophagus. *Physiol Meas.* 2006;27(1):R1-35. doi: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/27/1/R01>.
14. Xue FS, Huang YG, Tong SY, Liu QH, Liao X, An G, et al. A comparative study of early postoperative hypoxemia in infants, children, and adults undergoing elective plastic surgery. *Anesth Analg.* 1996;83(4):709-15. doi: <https://doi.org/10.1097/00000539-199610000-00008>.

15. Tyler DC, Woodham M, Stocks J, Leary A, Lloyd-Thomas A. Oxygen saturation in children in the postoperative period. *Anesth Analg*. 1995;80(1):14-9. doi: <https://doi.org/10.1097/00000539-199501000-00004>.
16. Davidson J, Tong S, Hancock H, Hauck A, da Cruz E, Kaufman J. Prospective validation of the vasoactive-inotropic score and correlation to short-term outcomes in neonates and infants after cardiothoracic surgery. *Intensive Care Med*. 2012;38(7):1184-90. doi: <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2544-x>.
17. Murphy JJ, Swanson T, Ansermino M, Milner R. The frequency of apneas in premature infants after inguinal hernia repair: do they need overnight monitoring in the intensive care unit? *J Pediatr Surg*. 2008;43(5):865-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2007.12.028>.
18. Walther-Larsen S, Rasmussen LS. The former preterm infant and risk of post-operative apnoea: recommendations for management. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(7):888-93. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2006.01068.x>.
19. Qi P, Gong S, Jiang N, Dai Y, Yang J, Jiang L, et al. Mattress-Based Non-Influencing Sleep Apnea Monitoring System. *Sensors (Basel)*. 2023;23(7). doi: <https://doi.org/10.3390/s23073675>.
20. Naik GR, Breen PP, Jayarathna T, Tong BK, Eckert DJ, Gargiulo GD. Morphic Sensors for Respiratory Parameters Estimation: Validation against Overnight Polysomnography. *Biosensors (Basel)*. 2023;13(7). doi: <https://doi.org/10.3390/bios13070703>.
21. Maxton FJ, Justin L, Gillies D. Estimating core temperature in infants and children after cardiac surgery: a comparison of six methods. *J Adv Nurs*. 2004;45(2):214-22. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02883.x>.
22. Costerus SA, van Hoorn CE, Hendrikx D, Kortenbout J, Hunfeld M, Vlot J, et al. Towards integrative neuromonitoring of the surgical newborn: A systematic review. *Eur J Anaesthesiol*. 2020;37(8):701-12. doi: <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001218>.
23. Singh J, Yeoh E, Castro C, Uy C, Waters K. Polysomnography in infants with clinical suspicion of sleep-related breathing disorders. *J Clin Sleep Med*. 2022;18(12):2803-12. doi: <https://doi.org/10.5664/jcsm.10222>.
24. Ghazi MA, Zhou J, Havens KL, Smith BA. Accelerometer Thresholds for Estimating Physical Activity Intensity Levels in Infants: A Preliminary Study. *Sensors (Basel)*. 2024;24(14). doi: <https://doi.org/10.3390/s24144436>.
25. Merkel S, Voepel-Lewis T, Malviya S. Pain assessment in infants and young children: the FLACC scale. *Am J Nurs*. 2002;102(10):55-8. doi: <https://doi.org/10.1097/00000446-200210000-00024>.
26. Shah D, Tracy M, Hinder M, Badawi N. Quantitative end-tidal carbon dioxide at initiation of resuscitation may help guide the ventilation of infants born at less than 30 weeks gestation. *Acta Paediatr*. 2023;112(4):652-8. doi: <https://doi.org/10.1111/apa.16639>.
27. Tingay DG, Mun KS, Perkins EJ. End tidal carbon dioxide is as reliable as transcutaneous monitoring in ventilated postsurgical neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2013;98(2):F161-4. doi: <https://doi.org/10.1136/fetalneonatal-2011-301606>.
28. De Mul A, Parvex P, Heneau A, Biran V, Poncet A, Baud O, et al. Urine Output Monitoring for the Diagnosis of Early-Onset Acute Kidney Injury in Very Preterm Infants. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2022;17(7):949-56. doi: <https://doi.org/10.2215/CJN.15231121>.

29. Georges M, Engelhardt T, Ingelmo P, Mentegazzi F, Bertolizio G. Glycemic Stress Index: Does It Correlate with the Intensive Care Length of Stay? *Children (Basel)*. 2023;10(2). doi: <https://doi.org/10.3390/children10020328>.
30. Leenen JPL, Leerentveld C, van Dijk JD, van Westreenen HL, Schoonhoven L, Patijn GA. Current Evidence for Continuous Vital Signs Monitoring by Wearable Wireless Devices in Hospitalized Adults: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2020;22(6):e18636. doi: <https://doi.org/10.2196/18636>.
31. Latremouille S, Al-Jabri A, Lamer P, Kanbar L, Shalish W, Kearney RE, et al. Heart Rate Variability in Extremely Preterm Infants Receiving Nasal CPAP and Non-Synchronized Noninvasive Ventilation Immediately After Extubation. *Respir Care*. 2018;63(1):62-9. doi: <https://doi.org/10.4187/respcare.05672>.
32. Daw W, Kaur R, Delaney M, Elphick H. Respiratory rate is an early predictor of clinical deterioration in children. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55(8):2041-9. doi: <https://doi.org/10.1002/ppul.24853>.
33. Horn-Oudshoorn EJJ, Vermeulen MJ, Knol R, Te Pas AB, Cochijs-den Otter SCM, Schnater JM, et al. The Oxygen Saturation Index as Early Predictor of Outcomes in Congenital Diaphragmatic Hernia. *Neonatology*. 2023;120(1):63-70. doi: <https://doi.org/10.1159/000527407>.
34. Garde A, Zhou G, Raihana S, Dunsmuir D, Karlen W, Dekhordi P, et al. Respiratory rate and pulse oximetry derived information as predictors of hospital admission in young children in Bangladesh: a prospective observational study. *BMJ Open*. 2016;6(8):e011094. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011094>.
35. Munjal NK, Bergman I, Scheuer ML, Genovese CR, Simon DW, Patterson CM. Quantitative Electroencephalography (EEG) Predicting Acute Neurologic Deterioration in the Pediatric Intensive Care Unit: A Case Series. *J Child Neurol*. 2022;37(1):73-9. doi: <https://doi.org/10.1177/08830738211053908>.
36. Yapicioglu H, Ozlu F, Sertdemir Y. Are vital signs indicative for bacteremia in newborns? *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2015;28(18):2244-9. doi: <https://doi.org/10.3109/14767058.2014.983896>.
37. Sofouli GA, Tsintoni A, Fouzas S, Vervenioti A, Gkentzi D, Dimitriou G. Early Diagnosis of Late-Onset Neonatal Sepsis Using a Sepsis Prediction Score. *Microorganisms*. 2023;11(2). doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020235>.
38. Taghavi S, Nassar AK, Askari R. Hypovolemia and Hypovolemic Shock. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL)2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30020669>.
39. Huvanandana J, Nguyen C, Thamrin C, Tracy M, Hinder M, McEwan AL. Prediction of intraventricular haemorrhage in preterm infants using time series analysis of blood pressure and respiratory signals. *Sci Rep*. 2017;7:46538. doi: <https://doi.org/10.1038/srep46538>.
40. Wang S, Xu Y, Yu H. Prophylactic corticosteroids for infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol*. 2024;24(1):385. doi: <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02772-7>.
41. Clebone A. Pediatric neuroanesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015;28(5):494-7. doi: <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000241>.
42. Somri M, Coran AG, Mattar I, Teszler C, Shaoul R, Tomkins O, et al. The postoperative occurrence of cardio-respiratory adverse events in small infants undergoing gastrointestinal surgery: a prospective comparison of general anesthesia and combined spinal-epidural anesthesia. *Pediatr Surg Int*. 2011;27(11):1173-8. doi: <https://doi.org/10.1007/s00383-011-2939-8>.

43. Bellon M, Skhiri A, Julien-Marsollier F, Malbezin S, Thierno D, Hilly J, et al. Paediatric minimally invasive abdominal and urological surgeries: Current trends and perioperative management. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018;37(5):453-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.11.013>.
44. Husnudinov RE, Ibrahim GM, Propst EJ, Wolter NE. Iatrogenic neurological injury in children with trisomy 21. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;114:36-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.08.029>.
45. Payares-Lizano M, Pino C. Pediatric Orthopedic Examination. *Pediatr Clin North Am*. 2020;67(1):1-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2019.09.004>.

# Appendix

## Appendix A Informed consent

### **Informatieblad voor onderzoek 'Beoordeling van draadloze sensortechnologieën voor het monitoren van postoperatieve zorg bij baby's en jonge kinderen (0-2 jaar) in ziekenhuisomgevingen'**

#### **Doel van het onderzoek**

Dit onderzoek wordt uitgevoerd door Tara Klooster, Michelle Haksel, Stijn Thomassen, Marije Jansen onder begeleiding van Dr. Arlene John.

Dit project richt zich op de evaluatie van draadloze sensortechnologie voor het monitoren van baby's en jonge kinderen (leeftijd 0-2) na een operatie. Het doel is om oplossingen te identificeren die geschikt zijn voor het volgen van vitale functies, in zowel ziekenhuisafdelingen als thuisomgevingen. Hierbij wordt gekeken naar welke vitale functies van belang zijn bij het monitoren, welke mogelijkheden er zijn op het gebied van draadloze sensortechnologieën, welke factoren bijdragen aan een succesvolle implementatie, het in kaart brengen van de behoeften en uitdagingen rondom draadloze monitoring en inzicht krijgen in de veranderingen van de patient journey.

#### **Hoe gaan we te werk?**

U neemt deel aan een onderzoek waarbij we informatie zullen vergaren door gebruik te maken van semigestructureerde interviews. Dit houdt in dat er gedurende het interview ook vragen kunnen worden gesteld over uw antwoorden. Het interview zal worden opgenomen door middel van een audio-opname. Er zal ook een transcript worden uitgewerkt van het interview.

Uitsluitend ten behoeve van het onderzoek zullen de verzamelde onderzoeksgegevens worden gedeeld met het Radboudumc om zo inzichten te delen.

#### **Potentiële risico's en ongemakken**

Er zijn geen fysieke, juridische of economische risico's verbonden aan uw deelname aan deze studie. U hoeft geen vragen te beantwoorden die u niet wilt beantwoorden. Uw deelname is vrijwillig en u kunt uw deelname op elk gewenst moment stoppen.

#### **Vergoeding**

U ontvangt voor deelname aan dit onderzoek geen vergoeding.

#### **Vertrouwelijkheid van gegevens**

Wij doen er alles aan uw privacy zo goed mogelijk te beschermen. Er wordt op geen enkele wijze vertrouwelijke informatie of persoonsgegevens van of over u naar buiten gebracht, waardoor iemand u zal kunnen herkennen.

Voordat onze onderzoeksgegevens naar buiten gebracht worden, worden uw gegevens geanonimiseerd.

In een publicatie zullen anonieme gegevens of pseudoniemen worden gebruikt. De audio-opnamen, formulieren en andere documenten die in het kader van deze studie worden gemaakt of verzameld, worden beveiligd opgeslagen in Microsoft Teams via Universiteit Twente.

De onderzoeksgegevens worden bewaard voor een periode van 10 jaar. Uiterlijk na het verstrijken van deze termijn zullen de gegevens worden verwijderd of worden geanonimiseerd zodat ze niet meer te herleiden zijn tot een persoon.

De onderzoeksgegevens worden indien nodig (bijvoorbeeld voor een controle op wetenschappelijke integriteit) en alleen in anonieme vorm ter beschikking gesteld aan personen buiten de onderzoeksgroep.

Tot slot is dit onderzoek beoordeeld en goedgekeurd door de ethische commissie van de faculteit BMS (domain Humanities & Social Sciences)

### **Vrijwilligheid**

Deelname aan dit onderzoek is geheel vrijwillig. U kunt als deelnemer uw medewerking aan het onderzoek te allen tijde stoppen, of weigeren dat uw gegevens voor het onderzoek mogen worden gebruikt, zonder opgaaf van redenen. Het stopzetten van deelname heeft geen nadelige gevolgen voor u of de eventueel reeds ontvangen vergoeding.

Als u tijdens het onderzoek besluit om uw medewerking te staken, zullen de gegevens die u reeds hebt verstrekt tot het moment van intrekking van de toestemming in het onderzoek gebruikt worden.

Wilt u stoppen met het onderzoek, of heeft u vragen en/of klachten? Neem dan contact op met de onderzoeksleiders.

Email:

[t.klooster@student.utwente.nl](mailto:t.klooster@student.utwente.nl)

[s.e.h.thomassen@student.utwente.nl](mailto:s.e.h.thomassen@student.utwente.nl)

[m.r.e.haksel@student.utwente.nl](mailto:m.r.e.haksel@student.utwente.nl)

[m.m.jansen-3@student.utwente.nl](mailto:m.m.jansen-3@student.utwente.nl)

Voor bezwaren met betrekking tot de opzet en of uitvoering van het onderzoek kunt u zich ook wenden tot de Secretaris van de Ethische Commissie / domein Humanities & Social Sciences van de faculteit Behavioural, Management and Social Sciences op de Universiteit Twente via [ethicscommittee-hss@utwente.nl](mailto:ethicscommittee-hss@utwente.nl). Dit onderzoek wordt uitgevoerd vanuit de Universiteit Twente, faculteit Behavioural, Management and Social Sciences. Indien u specifieke vragen hebt over de omgang met persoonsgegevens kun u deze ook richten aan de Functionaris Gegevensbescherming van de UT door een mail te sturen naar [dpo@utwente.nl](mailto:dpo@utwente.nl).

Tot slot heeft u het recht een verzoek tot inzage, wijziging, verwijdering of aanpassing van uw gegevens te doen bij de Onderzoeksleider.

**Voor dit toestemmingsformulier te ondertekenen erken ik het volgende:**

Naast het bovenstaande is het hieronder mogelijk voor verschillende onderdelen van het onderzoek specifiek toestemming te geven. U kunt er per onderdeel voor kiezen wel of geen toestemming te geven. Indien u voor alles toestemming wil geven, is dat mogelijk via de aanvinkbox onderaan de stellingen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Ik ben voldoende geïnformeerd over het onderzoek door middel van een separaat informatieblad. Ik heb het informatieblad gelezen en heb daarna de mogelijkheid gehad vragen te kunnen stellen. Deze vragen zijn voldoende beantwoord.                                                                         | JA<br><input type="checkbox"/> | NEE<br><input type="checkbox"/> |
| 2. Ik neem vrijwillig deel aan dit onderzoek. Er is geen expliciete of impliciete dwang voor mij om aan dit onderzoek deel te nemen. Het is mij duidelijk dat ik deelname aan het onderzoek op elk moment, zonder opgaaf van reden, kan beëindigen. Ik hoef een vraag niet te beantwoorden als ik dat niet wil. | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/>        |
| 3. Ik geef toestemming om de gegevens die gedurende het onderzoek bij mij worden verzameld te verwerken zoals is opgenomen in het bijgevoegde informatieblad.                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/>        |
| 4. Ik geef toestemming om tijdens het interview opnames (geluid) te maken en mijn antwoorden uit te werken in een transcript.                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/>        |
| 5. Ik geef toestemming om mijn antwoorden te gebruiken voor quotes in de onderzoekspublicaties.                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/>        |
| 6. Ik geef toestemming om de bij mij verzamelde onderzoeksdata te bewaren en te gebruiken voor toekomstig onderzoek en voor onderwijsdoeleinden.                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/>        |
| Ik geef toestemming voor alles dat hierboven beschreven staat.                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/>       |                                 |

Naam Deelnemer:

Naam Onderzoeker:

Handtekening:

Handtekening:

Datum:

Datum:

## Appendix B Interview scheme

### **Introductie en achtergrond van de geïnterviewde**

- Kunt u uw rol in en ervaring met postoperatieve monitoring van pediatrische patiënten beschrijven?
- Hoe bekend bent u met zowel bedrade als draadloze monitoringsystemen?

### **Huidige praktijk van monitoring van vitale functies**

- Welke vitale functies bewaakt u doorgaans bij kinderen (0-2 jaar) na een operatie?
- Hoe wordt deze bewaking in de praktijk uitgevoerd? Welke apparatuur wordt gewoonlijk gebruikt?
- Verschilt de behoefte aan monitoring op basis van het type operatie? Zo ja, hoe?

### **Uitdagingen en beperkingen van huidige monitoringtechnologieën**

- Wat zijn de grootste uitdagingen bij het monitoren van vitale functies bij pediatrische patiënten?
- Zijn er specifieke problemen met bedrade systemen? (Bijvoorbeeld: huidirritatie, beperkte mobiliteit, verstoring van de band tussen ouder en kind)
- Wat zijn uw eventuele ervaringen met draadloze monitoring?

### **Voorkeuren en vereisten voor draadloze sensortechnologie**

- In welke mate denkt u dat draadloze sensoren voordelen kunnen bieden in vergelijking met bedrade monitoring?
- Zijn er vitale functies die volgens u moeilijk draadloos te monitoren zijn? Waarom?
- Welke vitale functies zijn volgens u cruciaal om te monitoren bij kinderen (0-2 jaar) na een operatie?
- Denkt u dat het belangrijk is om verschillende vitale functies te meten gebaseerd op wat voor type operatie de patiënt heeft ondergaan?
- Hoe ziet u de toekomst van continue monitoring voor pediatrische patiënten?
- Denkt u dat andere vitale functies zoals bijvoorbeeld het slaapritme of het aantal bewegingen van een kind relevant of nuttig kunnen zijn?
- Heeft u verder nog interessante dingen die belangrijk zijn voor het onderzoek en die volgens u van invloed kunnen zijn wanneer er een draadloos monitoring systeem wordt gemaakt?

## Appendix C Transcripts

### Transcript 1

Interviewer: Ik doe nog eerst even een hele kleine herhaling van waar ik nou onderzoek naar doe. Mijn onderzoek gaat over het draadloos monitoren van baby's en kinderen tussen de nul en twee jaar oud. Die draadloze monitor systemen die zijn nu een beetje upcoming en het wordt steeds meer bekend, maar het wordt nu voornamelijk bij volwassen patiënten getest, terwijl pediatrie patiënten er ook heel veel baat bij kunnen hebben.

Ik ben dus samen met 3 anderen aan het onderzoeken en dan hebben we allemaal zelf een eigen onderdeel binnen dit onderwerp en ik ben dan specifiek aan het onderzoeken welke vitale functies belangrijk zijn om te meten. En dan ben ik vooral benieuwd naar de huidige situatie en daarom wil ik graag met jou interviewen. Dan ben ik ook verder benieuwd naar de uitdagingen en voorkeuren binnen het monitoren van deze doelgroep.

Verpleegkundige 1: Helemaal goed, duidelijk.

Interviewer: Kan je je rol en jouw ervaring binnen postoperatieve monitoring van pediatrie patiënten beschrijven?

Verpleegkundige 1: Zeker, ik ben 1,5 jaar operatieassistente in opleiding geweest in het ziekenhuis in het MST in Enschede. Daarbij heb ik ook een paar weken op de verkoever moeten staan, dat is de kamer waar voordat patiënten naar de OK gaan worden voorbereid, maar ook voor als zij klaar zijn met de operatie en dan op de uitslaapkamer liggen. Daar heb ik een paar weekjes gestaan, dus voor na de operaties en ik ga per juni, dus over 1,5 maand, terug naar de kraamafdeling. Daar ga ik in opleiding tot obstetrie verpleegkundige en ik heb daar ook al een half jaar stage gelopen tijdens mijn HBO V opleiding.

Ik vind het echt een super leuk doelgroep. Het is natuurlijk vooral obstetrie is wel echt gericht op de pasgeboren baby's, dus niet zozeer kinderen van een en twee jaar bijvoorbeeld. De baby's zijn wel echt net pas geboren.

Interviewer: En hoe bekend ben je met zowel draadloze als bedrade monitoringssystemen. Heb je al ooit eerder van draadloze systemen gehoord?

Verpleegkundige 1: Als ik het zo in mijn ervaring denk, dan denk ik bij draadloze monitoring toch meer aan thuismonitoring of hoe moet ik dat zien?

Interviewer: Dat is inderdaad nu upcoming dat je ook thuis draadloos kunt gaan monitoren, maar de bedoeling van mijn onderzoek is wel het draadloos monitoren in het ziekenhuis nadat een patiënt is geopereerd. De bedoeling is dat het monitoren dan draadloos gaat in plaats van met al die draadjes verbonden aan de patiënt.

Verpleegkundige 1: Na de OK hebben patiënten volledige monitoring nodig, dus als jij klaar bent op de OK, dan lig je natuurlijk nog volledig aan de monitor. Dus inderdaad nog met alle draadjes. Dat betekent dus bloeddrukband om, saturatiemeter op en dat blijft ook totdat je bij de uitslaapkamer ontslagen bent en naar de afdeling gaat en vanaf dat moment wordt het eigenlijk draadloos, want dan monitoren we de patiënten niet meer volledig. Als we op de afdeling komen gebruiken we dan de Dynamap.

En dan doe je een keer per dienst de functies meten. Of tenzij je het nodig is dan doe je de controle nog een keertje.

Interviewer: En met wat voor systeem doe je het monitoren dan? Want dat noemde je de Dynamap?

Verpleegkundige 1: Dynamap ja, zo noemen we dat. Dit is eigenlijk een controle paal en op die controle paal zit een bloeddrukband, de thermometer, de saturatiemeter en met die 3 instrumenten kun je eigenlijk de hartfrequentie, de ademhalingsfrequentie, de saturatie, de bloeddruk en de temperatuur meten. En daar kun je nog wat extra functies in aanvullen, zoals of de patiënt genoeg plast of je ongerust bent of de patiënt alert verbaal of op pijnprikkels reageert. Uit die Dynamap komt dan een EWS uitrollen, dat is een score die aangeeft of het goed met de patiënt gaat of niet.

Interviewer: Wat het doel is van het draadloos monitoren, dat heb ik misschien niet helemaal duidelijk gemaakt, maar dat het ook continue draadloze monitoring systemen zijn. Dus niet wat je bij de Dynamap hebt, waar je inderdaad op verschillende momenten functies aan het meten bent. De bedoeling van zo'n draadloze continue monitoring systeem is dat je een wearable hebt, dus bijvoorbeeld een horloge, een device aan je oor of aan de enkel die dus gedurende een lange periode vitale functies meet.

Verpleegkundige 1: Oké dat ken ik niet. Dat heb ik niet gebruikt in de afgelopen jaren, dus voor mij is dat helemaal nog onbekend. Maar het klinkt op zich wel heel mooi.

Interviewer: Want na een operatie welke vitale functies bewaak je normaal gesproken bij de patiënten?

Verpleegkundige 1: Dan is het vaak wel gewoon monitoring met draden, dat is niet draadloos. Dat is gewoon de bloeddruk, de saturatie, de ademhalingsfrequentie, de pols en de temperatuur wordt volgens mij ook gemeten. Die kun je ook hebben met een sensor, maar het zit eigenlijk allemaal aan draden vast.

Interviewer: En hoe wordt deze bewaking dan in de huidige praktijk uitgevoerd? Met welke apparatuur wordt dat gewoonlijk gedaan?

Verpleegkundige 1: Dat is een monitor dat staat bij de uitslaapkamer bij elk bed en daar sluit je de patiënt dan op aan en dan monitort die alles. Dan worden de patiënten aangesloten met allemaal draadjes en dat is vaak een heel gedoe.

Interviewer: En verschilt het nog welke vitale functies je meet op basis van type operatie die de patiënt heeft ondergaan?

Verpleegkundige 1: Nee post operatief worden gewoon die 5 functies gemeten. Die vitale functies worden elk half uur gecontroleerd en mocht het dan allemaal goed zijn dan gaat de patiënt van al die draadjes af. Tenzij het een hele grote OK is geweest en het kindje moet aan de monitor blijven, dan zou de monitor wel van het bed afgehaald kunnen worden en die zou dan mee kunnen gebracht worden naar de afdeling.

Interviewer: Oké, zijn er dan ook nog bij sommige type operaties dat je er nog meer naast die 5 meet?

Verpleegkundige 1: Nee, die 5 zijn eigenlijk wel het belangrijkste. Je kan wel nog andere meetinstrumenten hebben, maar dat zijn bijvoorbeeld neurologische meetinstrumenten. Dat zijn voornamelijk testjes die je doet. Bijvoorbeeld of de patiënt de benen, knieën of armen voelt, mocht iemand bijvoorbeeld een hersenoperatie hebben gehad, dan moet je die testen wel uitvoeren. Maar dat is niet te monitoren. Dat is dus eigenlijk de communicatie met de patiënt zelf.

Interviewer: En bijvoorbeeld zoiets als bloedglucose waarden en de urineproductie?

Verpleegkundige 1: Daar wordt opgelet, dan moet je bijvoorbeeld postoperatief ook goed opletten dat er geen bloed in de urinezak zit, maar er wordt niet precies bijgehouden hoeveel urine er in zit. Dat doe je op de afdeling wel. Ook voor de bloedsuiker voor bijvoorbeeld de pasgeboren baby's en voor de moeder die net is bevallen. Als dat een diabeet is. Dan moeten we de bloedsuikers van het kindje vaak ook meten. Maar dat doen we allemaal pas op de afdeling, dus dat is niet iets wat je postoperatief doet meteen.

Interviewer: En wat zijn volgens jou op dit moment de grootste uitdagingen bij het monitoren van vitale functies bij die patiënten?

Verpleegkundige 1: De draadjes zijn wel het meest vervelend, want dan zit het weer vast en dan moet je dat allemaal weer netjes uit elkaar halen. Je moet het dan om elkaar heen wikkelen dat kost vaak veel tijd. Het is gewoon een beetje irritant. Patiënten die heel onrustig zijn en die begrijpen soms nog niet helemaal wat er is gebeurd. Of als ze al wakker zijn, die saturatiemeter is bijvoorbeeld makkelijk van de vinger af te halen, terwijl je bij die patiënt een saturatie juist goed wil blijven monitoren. Het systeem is gewoon onhandig.

Interviewer: Heb je ook wel eens gemerkt dat er bijvoorbeeld huidirritatie kan komen door die systemen??

Verpleegkundige 1: Nee, dat heb ik zo specifiek nog niet per se gezien. Ik weet wel dat patiënten van het monitoren in het algemeen soms wel last kunnen hebben. Want als die bloeddruk echt ontzettend vaak gemeten moet worden en iemand heeft veel last van de armen is dat een vervelend iets. Maar ja, de bloeddruk kan niet op een andere manier gemeten worden dus dat moet wel gebeuren. Maar huidirritaties ben ik eigenlijk niet bekend mee. Ik heb wel vaak dat de saturatiemeter het niet doet op de vinger of niet goed doet op de vinger en dan plaats ik hem vaak op de oorlel en dan doet hij het wel weer heel goed. Maar ja, op de oorlel blijft het weer minder goed zitten.

Interviewer: Denk je dat er een verstoring in de band tussen ouder en kind kan ontstaan en denk je dat een draadloos systeem dat kan verbeteren?

Verpleegkundige 1: Ik denk van wel. De draden zijn vaak niet heel lang. Het zit soms allemaal door elkaar heen. Ik snap wel dat het een beetje vervelend kan zijn als je elkaar bijvoorbeeld een knuffel wilt geven en dat dat wat ongemak met zich meebrengt. Ik denk alleen niet dat het de band tussen ouder en kind kan verstoren. Ik heb het niet zodanig meegemaakt dat ouders zeiden dat ze het echt heel vervelend vonden dat ze hun eigen kind niet konden knuffelen. Ik kan me wel voorstellen dat het een ongemak is. Ik denk wel dat als je het draadloos zou doen, dat misschien die ongemakken met een knuffel geven dan wel kunnen verdwijnen.

Interviewer: In welke mate denk je dat draadloze sensoren voordelen kunnen bieden in vergelijking met bedrade systemen die we nog niet hebben besproken?

Verpleegkundige 1: Ik denk dat we iemand iets net iets meer vrijheid kunnen geven.

Interviewer: Welke kenmerken van een monitoring systeem zijn volgens jou essentieel om toe te voegen?

Verpleegkundige 1: Dan toch wel de bloeddruk, de saturatiemeter en de thermometer en met die 3 kunnen eigenlijk alle vijf de belangrijke functies gemeten worden. Dus die zou ik dan wel draadloos graag willen houden.

Interviewer: En denk je dat er ook nog vitale functies zijn waarvan het ook heel fijn zijn als die erbij kunnen gemeten worden als het dan toch draadloos kan?

Verpleegkundige 1: Sommige patiënten moeten een bloedsuiker geprikt hebben. Je kunt niet alle patiënten een FreeStyle Libre geven. FreeStyle Libre is een button die je op de arm krijgt als diabetes patiënt. En dan kun je met de telefoon overheen scannen en dan krijg je de bloedsuiker te weten, dus dan hoeft je iemand niet meer in de vinger te prikken. Alleen ik zou van het ziekenhuis willen dat we soms vaker bij sommige patiënten zo'n ding mogen zetten. Want we hebben ook een patiënt op de afdeling liggen nu die je zo vaak in de vinger moet prikken voor de bloedsuiker. Het is gewoon sneu eigenlijk en als je dat op die draadloze manier kan doen zou dat echt supermooi zijn.

## Transcript 2

Interviewer: Kunt u kort vertellen wat uw leeftijd is en uw functie en ervaring binnen het ziekenhuis?

Verpleegkundige IC 2: Ik ben 49 en ik ben sinds 2011 kinderarts-neonatoloog in het Wilhelmina Kinderziekenhuis.

Interviewer: Super, en zou u stap voor stap kunnen beschrijven hoe nu het monitoren van kinderen – en dan het liefst van de doelgroep 0 tot 2 jaar – in zijn werk gaat, pre- en postoperatief, bij jullie in het ziekenhuis?

Verpleegkundige IC 2: Ja, het ligt er een beetje aan wat jij onder monitoring verstaat.

Interviewer: Het monitoren van vitale functies zoals hartslag, saturatie, de dingen die nu eigenlijk met plakkers gebeuren. Behalve dan misschien bij jullie met de Bambi Belt?

Verpleegkundige IC 2: Wij hebben de Bambi Belt niet.

Interviewer: Oké, dat is dan in ieder geval duidelijk.

Verpleegkundige IC 2: Ja. Nou ja, op geleide van wat er nodig is wordt er monitoring aangesloten.

Dat zijn dan drie plakkers voor ECG, de saturatiemeter en zo nodig andere monitoring zoals transcutane CO<sub>2</sub>-meting, cerebrale saturatie, EEG-meting, en arteriële CO<sub>2</sub>-meting. En natuurlijk ook een arteriële bloeddrukmeting als dat nodig is – dus een invasieve bloeddrukmeting. Alles wat nodig is om veilig een operatie door te komen en de postoperatieve periode goed te kunnen controleren.

Interviewer: En werkt u dan op de NICU of op een andere afdeling?

Verpleegkundige IC 2: Ik werk op de NICU.

Interviewer: En met wat voor apparatuur bewaakt u dan de vitale functies?

Verpleegkundige IC 2: We hebben een Philips-monitor, en voor sommige metingen hebben we extra apparatuur nodig. Voor de cerebrale saturatie hebben we een INVOS-monitor, voor het EEG een ander systeem – een CFM-monitor – en voor de transcutane CO<sub>2</sub>-meting gebruiken we een Senztec-monitor. Maar gemiddeld genomen loopt alles via de Philips-monitor.

Interviewer: En u kunt dan dus verschillende functies meten. Hoe beslissen jullie dan welke functies je per patiënt meet?

Verpleegkundige IC 2: Er wordt eigenlijk niet heel lang over nagedacht – we meten gewoon alles. Zeker in de postoperatieve periode wordt alles wat we beschikbaar hebben meestal aangesloten. Maar je kan er natuurlijk voor kiezen: als een operatie ernstig of complex genoeg is, dan sluit je bijvoorbeeld een arteriële lijn aan voor een invasieve bloeddrukmeting. Of je kiest voor een transcutane CO<sub>2</sub>-meting, bijvoorbeeld bij premature kinderen, omdat die niet makkelijk een end-tidal CO<sub>2</sub> kunnen hebben. Het is dus afhankelijk van de ernst van de ingreep en van wat je postoperatief verwacht. Wat noodzakelijk is om te meten, dat sluit je aan. Maar de basis staat eigenlijk altijd aan: hartslag, saturatie, ademhaling, non-invasieve bloeddrukmeting en temperatuur.

Interviewer: Hoe wordt die non-invasieve bloeddruk gemeten?

Verpleegkundige IC 2: Met een bandje om een armpje of om een beentje.

Interviewer: En dat is dan geen continue meting, maar wordt op vaste tijdstippen gedaan?

Verpleegkundige IC 2: Ja, dat kan handmatig, dan druk je gewoon op een knop. Of je stelt het automatisch in: iedere minuut, iedere 10 minuten, ieder half uur, drie keer per dag. Dan meet hij vanzelf.

Interviewer: Hebben jullie veel patiënten die na een operatie komen?

Verpleegkundige IC 2: Niet veel, maar wel regelmatig. En dat zijn dan vooral pasgeborenen met aangeboren afwijkingen die kort na de geboorte geopereerd moeten worden. Dat zijn serieuze ingrepen. We hebben ook wel kinderen met een liesbreuk – ex-prematuren met een liesbreuk – maar dat is een stuk minder gecompliceerd. De meeste postoperatieve kinderen bij ons hebben echt een serieuze operatie achter de rug.

Interviewer: En verschilt dan de behoefte aan monitoring per type operatie?

Verpleegkundige IC 2: De basismetingen zijn voor iedereen gelijk: hartslag, saturatie, ademhalingspatroon, temperatuur. Dat heeft eigenlijk iedereen, ook kinderen die niet geopereerd worden. Maar afhankelijk van hoe ernstig een operatie is, of hoe bezorgd de dokter is, kun je extra metingen toevoegen. Dus stel, je denkt dat er hemodynamische problemen kunnen ontstaan, dan heb je een bloeddrukmeting nodig. En dan moet je je afvragen of dat non-invasief kan of dat je een arteriële lijn nodig hebt. Ben je bang dat de hersenen schade oplopen, dan denk je aan cerebrale saturatie of EEG-monitoring.

Interviewer: En hoe wordt de temperatuur gemeten?

Verpleegkundige IC 2: Meestal via een huidtemperatuurmeter. Je kunt ook rectaal meten, maar dat gebeurt minder. De meeste kinderen hebben continue huidtemperatuurmeting.

Interviewer: Ja, even kijken, want u zei net al: wij gebruiken geen Bambi Belt, dus ik neem aan dat jullie nog gewoon bedraad meten?

Verpleegkundige IC 2: Ja, met de Bambi Belt heeft de patiënt ook heel veel bedrading. Dat is omdat je niet alles kan meten met de Bambi Belt. Het oogt deels non-invasief, maar dat valt in de praktijk best

nog wel tegen. De Bambi Belt zelf is wel wireless, maar wij hebben inderdaad drie plakkertjes voor het ECG en een saturatiemeter – dat is onze basisdiagnostiek. En alles wat je daar verder nog aan wil toevoegen aan metingen, dat kan, maar dit is wat we standaard doen.

Interviewer: Ja. En stel, er wordt dan een draadloos apparaat geïntroduceerd: waar in de patient journey zou dat de meeste waarde kunnen toevoegen, denkt u?

Verpleegkundige IC 2: Nou, ik denk dat een draadloos apparaat – als het echt draadloos is – ook altijd bij onze patiënten van meerwaarde kan zijn.

Interviewer: En op welke manier denkt u dat dan?

Verpleegkundige IC 2: Nou ja, kijk, als je die kinderen niet hoeft te beplakken en te behangen, dan zijn ze veel makkelijker te hanteren. Je kan ze dan makkelijker bij de ouders leggen. Je hoeft die plakkertjes niet steeds van de huid te halen als ze niet goed zitten. Je hoeft ze ook niet opnieuw te plakken als er eentje los is gegaan. We hebben vaak meetproblemen met plakkertjes: zit het wel goed, zit er niet net wat uitscheiding of huidsmeer onder, is het sensortje vies geworden, is hij een beetje afgegleden? Als je dat op een of andere manier kan verminderen, dan is dat wel echt van meerwaarde.

Interviewer: Want wij waren dan in het Radboud ook even langsgegaan en daar vertelden ze dat ze bij volwassenen al wel draadloos monitoren. Wat denkt u dat de grootste aanpassing is, of de belangrijkste aanpassing zou moeten zijn, voor draadloos monitoren bij kinderen in vergelijking met volwassenen?

Verpleegkundige IC 2: Ja, maar wat versta jij precies onder draadloos monitoren?

Interviewer: Nou, eigenlijk is dat dat er dan geen bedrading aan de patiënt zit die naar een monitor gaat. Dus dat de patiënt niet fysiek verbonden is met een monitor, waardoor hij mobieler is. Er kunnen wel draadjes lopen van de borst naar de arm, maar niet meer naar een vast monitorbed.

Verpleegkundige IC 2: Nee, ik denk dat bij ons het belangrijkste voordeel zou zijn dat de kinderen makkelijker te verplaatsen zijn. Maar ze zijn niet per se mobiel – die kinderen liggen gewoon in een couveuse of een bedje. Die kunnen nog niet lopen – dat gaat nog maanden duren. Dus veel beweging zit er niet in. Dus voor de mobiliteit zelf maakt het niet zoveel verschil of ze nou aan een draad liggen of niet. Voor de algemene impact op de zorg is de winst van draadloos monitoren bij een neonaat eigenlijk vrij beperkt. Natuurlijk, als je alles draadloos zou kunnen doen, dan is dat ideaal. Maar dat is niet zo. Want die kinderen liggen – zeker postoperatief – aan de beademing, dus dat snoer heb je sowieso. Ze liggen ook aan allerlei infusen, en die draden heb je ook. De saturatiemeter heeft een draad, de hartslag en ademhaling hebben ook draden. Je hebt gewoon veel draden. Je zou er dan één van weghalen, en dan maakt dat voor die baby in zijn mobiliteit niet zo veel uit. Je haalt er één draadje af, dat maakt het misschien een klein beetje makkelijker om het kindje te verplaatsen. En vooral: als je kunt uitkomen met alleen hartslag en ademhaling, dan is het hartstikke mooi als je een pleister kunt opplakken, en die baby bij zijn ouders kunt leggen zonder dat er draden tussen zitten. Maar als dat onderdeel is van een heel pakket aan metingen, ja dan schiet je er gewoon niet zo veel mee op. Dan is het gewoon “just another device”. Die misschien iets handiger is, maar dan moet je je ook afvragen: weegt dat, ook financieel gezien, op tegen drie draadjes en een stekkertje?

Interviewer: Ja, duidelijk. Wij kregen inderdaad al vaker te horen dat de doelgroep waar wij onderzoek naar doen misschien niet helemaal de doelgroep is die echt baat zou hebben bij zo'n apparaat.

Verpleegkundige IC 2: Nou ja, dat is niet helemaal waar. Die doelgroep is juist uitstekend om draadloos op te meten. Alleen: je moet dan niet met maar één meting uit willen komen. Je moet óf zorgen dat je zoveel mogelijk metingen draadloos kan doen, óf dat je kiest voor een andere setting – bijvoorbeeld op de kraamafdeling. Kinderen waar je je zorgen over maakt, maar waar je nu eigenlijk geen monitoring op doet. Stel, een baby met een verdenking op infectie die op de kraamafdeling ligt – daar plak je dan een pleister op die non-invasief ECG meet, en daaraan hangt een algoritme dat kan

voorspellen of het kind klinisch achteruitgaat. En dat stuurt dan een alarmsignaal naar een app. Dan maak je klinische impact. Want dan zorg je ervoor dat je meting hebt bij kinderen waar je nu niks meet, en je beperkt de mobiliteit niet – die baby kan nog steeds bij moeder of vader liggen. Maar op een neonatale intensive care, postoperatief, ligt een kind al aan dertig dingen. Als je daar eentje van wegneemt, dan verandert dat gewoon niets.

Interviewer: Ja, maar dat wordt dus nu op de afdeling wel gedaan toch? Bij kinderen die medium care nodig hebben, daar wordt nu die Bambi Belt gebruikt, toch?

Verpleegkundige IC 2: Ja, volgens mij. Ik weet niet waar ze de Bambi Belt precies gebruiken, maar de Bambi Belt heeft echt een heel beperkt monitoringgebied, hè? Er zit volgens mij alleen maar hartslagmeting en ademhaling in. En ja, die Bambi Belt wordt voor het grote publiek pas interessant als je ook saturatiemeting en misschien nog andere sensoren aan het geheel kan toevoegen.

Temperatuur bijvoorbeeld. Nou ja, als je hartslag, respiratie, temperatuur en saturatie hebt, dan ben je een eind. Maar die saturatiemeter – dat is zo'n standaard onderdeel van de neonatale zorg dat er bijna geen kind is dat niet aan de saturatiemeter heeft gelegen. Dus ja, het liefst wil je dat ook geïntegreerd hebben. Dus als je die vier dingen kan integreren – hartslag, respiratie, temperatuur en saturatie – in een draadloos device, dan ben je een eind. Maar dat is echt heel moeilijk. Want dat is gewoon niet zo goed uit te voeren. Saturatiemeting vereist dat die fotonen die uit dat device komen ergens doorheen gaan. Je kan dat niet zomaar op je borstkast plakken, want die gaan niet diep genoeg. Die gaan er aan de andere kant niet uitkomen. Dus dan zal je toch een soort omweg moeten creëren om achter de arteriële saturatie te komen. En dat is, in een huidomgeving, gewoon heel moeilijk. Het is niet voor niks dat die saturatiemeting bij volwassenen aan een oor of een vinger of een teen gebeurt. Dat is omdat dat dé manier is om die meting uit te voeren. Dat is op een andere plek gewoon heel moeilijk om te doen. Dus dat ga je ook niet zomaar in een belt krijgen, denk ik. Ja, ik ben geen ingenieur, dus ik ga dat niet oplossen, maar dat is wel heel lastig.

Interviewer: En denk je niet dat het een mogelijkheid is om dan wel – als je dan die belt hebt – een soort snoertje van die belt naar de voet of een oor of een vinger te laten lopen?

Verpleegkundige IC 2: Ja, dat zou inderdaad wel kunnen. Daar zal je dan echt goed moeten testen hoe je dat gaat uitvoeren. Maar ja, dan krijg je namelijk ook weer een snoertje. Wel een intern snoertje, maar dat blijft natuurlijk overal achter haken.

Interviewer: Wat is dan nog meer belangrijk om rekening mee te houden om zo'n jonge doelgroep te kunnen meten? Denk bijvoorbeeld aan lichaamsgrootte of huidgevoeligheid. Zijn er nog dingen waarvan u denkt: oh ja, daar moet je echt op letten in vergelijking met volwassenen?

Verpleegkundige IC 2: Je moet altijd rekening houden met de huid, hè? Die is kwetsbaar en gaat makkelijk stuk. Dus je moet met plakstoffen of contactstoffen daar goed op letten. Je moet ook opletten met temperatuur – dus dat je niet te veel warmte toevoegt aan de huid. Bij transcutane CO<sub>2</sub>-meting wordt de huid lokaal bijvoorbeeld opgewarmd tot 40 graden om goed te kunnen meten. Dat kan je niet te lang doen, dus je moet steeds van locatie wisselen om huidbeschadiging te voorkomen. Het huidoppervlak van een baby is bovendien klein, dus als je grote sensoren of bandjes gaat plakken, dan ben je snel door de ruimte heen. En je moet ook rekening houden met het feit dat baby's gemiddeld genomen heel ingepakt zitten. Alles wordt zo comfortabel mogelijk gemaakt in een soort nestje. Het is heel oncomfortabel om op iets te liggen – dat geldt ook voor volwassenen trouwens. Als je kleren niet goed zitten, dan gaat dat irriteren. Dus als je een bandje om de buik hebt of een pleister, ja, daar kan je niet op liggen. Daar moet je wel rekening mee houden.

Interviewer: Wat zou u als zorgpersoneel verwachten van de gebruiksvriendelijkheid van een draadloos apparaat, stel dat dat geïntroduceerd wordt?

Verpleegkundige IC 2: Het moet gewoon makkelijk zijn. En het moet idiot proof zijn. En het moet ook hufterproof zijn.

Interviewer: En stel u denkt dan bijvoorbeeld aan batterijduur. Wat is belangrijk bij jullie op de afdeling?

Verpleegkundige IC 2: Ja, ik zou het niet handig vinden om het drie keer per dag te moeten wisselen. Het ligt ook een beetje aan hoe je het opbouwt, hè. Dus als je zegt van: ik kan die batterij vervangen zonder dat je het hele apparaat van zo'n baby af moet halen, dan zou dat handig zijn. Maar als dat niet kan dan zou ik het liefst toch wel een paar dagen batterijduur hebben.

Interviewer: Welke uitdagingen voorziet u als er zo'n draadloos apparaat zou worden ingevoerd? Wat zijn dan de uitdagingen op uw afdeling?

Verpleegkundige IC 2: Meestal zit het grootste probleem in de scholing. Dus dat je zorgt dat alle medewerkers begrijpen hoe het apparaat werkt, hoe het op de juiste manier wordt ingesteld, wat je doet als het niet werkt, dat soort zaken. Eigenlijk bij alle apparatuur introducties van de afgelopen tijd zien we dat dat toch gewoon een beetje de bottleneck is. En dat het ook nog weleens voorkomt dat je denkt dat je alles heel goed hebt uitgelegd en dat iedereen het heeft begrepen, maar dat er toch nog mogelijkheden zijn om het helemaal verkeerd te doen.

Interviewer: Denkt u dat het nog fijn zou kunnen zijn om met zo'n monitor ook nog dingen als slaapritme of het aantal bewegingen te kunnen meten? Of denkt u dat dat eigenlijk niet per se nuttig is?

Verpleegkundige IC 2: Jawel, slaapmeting bij een baby is zeker heel interessant. Zeker als je onderscheid kan maken tussen of een baby slaapt of wakker is. Dat kan een belangrijke bijdrage leveren aan het inrichten van verzorgingsmomenten of onderzoek momenten. Je wil een baby toch zo weinig mogelijk storen. En bij bewegingen geldt dat misschien ook wel, zeker bij wat oudere kinderen. Al die kinderen gaan naar eenpersoonskamers toe – daar zijn wij ook mee bezig bij onze nieuwbouw – maar in heel veel ziekenhuizen is dat natuurlijk al gerealiseerd. En het kan best wel lastig zijn soms om vast te stellen of een baby aandacht nodig heeft. Nu kunnen we dat op afstand zien of horen, maar straks liggen ze in een aparte kamer. En als een baby keihard ligt te huilen bijvoorbeeld, dan wil je dat misschien wel kunnen vaststellen.

Interviewer: En ook om eerder te kunnen zien dat het misgaat met een kind – of zie je dat dan wel aan al die andere parameters?

Verpleegkundige IC 2: Nee, dat zou ook kunnen, ja. Kijk, dan kom je natuurlijk meer in het algoritmische gedeelte. Dan moet je de interpretatie van de data uit die draadloze monitoring gebruiken om iets te zeggen over hoe het met de baby gaat. Dus welke sensoren je allemaal kan toevoegen – de mogelijkheden zijn waarschijnlijk eindeloos. Maar je moet er ook over nadenken dat de capaciteit om al die informatie te interpreteren door de mensen die ermee moeten werken redelijk beperkt is. Een dokter kijkt naar ergens tussen de 6 en 50 patiënten, hè, afhankelijk van het moment van de dag. Overdag heb je zo'n 6 tot 8 patiënten onder je hoede, 's avonds en 's nachts zijn het er misschien 50. Dus als je dan meer informatie binnenkrijgt, moet dat wel een beetje voor geïnterpreteerd worden. Anders levert het niet zoveel op. Als jij bijvoorbeeld een extra high-sensitive temperatuursensor toevoegt aan je apparaat, maar je moet bij 50 patiënten die temperatuur handmatig interpreteren, dan gaat het natuurlijk niet echt iets opleveren. Dan moet je daar iets slims aan koppelen, zodat die informatie ook interpreteerbaar wordt.

Interviewer: En als je nu kijkt naar die Bambi Belt die dan nu wordt gebruikt, wat zou u daar dan aan aanpassen om ervoor te zorgen dat die nog beter werkt? Zijn dat dus die functies toevoegen, of heeft u nog andere suggesties?

Verpleegkundige IC 2: Ik vond jouw idee wel slim, hoor – die connectie met een soort bandje richting een voet of een hand. Ik denk dat dat wel zou helpen. In de Bambi Belt-omgeving – ik heb hem wel gezien hoor, maar ik vind het zo'n siliconen flap. Het voelt voor mij niet psychologisch comfortabel om dat ding om te hebben. Het lijkt mij heel onprettig om de hele tijd zo'n band om je lijf te hebben.

Interviewer: Ja, want het zit ook wel echt aan de achterkant? Op de rug zit het ook gewoon?

Verpleegkundige IC 2: Ja, hij zit er rondom. Het is gewoon een soort broekriem van siliconen met een paar sensoren erin. Dus ik vond het concept wel heel slim bedacht. En ik denk dat het, zo draadloos, ook wel goed kan helpen om baby's makkelijker te bewegen. En met jouw idee van die saturatiemeter met dat verbindingssnoetje – dat lijkt me ook uitstekend om toe te voegen. Dat maakt het apparaat wel praktischer toepasbaar. Maar het is wel weer iets wat je aan financiën toevoegt. En die drie plakkertjes zijn bijna gratis, hè? Dat kost helemaal niks om die te kopen en aan te sluiten op een monitor. En zo'n Bambi Belt vereist wel echt een enorme extra investering. En de vraag is: wanneer wordt dat het waard? Dus, los van dat we denken dat het beter is voor het comfort van de baby en dat buidelen makkelijker wordt, wanneer wordt dat economisch ook relevant? Dat is toch echt een belangrijke vraag. Hoeveel sensoren kan je eraan toevoegen om ervoor te zorgen dat het economisch relevant wordt?

Interviewer: Ja. Dat is natuurlijk altijd de vraag bij medische innovaties.

Verpleegkundige IC 2: Nou, nee. Sommige verdienen zichzelf terug. Kijk, als je bijvoorbeeld in plaats van een belt een camera kan gebruiken... Er zijn technische universiteiten aan het kijken of je met cameramonitoring baby's in de gaten kan houden zonder dat je iets op ze hoeft te plakken. Dan kan je zeggen dat die camera misschien ook voor dertig andere modaliteiten gebruikt kan worden. Als je helemaal niks meer hoeft te plakken en alleen maar naar een stukje huid hoeft te kijken om te zien wat de respiratie of ventilatie of oxygenatie is, dan zou dat wel heel veel kunnen schelen. Dat lijkt me alleen wel technisch heel moeilijk om te doen.

Verpleegkundige IC 2: Ik sprak gisteren een collega van jullie – een student van de concurrerende technische universiteit – en die was bezig met een camerasysteem om zoiets te organiseren. Maar ja, hun camera kost €50.000. Daar zie ik de businesscase nog niet zo in.

Interviewer: Ja, ik had gelezen dat dat wel heel moeilijk was als de patiënt aan het bewegen was, om het dan nog goed te kunnen meten.

Verpleegkundige IC 2: Ja, dat klopt. Maar jullie apparaat heeft ook uitdagingen. Als er geen uitdagingen meer zouden zijn, dan was er ook geen werk meer voor technische studenten om die problemen op te lossen.

Interviewer: Heeft u verder nog iets waarvan u denkt: dit is nog heel handig om mee te nemen in ons onderzoek?

Verpleegkundige IC 2: Specifiek over het draadloos monitoren gaat het dan?

Interviewer: Ja, precies.

Verpleegkundige IC 2: Ja. Ik zou kijken naar functionaliteit die buiten de afdeling ligt. Buiten het ziekenhuis. Want daar is nog wel markt.

Interviewer: Heeft u het dan over thuismonitoring?

Verpleegkundige IC 2: Ja, thuismonitoring. Het liefst geïnterpreteerde thuismonitoring. Daar zou ik wel behoefte aan hebben.

### Transcript 3

Interviewer: Wat is uw functie en ervaring binnen het ziekenhuis?

Verpleegkundige 3: Ik ben neonatologieverpleegkundige en werk al heel lang op deze afdeling. Ik ben 64 jaar oud en heb ook met oudere kinderen gewerkt als kinderverpleegkundige.

Interviewer: Hoe gaat het monitoren van vitale functies bij de kinderen op dit moment?

Verpleegkundige 3: Op de neonatologie liggen met name prematuur geboren kinderen en pasgeborenen met medische problemen. Alle kinderen tot 35 weken zwangerschapsduur worden continu gemonitord. We controleren dan ademhaling, saturatie en hartfrequentie. Daling in hartslag en saturatie is bijna altijd gerelateerd aan ademhalingsproblemen.

Interviewer: Wordt dit continu gemonitord?

Verpleegkundige 3: Ja, het is 24 uur per dag, behalve als we bijvoorbeeld aan het verzorgen zijn – dan zetten we tijdelijk de alarmen uit of de monitor op standby. Maar verder is het echt continue monitoring.

Interviewer: Hoe ziet de apparatuur eruit?

Verpleegkundige 3: We gebruiken kleine plakkers op de borst van het kind om ademhaling en hartslag te monitoren. Voor de saturatie gebruiken we een sensor die om het voetje, het hakje of het polsje gaat. De monitoren zijn hetzelfde als op de kinderafdeling, maar de kabels en sensoren zijn aangepast aan de leeftijd van het kind.

Interviewer: Kun je de waarden of alarmen zelf instellen?

Verpleegkundige 3: Ja, we kunnen de alarmgrenzen zelf instellen voor ademhaling, hartactie en saturatie. We passen die aan per situatie.

Interviewer: Zijn de draadjes bij neonaten anders dan bij oudere kinderen?

Verpleegkundige 3: Ja, de draadjes zijn dunner en de plakkers hebben een gelachtige onderlaag die minder belastend is voor de huid. Bij pasgeborenen laat de huid snel los, dus we vervangen plakkers alleen als ze vies zijn of loslaten. Soms zie je wel rode plekjes, maar dat trekt meestal snel weg.

Interviewer: Wat voor kinderen komen hier terecht die wél op tijd geboren zijn?

Verpleegkundige 3: Dat varieert. Sommige hebben risico op infectie door bijvoorbeeld langdurig gebroken vliezen. Anderen hebben aangeboren afwijkingen, suikerproblemen of zijn te klein voor de duur van de zwangerschap. Ook kinderen van moeders die medicatie of middelen gebruikten tijdens de zwangerschap komen hier. Of baby's met ademhalingsproblemen na een keizersnede.

Interviewer: Verschilt het meten van functies per reden van opname?

Verpleegkundige 3: Saturatie en hartactie meten we standaard. Bij sommige kinderen meten we ook de bloeddruk handmatig met een klein bloeddrukbandje. Temperatuur wordt ook gemeten, soms via een sensor zodat we niet steeds rectaal hoeven meten.

Interviewer: Hoe werkt het meten van temperatuur met een sensor?

Verpleegkundige 3: We gebruiken een plakker met een sensor die we onder het kind leggen, bijvoorbeeld in de luier. We zorgen dat hij niet op de lever ligt, want dat beïnvloedt de meting. Bij prematuren gebruiken we deze temperatuurmeting standaard.

Interviewer: Zijn er protocollen voor welke functies je wel of niet meet?

Verpleegkundige 3: Ja, er zijn protocollen per situatie. Soms kun je bepaalde metingen niet uitvoeren, bijvoorbeeld bij therapieën waarbij blauw licht gebruikt wordt. Dan moeten we handmatig meten. Het hangt af van de situatie en therapie.

Interviewer: Zou draadloos monitoren meerwaarde kunnen bieden?

Verpleegkundige 3: Ja, absoluut. Ouders vinden al die draadjes heel lastig, vooral bij het in en uit bed halen of uit de couveuse. Als dat draadloos zou kunnen, zou dat een grote verbetering zijn.

Interviewer: Wat zou er moeten veranderen aan bestaande systemen voor gebruik bij deze doelgroep?

Verpleegkundige 3: Het moet kindvriendelijk en huidvriendelijk zijn. Je kunt geen zwaar kastje gebruiken bij een baby van 500 gram. De plakkers mogen niet te groot zijn, want de borstkast is klein. En de huid is heel kwetsbaar bij prematuren, dus je moet voorzichtig zijn.

Interviewer: Wat verwacht u van de gebruiksvriendelijkheid van een draadloos apparaat?

Verpleegkundige 3: Het moet betrouwbaar zijn, geen storingen geven en niet interfereren met andere monitoren op de kamer. Het zou ideaal zijn als je een kind zonder draden bij de moeder kunt leggen, zonder verlies van meetdata. Maar de draadloze verbinding moet goed zijn en stabiel blijven.

Interviewer: Wat zou voor u een geschikte batterijduur zijn voor een draadloos apparaat, gezien de continue monitoring?

Verpleegkundige 3: Als het apparaat aan het bed ligt, zou je hem aan de spanning kunnen laten. Dan heb je een draadloze verbinding als het kind eruit wordt gehaald. In dat geval zou een batterijduur van 2 à 3 uur prima zijn. Maar als dat niet kan, dan zou het minimaal 12 tot 18 uur moeten zijn.

Interviewer: Hebben jullie vaak last van loslatende plakkers of storingen door draadjes?

Verpleegkundige 3: Soms wel, vooral bij net geboren kinderen met veel huidsmeer of als kinderen op de borst van de moeder liggen. Maar we zijn getraind om aan de golven op de monitor te zien of het een echte waarde is of storing. In de meeste gevallen weten we goed wat we moeten doen.

Interviewer: Welke vitale functies zijn volgens u moeilijk draadloos te meten?

Verpleegkundige 3: Bloeddruk is denk ik het lastigst. Die meten we nu ook niet continu, maar een paar keer per dag met een bandje. Hartslag, ademhaling en saturatie zouden goed draadloos te meten moeten zijn.

Interviewer: Zou het nuttig zijn om ook slaap of beweging van neonaten te meten?

Verpleegkundige 3: Soms observeren we bewegingen bij baby's die onrustig zijn, bijvoorbeeld bij kinderen die ontwenningsschijnselen hebben. We doen daar soms neurologische observaties bij. Als je beweging samen met vitale waarden kunt meten, kun je storing beter onderscheiden van echte signalen. Maar op zichzelf is het niet voldoende voor conclusies.

Interviewer: Hoe beoordeelt u alarmen op afstand als u niet direct bij het kind bent?

Verpleegkundige 3: Wij dragen piepers die alleen de rode, dus levensbedreigende, alarmen doorgeven. Op de pieper kunnen we dan direct de scope en golfvormen zien, zodat we kunnen beoordelen of het een reëel alarm is of niet.

Interviewer: Wat gebeurt er als u niet kunt reageren op een alarm?

Verpleegkundige 3: Dan kan ik het alarm escaleren naar een collega. Als er dan nog steeds niemand reageert, gaat het signaal door naar de balie zodat iemand anders actie kan ondernemen. Dat is echt een essentieel onderdeel van hoe wij werken.

Interviewer: Moet een draadloos systeem ook zo gekoppeld kunnen worden?

Verpleegkundige 3: Ja, absoluut. De alarmen moeten ook centraal binnenkomen op de piepers en de balie. Dat gaat nu via ICT en bekabeling. We willen dat zeker behouden bij een nieuw systeem.

Interviewer: Zijn er veel foutmeldingen of irrelevante alarmen?

Verpleegkundige 3: Ja, vooral bij huilende of bewegende kinderen. Die veroorzaken vaak storingsalarmen, bijvoorbeeld met de saturatiemeter. We hebben wel geoptimaliseerd welke alarmen we laten doorkomen, maar je houdt altijd storingen. Soms zijn ze onvermijdelijk, bijvoorbeeld als de sensor loslaat tijdens huid-op-huid contact.

Interviewer: Zou een systeem dat automatisch grenswaarden aanpast, nuttig zijn?

Verpleegkundige 3: Dat zou ideaal zijn. Nu moet ik zelf de grens van bijvoorbeeld hartslag telkens handmatig aanpassen. Als een kind slaapt wil ik een lagere grens, maar als het wakker is niet. Automatische aanpassing op basis van activiteit zou heel prettig zijn.

## Transcript 4

Interviewer: Zou je kort je leeftijd, functie en ervaring binnen het ziekenhuis kunnen beschrijven?

Verpleegkundige 4: Ik ben Kjell de Gooijer, 29 jaar, en ik werk nu ongeveer zeven jaar als kinderverpleegkundige op de medium care van het Amalia Kinderziekenhuis. Daarnaast ben ik betrokken bij de werkgroep digitale verpleegkunde en kartrekker van het implementatieproject voor de nieuwe monitoren die we volgende maand verwachten.

Interviewer: Welke monitoren worden geïmplementeerd en wat is er nieuw aan?

Verpleegkundige 4: We krijgen de Philips X3-monitoren. Onze huidige monitoren zijn nu zo'n 15 à 20 jaar oud, dus die zijn het formaat van een oude televisie met zo'n grote kast erachter. We gaan nu naar een handzaam formaat monitoren toe, dus dat is een mooie stap vooruit.

Interviewer: Maar nog wel bedraad?

Verpleegkundige 4: Ja, nog wel bedraad.

Interviewer: Kunt u beschrijven hoe het monitoren van vitale functies bij kinderen van 0 tot 2 jaar momenteel gaat, voor en na een operatie?

Verpleegkundige 4: Voor de operatie worden kinderen op de verpleegafdeling opgenomen. Dan meten we één keer vitale functies zoals ademhaling, saturatie, bloeddruk, hartslag en temperatuur. Als het een gezonde patiënt betreft, gebeurt dat niet via continue monitoring. Na de operatie, afhankelijk van het soort ingreep, wordt een kind wel of niet continu gemonitord. Bij ons op de afdeling monitoren we standaard hartslag, ademhaling en saturatie. In sommige gevallen meten we alleen saturatie, omdat je daarmee ook een hartslag krijgt en dat zorgt voor minder kabels bij het kind.

Interviewer: Waarom worden specifiek deze vitale functies gemeten?

Verpleegkundige 4: Omdat die het beste beeld geven van de gezondheidstoestand van het kind. Continue monitoring zorgt ervoor dat we op afstand signalen krijgen als er iets afwijkt.

Interviewer: Met welke apparatuur worden deze metingen gedaan?

Verpleegkundige 4: Op dit moment gebruiken we grote beeldschermen die aan het plafond hangen. Daaraan zitten twee lange kabels van ongeveer 2,5 à 3 meter. De hartslag en ademhaling worden

gemeten via drie ECG-plakkers op de borst. De saturatie wordt apart gemeten via een sensor op de teen of vinger.

Interviewer: Verschilt de behoefte aan monitoring op basis van het type operatie?

Verpleegkundige 4: Ja, afhankelijk van waar het mis zou kunnen gaan tijdens of na de operatie, bepaal je welke gegevens je wilt meten. Hoe hoger het risico, hoe uitgebreider je monitort.

Interviewer: Gebruiken jullie ook andere functies, zoals bloeddruk of invasieve metingen?

Verpleegkundige 4: Nee, wij meten standaard alleen hartslag, ademhaling en saturatie. Bloeddruk kan handmatig worden gemeten met een band. Invasieve metingen zoals arteriële lijnen zijn iets voor de IC, dat doen wij op de medium care niet.

Interviewer: Waarom is het moeilijk om de bloeddruk continu te monitoren bij jonge kinderen?

Verpleegkundige 4: Omdat dat een invasieve techniek vereist. Met een bloeddrukband die zichzelf opblaast, schrikt een eenjarige zich rot, gaat huilen en dan krijg je geen betrouwbare meting. Daarnaast is bloeddruk de vitale functie die als laatste achteruitgaat, dus minder urgent om continu te monitoren.

Interviewer: Waar zou een draadloos systeem de meeste waarde toevoegen in de patiëntreis?

Verpleegkundige 4: Met name postoperatief. Je wilt af van onnodige metingen en het kind niet onnodig belasten. Een draadloos alternatief kan helpen om het kind meer vrijheid te geven en minder vast te liggen aan bed en kabels.

Interviewer: Wat zou er moeten veranderen aan het huidige systeem om het geschikt te maken voor kinderen?

Verpleegkundige 4: Het blok van de Visy Mobile is veel te groot voor een klein kind. Je zou iets plats moeten ontwerpen dat op de borst geplakt kan worden, waar ook een saturatiemeter aan gekoppeld kan worden. Bloeddruk zou ik buiten beschouwing laten. Als je het systeem onder de kleding kunt wegstoppen, geef je kinderen de vrijheid om te spelen of bij de ouders op schoot te zitten zonder vast te liggen aan bedkabels. Dat zou een enorme verbetering zijn.

Interviewer: Wat zijn de grootste uitdagingen bij het huidige monitoren?

Verpleegkundige 4: De meeste storing komt door foutieve metingen bij bewegende kinderen. De monitor geeft dan een alarm op basis van grenswaarden, terwijl het kind gewoon speelt. 90% van de alarmen is vals, en het is aan ons om te beoordelen of het echt een probleem is. Als je goed kunt meten bij een bewegend kind, dan teken ik ervoor.

Interviewer: Wat verwacht je van de gebruiksvriendelijkheid van een draadloos monitoringsapparaat?

Verpleegkundige 4: Het moet eenvoudig in gebruik zijn, zodat verpleegkundigen er makkelijk mee kunnen werken. Sensoren moeten individueel te vervangen zijn. Een batterijduur van minimaal 24 uur is belangrijk om de werklast laag te houden. Betrouwbaarheid van de metingen en een stabiele verbinding (bijv. via wifi) zijn cruciaal.

Interviewer: Welke uitdagingen verwacht je bij de invoering van een draadloos systeem?

Verpleegkundige 4: Wifi moet stabiel genoeg zijn. Ons huidige alarmeringssysteem werkt al via wifi, dus dat helpt. Verder is scholing van het personeel essentieel voor een succesvolle implementatie.

Interviewer: Heb je eerder een implementatie van een medisch hulpmiddel meegemaakt?

Verpleegkundige 4: Ja, meerdere keren. Ik ben ook kartrekker geweest van implementaties. Er gaat veel werk aan vooraf: testen, aanpassen op de kinderkliniek, en veel herhalen. Vooral voor oudere

collega's is dit soms een uitdaging, zeker met smartphones. Maar met goede scholing komt de basis meestal wel goed.

Interviewer: Wat is de rol van het management bij dit soort implementaties?

Verpleegkundige 4: Het management is vooral op de achtergrond actief. Ze wijzen mensen aan die verantwoordelijk zijn voor de implementatie en fungeren als schakel tussen het team en de directie. Ze zijn niet uitvoerend of bepalend qua inhoud, maar zorgen dat het proces loopt en dat hulp beschikbaar is als nodig.

Interviewer: Maar zij stellen dus wel dat team samen wat het uiteindelijk moet gaan implementeren?

Verpleegkundige 4: Ja, en dat is ook op basis van mensen erbij vragen en mensen die zichzelf daarvoor hebben aangemeld.

Interviewer: Wat voor mensen vragen ze dan? Gaan ze echt een heel proces af van wie moet erbij betrokken zijn, of waar is dat op gebaseerd?

Verpleegkundige 4: Dat wordt met name gebaseerd op affiniteit met het onderwerp. We hebben een aantal verpleegkundigen die meer affiniteit hebben met digitale innovatie dan anderen. Die vinden het leuk en kunnen er ook goed mee overweg. In een team weet je dat vaak wel van elkaar – wie zo'n project leuk zou vinden of niet. Vaak zijn er dan een of twee kartrekkers die een visie hebben van wat het uiteindelijk moet worden. Op basis daarvan wordt een plan gemaakt en worden mensen erbij betrokken wanneer dat nodig is.

Interviewer: Je noemde net ook scholing. Zijn er dan nog andere acties die ondernomen worden om personeel gewend te laten raken aan nieuwe technologie?

Verpleegkundige 4: Ja, zeker. We hebben bijvoorbeeld bij de overgang naar een nieuwe zorgtelefoon gemerkt dat dat voor veel mensen toch spannend was. Sommige collega's werken al 25 jaar met dezelfde telefoon en opeens werd alles anders. Twee jaar voor je pensioen kan dat best wat weerstand oproepen. We hebben toen meerdere sessies georganiseerd met een testmodel van de telefoon, zodat mensen konden oefenen en kennis konden maken. Er waren korte handleidingen beschikbaar waarin stond: "Dit moet je zo doen, dat moet je zo doen." Omdat ons werkproces veranderde, hebben we extra benadrukt hoe belangrijk het is om bepaalde handelingen – zoals het accepteren van patiëntgesprekken – actief uit te voeren. Alleen dan werkt het nieuwe systeem zoals bedoeld. Als je dat niet doet, blijf je eigenlijk in het oude proces hangen, zonder de voordelen. We hebben presentaties gegeven, digitale fitheidstrainingen, en de informatie op zoveel mogelijk manieren verspreid over een langere periode. Veel collega's werken onregelmatig, dus kennis moet de tijd krijgen om te landen. Daarna hebben we dingen nog een keer herhaald. Alles bij elkaar waren we denk ik twee maanden intensief bezig voordat de eerste telefoon echt werd geïmplementeerd.

Interviewer: Dus er werd echt rekening gehouden met onregelmatige roosters, en iedereen heeft wel echt de kans gehad om geschoold te worden?

Verpleegkundige 4: Ja, scholing werd vooraf ingepland zodat we meerdere mensen tegelijk konden trainen. Maar je kunt niet tegen iedereen zeggen: "Volgende week moet je er zijn." Dus dat moest ook met vooruitzicht gepland worden.

Interviewer: En via welk kanaal wordt dan gecommuniceerd dat er überhaupt iets aankomt, of wanneer de scholing is?

Verpleegkundige 4: Vroeger deden we dat via e-mail, maar sinds ongeveer een half jaar daarna is dat allemaal via Microsoft Teams gegaan.

Interviewer: Dus alles gaat nu via Teams?

Verpleegkundige 4: Ja, eigenlijk wel. Alle communicatie die vroeger per mail liep, verloopt nu via Teams.

Interviewer: Hoe is dat dan georganiseerd? Heeft iedere medewerker zijn eigen toegang, of werkt het met groepen?

Verpleegkundige 4: We werken met “tegels” en verschillende groepen. Er zijn groepen rondom het rooster, per afdeling, voor deskundigheidsbevordering, enzovoort. Iedere collega is standaard aan een aantal groepen toegevoegd, en op basis van wat je doet word je aan extra groepen toegevoegd.

Interviewer: Je zei net dat nieuwe technologie ook weerstand kan oproepen. Hoe ervaar je in het algemeen de houding van personeel richting innovaties?

Verpleegkundige 4: Over het algemeen positief. In mijn team in ieder geval staat iedereen daar wel voor open, mits de voordelen duidelijk zijn.

Interviewer: Dus het moet wel echt meerwaarde hebben?

Verpleegkundige 4: Ja, absoluut. En mensen zijn vooral allergisch voor extra werk. Dus het moet niet alleen beter zijn voor de patiënt, maar ook voor de verpleegkundige. Als het voor de patiënt maar een beetje beter is, maar het werk veel zwaarder wordt, dan zie je vaak dat zo’n innovatie toch weer verdwijnt.

Interviewer: Zijn er nog dingen waar extra goed op gelet moet worden voordat draadloze sensortechnologie geïmplementeerd kan worden?

Verpleegkundige 4: Ja, betrouwbaarheid en veiligheid moeten echt helemaal op orde zijn. Ik weet toevallig dat er nu ook pilots lopen bij de kinderpulmonologie met een draadloze sensor voor ademarheid. Die wordt op de borst geplakt. Maar dat is nog allemaal in een heel vroege testfase. Voor je zoiets echt ziekenhuisbreed kunt gaan gebruiken, moet dat wel betrouwbaar en veilig zijn.

Interviewer: Denk je dat het nog nuttig zou zijn om ook de temperatuur continu te monitoren? Of geven hartslag en ademhalingsfrequentie daar al genoeg informatie over?

Verpleegkundige 4: Het zou natuurlijk mooi zijn als dat kan. De ideale wereld is dat je iedereen een smartwatch omdoet en dat je alles kunt meten. Alleen, voor zover ik weet, is de technologie er nog niet om betrouwbaar de kerntemperatuur te meten zonder iets inwendig te plaatsen. Op de IC doen ze dat wel. Daar hebben ze een temperatuur probe die rectaal wordt ingebracht. Daar liggen de patiënten meestal geïntubeerd, dus dan is een interne bloeddrukmeter of temperatuurmeting beter te doen omdat de patiënt stil ligt. Maar zodra een patiënt beweegt, wordt het meten al snel een stuk ingewikkelder. Wat temperatuur betreft varen we vaak meer op de klinische indruk van het kind, in plaats van puur op getallen. Als een kind koorts krijgt, zal de hartslag ook omhooggaan. Je hebt dus meerdere indicatoren die kunnen wijzen op een verslechtering, niet alleen de temperatuurwaarde zelf.

Interviewer: Zou je het dan ook prettig vinden om bijvoorbeeld het aantal bewegingen of de hoeveelheid slaap van een kind te meten? Of zie je dat eigenlijk voldoende klinisch?

Verpleegkundige 4: In principe zie ik dat klinisch wel voldoende. Of een kind slaapt of wakker is, is niet heel interessant voor de beoordeling van de gezondheidstoestand. Voor onze patiëntenpopulatie voegt dat weinig toe. Ik weet eigenlijk niet of we daar echt iets mee zouden doen. De huidige algoritmes zijn volgens mij nog niet heel betrouwbaar als het gaat om slaappatronen – ze geven vooral een schatting. Ik verwacht niet dat dat voor onze populatie op dit moment toegevoegde waarde heeft. Misschien wel in klinieken die specifiek iets met slaapapneus of soortgelijke problematiek doen, maar bij ons niet.

Interviewer: Heb je verder nog iets dat misschien belangrijk is voor ons om te weten?

Verpleegkundige 4: Misschien is het interessant om te weten dat alle kinderziekenhuizen in Nederland gebruikmaken van de Dutch PEWS – de Pediatric Early Warning Score. Dat systeem geeft grenswaarden aan voor wanneer een kind mogelijk achteruitgaat. Op basis daarvan worden de meeste monitoren ingesteld. Als je "Dutch PEWS" googelt, vind je de website met uitleg hoe het werkt. Dat kan nuttig zijn voor jullie onderzoek.

Interviewer: Wat zou jij als verpleegkundige zien als de meerwaarde van draadloze monitoring voor kinderen?

Verpleegkundige 4: Ik denk dat het grote voordelen heeft voor de patiënt, en afhankelijk van de implementatie minimale nadelen voor de verpleegkundigen. Een patiënt die sneller uit bed komt, meer vrijheid heeft op de kamer en niet vastzit aan een soort ketting omdat hij niet verder weg kan lopen, dat is echt een vooruitgang. Ook voor ouders betekent het meer vrijheid om iets met hun kind te doen. Er zijn verschillende onderzoeken die aangeven dat hoe eerder je uit bed komt, hoe sneller je herstelt. Dus als draadloze monitoring daaraan kan bijdragen en de opnameduur bijvoorbeeld kan verkorten, dan is dat heel positief. Qua gebruik voor verpleegkundigen: of we nu bezig zijn met het continu opnieuw aansluiten en vastplakken van draden, of dat we een keer goed een draadloze monitor plakken die blijft zitten – dan kies ik liever voor een keer goed dan zes keer half.

Interviewer: Had je zelf nog iets waarvan je denkt: dat is nog handig voor ons om mee te nemen?

Verpleegkundige 4: Ja, ik denk dat jullie een mooi onderzoek doen. Wat belangrijk is om mee te nemen, is dat vrijwel alle monitoringstechnologie is ontworpen voor volwassenen die je iets kunt uitleggen. In jullie doelgroep – kinderen van nul tot twee jaar – heb je te maken met grijpgrage handjes die alles wat uitsteekt los proberen te trekken. Ze bewegen veel. Dus het moet echt ‘hufteerproof’ zijn, wil het goed blijven zitten. Dat is denk ik de grootste uitdaging van draadloze monitoring voor deze leeftijdsgroep. Als je nu een kind van twee een visie Mobile zou omdoen, dan denk ik dat hij het nog geen tien minuten zou laten zitten.

## Transcript 5

Interviewer: Kan je je rol en ervaring met postoperatieve of juist niet-postoperatieve monitoring van patiënten beschrijven?

Verpleegkundige IC: Ik werk nu bijna 25 jaar als verpleegkundige, waarvan 17 jaar op de kinder-IC. Dat is echt andere monitoring dan op de kinderafdeling. Daar liggen ook veel postoperatieve patiënten, maar met veel minder monitoring dan bij ons. Wij hebben zowel postoperatieve patiënten als spoedopnames, dus we doen veel intensievere monitoring. In het WKZ zie je bijvoorbeeld veel postoperatieve cardiochirurgie, scoliose-operaties, luchtwegproblematiek. Bij ons komen juist veel kinderen met acute infecties, zoals bronchiolitis, en spoedopnames vanuit de kinderoncologie (zoals uit het Prinses Máxima Centrum) of trauma's. Die monitoring verschilt ook door de jaren heen. Vroeger deden we veel meer met drukmetingen, bijvoorbeeld in het hoofd, maar dat doen we nu eigenlijk helemaal niet meer. Dat is te infectiegevoelig.

Interviewer: En bij kinderen van nul tot twee?

Verpleegkundige IC: In die leeftijd zie je minder trauma's. Soms een kindje dat met moeder van de fiets valt of een jonge drenkeling, maar meestal zijn ze net iets ouder dan twee. De meeste patiënten van nul tot twee komen met infecties of cardiochirurgische ingrepen.

Interviewer: Ben je bekend met draadloze monitoringssystemen?

Verpleegkundige IC: Ja en nee. Ik werk er zelf niet mee, maar ik ken de Bambi Belt goed. Die is door iemand ontwikkeld die eerder bij ons op de NICU werkte. Die meet volgens mij alleen hartfrequentie, ademhaling en saturatie. Dat is voor de NICU vaak genoeg, maar voor onze afdeling niet. Bij ons heb je veel meer parameters nodig.

Interviewer: Welke vitale functies bewaak je doorgaans?

Verpleegkundige IC: Altijd hartfrequentie en ademhaling. Bij cardiochirurgie gebruiken we vaak een 12-leads ECG, soms zelfs 5-leads. Daarnaast meten we continu de bloeddruk via een arteriële lijn. Vaak meten we ook de centraal veneuze druk via een lange lijn. Vrijwel alle kinderen liggen aan de beademing, dus we meten ook de end-tidal CO<sub>2</sub>. Dat is eigenlijk standaard. Bij sommige kinderen meten we ook twee saturaties tegelijk, bijvoorbeeld preductaal en postductaal bij open ductus. Soms gebruiken we ICP-meting (intracraniale druk), maar dat komt weinig voor. Temperatuur meten we ook: zowel centraal als via de huid, bijvoorbeeld bij reanimaties of wanneer kinderen worden gekoeld met een cryo-deken.

Interviewer: Bij die ernstig zieke kinderen heeft draadloze monitoring dus weinig toegevoegde waarde?

Verpleegkundige IC: Precies. Die kinderen zijn te instabiel om überhaupt van alle apparatuur losgekoppeld te worden. We leggen ouders daarom vaak samen met hun kind in een groot bed, zodat er toch huid-op-huidcontact kan zijn. Maar draadloos is dan niet haalbaar. Dat is anders bij stabielere kinderen die snel gedetubeerd worden. Die willen vaak snel bij ouders op schoot en dan zou draadloos ideaal zijn.

Interviewer: En wat zijn dan de belangrijkste parameters die je zou willen meten met een draadloos systeem?

Verpleegkundige IC: Dan zou ik vooral hartfrequentie, ademhaling, en bloeddruk willen meten. Bloeddruk is wel complex. Voor continu bloeddrukmeting moet je dat via de arterie doen. En dan moet de druktransducer altijd op harthoogte liggen, anders krijg je verkeerde waarden.

Interviewer: Hoe werkt dat precies?

Verpleegkundige IC: Je hebt een infuuslijn met een druktransducer die verbonden is met de monitor. Die moet op precies dezelfde hoogte liggen als het hart. Als die lager ligt, krijg je te hoge waarden, en als die hoger ligt, te lage. Dat lijkt op het principe van een waterslang: hou je die laag, stroomt het harder. Als je die transducer dus verplaatst, beïnvloed je de bloeddrukwaarden enorm. En die lijn zit in de slagader, dus als die losraakt, heb je ook nog een bloeding. Dus ja, dat is best ingewikkeld en cruciaal dat het goed blijft werken.

Interviewer: En die meting bij de arterie is dus essentieel?

Verpleegkundige IC: Ja, zeker. Bij kinderen die instabiel zijn en waar je veel bloedafnames moet doen, plaatsen we vaak een arteriële lijn. Dan kun je gewoon direct uit de slagader bloed afnemen zonder het kind telkens opnieuw te prikken. Dat is bij ons op de IC vrij standaard. Op de NICU hebben ze ook wel arteriële lijnen, maar vaak halen ze die er na zes of zeven dagen weer uit en moeten ze daarna opnieuw prikken.

Interviewer: Moet het kind dan slapen voor zo'n meting?

Verpleegkundige IC: Nee, het kind hoeft niet per se te slapen. Ze kunnen wakker zijn, maar ze liggen wel in bed. Baby's van nul tot twee jaar liggen over het algemeen nog redelijk stil in bed. Als we ze bij de ouders op schoot leggen, stellen we de druktransducer opnieuw in op de juiste hoogte.

Interviewer: En welke apparatuur gebruiken jullie precies voor die monitoring?

Verpleegkundige IC: Wij gebruiken de monitors van Philips. Daarin schuiven we modules – wij noemen ze 'hondjes' – met alle aansluitingen voor de verschillende parameters. Die klik je in de monitor die aan het bed hangt. Elke bedunit heeft zijn eigen pendel, met een monitor en bijbehorende modules.

Interviewer: En hoe gaat het bij transport?

Verpleegkundige IC: Voor transport halen we het hele moduleblok uit de monitor en schuiven we het in een transportmonitor, ook van Philips. Zo blijven alle gegevens bewaard. Als het kind van de OK komt, wordt het op ons bed gelegd en sluiten we het meteen weer aan op onze monitor. Alles wat tijdens het transport is geregistreerd, komt automatisch in het patiëntendossier.

Interviewer: En die centrale monitoring?

Verpleegkundige IC: Achter de balie hebben we een centrale monitor waarop je alle patiënten kunt zien. Daar kun je terugkijken wanneer er een alarm is geweest of een vreemd ECG. We kunnen daar ook volledig het ECG uitlezen, bijvoorbeeld in 5-lead of 12-lead. En als ik op een andere kamer ben, kan ik op mijn monitor ook een ander bed selecteren om die patiënt op afstand te bewaken.

Interviewer: Bewaken jullie dan alle patiënten zo?

Verpleegkundige IC: Niet allemaal. Bij stabiele kinderen hoeft dat niet per se. Maar bij instabieler kinderen hebben we ze wel altijd in de gaten, ook als we zelf niet op de kamer zijn.

Interviewer: En hoeveel patiënten heb je dan als verpleegkundige?

Verpleegkundige IC: Dat hangt af van hoe ziek de kinderen zijn. Het is meestal één verpleegkundige op twee patiënten. Als een kind heel instabiel is, is het soms tijdelijk één-op-één. Bij wat stabielere kinderen kunnen we soms ook drie patiënten tegelijk doen, maar één-op-één komt niet vaak voor. Daar hebben we simpelweg het personeel niet voor.

Interviewer: Maar verschilt de behoefte van de monitoring – dus welke functies je meet – ook op basis van het type operatie?

Verpleegkundige IC: Ja, als je echt naar cardiochirurgie kijkt, dan hebben we in het begin echt veel meer monitoring. Kinderen die acuut opgenomen worden met bijvoorbeeld sepsis vanuit het Prinses Máxima Centrum, krijgen ook vaak veel ondersteuning. Dan is continue bloeddrukmeting via een arteriële lijn heel belangrijk. Bij kinderen met een luchtweginfectie doen we soms een arteriële lijn, maar als het stabiel is en de lijn sneuvelt, dan doen we het verder met intermitterende metingen.

Interviewer: Laat je dan eerder hartfrequentie of ademhaling weg?

Verpleegkundige IC: Hartfrequentie zou je eventueel kunnen weglaten, omdat je die ook via de saturatiemeter meet. Dat doen we wel eens bij kinderen die al heel lang bij ons liggen en neurologisch slecht zijn, maar nog niet naar de afdeling kunnen. Dan doen we alleen saturatie een paar uurtjes om ze niet wakker te maken. Ademhaling monitoren we eigenlijk altijd.

Interviewer: Wat zijn voor jou op dit moment de grootste uitdagingen bij het meten van vitale functies?

Verpleegkundige IC: Hoe kleiner ze zijn, hoe lastiger het wordt. Vooral prikken is een uitdaging. Soms hebben we maar één centrale lijn met twee lumens voor medicatie en voeding, en dan heb je geen aparte lijn over om centraal veneuze druk te meten. Dan laat je die meting maar zitten omdat medicatie toedienen belangrijker is. Saturatie is ook een uitdaging. Dat blijft een lampje dat drukplekken of blaren kan geven. Je moet die sensor steeds wisselen. En ondanks dat, blijft het lastig om een sensor te vinden die het goed blijft doen. Soms moeten we meerdere keren per dag een nieuwe pakken.

Interviewer: Hoe vaak moet je dat dan wisselen?

Verpleegkundige IC: Minimaal één keer per dienst. Je hoopt dat je dezelfde sensor kunt gebruiken, maar soms scheurt de pleister of werkt het niet goed meer. Bij grotere kinderen komt het regelmatig voor dat je elke 24 uur een nieuw systeem nodig hebt.

Interviewer: En hoe zit het met kabels?

Verpleegkundige IC: Kabelbreuken komen vaak voor. Kabels raken bekneld tussen het bed of raken beschadigd bij het optillen van bedhekken. De CO<sub>2</sub>-kabel was eerst één stuk met een meetmodule die iets van € 3.800 kostte. Nu gebruiken we een disposable systeem van € 8 per stuk, maar dan gebruik je er soms wel vijf per dag – dat is alsnog € 40 per dag. De materiaalcommissie kijkt daar streng naar. Kabelbreuken zijn echt funest, vooral omdat ze zo duur zijn. Daarom zijn we ook overgestapt op die 'hondjes' van Philips: modules die je los in de monitor klikt. Vroeger lagen overal losse kabels. Nu ligt standaard bij elk bed het hele monitoringpakket. Dat voorkomt verlies en gedoe, behalve met die losse saturatiekabel, die moet je er nog apart bij stoppen – en die raken we nog wel eens kwijt.

Interviewer: Gebeurt het ook weleens dat de draden losgetrokken worden door de patiënt?

Verpleegkundige IC: Jawel, dat gebeurt weleens. Vooral als je een kindje wil draaien, of een luier verschoont. Dan trekken we vaak zelf de draden los, omdat ze anders over de patiënt heen hangen. Dat is zwaar, warm en vervelend. Dan trek je alles los en sluit je het daarna weer aan via de achterkant.

Interviewer: Dus niet dat ze zelf de draden lostrekken?

Verpleegkundige IC: Nee, dat valt mee. Kleintjes trappen wel vaker hun saturatiebandje af. Dan zien we opeens een saturatie van 60 of 70 op de monitor en dan weet je: hij is los. Dan moet je het bandje opnieuw aanbrengen. Volwassenen hebben vaak zo'n knijper op de vinger, maar bij kinderen doen we dat op de voet of met een bandje. Septische kinderen hebben vaak hele koude handjes of voetjes en dan meet de saturatiemeter slecht. Dan moet je het voetje soms een beetje opwarmen of een andere plek zoeken, zoals de oorlel. Maar ja, dat is ook beperkt. Als ze veel vocht vasthouden, is het ook lastiger meten.

Interviewer: Komt huidirritatie door die plakkers ook vaak voor?

Verpleegkundige IC: Ja, vooral bij kinderen met veel vocht of zwellingen. Dan moet je echt opletten met hoe je plakt. De saturatie is de lastigste meting. En als ouders met babyolie gaan smeren, dan vallen de ECG-plakkers ook vaak af. Dan zeggen we: niet smeren op die plek. Maar dat gebeurt toch.

Interviewer: En ouders willen soms hun kind vasthouden?

Verpleegkundige IC: Ja, dat vragen ze weleens. Als het kind stabiel is, kan dat vaak ook wel. Maar hoe instabieler, hoe meer apparaten, en dan wordt het ingewikkelder. Dan vragen we ouders weleens om op bed te gaan zitten met hun kind op de buik. Dat is veiliger, dan kunnen wij er snel bij als het nodig is.

Interviewer: Dus draadloze monitoring op de IC lijkt lastig?

Verpleegkundige IC: Ja, vooral met de arteriële lijn vind ik dat spannend. En bij die belts, zoals bij Bambi Belt, vraag ik me af hoe lang dat op de huid mag zitten zonder schade te veroorzaken. Vooral bij cardiochirurgie-kinderen: van nek tot buik ligt alles open, dus waar plak je die belt? En dan ben ik nog een meting vergeten bedenk ik me nu... De NIRS, ofwel Near Infrared Spectroscopy. Daarmee meten we de zuurstofsaturatie in het brein en de darmen, en soms ook bij de nieren. Dat doen we vooral bij cardiochirurgiepatiënten. Dan zie je of er een dip is in oxygenatie. Bijvoorbeeld in de darm: als die slecht doorbloed is en je geeft voeding, dan kun je een necrotiserende enterocolitis (NEC) krijgen en dat is levensbedreigend.

Interviewer: Dus jullie kijken preventief naar die dalingen?

Verpleegkundige IC: Ja, precies. Als we zien dat de waarde in de darm heel laag is, geven we voeding heel langzaam, soms maar 1 cc per uur. En dan na 12 uur pas ophogen. Bij de nier kijken we of het kind goed plast. Veel van die kinderen zijn net van de hart-longmachine af, dan zie je dat ze soms niet goed plassen. En als de NIRS van de nier ook laag is, dan geef je minder vocht of een beetje Lasix.

Interviewer: Wordt NIRS standaard gebruikt?

Verpleegkundige IC: Alleen bij cardiale patiënten. Het is deels nog in onderzoeksfase, maar we gebruiken het wel veel in de praktijk. En ik was het dus bijna vergeten, terwijl het eigenlijk een hele belangrijke meting is.

Interviewer: Denk je dat er verder nog vitale functies zijn die gewoon eigenlijk heel moeilijk draadloos te monitoren zijn?

Verpleegkundige IC: Ja, je hebt het over die lijn — ik denk dat de arteriële drukmeting een hele lastige is. Aan de andere kant, misschien kun je juist iets vinden dat goed op de huid meet en dus beter bij het hart zit. Maar je hebt wel hele nauwkeurige metingen nodig, dus daar zit nog wel een uitdaging in. Ik weet zelf ook niet hoe dat precies zou moeten worden gemaakt. Maar ik ben onwijs vóór al die technologie, ook AI die ons helpt met trends herkennen, zoals “dit kind beweegt die kant op”.

Interviewer: Maar je ziet wel een probleem bij cardiochirurgie?

Verpleegkundige IC: Ja, daar ligt het hele gebied van nek tot buik vol met pleisters, wonden, soms een open thorax. Daar kun je niet makkelijk iets op plakken. In het Radboud gebruiken ze een horloge, dat via de arm naar de borstkas meet. Maar dat apparaat is echt groot en zwaar. Dat kan niet bij een baby, dus dat zou echt anders moeten.

Interviewer: Denk je dat ouders veel naar de monitoring kijken?

Verpleegkundige IC: Ja, ze kijken er heel vaak naar. Wij zeggen altijd: “Zolang wij rustig blijven, hoeft jij dat ook te blijven.” Maar sommige ouders worden zenuwachtig omdat het de hele tijd afgaat. Als een kind overlijdt zetten we de monitor aan het bed uit. Achter de centrale monitor kunnen wij dan nog wel zien. En op onze nieuwe IC, waar we volgend jaar heen gaan, komt de monitoring zelfs in een kast. Als wij weggaan, gaat die kast dicht.

Interviewer: Dat klinkt best innovatief.

Verpleegkundige IC: Ja, dat wordt een smart IC. Alles op mobieltjes, slimme alarmering, daar zijn ze nu al jaren mee bezig. Ik ben zeker vóór draadloze metingen. Vooral voor oudere kinderen of voor kinderen die snel willen mobiliseren. Op de afdeling zijn die draadjes echt een beperking. Bij ons ligt dat iets anders — daar heb je vaak nog een beademingsbuis of andere lijnen.

Interviewer: Dus voor de afdeling zie je meer voordelen?

Verpleegkundige IC: Absoluut. Op de afdeling heb je veel wakkerdere kinderen die meer baat hebben bij bewegingsvrijheid. Bij ons is dat postoperatief veel minder. De meeste kinderen kunnen dat dan nog niet eens zeggen of doen.

Interviewer: En als je een foto moet maken, moet dan alles los?

Verpleegkundige IC: Ja, de ECG-plakkers moeten er dan af. Dat zal bij draadloos ook zo zijn. Dus in dat opzicht verandert er dan niet zoveel.

Interviewer: Denk je dat het belangrijk is om verschillende systemen te hebben per patiënt?

Verpleegkundige IC: Zeker. Bijvoorbeeld bij kinderen met astma of RS-virus die je juist rustig wilt houden — daar is draadloos ideaal voor. Ouders durven dan meer te doen. Bij cardiochirurgie weet ik dat niet. Maar bij twee- of driejarigen zou het zeker kunnen.

Interviewer: Denk je dat het nuttig is om ook slaapritme of beweging te meten?

Verpleegkundige IC: Voor veel kinderen kan dat zeker nuttig zijn. Zeker bij langdurige opnames zie je dat slaap-waakritme verdwijnt. Als er weinig monitoring is, is het juist fijn om dat extra te meten. Voor nul tot twee jaar vind ik dat wel ingewikkeld — die worden sowieso vaak wakker door voedingen of verzorging.

Interviewer: Zie je daar dan ook voorspellende waarde in?

Verpleegkundige IC: Soms wel, ja. Je ziet bijvoorbeeld aan de hartfrequentie of ademhaling of een kind pijn heeft of wakker is. Maar oudere kinderen zou je dat beter kunnen meten. Bij neurologische schade of ontwikkelingsproblemen kan het ook iets toevoegen, maar dat weet ik niet goed.

Interviewer: Heb je nog iets dat belangrijk is om te noemen?

Verpleegkundige IC: Ja, het mooiste zou zijn als het systeem compatible is met alles — dat je het gewoon kunt blijven gebruiken tijdens transport naar de MRI of de OK. Nu moeten wij nog alles omzetten bij transport, dat zou ik graag anders zien.

## Transcript 6

Interviewer: Kunt u als eerste uw rol en ervaring met postoperatieve monitoring van pediatrische patiënten beschrijven?

Kinderarts IC: Ja, zeker. Die ervaring heb ik volop, want ik werk als kinderarts op de intensive care. Dat betekent dat ik veel kinderen zie die na een operatie op de IC worden opgenomen. Ongeveer 40 tot 45 procent van onze IC-patiënten is postoperatief.

Deze kinderen worden op de IC opgenomen omdat hun vitale parameters zoals ademhaling, circulatie en neurologie goed bewaakt en ondersteund moeten worden.

Interviewer: Bent u ook bekend met draadloze monitoringsystemen?

Kinderarts IC: Op onze kinder-IC is eigenlijk alles nog bedraad. Het enige wat we soms draadloos doen, is monitoring op de MI-afdeling. Daar gebruiken we een draadloze saturatiemeter.

Dat werkt met een klemmetje om de vinger. Er zit dan een klein kastje los van de patiënt. Je krijgt dan wel een afgeleide hartactie via de saturatie, maar geen ECG-registratie.

Interviewer: Oké. Kunt u toelichten welke vitale functies u normaal gesproken bewaakt bij kinderen na een operatie?

Kinderarts IC: We monitoren in elk geval de ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie, hartfrequentie en ECG. Als het kind een arteriële lijn heeft, meten we ook de arteriële bloeddruk continu. Zonder zo'n lijn gebruiken we een manchete voor niet-invasieve meting.

Bij beademde kinderen meten we end-tidal CO<sub>2</sub>. Bij niet-beademde kinderen doen we transcutane CO<sub>2</sub>-meting via een plakker op de huid, net zoals bij een saturatiemeter.

Interviewer: Waarom is die CO<sub>2</sub>-meting relevant?

Kinderarts IC: Vooral bij beademde kinderen is die belangrijk om te beoordelen of ze goed beademd worden. Het geeft inzicht in de effectiviteit van de beademingsinstellingen.

Interviewer: En wordt neurologische monitoring ook toegepast?

Kinderarts IC: Ja. Bij specifieke indicaties gebruiken we CFM (cerebral function monitoring), wat een afgeleid EEG is, en NIRS (near-infrared spectroscopy), waarmee we zuurstofsaturatie in de hersenen meten. Dit gebeurt met pleisters op het voorhoofd. Het is niet-invasief en wordt regelmatig toegepast, bijvoorbeeld bij hartpatiënten of neonaten.

Daarnaast doen verpleegkundigen regelmatig neurologische controles, maar die zijn niet zichtbaar op een monitor. Bij sommige kinderen, bijvoorbeeld na een trauma, plaatsen we een ICP-meter om de intracraniale druk te meten. Dit wordt dan wel gemonitord en verschijnt op het scherm, maar dat geldt alleen voor specifieke casussen. Dat is wel invasief.

Interviewer: Hoe wordt temperatuur gemeten?

Kinderarts IC: Temperatuur kan op verschillende manieren worden gemeten en het wordt continu gemeten. Temperatuur kan worden gemeten via de huid, rectaal of via de slokdarm.

Interviewer: Wordt er altijd continu gemonitord op de IC?

Kinderarts IC: Ja, zeker. Als je op de IC ligt, dan wordt alles eigenlijk nagenoeg continu gemonitord. Ik noemde net al de end-tidal CO<sub>2</sub>, dat is een CO<sub>2</sub>-meting in de uitademingslucht bij beademde patiënten. Bij niet-beademde patiënten, die dus geen beademingsbuis hebben, kunnen we gebruikmaken van transcutane CO<sub>2</sub>-meting.

Dat gaat dan via een plakker op de huid, vergelijkbaar met een saturatiemeter. Daarmee meet je via de huid de CO<sub>2</sub>-waarde. Het zijn dus allemaal extra draadjes die erbij komen.

Interviewer: Je kijkt dus eigenlijk per patiënt wat je dan precies gaat meten?

Kinderarts IC: Ja, bijvoorbeeld bij alle kleine kinderen die een hartoperatie ondergaan. Die liggen eigenlijk allemaal aan de CFM en de NIRS. Maar omgekeerd krijgen niet alle geopereerde kinderen automatisch deze vormen van monitoring. We laten het echt afhangen van het type operatie hoeveel en welke monitoring we toepassen.

Interviewer: Oké. En welke functies zijn dan echt standaard, die u altijd toepast?

Kinderarts IC: Saturatie en ECG-bewaking, dus hartslag. Dat is bij ons echt de basis.

Interviewer: Dus het komt ook weleens voor dat alleen die twee worden toegepast?

Kinderarts IC: Ja, dat komt zeker voor.

Interviewer: Ervaart u op dit moment uitdagingen bij het monitoren van deze functies?

Kinderarts IC: Zeker. Een groot probleem bij kinderen is dat ze veel bewegen, waardoor je vaak foutieve registraties krijgt. Dat leidt tot veel valse alarmen.

Verpleegkundigen moeten dan steeds beoordelen: is het alarm terecht, of komt het door beweging? Je kunt het niet zomaar negeren, want als het een keer geen vals alarm is, dan heb je een serieus probleem.

Interviewer: En zijn er uitdagingen specifiek gerelateerd aan de bedrading zelf?

Kinderarts IC: Ja, al die draden bij elkaar kunnen behoorlijk lastig zijn. Als een kind stil ligt, is het geen probleem. Maar zodra het kind actiever wordt of een ouder het kind wil oppakken, zitten de draden echt in de weg.

Interviewer: Dus ook bij patiënten die niet meer beademd worden, maar nog wel op de IC liggen?

Kinderarts IC: Precies. Soms zijn kinderen net van de beademing af en moeten we nog even afwachten of het goed blijft gaan. Dan zijn ze niet per se heel ziek meer, maar moeten toch nog aan de monitor. Dan worden die draden echt lastig.

Interviewer: Zorgt het gebruik van plakkers en sensoren ook voor huidproblemen?

Kinderarts IC: Ja, vooral bij transcutane CO<sub>2</sub>-metingen. Die pleisters moet je regelmatig verplaatsen om huidirritatie te voorkomen. Bij kwetsbare huid, bijvoorbeeld bij infecties of brandwonden, kunnen plakkers echt een probleem zijn.

En als je ze dan verwijdt, beschadig je de huid soms nog extra. Dat maakt betrouwbare monitoring bij zulke patiënten erg lastig.

Interviewer: Hoe zit het met de verzorging van de patiënt met al die bedrading?

Kinderarts IC: Dat is echt een uitdaging voor verpleegkundigen. Draden raken snel in de knoop, vooral bij transporten zoals naar een CT-scan. Dan is het één grote spaghetti. Verpleegkundigen noemen het ook letterlijk zo.

Je denkt dat je alles netjes hebt gelegd, maar als je de patiënt weer terugplaatst, zit alles weer door elkaar. En dan heb je ook nog infuuslijnen, katheters en maagsondes. Alles loopt door elkaar heen.

Interviewer: Welke voordelen zou draadloos monitoren volgens u kunnen bieden?

Kinderarts IC: Voor de kinderen zou het veel prettiger zijn. Het geeft meer bewegingsvrijheid en voorkomt het ongemak van draden die trekken of vastzitten. Het herinnert ze ook minder aan het ziek-zijn.

Daarnaast zijn de huidige kabels kwetsbaar. Bijvoorbeeld, de end-tidal CO<sub>2</sub>-meter kost €3.000. Als die verkeerd wordt schoongemaakt, is die direct kapot. Dat gebeurt helaas regelmatig.

Ook al die stekkers en kabels kunnen storingen veroorzaken. Als een kabel niet goed in het kastje zit, werkt de meting niet goed, terwijl dat makkelijk te voorkomen zou moeten zijn.

Interviewer: Zijn er volgens u vitale functies die moeilijk draadloos te monitoren zijn?

Kinderarts IC: Goede vraag. Ik weet eerlijk gezegd niet wat technisch allemaal mogelijk is. Daar ben ik niet zo in thuis.

Interviewer: We zagen in het Radboud bij volwassenen dat sommige systemen werken met plakkers op de borst en data naar een soort horloge sturen. Maar zo'n horloge is te zwaar voor kinderen, daarom wordt bij hen gewerkt met een band om de buik.

Kinderarts IC: Ja, die ontwikkelingen gaan snel. Maar ik kan moeilijk beoordelen wat er technisch allemaal kan. Daar heb ik te weinig kennis voor.

Interviewer: Denkt u dat er rekening gehouden moet worden met het soort operatie bij het ontwerpen van zo'n systeem?

Kinderarts IC: Zeker. Denk bijvoorbeeld aan hartoperaties: kinderen hebben dan een groot litteken op de borst en drains in het littekengebied. Als je dan een band om de borst moet doen, werkt dat natuurlijk niet bij zo'n klein baby'tje van 3 kilo. Dat past dan gewoon niet.

Interviewer: Denkt u dat het zinvol is om ook beweging of slaap van een kind te meten?

Kinderarts IC: Ja, absoluut. Wij doen soms slaaponderzoek met polysomnografie. Dat betekent dat kinderen dan aan ontzettend veel draden liggen: EEG, ademhaling, alles wordt gemeten. Maar juist door die draden slapen ze vaak slecht, wat het onderzoek beïnvloedt.

Interviewer: Wat meet je bij zo'n polysomnografie precies?

Kinderarts IC: Je meet hersenactiviteit, ademhaling, en kijkt naar slaapstadia. Sommige kinderen ademen overdag prima, maar hebben 's nachts ernstige ademstilstanden. Dan zie je bijvoorbeeld dat het kind overdag heel moe is, zonder dat je meteen weet waarom.

Door zo'n slaapmeting kun je die nachtelijke ademhalingsproblemen opsporen en gericht behandelen, wat de kwaliteit van leven sterk verbetert.

Interviewer: Wat is volgens u nog belangrijk bij het ontwerpen van een draadloos systeem?

Kinderarts IC: Alarmdifferentiatie is cruciaal. We werken daar in het ziekenhuis ook actief aan. Verpleegkundigen krijgen nu zó veel valse alarmen dat ze bij het honderdste alarm in een dienst geneigd zijn om het te negeren. Dat is gevaarlijk.

We moeten dus systemen ontwikkelen die alleen alarmeren wanneer dat echt nodig is. Te veel alarmen leidt tot alarmmoeheid, maar je mag natuurlijk ook geen signalen missen. Dat evenwicht is essentieel.

## Transcript 7

Interviewer: Kunt u kort uw functie en ervaring binnen het ziekenhuis beschrijven?

Kinderchirurg: Ik ben als kinderchirurg gespecialiseerd in colorectale aandoeningen. Dat betekent dat ik de brug vorm tussen de kinder- en volwassenenzorg, omdat sommige kinderen met aangeboren aandoeningen ook op volwassen leeftijd nog zorg nodig hebben. Ik ben sinds 2010 chirurg en sinds zes jaar werkzaam binnen de kinderchirurgie.

Interviewer: Kunt u stap voor stap beschrijven hoe het monitoren van vitale functies bij kinderen nu in zijn werk gaat – zowel voor als na de operatie?

Kinderchirurg: De monitoring begint op de operatiekamer. Daar worden kinderen fysiek aan de monitor gekoppeld met draadjes: ECG, saturatie, beademing, diepteslaap, enzovoort. Na de operatie blijven ze vaak nog bedraad, afhankelijk van de situatie. Bij ons gaan de meeste kinderen na een operatie niet naar de IC, maar terug naar de verpleegafdeling. Op de IC zitten alleen de allerkleinsten of te vroeg geboren. Die blijven daar tot ze bijvoorbeeld 2 kg wegen. De kinderen waar wij naar kijken zijn meestal pasgeboren baby's zonder NICU-indicatie, maar die wel geopereerd moeten worden. Zij krijgen op de afdeling postoperatieve monitoring.

Interviewer: Welke vitale functies bewaakt u doorgaans na de operatie?

Kinderchirurg: Hartfrequentie, ademhaling, saturatie en temperatuur. Daarnaast kun je ook denken aan comfort of stress, bijvoorbeeld door zweten of onrust, maar dat wordt nog niet standaard gemeten. De vier eerstgenoemde zijn de belangrijkste en worden doorgaans continu gemeten.

Interviewer: Is er een moment waarop u overstapt van continue naar handmatige monitoring?

Kinderchirurg: Ja. Tijdens de operatie is het altijd continu. Na de operatie blijven kinderen meestal 1 à 2 dagen aan continue bewaking, afhankelijk van de zwaarte van de ingreep. Daarna schakelen we over op handmatige controles door verpleegkundigen, vaak drie keer per dienst van acht uur. Je ziet dus een overgang van intensieve naar minder intensieve monitoring. En in sommige gevallen zou je zelfs kinderen naar huis willen sturen met monitoring, zodat je ze op afstand in de gaten kunt houden. Dat zou een mooie uitbreiding zijn van de huidige zorg.

Interviewer: Wat is uw ervaring met de praktische nadelen van bedrade monitoring?

Kinderchirurg: Het is onhandig. Kinderen van drie maanden oud willen bewegen, maar zitten vast in kabels. Ouders trekken soms per ongeluk draadjes los. Fysiek contact en nabijheid tussen ouder en kind wordt bemoeilijkt. Minder bedrading zou die ouder-kindrelatie enorm kunnen bevorderen.

Ook voor verpleegkundigen zou het voordelen bieden, omdat ze ontlast worden van technische zorgtaken en zich meer kunnen richten op het kind zelf. Het zou ook mooi zijn als de monitoring doorloopt in de thuissituatie, net zoals dat bij volwassenen al gebeurt.

Interviewer: Zou u iets kunnen vertellen over draadloze monitoring zoals dat nu bij volwassenen wordt toegepast?

Kinderchirurg: Ja, volwassenen krijgen nu een soort horloge met plakkers. Dat apparaat monitort alles en zendt de informatie draadloos door. Maar het is best groot, bijna zo groot als een telefoon. Voor een kind van drie maanden is dat echt te zwaar en te onpraktisch.

Interviewer: Wat zou er moeten worden aangepast voor gebruik bij kinderen?

Kinderchirurg: Je moet echt nadenken over formaat en bevestiging. Een kastje of horloge is te groot voor een baby. Idealiter zou je een plakker hebben, zoals een pleister, die alles meet en verzendt. Zo min mogelijk fysieke belasting, vooral voor kinderen die nog niet kunnen praten of zindelijk zijn. Dan zijn ouders en verpleegkundigen verantwoordelijk voor de monitoring.

Interviewer: Zou het ook ingezet kunnen worden tijdens operaties?

Kinderchirurg: Voor zover ik weet is dat echt een ander traject. Het systeem waar we het nu over hebben is vooral voor na de operatie en op de afdeling. Tijdens de operatie wordt alles nog steeds bedraad en direct via de operatiemonitor gevolgd.

Interviewer: Wat zou een draadloos monitoringsapparaat kunnen verbeteren voor kinderen na de operatie?

Kinderchirurg: Het moet passend zijn: kinderen tussen 0 en 2 verschillen enorm in gewicht en postuur. Je moet dus iets ontwikkelen dat zowel voor een baby van 3 kg als voor een peuter van 15 kg werkt. Bijvoorbeeld iets dat op de rug of een been geplakt wordt, onafhankelijk van gewicht of grootte. Kinderen kunnen niet zeggen hoe ze zich voelen. Dus extra informatie, zoals beweging of gedrag, zou ons kunnen helpen. Nu kijken we vooral naar non-verbale signalen zoals houding, beweging of onrust. Als een kind stil ligt, worden we vaak juist alert. Misschien zou een bewegingsindicator ons kunnen waarschuwen als een kind ineens veel minder actief wordt. Dat kan ons helpen om eerder in te grijpen. Dat soort informatie kan dus zeker aanvullend zijn op de standaard monitoring.

Interviewer: Verschilt het gewenste type monitoring afhankelijk van het type operatie?

Kinderchirurg: Binnen de buikoperaties zijn de indicaties vaak gelijk. Of het nu gaat om een Hirschsprung-operatie of een andere aangeboren afwijking, het betreft allemaal buikingrepen. Daarvoor gelden vergelijkbare postoperatieve risico's en dus dezelfde monitoringbehoeften.

Interviewer: Wat verwacht u van de gebruiksvriendelijkheid van een draadloos monitoringsapparaat? Denk aan batterijduur, afleesbaarheid, installatiegemak, verbinding via wifi of bluetooth.

Kinderchirurg: Ik weet niet precies hoe de signalen werken, maar het lijkt me ideaal als je geen aparte batterij hoeft te wisselen. Als het wel moet, dan zou een batterijduur van minstens twee dagen prettig zijn. Vier dagen zou nog beter zijn, zodat het de gemiddelde ziekenhuisopname kan overbruggen. In sommige situaties zou een makkelijk verwisselbaar systeem ook een oplossing zijn, zolang het eenvoudig op te laden is. Er bestaan wel borstbanden zoals bij sporthorloges, maar kinderen groeien snel. Je hebt dan verschillende maten nodig, en dat is logistiek en financieel lastig.

Interviewer: Ziet u belemmeringen voor bedrijven om dit soort apparaten voor kinderen te ontwikkelen?

Kinderchirurg: Ja, de markt voor kinderen is klein. Waar we bij volwassenen honderden procedures doen, doen we bij kinderen er misschien veertig. Bedrijven vinden het daardoor minder rendabel om speciale kinderproducten te ontwikkelen. Dat merk je bijvoorbeeld ook bij operatierobots: er is weinig stimulans om ze te verkleinen voor kinderen.

Interviewer: Wat zou voor u als chirurg nodig zijn om succesvol met een draadloos monitoringsapparaat te kunnen werken?

Kinderchirurg: Integratie met bestaande software is essentieel. Ik kan nu wel via een app (EPIC) patiëntgegevens bekijken, maar dat is handmatig ingevoerd door verpleegkundigen. Het zou ideaal zijn als ik realtime toegang heb tot de meetwaarden van een kind. Als er een afwijking is, zou er automatisch een melding moeten komen. Nu staan verpleegkundigen continu in contact met de monitor en zien ze alles op schermen aan de post. Als we naar draadloze monitoring gaan, moet dat systeem die controlefunctie overnemen – inclusief alarmfuncties. Dat is belangrijk voor patiëntveiligheid en gebruiksgemak.

Interviewer: Zijn er vitale functies die volgens u moeilijk te meten zijn via een plakker of draadloos systeem?

Kinderchirurg: Saturatie en hartslag zijn vrij makkelijk te meten. Mijn telefoon of horloge kan dat ook al. Maar of je dingen als stress goed kunt meten is nog de vraag. Spierspanning bijvoorbeeld zou

nuttig kunnen zijn bij complicaties na een buikoperatie, maar dat lijkt me technisch lastig om goed te meten.

Interviewer: Heeft u eerder een implementatie van een nieuw medisch hulpmiddel meegemaakt?

Kinderchirurg: Ja, dat was een tijdje geleden. Het proces duurde zeker twee jaar. Zelf was ik daar niet actief bij betrokken, maar ik merk wel dat patiënten klagen over draden. De verpleegkundigen weten daar het meeste van, want zij werken er dagelijks mee.

Interviewer: Heeft u destijds ondersteuning vanuit het management ervaren bij die implementatie?

Kinderchirurg: Het management laat het meestal aan artsen en verpleegkundigen over. Ze zullen niet direct op de werkvloer ondersteunen, maar spelen vooral een rol in investeringsbeslissingen. De uitvoering ligt echt bij de zorgverleners zelf.

Interviewer: Hoe zou de training voor een nieuw systeem eruit moeten zien?

Kinderchirurg: Als het systeem eenvoudig is, zal er niet veel training nodig zijn. De complexiteit zit vooral aan jullie kant: wat registreer je, hoe komt die data ergens terecht, en hoe ga je daarop reageren? Voor de zorgverlener zou het in de praktijk nauwelijks anders zijn dan nu: gewoon draadloos in plaats van bedraad.

Interviewer: Hoe ervaart u de houding van het personeel tegenover innovaties?

Kinderchirurg: Over het algemeen zeer positief. In een academisch ziekenhuis zijn mensen gewend aan veranderingen, nieuwe ideeën en onderzoeken. Dat hoort bij het werkklimaat hier. In andere ziekenhuizen kan dat misschien anders zijn, maar ik ervaar hier weinig weerstand.

## Transcript 8

Interviewer: Zou u uw rol kunnen beschrijven bij de implementatie van innovaties binnen het ziekenhuis?

Projectleider implementatie: Wanneer er een vraag komt om een probleem op te lossen, probeer ik het probleem eerst goed in kaart te brengen en vervolgens te kijken of de oplossing in een sensor zit. Daarna betrek ik de juiste mensen: bijvoorbeeld fysiotherapeuten, klinisch fysici, medische technologie, ICT, juridische zaken, inkoop, enzovoort. Iedereen krijgt zijn eigen taak: ICT regelt de server en netwerkverbindingen, medische technologie beheert het systeem, juridische zaken bekijken de privacy en stellen contracten op, en inkoop verzorgt het contact met leveranciers. Vervolgens doorloop je alle stappen in het ziekenhuis, zoals de kledingcommissie of de ICT-commissie. Iedereen moet aangehaakt worden om gezamenlijk tot een implementatie te komen. Mijn taak is ook om het werkproces van de huidige naar de toekomstige situatie in kaart te brengen. Wat is de nulmeting? Wat wil je verbeteren? En hoe ga je dat meten? Artsen en verpleegkundigen moeten dat uiteindelijk vertalen naar medische protocollen. Ik blijf bij de implementatie betrokken totdat het loopt en de kinderziekten eruit zijn. Daarna maken we samen een evaluatieplan. Het doel is dat ik als technisch geneeskundige in consult word gevraagd als er technische vragen spelen. Ik probeer zo veel mogelijk multidisciplinair samen te werken. Sommige afdelingen hebben hun eigen technische ondersteuning, maar bij nieuwe of complexere sensoren komt het bij mij terecht. Dan moeten er processen worden ontworpen rondom technologie die nog niet eerder is toegepast. Denk aan draagbare of intensieve sensoren zoals Gabels. Mijn taak is dan om die vormpjes of processen eromheen goed te organiseren.

Interviewer: Hoe ondersteunt het ziekenhuismanagement de implementatie van technologie?

Projectleider implementatie: Ik heb een leidinggevende, hij is marketingmanager van medische technologie. Hij is ook oprichter van het innovatielab en beslist mee welke implementaties we gaan

uitvoeren. Hij houdt zich bezig met de strategie. We vallen onder ICMT en hebben ook een bedrijfskundig manager die naar het budget kijkt. Grote investeringen gaan via de investeringscommissie. Ik heb daarnaast een aparte rol omdat ik van een nieuwe afdeling ben en in theorie geen directe manager heb.

Interviewer: Wat doet het management buiten uw team om medewerkers te stimuleren technologie toe te passen?

Projectleider implementatie: Er komt een fysieke demonstratieruimte, waar medewerkers nieuwe apparaten kunnen zien en ervaren. Het idee is dat dit inspireert tot innovatie. Daarnaast stimuleert het ziekenhuis technologische innovatie ook via de strategische agenda en landelijke programma's zoals het IZA-akkoord en de Slimme Zorg Estafette.

Interviewer: Zijn er op dit moment middelen beschikbaar om draadloze sensoren bij baby's te implementeren?

Projectleider implementatie: Ik werk nu aan een vergelijkbare implementatie voor volwassenen. Als dat goed werkt, denk ik dat het principe ook toepasbaar is op kinderen. Wat nog onderzocht moet worden, is of de algoritmes kloppen en of er andere veiligheidseisen gelden. Bij kinderen spelen natuurlijk ook andere factoren mee, zoals lichaamsgrootte, beweeglijkheid en huidgevoeligheid. Je hebt te maken met een enorme diversiteit binnen de leeftijdsgroep 0 tot 2 jaar, van prematuren tot baby's van zes maanden oud.

Interviewer: Zijn er leeftijdsgroepen binnen de 0–2 jaar waarbij u verwacht dat draadloze monitoring beter toepasbaar is dan bij andere?

Projectleider implementatie: Ik denk dat het bij kinderen vanaf ongeveer een half jaar tot twee jaar prima zou moeten kunnen, mits de technologie is goedgekeurd. Onder die leeftijd weet ik het niet precies; daar komt veel kijken bij bijvoorbeeld prematuren. Maar als de klinisch fysicus meekijkt naar de veiligheidseisen, zie ik het wel als haalbaar.

Interviewer: U gaf eerder aan dat u vaak mensen aanhaakt bij projecten. Hoe bepaalt u wie u betreft bij de implementatie?

Projectleider implementatie: Ik stel een overzicht op van alle betrokken afdelingen en personen. Afdelingshoofden, artsen, cliëntenraden, facilitair personeel – iedereen die invloed heeft of geraakt wordt. Medische technologie is altijd onderdeel van het kernteam. Zelfs schoonmaakdiensten kunnen relevant zijn, afhankelijk van het type technologie.

Interviewer: Hoe ver bent u momenteel met het implementatieproces van het huidige project?

Projectleider implementatie: We hebben besloten welke toetsenborden we gaan gebruiken. Volgende week hebben we een afspraak met Philips over het contract. De proefplaatsing staat gepland na de zomer. In die fase gaan we testen bij patiënten.

Interviewer: Hoe betreft u medewerkers bij de implementatie? Test u of het past bij hun werkwijze?

Projectleider implementatie: Ja, we laten het bewust in de groep ontstaan. We hebben ook gekeken naar hoe het in andere ziekenhuizen gaat. We denken aan een model waarbij verpleegkundigen zes keer per dag de gegevens bekijken. Het is geen real-time bewaking; dat kan deze sensor niet aan. Maar wel monitoring op vaste momenten, bijvoorbeeld tijdens overdrachten. We gaan nog bekijken of die vaste momenten haalbaar zijn. Bijvoorbeeld, 6 uur 's ochtends is misschien geen goed moment als dat midden in het ontbijt valt. Dat soort zaken moeten we afstemmen met de verpleegkundigen. Misschien moeten ze zelf kiezen welk tijdstip past.

Interviewer: Hoe zorgt u ervoor dat de adoptie van nieuwe technologie duurzaam is?

Projectleider implementatie: We gebruiken een adoptiemodel. In het begin zie je vaak enthousiasme, maar daarna zakt het in. Door op vaste momenten te evalueren, kun je dat effect tegengaan. Die evaluaties helpen om het niveau weer omhoog te brengen. Je wilt uiteindelijk dat het gebruik zo stabiel en hoog mogelijk blijft. Door medewerkers ruimte te geven om het systeem op hun eigen manier in te passen in het werkproces, verhoog je het draagvlak. Elke evaluatie helpt daarbij. Je blijft het systeem levend houden. Een ander belangrijk punt is dat je niet bij elke meting direct actie onderneemt. Bij continue hartslagmeting leidt maar een klein deel van de gevallen tot een interventie. Je moet voorkomen dat mensen daardoor minder gaan kijken of selectief gaan monitoren. Dat is ook iets om rekening mee te houden.

Interviewer: Hoe bepaalt u of alle patiënten gemonitord moeten worden, of slechts een selectie?

Projectleider implementatie: Je moet goed kijken naar het doel van je methode en of het werkproces daarbij aansluit. Is het erg als niet alle patiënten worden gemonitord? Of wil je juist een selectie maken? We starten met een volledige proefplaatsing, dus bij alle patiënten, en evalueren daarna of het minder breed toegepast kan worden.

Interviewer: Heeft u het idee dat verpleegkundigen openstaan voor het gebruik van nieuwe technologieën zoals draadloze monitoring?

Projectleider implementatie: Over het algemeen wel. Zeker op de afdeling waar we nu mee werken. Daar werken goed opgeleide professionals die echt hart voor de patiëntenzorg hebben. Tegelijkertijd zie je dat de werkdruk op verpleegafdelingen stijgt. Patiënten worden sneller ontslagen met thuismonitoring en wie nog in het ziekenhuis ligt, is vaak ernstiger ziek. Er ligt dus meer druk op minder tijd. Technologie kan helpen door vroegtijdig verslechtering te signaleren en zo werkdruk te verlagen.

Interviewer: Wat zijn volgens u nog belangrijke aandachtspunten voor succesvolle implementatie bij jonge kinderen?

Projectleider implementatie: Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen bewaken en monitoren. Op de IC bewaak je real-time, maar op de verpleegafdeling monitor je op basis van data. Bij home monitoring zijn de veiligheidseisen nog niet altijd helder. In de handleiding van het apparaat dat we nu gebruiken, staan veel exclusiecriteria zoals onderkoeling, hypertensie, diabetes en zelfs verslechterende patiënten. Dat zijn juist de mensen die je wilt monitoren. De praktijk wijkt dus af van de 'intended use'. Wat ik echt mis zijn goede validatiestudies gericht op klinische praktijk. Nu wordt vooral gekeken of een apparaat technisch net zo goed is als een ander. Maar dat zegt weinig als je het niet test op echte patiënten, bijvoorbeeld direct na een operatie met een lage lichaamstemperatuur.

Interviewer: Wat is er nodig om verpleegkundigen goed te trainen in het gebruik van deze technologie?

Projectleider implementatie: Verpleegkundigen moeten begrijpen welke risico's er aan een apparaat zitten. Fabrikanten dekken zich juridisch in met vage gebruiksvoorwaarden. Wij moeten als ziekenhuis duidelijk weten wat de beperkingen zijn, zodat we dat kunnen overbrengen aan het zorgpersoneel. Maar het moet wel op een manier die voor hen haalbaar is. Ze hebben al veel verantwoordelijkheden: medicatie, ontslag, administratie. Daarom ontwikkelen we met ons Sensor Interactie Lab trainingsvormen om risico's op een visuele en begrijpelijke manier over te brengen. Andere ziekenhuizen bewaken vooral — en dat kan deze sensor niet. Wij willen echt naar een monitoringsaanpak. Dat vraagt minder tijd van het personeel en voorkomt dat ze 60 alarmen per patiënt per dag moeten verwerken.

Interviewer: Wat zijn volgens u de grootste knelpunten bij real-time bewaking van patiënten?

Projectleider implementatie: Een groot probleem is dat je patiënten moeilijk mobiel kunt houden als ze bewaakt worden. De alarminstellingen zijn vaak niet goed ingesteld, en daar moet dus echt wat aan gebeuren. Zowel bij de instellingen als bij het ontwerp van de apparaten zelf moet verbetering komen. Het doel is uiteindelijk dat we veel breder gaan monitoren: niet alleen hartslag of ademhaling, maar ook signalen van stress, nierfalen of andere verslechtingen. Dat moet goed passen in het werkproces en afgestemd zijn op het doel. Bewaken is niet altijd de juiste oplossing.

Interviewer: Zijn er voorbeelden uit andere ziekenhuizen waar vergelijkbare systemen worden gebruikt?

Projectleider implementatie: In Rijnstate lopen ze bijvoorbeeld rondes met een intensivist die meekijkt met bepaalde patiënten via monitoring. In Almelo zijn ze daar juist helemaal mee gestopt. Een ziekenhuis bij de longafdeling van volwassenen is net begonnen. Radboud doet ook iets met mobiele monitorpatiënten. Groningen monitort alleen binnen onderzoeksverband. Iedereen doet het anders. Er is nog geen uniforme aanpak in Nederland. We moeten als land echt gaan nadenken over wat past in ons systeem. Uiteindelijk wil je naar een richtlijn: zo implementeer je het verantwoord.

Interviewer: Wat is de situatie in het buitenland, specifiek voor kinderen?

Projectleider implementatie: Buiten de NICU zie je bij kinderen nog weinig toepassingen. In Canada (Montreal) en Noorwegen zijn er projecten, bijvoorbeeld vanuit het '24/7 monitoring' principe, maar het blijft beperkt. In Europa lopen we nog behoorlijk achter.

Interviewer: Waarom is er gekozen voor samenwerking met Philips voor de implementatie?

Projectleider implementatie: We gebruiken nu al een bewakingssysteem van Philips. Met een kleine update kunnen we hun ICT-monitoringsysteem activeren, zonder nieuw systeem aan te schaffen. Dat maakt het proces veel eenvoudiger. Philips werkt ook toe naar een open access-platform waarin je eigen algoritmes kunt draaien. Dat is aantrekkelijk, want dan kunnen we sensoren onafhankelijk van software koppelen. Andere aanbieders vereisen vaak dat elke sensor zijn eigen software gebruikt. De keuze voor Philips is dus vooral praktisch en toekomstgericht: open software, snelle integratie, en minder afhankelijkheid van specifieke leveranciers.

Interviewer: Wat weet u over batterijduur als aandachtspunt bij draadloze monitoring?

Projectleider implementatie: De batterijduur is een belangrijk knelpunt. Bij sommige apparaten, zoals de vingerclip van Philips, moet je dagelijks opladen. Er bestaan ook oorclips met een batterijduur van 20 uur, maar dat past niet in het werkproces. We willen toe naar een programma van eisen voor functionaliteit, niet alleen technisch. Bijvoorbeeld: wil je iets dat vier uur meegaat voor de spoedeisende hulp, of wil je drie dagen batterijduur voor langdurige opname? Ook bij afnemende batterijcapaciteit moet het systeem betrouwbaar blijven.

Interviewer: Zijn er beperkingen bij het gebruik van de Philips-sensor, bijvoorbeeld qua meetduur of gebruiksvoorwaarden?

Projectleider implementatie: Ja. Philips geeft bijvoorbeeld aan dat het apparaat maar 14 dagen gebruikt mag worden, terwijl het technisch gezien 28 dagen mee zou kunnen. Ze doen dit omdat het apparaat alleen is gevalideerd voor 14 dagen. Daarna moet het dus officieel weggegooid worden, ook al werkt het nog.

Interviewer: Wordt hetzelfde device voor alle afdelingen gebruikt, of zijn er verschillende types nodig?

Projectleider implementatie: Het device dat we nu gebruiken is bedoeld voor chirurgisch-oncologische verpleegafdelingen. Het meet ademhaling, hartslag en saturatie. Het doet dat één keer per minuut en stuurt data elke vijf minuten. Daarmee kun je bijvoorbeeld geen hartritmestoornissen detecteren. Bij operaties heb je een heel ander doel. Daar heb je realtime monitoring nodig — bijvoorbeeld voor

bloeddruk, zuurstof en beademingsinstellingen. Deze Philips-sensor is daar niet voor geschikt. Daar zijn andere systemen voor nodig, zoals Checkpoint of conventionele bedrading.

Interviewer: Wat willen jullie medisch gezien precies detecteren met dit systeem?

Projectleider implementatie: We willen verslechtering over tijd eerder herkennen, bijvoorbeeld bij infectieuze complicaties. Het is niet bedoeld voor acute interventie zoals bij een ritmestoornis. We hopen dat vroegtijdige detectie uiteindelijk leidt tot minder ernstige complicaties.

Interviewer: Heeft het gebruik van draadloze monitoring invloed op de patient journey?

Projectleider implementatie: Zeker. In een draadloze situatie krijg je andere stappen: je moet het apparaat opladen, aan- en afkoppelen. Dat zijn kleine veranderingen, maar ze beïnvloeden het zorgproces. Hoe dit precies uitpakt voor kinderen weten we nog niet.

Interviewer: Zijn er beperkingen in de geldigheid of duur van gebruik bij de Philips-sensor?

Projectleider implementatie: Philips geeft aan dat je na 14 dagen moet stoppen met meten, ook al kan het apparaat technisch gezien 28 dagen mee. Dat komt omdat ze het alleen hebben gevalideerd voor 14 dagen. Daarna moet het officieel de prullenbak in, wat natuurlijk zonde is.

Interviewer: Wordt dit device voor meerdere toepassingen ingezet of alleen op specifieke afdelingen?

Projectleider implementatie: Voor deze proefplaatsing gebruiken we het op een chirurgisch-oncologische verpleegafdeling. Het is geen ECG; het meet ademhaling, hartslag en saturatie elke minuut, en stuurt elke vijf minuten data door. Dat is niet geschikt voor ritmestoornissen of acute situaties zoals op de IC of tijdens een operatie. Tijdens operaties heb je veel meer realtime gegevens nodig. Daarvoor is dit apparaat niet bedoeld. Er zijn andere systemen, zoals Checkpoint, die wel geschikt zijn voor zulke doeleinden. En er moet ook rekening worden gehouden met bijvoorbeeld elektrische snij-instrumenten die kunnen storen met draadloze apparatuur.

Interviewer: Wat willen jullie precies detecteren met dit systeem?

Projectleider implementatie: Het apparaat meet ademhaling, hartslag en saturatie. We willen verslechtering over tijd detecteren, zoals een beginnende infectie. Het doel is niet om acute situaties zoals hartstilstand direct op te merken, maar juist om eerder in te grijpen voordat het zo ver komt.

Interviewer: Welke impact heeft draadloze monitoring op de patient journey?

Projectleider implementatie: Draadloze monitoring verandert een aantal praktische zaken: je moet opladen, koppelen, afkoppelen. Dat beïnvloedt de workflow. Een andere student is nu bezig met het uitwerken van hoe de patiëntreis verandert bij thuismonitoring. Dat is ook relevant voor ons project.

Interviewer: Hebben jullie de ambitie om nog meer vitale functies te meten, zoals bloeddruk of temperatuur?

Projectleider implementatie: We kijken wat het minimale is wat we moeten meten voor ons doel. Hartslag en ademhaling zijn goed voor het detecteren van infecties. Temperatuur blijkt in de praktijk vaak pas laat te stijgen. We denken er zelfs over om die niet meer standaard mee te nemen in thuismonitoring. Traditioneel zijn deze parameters gekozen op basis van wat er technisch beschikbaar was (thermometer, bloeddrukmeter, saturatiemeter). Nu willen we eigenlijk van consensus- naar datagedreven keuzes. Daar zit nog veel ruimte voor verbetering.

Interviewer: Zijn er grote verschillen tussen type operaties als het gaat om wat je zou moeten meten?

Projectleider implementatie: Absoluut. Bij een blaasoperatie is de urine-output bijvoorbeeld heel belangrijk. Bij hersenchirurgie zou je eerder kijken naar neurologische functies of beweging. Bij een longoperatie wil je juist goed de saturatie monitoren. Het hangt dus sterk af van het type ingreep wat je moet meten.

Interviewer: Wat zijn op dit moment de grootste uitdagingen bij het monitoren van vitale functies?

Projectleider implementatie: Alarminstellingen. Als je wilt bewaken, moet je bepalen: wanneer gaat er een alarm af? En als je monitort: wat doe je met de data? Dat proces is lastig. Wanneer onderneem je actie? Wie kijkt wanneer naar de metingen? Dat gaan we stap voor stap uitwerken met artsen en verpleegkundigen.

Interviewer: Heeft het instellen van goede alarmen ook invloed op adoptie en implementatie?

Projectleider implementatie: Ja, zeker. Als de alarminstellingen slecht zijn, krijg je slechte implementatie en lage adoptie. Als ze goed zijn ingesteld, helpt dat enorm bij het draagvlak. Uiteindelijk hangt het succes daarvan af.

## Transcript 9

Interviewer: Zou u kort kunnen vertellen wat uw functie en ervaring binnen het ziekenhuis is?

Verpleegkundige 2: Ik ben sinds vorig jaar kinderverpleegkundige en werk hier nu twee jaar. Daarvoor heb ik vijf jaar gewerkt op de volwassenafdeling, op interne geneeskunde en oncologie. Daarvoor heb ik altijd in de thuiszorg gewerkt.

Interviewer: Zou u stap voor stap kunnen beschrijven hoe het monitoren van vitale functies bij kinderen tussen 0 en 2 jaar momenteel in zijn werk gaat?

Verpleegkundige 2: Als wij een opname krijgen, zoals net een tweeling vanuit de neonatologie, dan is het afhankelijk van de situatie of er monitoring nodig is. Niet elke kamer heeft standaard een monitor, dus we pakken dan een monitor uit de voorraad en sluiten die handmatig aan. We gebruiken een Philips-monitor op wieltjes. Die moet worden aangesloten op het stopcontact, een netwerkaansluiting en nog een extra aansluiting. Dan moet het juiste kamernummer worden geselecteerd, zodat het signaal ook doorkomt op de centrale of de telefoon. Dat moet allemaal handmatig gebeuren. Op de acute kamer hangt een vaste monitor. Als een kind daar wordt binnengebracht, gaat de registratie automatisch door. Als het kind daarna wordt opgenomen, moeten we opnieuw alles handmatig instellen.

Interviewer: Welke vitale functies bewaakt u doorgaans?

Verpleegkundige 2: Dat verschilt per situatie. Bij kinderen tussen 0 en 2 jaar kijken we meestal naar hartactie, ademhaling en saturatie. Als het kind bijvoorbeeld bradycardiëen heeft (dalingen in hartactie), dan letten we daar specifiek op. Als het om observatie gaat, meten we meestal alle drie: hartactie, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie. Temperatuur meten we niet standaard met een sensor, zoals op de neonatologie. Wij doen dat bij verschoning, bijvoorbeeld rectaal of via een oorthermometer. Bij ons zijn de kinderen doorgaans stabiel en kunnen ze hun temperatuur beter zelf reguleren.

Interviewer: Zit er een verschil tussen jullie afdeling en de neonatologie?

Verpleegkundige 2: Ja. Op de neonatologie liggen echt de kwetsbare, pasgeboren baby's. Daar worden alle vitale functies continu gemeten. Als ze stabiel genoeg zijn, komen ze naar ons. Bij ons noemen we de kinderen vaak de 'gezonde groeiers'. Die hoeven niet altijd continu gemonitord te worden.

Interviewer: Welke apparatuur wordt er gebruikt om de functies te meten?

Verpleegkundige 2: We gebruiken Philips-monitoren, die zijn in het hele vrouw-kindcentrum gelijk. Op sommige afdelingen zijn ze vast, bij ons zijn ze vrijdbaar, omdat niet elke patiënt monitoring nodig heeft. De elektroden bestaan uit drie plakkers op het bovenlichaam. Daarmee meten we hartactie en ademhaling. Voor saturatie gebruiken we een bandje om de voet. Bij jonge kinderen gebruiken we liever geen wegwerpbandjes, want die moeten vaker verwisseld worden en kunnen de huid beschadigen. Voor jonge kinderen gebruiken we een speciaal klein bandje met een elastiekje om hem goed te fixeren. Bij oudere kinderen, zoals van vier of vijf jaar, plaatsen we het saturatiebandje liever aan de teen dan aan de vinger, omdat ze veel met hun handen bewegen en het bandje er dan snel afgaat.

Interviewer: Verschilt het ook per type operatie welke functies worden gemeten?

Verpleegkundige 2: In principe zijn het meestal dezelfde drie functies: hartactie, ademhaling en saturatie. Maar het hangt af van de situatie. Als iemand net terugkomt van de uitslaapkamer en we twijfelen, dan meten we bijvoorbeeld alleen de saturatie. Als iemand suf is en we weten niet waarom, sluiten we alles aan. Het is dus vaak op basis van inschatting of op aanwijzing van de arts. Niet iedereen krijgt standaard alle metingen.

Interviewer: Bij Radboud wordt draadloze monitoring al toegepast bij volwassenen. Stel dat zo'n draadloos apparaat bij kinderen wordt geïntroduceerd, hoe zou dat dan de patiëntreis veranderen?

Verpleegkundige 2: Bij kinderen van 0 tot 2 jaar ligt dat iets anders, want zij liggen toch meestal in een wieg of bij ouders. Daar speelt mobiliteit minder een rol. Ouders doen ook veel van de zorg zelf. Bij oudere kinderen, van 4 of 5 jaar, zou het veel meer verschil maken. Die kinderen lopen graag rond en worden nu beperkt doordat ze vastzitten aan een bekabeld systeem. Wij kunnen nu geen bewaking houden als ze de kamer verlaten.

Interviewer: Wat zou er moeten veranderen aan het apparaat om het geschikt te maken voor kinderen?

Verpleegkundige 2: Kinderen reageren vaker op plakkers, vooral de bruine pleisters. We hebben nu verschillende maten elektrodes, ook voor baby's. Ik denk dat als je iets draadloos ontwikkelt, het goed moet worden bevestigd. Baby's trekken dingen makkelijk los en ouders bij het verschonen ook.

Verpleegkundige 2: Voor kinderen moet het apparaat licht zijn. Een groot blok aan een arm is geen optie. En het moet kindvriendelijk zijn: misschien iets met een afbeelding of iets dat afleidt. Je wilt voorkomen dat kinderen zich druk maken over de cijfers die ze zien.

Interviewer: Denkt u dat draadloze monitoring de zorgkwaliteit kan verbeteren?

Verpleegkundige 2: Ik denk van wel. Vooral bij oudere kinderen geeft het meer vrijheid. Ze kunnen makkelijker bewegen zonder beperkt te worden door draden. Dat helpt bij herstel en comfort.

Interviewer: Hebben jullie last van kabels of storingen?

Verpleegkundige 2: De kabels zitten boven het bed, dus het valt mee. Maar het zijn wel drie kabels, en je moet ze in de juiste poort steken — bijvoorbeeld de juiste kameraansluiting. Als je dat verkeerd doet, komt de data niet goed door.

Interviewer: Wat zou voor jullie belangrijk zijn in de gebruiksvriendelijkheid van een draadloos apparaat?

Verpleegkundige 2: We werken nu met onze eigen telefoons, waarop we alarmen van de monitoren krijgen. Alles is gekoppeld via het wandpaneel. Als het draadloos wordt, moet je alsnog tijdige meldingen krijgen, en alles moet zichtbaar blijven op de centrale en op de telefoon. Qua werking is Philips op zich prima, alleen dat vaste wandpaneel is het grootste nadeel.

Interviewer: Welke vitale functies denkt u dat lastig zijn om draadloos te monitoren?

Verpleegkundige 2: Dat hangt af van hoe het apparaat werkt. Als je bijvoorbeeld saturatie via een bandje om de vinger meet, moet dat stevig zitten. Kinderen zijn beweeglijk en trekken het snel los. Maar als het goed vastzit, zou het prima draadloos kunnen werken. Een kastje op de borst is misschien nog makkelijker dan iets aan de pols, zoals een horloge. Baby's kunnen sowieso moeilijk iets dragen aan een arm. Iets lichts dat vastzit met plakkers is praktischer.

Interviewer: Heeft u ervaring met draadloze monitoring via studies, bijvoorbeeld de Bambi Belt?

Verpleegkundige 2: Ja, via de studie komen ze soms vragen welke kinderen geschikt zijn. Als het kind met ontslag gaat, halen we het apparaat weer weg. In mijn ervaring werkt het goed en kinderen lijken er weinig last van te hebben. Geen getrek aan kabels of afleiding.

Interviewer: Heeft draadloze monitoring invloed op ouder-kindcontact?

Verpleegkundige 2: Jazeker. Ouders zijn nu soms terughoudend. Ze vragen zich af of ze het kind mogen loskoppelen voor een flesje. Of ze geven voeding terwijl het kind nog aan de monitor ligt. Als dat draadloos is, kan dat contact veel natuurlijker verlopen.

Interviewer: Denkt u dat draadloze monitoring de werkdruk kan verlagen?

Verpleegkundige 2: Dat zou kunnen. Op rustige dagen zijn er niet veel kinderen aan de monitor, maar op drukke dagen zit het hele scherm vol. Dan moet je vaak helpen met aan- en afkoppelen, bijvoorbeeld voor toiletbezoek of voeding. Dat kost tijd. Aan de andere kant is dat ook een moment van contact met ouders. Maar op drukke dagen of als je bij een acute opname staat, zou draadloos zeker tijd schelen.

Interviewer: Zouden kinderen baat hebben bij continue draadloze monitoring in plaats van metingen op bepaalde momenten?

Verpleegkundige 2: Dat hangt af van de situatie. Als een kind stabiel is, mis ik het niet als ze even niet gemonitord zijn. Maar soms zie je pas ná de voeding bijvoorbeeld een daling in saturatie. Als ouders dan vergeten opnieuw te koppelen, mis je die data.

Interviewer: Heeft u wel eens een implementatie van een nieuw hulpmiddel meegemaakt?

Verpleegkundige 2: Ja, de DynaMap. Vroeger moesten we bloeddruk en gegevens handmatig invoeren. Nu scannen we een bandje en komt het automatisch in het systeem. Dat scheelt veel tijd en voorkomt fouten.

Interviewer: Hoe werd die implementatie destijds geïntroduceerd?

Verpleegkundige 2: Dat was toen ik nog op de volwassenafdeling werkte. Hier op de afdeling krijgen we implementaties via de nieuwsbrief en het grote mededelingenbord. Daar staat alles op, inclusief pilots en stages. We worden via die weg goed geïnformeerd.

Interviewer: Hoe ervaart u de ondersteuning vanuit het management bij het uitproberen van nieuwe technologieën?

Verpleegkundige 2: Ik sta daar wat verder vanaf. Meestal horen we pas iets als het al goedgekeurd is en we het in de praktijk gaan gebruiken. Dan krijgen we bericht over de verandering. Maar ik heb wel het idee dat er op hoger niveau goed wordt meegedacht. Alleen weet ik zelf niet bij wie ik zou moeten zijn als ik iets zou willen implementeren.

Interviewer: Krijgt u vooraf training bij nieuwe producten of pilots?

Verpleegkundige 2: Dat hangt af van het product. Kleine dingen komen vaak via stagiaires, zoals nieuwe pyjama's of verzorgingsroutines. Voor grotere dingen zoals een nieuwe voedingspomp krijgen we uitleg op een scholingsdag. We oefenen dan met het apparaat en tekenen af dat we ermee kunnen werken. Bij een nieuwe monitor zou dat vermoedelijk ook zo gaan.

Interviewer: Hoe staat het personeel in het algemeen tegenover innovaties?

Verpleegkundige 2: Over het algemeen positief. Jongere collega's stappen er vaak makkelijker in dan degenen die al lang met een bepaald systeem werken. Maar uiteindelijk gaat iedereen wel mee. Er zijn altijd mensen die enthousiast voorop lopen en anderen die wat meer afwachten, maar ik heb nog nooit meegemaakt dat iemand echt weigerde mee te doen.

Interviewer: Zijn er volgens u randvoorwaarden waar echt aan voldaan moet worden voordat draadloze monitoring kan worden geïmplementeerd?

Verpleegkundige 2: Zeker. We hadden recent problemen met internet op onze telefoons waardoor alarmen niet goed doorkwamen. Voordat je volledig draadloos kunt werken, moet dat echt stabiel zijn. Je moet erop kunnen vertrouwen dat meldingen op je pieper én op het scherm binnenkomen.

Interviewer: Zou het zinvol zijn om ook slaap of beweging te monitoren bij jonge kinderen?

Verpleegkundige 2: Slaap misschien wel. Tijdens slaap zie je vaak dalingen, vooral bij baby's. Beweging vind ik lastiger; kinderen van 0 tot 2 bewegen altijd wel iets. Misschien dat anderen daar wat mee kunnen, maar wij kijken nu vooral klinisch: is een kind wakker, is er verhoogde hartactie of ademarheid? Als er een kind is met koortsstuipen of een insult, zou beweging of slaapmeting nuttig kunnen zijn. Maar voor het dagelijkse werk gebruiken we nu vooral observatie. Misschien verandert dat als je het gaat gebruiken en blijkt het waardevol te zijn. Voor nu doen we het met onze klinische blik.

## Transcript 10

Interviewer: Zou ik nog heel even kort herhalen wat ik voor onderzoek doe, of had je het al gelezen?

Anesthesioloog: Volgens mij wil je bij neonaten van nul tot twee contactloos monitoren. Mooie utopie, maar daar hebben zich al een aantal bedrijven op stukgebeten. Daar zitten wat haken en ogen aan, afhankelijk van de techniek. TU Eindhoven is daar al 15 tot 20 jaar mee bezig, samen met mensen uit het Catharina en Veldhoven.

Anesthesioloog: Misschien moet je eerst weten wat deze gek doet. Ik werk al tien jaar aan ontwikkeling van medische apparatuur: beademing voor neonaten en kinderen, maar ook monitoringsystemen. Ik werk samen met firma's zoals Philips om een ecosysteem van apparatuur te creëren waarin connectiviteit gestandaardiseerd is. Zo kunnen we alarmen samenbrengen en toepassen op kind-IC's.

Anesthesioloog: Daarnaast werk ik aan het nieuwe kinder-IC die over 1,5 jaar klaar moet zijn, en aan een Europees traject voor slimme alarmering. We bouwen algoritmes op gesimuleerde data. Je moet tenslotte weten of je alarminstellingen de juiste patiënten oppikken. Data zonder interpretatie is niks waard.

Anesthesioloog: Daarom werk ik ook bij de IT om het toekomstbestendige ziekenhuis te bouwen. Niet alleen datadelen, maar informatiedelen. Een waarde als “21 graden” zegt niks als je niet weet waar die sensor hangt. Wij zijn slecht in het vastleggen van die interpretatie. Daarom werken we met grote bedrijven aan betere data- en informatiemodellen.

Interviewer: Interessant

Anesthesioloog: Mooi, maar vergeet niet: je moet informatie vastleggen, niet alleen data. En daarvoor heb je dokters nodig die context snappen. Je kunt als data scientist geen betekenis toevoegen aan een datapunt dat je zelf niet begrijpt. Daarom moeten we onze informatie beter vastleggen in het EPD.

Anesthesioloog: Neem bijvoorbeeld: jij breekt je enkel. De diagnose is niet zo belangrijk. Jij wil weten: wanneer kan ik weer hockeeyen? Dat is de prognose. Maar die wordt nauwelijks vastgelegd. Daardoor is het ook moeilijk om goede voorspellende modellen te bouwen.

Anesthesioloog: En nog erger: het nationale datamodel bevat “prognose” niet eens. Dus we zijn met AI en data science iets aan het doen, terwijl de belangrijkste vragen niet gedocumenteerd zijn. Dat is waar het wringt.

Anesthesioloog: Ik ben dus wel dokter – anesthesioloog – maar met veel technische nevenrollen. Ik werk met kinderhartpatiënten op de IC. Verder ontwikkel ik software voor data-integratie en alarmering, ook Europees.

Interviewer: Oké duidelijk. Heb je zelf ook met draadloze monitoringssystemen gewerkt?

Anesthesioloog: Ik ken ze, maar heb er niet zelf mee gewerkt. Bijvoorbeeld: er zijn camerasystemen geweest die ademhaling/hartslag proberen te monitoren via huidveranderingen. Werkt niet goed, want het kind beweegt of ligt niet stil.

Anesthesioloog: Er is een bandje dat draadloos pols, saturatie en ademhaling meet. Bedoeld voor medium care, bijvoorbeeld vlak na geboorte bij moeder op de borst. Maar de systemen zijn nog niet stabiel genoeg voor intensieve zorg. Veel wearables zijn niet gevalideerd onder de tien jaar.

Interviewer: Dus veelbelovend, maar beperkt inzetbaar.

Anesthesioloog: Exact. Het verschil tussen monitoring en bewaking is cruciaal. Monitoring is trends volgen en bewaking is juist directe actie. Draadloos is voorlopig alleen bruikbaar voor monitoring, en dan alleen als je artefacten kunt uitmiddelen.

Anesthesioloog: De vraag is altijd: wat los je op? Bijvoorbeeld: draadloos klinkt mooi, maar je hebt vaak een aparte zender per parameter. Niet handig, zeker als je betrouwbaarheid verliest.

Interviewer: Zijn er specifieke problemen met bedrading?

Anesthesioloog: Ja. Draadjes beperken huid-op-huidcontact, troost en bewegen. Ouders kunnen hun kind moeilijk oppakken. Daar is draadloos beter. Maar draadloos betekent ook: het kind kan verplaatsen. Dan moet je wel weten waar het is. Dat maakt de workflow complexer.

Anesthesioloog: Zorg draait ook om logistiek. We plannen zorg rondom bed posities. Als een kind draadloos met ouders meeloopt naar een andere kamer zonder dat we het weten, kan dat gevaarlijk zijn.

Anesthesioloog: Draadloos is wel waardevol voor comfortzorg. Bijvoorbeeld: bij onrustige kinderen na een operatie, die je beter op schoot kunt troosten. Of bij ouders die hun kind graag dichtbij willen houden.

Interviewer: En bij de afdeling waar ze maar af en toe worden gemonitord?

Anesthesioloog: Daar is continu monitoring niet altijd nuttig. Je krijgt snel overload aan data en alarmsignalen, zonder extra informatie. Je moet echt weten: wat voegt het toe?

Interviewer: Welke parameters zijn essentieel na een operatie?

Anesthesioloog: Hartfrequentie, ademhalingsfrequentie, saturatie. Bloeddruk is moeilijk betrouwbaar. Temperatuur is alleen relevant bij jonge baby's of zieke kinderen. Voor de rest geldt: liever stabiliteit van metingen dan méér metingen.

Interviewer: Zijn er populaties waar draadloos wel echt goed zou werken?

Anesthesioloog: Zeker. Bijvoorbeeld te vroeg geboren baby's die op de medium care liggen. Ouders hebben daar veel zorgen. Draadloos monitoren helpt vertrouwen opbouwen en veilige ontslagmomenten bepalen. Daar zie ik echt potentie.

Interviewer: Maar postoperatief nul tot twee jaar?

Anesthesioloog: Kleine groep. Meestal grote ingrepen in academische centra met al goede monitoring. Daar is draadloos niet per se beter. Als je toch een doelgroep zoekt: denk aan 3 tot 6 jaar – veel kleine ingrepen, beweeglijke kinderen. Of de groep ex-prematuren op de medium care.

## Appendix D Codebook

| Thema                              | Groep                 | Code                                                                                                                                                                                                                                                            | Citaat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Huidige monitoring vitale functies | Vijf of meer functies | Hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie, bloeddruk en temperatuur (2 respondenten)                                                                                                                                                                   | “Dit is eigenlijk een controle paal en op die controle paal zit een bloeddrukband, de thermometer, de saturatiemeter en met die 3 instrumenten kun je eigenlijk de hartfrequentie, de ademhalingsfrequentie, de saturatie, de bloeddruk en de temperatuur meten.” (R1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                    |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 | “We monitoren in elk geval de ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie, hartfrequentie en ECG. Als het kind een arteriële lijn heeft, meten we ook de arteriële bloeddruk continu. Zonder zo’n lijn gebruiken we een manchet voor niet-invasieve meting.” (R6)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                    |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 | “Maar de basis staat eigenlijk altijd aan: hartslag, saturatie, ademhaling, non-invasieve bloeddrukmeting en temperatuur.” (R2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                    |                       | Hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie, bloeddruk, temperatuur én transcutane CO <sub>2</sub> of cerebrale saturatie of EEG of arteriële CO <sub>2</sub> of arteriële bloeddruk of end-tidal CO <sub>2</sub> of intracraniale druk (3 respondenten) | <p>“Dat zijn dan drie plakkers voor ECG, de saturatiemeter en zo nodig andere monitoring zoals transcutane CO<sub>2</sub>-meting, cerebrale saturatie, EEG-meting, en arteriële CO<sub>2</sub>-meting. En natuurlijk ook een arteriële bloeddrukmeting als dat nodig is – dus een invasieve bloeddrukmeting.” (R2)</p> <p>“Altijd hartfrequentie en ademhaling. Bij cardiochirurgie gebruiken we vaak een 12-leads ECG, soms zelfs 5-leads. Daarnaast meten we continu de bloeddruk via een arteriële lijn. Vaak meten we ook de centraal veneuze druk via een lange lijn. Vrijwel alle kinderen liggen aan de beademing, dus we meten ook de end-tidal CO<sub>2</sub>. Dat is eigenlijk standaard. Bij</p> |

|                                              |                          |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                          |                                                                                  | sommige kinderen meten we ook twee saturaties tegelijk, bijvoorbeeld preductaal en postductaal bij open ductus. Soms gebruiken we ICP-meting (intracraniele druk), maar dat komt weinig voor. Temperatuur meten we ook: zowel centraal als via de huid, bijvoorbeeld bij reanimaties of wanneer kinderen worden gekoeld met een cryo-deken.” (R5) |
|                                              |                          |                                                                                  | “Bij beademde kinderen meten we end-tidal CO <sub>2</sub> . Bij niet-beademde kinderen doen we transcutane CO <sub>2</sub> -meting via een plakker op de huid, net zoals bij een saturatiemeter.” (R6)                                                                                                                                            |
|                                              | Vier of minder functies  | Hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie (3 respondenten)            | “Alle kinderen tot 35 weken zwangerschapsduur worden continu gemonitord. We controleren dan ademhaling, saturatie en hartfrequentie.” (R3)                                                                                                                                                                                                        |
|                                              |                          |                                                                                  | “Bij ons op de afdeling monitoren we standaard hartslag, ademhaling en saturatie.” (R4)                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                              |                          |                                                                                  | “Als het om observatie gaat, meten we meestal alle drie: hartactie, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie.” (R9)                                                                                                                                                                                                                             |
|                                              |                          | Hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie en temperatuur (1 respondent) | “Hartfrequentie, ademhaling, saturatie en temperatuur.” (R7)                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Uitdagingen huidige monitoring technologieën | Uitdagingen met plakkers | Huidirritaties (2 respondenten)                                                  | “Ja, vooral bij kinderen met veel vocht of zwellingen. Dan moet je echt opletten met hoe je plakt. De saturatie is de lastigste meting.” (R5)                                                                                                                                                                                                     |
|                                              |                          |                                                                                  | “Ja, vooral bij transcutane CO <sub>2</sub> -metingen. Die pleisters moet je regelmatig verplaatsen om huidirritatie te voorkomen. Bij kwetsbare huid, bijvoorbeeld bij infecties of brandwonden, kunnen plakkers echt een probleem zijn.” (R6)                                                                                                   |

|  |  |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Plakkers plakken niet goed<br>(3 respondenten) | “Je hoeft die plakkertjes niet steeds van de huid te halen als ze niet goed zitten. Je hoeft ze ook niet opnieuw te plakken als er eentje los is gegaan. We hebben vaak meetproblemen met plakkertjes: zit het wel goed, zit er niet net wat uitscheiding of huidsmeer onder, is het sensortje vies geworden, is hij een beetje afgegleden?” (R2) |
|  |  |                                                | “Soms wel, vooral bij net geboren kinderen met veel huidsmeer of als kinderen op de borst van de moeder liggen.” (R3)                                                                                                                                                                                                                             |
|  |  |                                                | “En als ouders met babyolie gaan smeren, dan vallen de ECG-plakkers ook vaak af. Dan zeggen we: niet smeren op die plek. Maar dat gebeurt toch.” (R5)                                                                                                                                                                                             |
|  |  | Foutieve metingen<br>(2 respondenten)          | “De meeste storing komt door foutieve metingen bij bewegende kinderen. De monitor geeft dan een alarm op basis van grenswaarden, terwijl het kind gewoon speelt. 90% van de alarmen is vals, en het is aan ons om te beoordelen of het echt een probleem is. Als je goed kunt meten bij een bewegend kind, dan teken ik ervoor.” (R4)             |
|  |  |                                                | “Zeker. Een groot probleem bij kinderen is dat ze veel bewegen, waardoor je vaak foutieve registraties krijgt. Dat leidt tot veel valse alarmen.” (R6)                                                                                                                                                                                            |
|  |  |                                                | “Ook al die stekkers en kabels kunnen storingen veroorzaken. Als een kabel niet goed in het kastje zit, werkt de meting niet goed, terwijl dat makkelijk te voorkomen zou moeten zijn.” (R6)                                                                                                                                                      |
|  |  | Patiënten zijn te klein<br>(1 respondent)      | “Hoe kleiner ze zijn, hoe lastiger het wordt. Vooral prikken is een uitdaging. Soms hebben we maar één centrale lijn met twee lumens voor medicatie en voeding, en dan heb je geen aparte lijn over om                                                                                                                                            |

|  |                           |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|---------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                           |                                                          | centraal veneuze druk te meten. Dan laat je die meting maar zitten omdat medicatie toedienen belangrijker is.”(R5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|  | Uitdagingen met bedrading | Ouders kunnen niet gemakkelijk bij kind (4 respondenten) | “Ik denk van wel. De draden zijn vaak niet heel lang. Het zit soms allemaal door elkaar heen. Ik snap wel dat het een beetje vervelend kan zijn als je elkaar bijvoorbeeld een knuffel wilt geven en dat dat wat ongemak met zich meebrengt” (R1)                                                                                                                                                                                                          |
|  |                           |                                                          | “Ja, al die draden bij elkaar kunnen behoorlijk lastig zijn. Als een kind stil ligt, is het geen probleem. Maar zodra het kind actiever wordt of een ouder het kind wil oppakken, zitten de draden echt in de weg.” (R6)                                                                                                                                                                                                                                   |
|  |                           |                                                          | “Fysiek contact en nabijheid tussen ouder en kind wordt bemoeilijkt. Minder bedrading zou die ouder-kindrelatie enorm kunnen bevorderen.” (R7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|  |                           |                                                          | “Ja. Draadjes beperken huid-op-huidcontact, troost en bewegen. Ouders kunnen hun kind moeilijk oppakken.” (R10)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|  |                           | Draden worden losgetrokken (5 respondenten)              | “Of als ze al wakker zijn, die saturatiemeter is bijvoorbeeld makkelijk van de vinger af te halen, terwijl je bij die patiënt een saturatie juist goed wil blijven monitoren.” (R1)                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  |                           |                                                          | “In jullie doelgroep – kinderen van nul tot twee jaar – heb je te maken met grijpgrage handjes die alles wat uitsteekt los proberen te trekken. Ze bewegen veel. Dus het moet echt ‘hufterproof’ zijn, wil het goed blijven zitten. Dat is denk ik de grootste uitdaging van draadloze monitoring voor deze leeftijdsgroep. Als je nu een kind van twee een visie Mobile zou omdoen, dan denk ik dat hij het nog geen tien minuten zou laten zitten.” (R4) |
|  |                           |                                                          | “Jawel, dat gebeurt weleens. Vooral als je een kindje wil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|  |                     |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|---------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                     |                                                | <p>draaien, of een luier verschoont. Dan trekken we vaak zelf de draden los, omdat ze anders over de patiënt heen hangen. Dat is zwaar, warm en vervelend. Dan trek je alles los en sluit je het daarna weer aan via de achterkant.” (R5)</p> <p>“Ouders trekken soms per ongeluk draadjes los” (R7)</p> <p>“Ik denk dat als je iets draadloos ontwikkelt, het goed moet worden bevestigd. Baby’s trekken dingen makkelijk los en ouders bij het verschonen ook.”(R9)</p>                                                                                                                                                                            |
|  |                     | Draden zitten in de knoop (2 respondenten)     | <p>“De draadjes zijn wel het meest vervelend, want dan zit het weer vast en dan moet je dat allemaal weer netjes uit elkaar halen. Je moet het dan om elkaar heen wikkelen dat kost vaak veel tijd.” (R1)</p> <p>“Dat is echt een uitdaging voor verpleegkundigen. Draden raken snel in de knoop, vooral bij transporten zoals naar een CT-scan. Dan is het één grote spaghetti. Verpleegkundigen noemen het ook letterlijk zo. Je denkt dat je alles netjes hebt gelegd, maar als je de patiënt weer terugplaatst, zit alles weer door elkaar. En dan heb je ook nog infuuslijnen, katheters en maagsondes. Alles loopt door elkaar heen.” (R6)</p> |
|  |                     | Draden gaan kapot (2 respondenten)             | <p>“Kabelbreuken komen vaak voor. Kabels raken bekneeld tussen het bed of raken beschadigd bij het optillen van beddekken.” (R5)</p> <p>“Daarnaast zijn de huidige kabels kwetsbaar. Bijvoorbeeld, de end-tidal CO<sub>2</sub>-meter kost €3.000. Als die verkeerd wordt schoongemaakt, is die direct kapot. Dat gebeurt helaas regelmatig.” (R6)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  | Overige uitdagingen | Problemen met saturatiemeting (4 respondenten) | <p>“Saturatiemeting vereist dat die fotonen die uit dat device komen ergens doorheen gaan. Je kan dat niet zomaar op je borstkast plakken, want die</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                               |                             |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |                             |                                                                       | gaan niet diep genoeg. Die gaan er aan de andere kant niet uitkomen. Dus dan zal je toch een soort omweg moeten creëren om achter de arteriële saturatie te komen. En dat is, in een huidomgeving, gewoon heel moeilijk. Het is niet voor niks dat die saturatiemeting bij volwassenen aan een oor of een vinger of een teen gebeurt. Dat is omdat dat dé manier is om die meting uit te voeren. Dat is op een andere plek gewoon heel moeilijk om te doen.”(R2) |
|                                               |                             |                                                                       | “Ja, vooral bij huilende of bewegende kinderen. Die veroorzaken vaak storingsalarmen, bijvoorbeeld met de saturatiemeter.” (R3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                               |                             |                                                                       | “Saturatie is ook een uitdaging. Dat blijft een lampje dat drukplekken of blaren kan geven. Je moet die sensor steeds wisselen. En ondanks dat, blijft het lastig om een sensor te vinden die het goed blijft doen. Soms moeten we meerdere keren per dag een nieuwe pakken.” (R5)                                                                                                                                                                               |
|                                               |                             |                                                                       | “Als je bijvoorbeeld saturatie via een bandje om de vinger meet, moet dat stevig zitten. Kinderen zijn beweeglijk en trekken het snel los.” (R9)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Geadviseerde vitale functies om toe te voegen | Essentieel om toe te voegen | Hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie (2 respondenten) | “Het apparaat meet ademhaling, hartslag en saturatie. We willen verslechtering over tijd detecteren, zoals een beginnende infectie. Het doel is niet om acute situaties zoals hartstilstand direct op te merken, maar juist om eerder in te grijpen voordat het zo ver komt.” (R8)                                                                                                                                                                               |
|                                               |                             |                                                                       | “Hartfrequentie, ademhalingsfrequentie, saturatie.” (R10)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                               |                             | Hartslag, ademhalingsfrequentie en bloeddruk (1 respondent)           | “Dan zou ik vooral hartfrequentie, ademhaling, en bloeddruk willen meten” (R5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |                         |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                         | Hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie en temperatuur (3 respondenten)          | <p>“Nou ja, als je hartslag, respiratie, temperatuur en saturatie hebt, dan ben je een eind. Maar die saturatiemeter – dat is zo’n standaard onderdeel van de neonatale zorg dat er bijna geen kind is dat niet aan de saturatiemeter heeft gelegen. Dus ja, het liefst wil je dat ook geïntegreerd hebben. Dus als je die vier dingen kan integreren – hartslag, respiratie, temperatuur en saturatie – in een draadloos device, dan ben je een eind.” (R2)</p> |
|  |                         |                                                                                             | <p>“Je zou iets plats moeten ontwerpen dat op de borst geplakt kan worden, waar ook een saturatiemeter aan gekoppeld kan worden. Bloeddruk zou ik buiten beschouwing laten.” (R4)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|  |                         |                                                                                             | <p>“Temperatuur is alleen relevant bij jonge baby's of zieke kinderen.” (R10)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  |                         | Hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstofsaturatie, bloeddruk en temperatuur (1 respondent) | <p>“Dan toch wel de de bloeddruk, de saturatiemeter en de thermometer en met die 3 kunnen eigenlijk alle vijf de belangrijke functies gemeten worden. Dus die zou ik dan wel draadloos graag willen houden.” (R1)</p>                                                                                                                                                                                                                                            |
|  | Handig om toe te voegen | Slaap (3 respondenten)                                                                      | <p>“Jawel, slaapmeting bij een baby is zeker heel interessant. Zeker als je onderscheid kan maken tussen of een baby slaapt of wakker is. Dat kan een belangrijke bijdrage leveren aan het inrichten van verzorgingsmomenten of onderzoek momenten. Je wil een baby toch zo weinig mogelijk storen.” (R2)</p>                                                                                                                                                    |
|  |                         |                                                                                             | <p>“Ja, absoluut. Wij doen soms slaaponderzoek met polysomnografie. Dat betekent dat kinderen dan aan ontzettend veel draden liggen: EEG, ademhaling, alles wordt gemeten. Maar juist door die draden slapen ze vaak slecht, wat het onderzoek beïnvloedt. Door zo’n slaapmeting kun je</p>                                                                                                                                                                      |

|                                          |                                |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          |                                |                                                  | <p>die nachtelijke ademhalingsproblemen opsporen en gericht behandelen, wat de kwaliteit van leven sterk verbetert.” (R6)</p> <p>“Slaap misschien wel. Tijdens slaap zie je vaak dalingen, vooral bij baby’s.” (R9)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          |                                | Beweging<br>(1 respondent)                       | <p>“Kinderen kunnen niet zeggen hoe ze zich voelen. Dus extra informatie, zoals beweging of gedrag, zou ons kunnen helpen. Nu kijken we vooral naar non-verbale signalen zoals houding, beweging of onrust. Als een kind stil ligt, worden we vaak juist alert. Misschien zou een bewegingsindicator ons kunnen waarschuwen als een kind ineens veel minder actief wordt. Dat kan ons helpen om eerder in te grijpen. Dat soort informatie kan dus zeker aanvullend zijn op de standaard monitoring.” (R7)</p> |
|                                          |                                | Bloedglucose<br>(1 respondent)                   | <p>“Want we hebben ook een patiënt op de afdeling liggen nu die je zo vaak in de vinger moet prikken voor de bloedsuiker. Het is gewoon sneu eigenlijk en als je dat op die draadloze manier kan doen zou dat echt supermooi zijn.” (R1)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                          |                                |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Verwachte voordelen draadloze monitoring | Voordelen in bewegingsvrijheid | Kind kan bij ouder op schoot<br>(6 respondenten) | <p>“Je kan ze dan makkelijker bij de ouders leggen.” (R2)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                          |                                |                                                  | <p>“Ja, absoluut. Ouders vinden al die draadjes heel lastig, vooral bij het in en uit bed halen of uit de couveuse. Als dat draadloos zou kunnen, zou dat een grote verbetering zijn.” (R3)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                          |                                |                                                  | <p>“of bij de ouders op schoot te zitten zonder vast te liggen aan bedkabels. Dat zou een enorme verbetering zijn.” (R4)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                          |                                |                                                  | <p>“Ook voor ouders betekent het meer vrijheid om iets met hun kind te doen.” (R4)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                          |                                |                                                  | <p>“ Dat is anders bij stabielere kinderen die snel gedetubeerd worden. Die willen vaak snel</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|  |  |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |                                                     | bij ouders op schoot en dan zou draadloos ideaal zijn.” (R5)                                                                                                                                                                                          |
|  |  |                                                     | “Jazeker. Ouders zijn nu soms terughoudend. Ze vragen zich af of ze het kind mogen loskoppelen voor een flesje. Of ze geven voeding terwijl het kind nog aan de monitor ligt. Als dat draadloos is, kan dat contact veel natuurlijker verlopen.” (R9) |
|  |  |                                                     | “Draadloos is wel waardevol voor comfortzorg. Bijvoorbeeld: bij onrustige kinderen na een operatie, die je beter op schoot kunt troosten. Of bij ouders die hun kind graag dichtbij willen houden.” (R10)                                             |
|  |  |                                                     | “Zeker. Bijvoorbeeld te vroeg geboren baby's die op de medium care liggen. Ouders hebben daar veel zorgen. Draadloos monitoren helpt vertrouwen opbouwen en veilige ontslagmomenten bepalen. Daar zie ik echt potentie.” (R10)                        |
|  |  | Vrijheid in bewegen wanneer wakker (5 respondenten) | “Ik denk dat we iemand iets net iets meer vrijheid kunnen geven.” (R1)                                                                                                                                                                                |
|  |  |                                                     | “Een draadloos alternatief kan helpen om het kind meer vrijheid te geven en minder vast te liggen aan bed en kabels.” (R4)                                                                                                                            |
|  |  |                                                     | “Als je het systeem onder de kleding kunt wegstoppen, geef je kinderen de vrijheid om te spelen.” (R4)                                                                                                                                                |
|  |  |                                                     | “Een patiënt die sneller uit bed komt, meer vrijheid heeft op de kamer en niet vastzit aan een soort ketting omdat hij niet verder weg kan lopen, dat is echt een vooruitgang.” (R4)                                                                  |
|  |  |                                                     | “Voor de kinderen zou het veel prettiger zijn. Het geeft meer bewegingsvrijheid en voorkomt het ongemak van draden die trekken of vastzitten. Het herinnert ze ook minder aan het ziek-zijn.” (R6)                                                    |

|                                        |                                     |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                     |                                                                                | “Het is onhandig. Kinderen van drie maanden oud willen bewegen, maar zitten vast in kabels.” (R7)                                                                                                                                                          |
|                                        |                                     |                                                                                | “Ik denk van wel. Vooral bij oudere kinderen geeft het meer vrijheid. Ze kunnen makkelijker bewegen zonder beperkt te worden door draden. Dat helpt bij herstel en comfort.” (R9)                                                                          |
|                                        | Voordeel voor de verzorger          | Makkelijker te verzorgen (1 respondent)                                        | “Nou ja, kijk, als je die kinderen niet hoeft te beplakken en te behangen, dan zijn ze veel makkelijker te hanteren” (R2)                                                                                                                                  |
|                                        |                                     |                                                                                | “Nee, ik denk dat bij ons het belangrijkste voordeel zou zijn dat de kinderen makkelijker te verplaatsen zijn.” (R2)                                                                                                                                       |
| Verwachte nadelen draadloze monitoring | Op sommige afdelingen minder nuttig | Lastig op IC (2 respondenten)                                                  | “Maar op een neonatale intensive care, postoperatief, ligt een kind al aan dertig dingen. Als je daar eentje van wegneemt, dan verandert dat gewoon niets.” (R2)                                                                                           |
|                                        |                                     |                                                                                | “Precies. Die kinderen zijn te instabiel om überhaupt van alle apparatuur losgekoppeld te worden. We leggen ouders daarom vaak samen met hun kind in een groot bed, zodat er toch huid-op-huidcontact kan zijn. Maar draadloos is dan niet haalbaar.” (R5) |
|                                        |                                     | Andere doelgroepen hebben er meer baat bij dan deze doelgroep (4 respondenten) | “Absoluut. Op de afdeling heb je veel wakkerdere kinderen die meer baat hebben bij bewegingsvrijheid. Bij ons is dat postoperatief veel minder. De meeste kinderen kunnen dat dan nog niet eens zeggen of doen.” (R5)                                      |
|                                        |                                     |                                                                                | “Bij oudere kinderen, van 4 of 5 jaar, zou het veel meer verschil maken. Die kinderen lopen graag rond en worden nu beperkt doordat ze vastzitten aan een bekabeld systeem. Wij kunnen nu geen bewaking houden als ze de kamer verlaten.” (R9)             |
|                                        |                                     |                                                                                | “Kleine groep. Meestal grote ingrepen in academische centra                                                                                                                                                                                                |

|  |                 |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|-----------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                 |                                                            | met al goede monitoring. Daar is draadloos niet per se beter. Als je toch een doelgroep zoekt: denk aan 3 tot 6 jaar – veel kleine ingrepen, beweeglijke kinderen. Of de groep ex-prematuren op de medium care.” (R10)                                                                                                                                                                                       |
|  |                 |                                                            | “Maar ze zijn niet per se mobiel – die kinderen liggen gewoon in een couveuse of een bedje. Die kunnen nog niet lopen – dat gaat nog maanden duren. Dus veel beweging zit er niet in. Dus voor de mobiliteit zelf maakt het niet zoveel verschil of ze nou aan een draad liggen of niet. Voor de algemene impact op de zorg is de winst van draadloos monitoren bij een neonaat eigenlijk vrij beperkt” (R2) |
|  | Overige nadelen | Patiënt niet meer bed vast (1 respondent)                  | “Maar draadloos betekent ook: het kind kan verplaatsen. Dan moet je wel weten waar het is. Dat maakt de workflow complexer. Zorg draait ook om logistiek. We plannen zorg rondom bed posities. Als een kind draadloos met ouders meeloopt naar een andere kamer zonder dat we het weten, kan dat gevaarlijk zijn. (R10)                                                                                      |
|  |                 | Bloeddruk is moeilijk om continu te meten (4 respondenten) | “ Bloeddruk is denk ik het lastigst.” (R3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  |                 |                                                            | “Omdat dat een invasieve techniek vereist. Met een bloeddrukband die zichzelf opblaast, schrikt een eenjarige zich rot, gaat huilen en dan krijg je geen betrouwbare meting. Daarnaast is bloeddruk de vitale functie die als laatste achteruitgaat, dus minder urgent om continu te monitoren.” (R4)                                                                                                        |
|  |                 |                                                            | “Bloeddruk is wel complex. Voor continu bloeddrukmeting moet je dat via de arterie doen. En dan moet de druktransducer altijd op harthoogte liggen, anders krijg je verkeerde waarden.” (R5)                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                         |                   |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                   |                                                                                           | “Bloeddruk is moeilijk betrouwbaar.” (R10)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                         |                   | Alarmmoeheid voor zorgprofessionals (2 respondenten)                                      | “Alarmdifferentiatie is cruciaal. We werken daar in het ziekenhuis ook actief aan. Verpleegkundigen krijgen nu zó veel valse alarmen dat ze bij het honderdste alarm in een dienst geneigd zijn om het te negeren. Dat is gevaarlijk. We moeten dus systemen ontwikkelen die alleen alarmeren wanneer dat echt nodig is. Te veel alarmen leidt tot alarmmoeheid, maar je mag natuurlijk ook geen signalen missen. Dat evenwicht is essentieel.” (R6) |
|                                                         |                   |                                                                                           | “Daar is continu monitoring niet altijd nuttig. Je krijgt snel overload aan data en alarmsignalen, zonder extra informatie. Je moet echt weten: wat voegt het toe?”                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                         |                   |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Vitale functies verschillend op basis van type operatie | Variatie is nodig | Welke functies die je meet moeten verschillen op basis van type operatie (4 respondenten) | “Het is dus afhankelijk van de ernst van de ingreep en van wat je postoperatief verwacht. Wat noodzakelijk is om te meten, dat sluit je aan.” (R2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                         |                   |                                                                                           | “Maar afhankelijk van hoe ernstig een operatie is, of hoe bezorgd de dokter is, kun je extra metingen toevoegen. Dus stel, je denkt dat er hemodynamische problemen kunnen ontstaan, dan heb je een bloeddrukmeting nodig. En dan moet je je afvragen of dat non-invasief kan of dat je een arteriële lijn nodig hebt. Ben je bang dat de hersenen schade oplopen, dan denk je aan cerebrale saturatie of EEG-monitoring.” (R2)                      |
|                                                         |                   |                                                                                           | “Ja, afhankelijk van waar het mis zou kunnen gaan tijdens of na de operatie, bepaal je welke gegevens je wilt meten. Hoe hoger het risico, hoe uitgebreider je monitort.” (R4)                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                         |                   |                                                                                           | “Zeker. Denk bijvoorbeeld aan hartoperaties: kinderen hebben dan een groot litteken op de borst en drains in het                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                         |                        |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                        |                                                          | littekengebied. Als je dan een band om de borst moet doen, werkt dat natuurlijk niet bij zo'n klein baby'tje van 3 kilo. Dat past dan gewoon niet.” (R6)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                         |                        |                                                          | “Absoluut. Bij een blaasoperatie is de urine-output bijvoorbeeld heel belangrijk. Bij hersenchirurgie zou je eerder kijken naar neurologische functies of beweging. Bij een longoperatie wil je juist goed de saturatie monitoren. Het hangt dus sterk af van het type ingreep wat je moet meten.” (R8)                                                                                                                                                           |
|                                         |                        | Cardiochirurgie vereist meer monitoring (2 respondenten) | “Ja, als je echt naar cardiochirurgie kijkt, dan hebben we in het begin echt veel meer monitoring.” (R5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                         |                        |                                                          | “Ja, bijvoorbeeld bij alle kleine kinderen die een hartoperatie ondergaan. Die liggen eigenlijk allemaal aan de CFM en de NIRS. Maar omgekeerd krijgen niet alle geopereerde kinderen automatisch deze vormen van monitoring” (R6)                                                                                                                                                                                                                                |
|                                         | Variatie is niet nodig | De standaard functies zijn genoeg (3 respondenten)       | <p>“Nee post operatief worden gewoon die 5 functies gemeten.” (R1)</p> <p>“Binnen de buikoperaties zijn de indicaties vaak gelijk. Of het nu gaat om een Hirschsprung-operatie of een andere aangeboren afwijking, het betreft allemaal buikingrepen. Daarvoor gelden vergelijkbare postoperatieve risico's en dus dezelfde monitoringbehoeften.” (R7)</p> <p>“In principe zijn het meestal dezelfde drie functies: hartactie, ademhaling en saturatie.” (R9)</p> |
| Overige voorkeuren draadloze monitoring | Techniek               | Compatibiliteit met huidige systeem (2 respondenten)     | <p>“Ja, het mooiste zou zijn als het systeem compatible is met alles — dat je het gewoon kunt blijven gebruiken tijdens transport naar de MRI of de OK.” (R5)</p> <p>“Integratie met bestaande software is essentieel.” (R7)</p>                                                                                                                                                                                                                                  |

|  |  |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Betrouwbaarheid<br>(3 respondenten)                                                                  | <p>“Het moet betrouwbaar zijn, geen storingen geven en niet interfereren met andere monitoren op de kamer. Het zou ideaal zijn als je een kind zonder draden bij de moeder kunt leggen, zonder verlies van meetdata. Maar de draadloze verbinding moet goed zijn en stabiel blijven.” (R3)</p> <p>“Betrouwbaarheid van de metingen en een stabiele verbinding (bijv. via wifi) zijn cruciaal.” (R4)</p> <p>“Ja, betrouwbaarheid en veiligheid moeten echt helemaal op orde zijn. Ik weet toevallig dat er nu ook pilots lopen bij de kinderpulmonologie met een draadloze sensor voor ademarheid. Die wordt op de borst geplakt. Maar dat is nog allemaal in een heel vroege testfase. Voor je zoiets echt ziekenhuisbreed kunt gaan gebruiken, moet dat wel betrouwbaar en veilig zijn.” (R4)</p> <p>“Niet handig, zeker als je betrouwbaarheid verliest.” (R10)</p> |
|  |  | Het apparaat mag niet te warm worden<br>(1 respondent)                                               | <p>“Je moet ook opletten met temperatuur – dus dat je niet te veel warmte toevoegt aan de huid. Bij transcutane CO<sub>2</sub>-meting wordt de huid lokaal bijvoorbeeld opgewarmd tot 40 graden om goed te kunnen meten. Dat kan je niet te lang doen, dus je moet steeds van locatie wisselen om huidbeschadiging te voorkomen.” (R2)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|  |  | De gegevens uit het apparaat moeten interpreteerbaar zijn voor zorgprofessionals<br>(2 respondenten) | <p>“Dan moet je de interpretatie van de data uit die draadloze monitoring gebruiken om iets te zeggen over hoe het met de baby gaat. Dus welke sensoren je allemaal kan toevoegen – de mogelijkheden zijn waarschijnlijk eindeloos. Maar je moet er ook over nadenken dat de capaciteit om al die informatie te interpreteren door</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  |  |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|  |  |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |                                                                    | <p>de mensen die ermee moeten werken redelijk beperkt is. Een dokter kijkt naar ergens tussen de 6 en 50 patiënten, hè, afhankelijk van het moment van de dag. Overdag heb je zo'n 6 tot 8 patiënten onder je hoede, 's avonds en 's nachts zijn het er misschien 50. Dus als je dan meer informatie binnenkrijgt, moet dat wel een beetje voor geïnterpreteerd worden. Anders levert het niet zoveel op. Als jij bijvoorbeeld een extra high-sensitive temperatuursensor toevoegt aan je apparaat, maar je moet bij 50 patiënten die temperatuur handmatig interpreteren, dan gaat het natuurlijk niet echt iets opleveren. Dan moet je daar iets slims aan koppelen, zodat die informatie ook interpreteerbaar wordt.” (R2)</p> <p>“Data zonder interpretatie is niks waard.” (R10)</p> |
|  |  | Grenswaarden moeten goed ingesteld worden (2 respondenten)         | <p>“Als een kind slaapt wil ik een lagere grens, maar als het wakker is niet. Automatische aanpassing op basis van activiteit zou heel prettig zijn.” (R3)</p> <p>“Alarminstellingen. Als je wilt bewaken, moet je bepalen: wanneer gaat er een alarm af? En als je monitort: wat doe je met de data? Dat proces is lastig. Wanneer onderneem je actie? Wie kijkt wanneer naar de metingen?” (R8)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  |  | Comfort                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  |  | Het apparaat moet comfortabel zijn om mee te liggen (1 respondent) | <p>“En je moet ook rekening houden met het feit dat baby's gemiddeld genomen heel ingepakt zitten. Alles wordt zo comfortabel mogelijk gemaakt in een soort nestje. Het is heel oncomfortabel om op iets te liggen – dat geldt ook voor volwassenen trouwens. Als je kleren niet goed zitten, dan gaat dat irriteren. Dus als je een bandje om de buik hebt of een pleister, ja, daar kan je niet</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|  |        |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |        |                                                                                                         | op liggen. Daar moet je wel rekening mee houden.” (R2)                                                                                                                                                                                                               |
|  |        | Het apparaat moet niet te zwaar zijn<br>(5 respondenten)                                                | “Je kunt geen zwaar kastje gebruiken bij een baby van 500 gram.” (R3)                                                                                                                                                                                                |
|  |        |                                                                                                         | “Het blok van de Visy Mobile is veel te groot voor een klein kind.” (R4)                                                                                                                                                                                             |
|  |        |                                                                                                         | “Maar dat apparaat is echt groot en zwaar. Dat kan niet bij een baby, dus dat zou echt anders moeten.” (R5)                                                                                                                                                          |
|  |        |                                                                                                         | “Ja, volwassenen krijgen nu een soort horloge met plakkers. Dat apparaat monitort alles en zendt de informatie draadloos door. Maar het is best groot, bijna zo groot als een telefoon. Voor een kind van drie maanden is dat echt te zwaar en te onpraktisch.” (R7) |
|  |        |                                                                                                         | “Voor kinderen moet het apparaat licht zijn. Een groot blok aan een arm is geen optie.” (R9)                                                                                                                                                                         |
|  |        | Het apparaat moet rekening houden met de kwetsbaarheid van de huid van de doelgroep<br>(2 respondenten) | “Je moet altijd rekening houden met de huid, hè? Die is kwetsbaar en gaat makkelijk stuk. Dus je moet met plakstoffen of contactstoffen daar goed op letten.” (R2)                                                                                                   |
|  |        |                                                                                                         | “En de huid is heel kwetsbaar bij prematuren, dus je moet voorzichtig zijn.” (R3)                                                                                                                                                                                    |
|  | Overig | Er is weinig ruimte op de patiënt<br>(4 respondenten)                                                   | “Het huidoppervlak van een baby is bovendien klein, dus als je grote sensoren of bandjes gaat plakken, dan ben je snel door de ruimte heen” (R2)                                                                                                                     |
|  |        |                                                                                                         | “De plakkers mogen niet te groot zijn, want de borstkast is klein.”(R3)                                                                                                                                                                                              |
|  |        |                                                                                                         | “Vooral bij cardiochirurgie-kinderen: van nek tot buik ligt alles open, dus waar plak je die belt?”                                                                                                                                                                  |
|  |        |                                                                                                         | “Het moet passend zijn: kinderen tussen 0 en 2 verschillen enorm in gewicht en postuur. Je moet dus iets ontwikkelen dat zowel voor een baby van 3 kg als voor een peuter van 15 kg werkt.” (R7)                                                                     |