

Somnologie 2009 · 13:182–188  
 DOI 10.1007/s11818-009-0429-1  
 Online publiziert: 03. September 2009  
 © Springer-Verlag 2009

Eingegangen: 06. Juli 2009  
 Angenommen: 29. Juli 2009

T. Erler<sup>1</sup> · U. Beyer<sup>2</sup> · B. Hoch<sup>3</sup> · G. Jorch<sup>2</sup> · K. Klementz<sup>4</sup> · A. Kramer<sup>5</sup> · E. Paditz<sup>6</sup> · C.F. Poets<sup>7</sup> · L. Wessel<sup>1</sup> · A. Wiater<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Carl-Thiem-Klinikum Cottbus, Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Lehrkrankenhaus des Universitätsklinikums Charité zu Berlin, Cottbus

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Magdeburg A.ö.R.

<sup>3</sup> Klinik Josefinum Augsburg

<sup>4</sup> Klinikum Ernst-von-Bergmann Potsdam, Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité - Universitätsmedizin Berlin

<sup>5</sup> Klinik für Kinder- und Jugendmedizin Lindenhof-Berlin, Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité - Universitätsmedizin Berlin

<sup>6</sup> Zentrum für Angewandte Prävention, Dresden

<sup>7</sup> Klinik für Neonatologie und neonatologische Intensivmedizin, Universitätsklinikum Tübingen

<sup>8</sup> Kinderklinik Krankenhaus Porz am Rhein, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln

# Heimüberwachung („home monitoring“) von Kindern und Jugendlichen: Vorschläge für die praktische Anwendung

## Konsensusempfehlungen

Die Heimüberwachung von Säuglingen, Kindern und sogar Jugendlichen mit bestimmten Risikopotenzialen ist gängige Praxis. Allerdings existieren weder zu konkreten Indikationen noch hinsichtlich technischer Anforderungen verbindliche Empfehlungen oder evidente Studiendaten. Ob also die häusliche Überwachung mittels Monitor dazu beiträgt, Gefahrensituationen zu erkennen oder gar die Inzidenz von Todesfällen zu reduzieren, konnte nie statistisch relevant überprüft werden. Dies hat vor allem methodische Gründe: Bei der gegenwärtigen Inzidenz des plötzlichen Säuglingstodes (SIDS) Z. B. von etwa 1/2500 müssten 250.000 Kinder für eine Fall-Kontroll-Studie rekrutiert werden, um einen monitorbedingten Rückgang der Häufigkeit von SIDS um die Hälfte nachweisen bzw. ausschließen zu können. Dies ist nicht praktikabel. Angesichts dieses fehlenden Wirksamkeitsnachweises bei gleichzeitig

bestehenden Nebenwirkungen und hohen Kosten sind billigere und nebenwirkungsärmere Maßnahmen mit bewiesener Wirksamkeit vorrangig einzusetzen. Hierzu gehört vor allem ein Propagieren der Vermeidung epidemiologisch gesicherter Risikofaktoren.

Da allerdings ein plausibles, nachweisliches Sicherheitsbedürfnis bei Eltern bzw. ambulantem Betreuungspersonal existiert, bedarf es deshalb fachlich fundierter Expertenempfehlungen zu Indikationen, Anwendungsdauer, technischen Voraussetzungen und zu nötigen Begleitmaßnahmen beim Heimmonitoring. Eine comparative häusliche Überwachung sollte auf definierte Gruppen beschränkt bleiben, um die Betreuungssituation durch falsche Anwendungsempfehlungen nicht negativ zu belasten.

### Indikationen zur Anwendung von Überwachungsgeräten im häuslichen Milieu

In **Tab. 1** sind Konsensusempfehlungen für Anwendungen von Heimmonitoren bei Kindern und Jugendlichen dargestellt.

Die Indikationsstellung hängt entscheidend von der Zielsetzung des Monitorings ab. Monitore werden z. B. verordnet in der Hoffnung, im Säuglingsalter rechtzeitig kritische Zustände zu erkennen und eingreifen zu können, um evtl. Herzrhythmusstörungen zu registrieren, Aspirationsereignisse zu erfassen

In Kooperation: Arbeitsgruppe Pädiatrie der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM)

Deutsche Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (DGNPI)

oder frühzeitig mögliche Krampfanfälle zu erkennen.

Die Wirksamkeit der Überwachung hinsichtlich einer Säuglingstodprävention kann mit statistischen Methoden nicht geprüft werden. Dies gilt in ähnlicher oder gleicher Weise für mögliche Indikationen jenseits des Säuglingsalters.

Unzweifelhaft ist jedoch die technische Leistungsbereitschaft bestimmter, zur Verfügung stehender Geräte, mit denen das objektiv und praktisch vorhandene Sicherheitsbedürfnis von Eltern und Betreuungspersonal gedeckt werden kann.

Ein logischer Zugang zur Indikationsstellung, der nicht nur Inkonsequenzen, sondern auch das Problem der ungeprüften Wirksamkeit vermeidet, ist deshalb die Verordnung von Monitoren als diagnostisches Instrument oder aber zur frühen Warnung bei potenziell bedrohlicher Pathophysiologie.

## Heim-Monitoring als diagnostisches Instrument

Die Notwendigkeit eines diagnostischen Monitorings ergibt sich vor allem bei Säuglingen nach einem anscheinend lebensbedrohlichen Ereignis (ALTE), definiert als:

- Episode mit Apnoe (zentral oder obstruktiv),
- Veränderung von Hautfarbe (Blässe oder Zyanose) und Muskeltonus (meistens plötzlicher Tonusverlust),
- Würgen oder Erbrechen, das sich erst nach heftiger Stimulation oder Reanimation besserte [33].

Daten zum SID-Risiko für diese Gruppe schwanken zwischen 0 und 13% [6]. Bei 35–50% dieser Säuglinge findet sich keine Ursache für das Ereignis [17, 30]. Oft bleibt unklar, ob es sich wirklich um einen lebensbedrohlichen Zustand oder um eine elterliche Überreaktion handelte. Zur Abklärung von Ursache und Schwere der Ereignisse ist die Durchführung einer Heimüberwachung mit Dokumentationsmöglichkeit (Ereignis-Monitoring oder „event recording“) sinnvoll. Lassen sich hierunter weitere Ereignisse dokumentieren, gelingt möglicherweise eine differenzialdiagnostische Klärung [43, 50]. Da bei knapp 1/3 aller Kinder mit ALTE in den ersten 3 Ta-

## Zusammenfassung · Abstract

Somnologie 2009 · 13:182–188 DOI 10.1007/s11818-009-0429-1  
© Springer-Verlag 2009

T. Erler · U. Beyer · B. Hoch · G. Jorch · K. Klementz · A. Kramer · E. Paditz · C.F. Poets · L. Wessel · A. Wiater

### Heimüberwachung („home monitoring“) von Kindern und Jugendlichen: Vorschläge für die praktische Anwendung. Konsensusempfehlungen

#### Zusammenfassung

Umfangreiche ambulante Betreuungsstrukturen, immer leistungsfähigere Technik und nicht zuletzt das Bedürfnis von Eltern, auch chronisch kranke Kinder im häuslichen Milieu betreuen zu wollen, stellt an Heimüberwachungssysteme höhere Anforderungen.

Schwierigkeiten bereiten Indikationsstellung, Dauer der Anwendung sowie die Auswahl der jeweils benötigten Geräte.

Die vorliegende Leitlinie zur *Heimüberwachung von Kindern und Jugendlichen* wurde im Sinne von formal bewerteten („evidence level“) Aussagen der wissenschaftlichen Literatur entwickelt und in einem Konsensusverfahren beraten und verabschiedet (S2).

In einer zusammenfassenden Bewertung werden Empfehlungen gegeben, bei welchen Krankheitsbildern eine Monitoranwendung sinnvoll erscheint. Es wird Stellung bezogen zu den Fragen: welche Parameter sollten überwacht werden, Überwachungsdauer, technische Anforderungen an die Geräte und Begleitumstände der Heimüberwachung.

#### Schlüsselwörter

Heimüberwachung · Kinder und Jugendliche · Dauer der Anwendung · Betreuung von Monitorfamilien · Konsensusverfahren

### Home monitoring of children and adolescents: suggestions for the practical application. Consensus recommendations

#### Abstract

Comprehensive ambulatory care structures, more efficient technology as well as the parents' willingness to take care of chronically ill children at home, requires higher standards of home monitoring systems.

Some difficulties are caused by medical indications, the period of the application and the type of apparatus used in each case.

Based on formally assessed evidence (evidence level), the presented guidelines for "Home monitoring of children and adolescents" were developed by reviewing the scientific literature and approved by a consen-

sus procedure (S2). In a concluding assessment, recommendations are given outlining which application of monitoring disease patterns appears appropriate. Statements will be given on which parameters should be monitored, the time of monitoring, the technical requirements of the apparatus and the attendant circumstances of home monitoring.

#### Keywords

Home monitoring · Children and adolescents · Application period · Care of home monitoring families · Consensus procedure

**Tab. 1** Konsensusempfehlungen für Anwendungen von Heimmonitoren bei Kindern und Jugendlichen

Konsensusempfehlungen für Indikation zum Heimmonitoring bei Kindern/Jugendlichen	Dauer der Anwendung	Referenz
<b>Gruppe 1</b> Technikabhängige Patienten	Für die Dauer der Technikabhängigkeit	[10], [48], [57]
<b>Gruppe 2</b> Frühgeborene mit persistierenden Apnoen bzw. Hypoxämien (einschließlich ALTE)	Nach Therapiebeendigung und mindestens 6 Wochen Symptombefreiheit	[9], [8], [11], [20], [25], [26], [28], [29], [35], [43], [44], [46], [50], [55]
<b>Gruppe 3</b> Patienten mit definierten Atmungs- und/oder Herzfrequenzregulationsstörungen	Mindestens 6 Wochen Symptombefreiheit; SIDS-Geschwister: mindestens bis zum Alter, in dem das Geschwisterkind verstarb	[14], [10], [28], [32], [35], [39], [41], [46], [48], [57]
<b>Gruppe 4</b> Mit Einschränkung: persistierende elterliche Beunruhigung	In Abhängigkeit von individueller Situation	[13], [36]

ALTE anscheinend lebensbedrohliches Ereignis; SIDS plötzlicher Säuglingstod.

gen nach dem ersten Ereignis ein weiteres auftritt, sollte das Ereignis-Monitoring so früh wie möglich nach dem zur Aufnahme führenden ALTE beginnen [55].

Dokumentiertes Monitoring zwecks pathogenetischer Ursachenklärung ist auch in Familien indiziert, in denen bereits 2 Kinder am plötzlichen Säuglingstod gestorben sind [43].

Eine der Monitorverordnung vorausgehende kardiorespiratorische Polygraphie oder Polysomnographie ermöglicht die qualifizierte Diagnostik bezüglich der überwachungsbedürftigen Störung.

### Monitoring als Alarmierung vor bedrohlichen Zuständen

Hier steht die Verhinderung von Morbidität, nicht von Mortalität im Vordergrund. Im Wesentlichen lassen sich 3 Gruppen unterscheiden (mit Einschränkung Gruppe 4: persistierende elterliche Beunruhigung):

1. Technikabhängige Kinder, z. B. Patienten unter Sauerstofftherapie, Kinder mit Tracheostoma oder verschiedenen Formen von Atmungsunterstützung und/oder Beatmungstherapien;
2. Säuglinge, die zum Zeitpunkt der Entlassung noch signifikante Apnoen bzw. Hypoxämien aufweisen (letztere stellen keinen Risikofaktor für den plötzlichen Säuglingstod dar, können aber ohne rechtzeitige Intervention möglicherweise zu Folgeschäden führen [28, 35]) und
3. Patienten mit definierten Atmungs- und/oder Herzfrequenzregulationsstörungen, wie z. B. bei Pierre-Robin

Sequenz [57], Arnold-Chiari-Malformation [10], Silver-Russel-Syndrom, paroxysmalen Tachykardien, Wolff-Parkinson-White (WPW) -Syndrom, Long-QT-Syndrom [48] und/oder Patienten mit schwer behandelbaren zerebralen Anfallsleiden [32].

### Patientengruppen, bei denen ein Heim-Monitoring in der Regel nicht indiziert ist

#### Geschwister eines am plötzlichen Säuglingstod verstorbenen Kindes

Das Risiko für diese Kinder ist maximal 4- bis 5-fach erhöht, d. h. deutlich niedriger als das von Kindern rauchender Mütter [24, 27]. Es besteht jedoch häufig bei den Eltern eine deutlich erhöhte Angst, erneut ihr Kind zu verlieren. Ziel sollte daher zunächst sein, möglichst ohne Monitorverordnung diese Angst abzubauen (gezielte Risikoberatung). Es sollte darauf hingewiesen werden, dass eine Monitorüberwachung erhebliche Nebenwirkungen hat, nicht nur in Form von Schlafstörungen durch Fehlalarme, sondern auch in Form von meist angstbesetzten Störungen der Eltern-Kind-Beziehung [13, 36].

#### Verstärkte elterliche Angst

Elterliche Angst vor dem plötzlichen Säuglingstod bzw. Ängste vor lebensbedrohlich erscheinenden Situationen wie z. B. Krampfanfällen, Aspirationsereignissen u. ä. sind ein schwieriges Thema. Grundsätzlich sollten diese Eltern vorrangig Informationen und Anleitungen bezüglich vermeidbarer Risikofaktoren erhalten, erst in zweiter Instanz nach gründlicher Beurteilung des individuellen Risi-

kos unter Beachtung der familiären Situation sollte ein Monitor verordnet werden. Vor allem muss versucht werden, zu den Hintergründen der Angst vorzudringen; dabei bedürfen die betroffenen Familien häufig einer begleitenden psychologischen Betreuung.

Im Falle einer vorübergehenden Monitornutzung ist die unmittelbare Phase nach Absetzen der apparativen Überwachung bedeutungsvoll. Im Ergebnis sehr ausgeprägter Sorge um die Gesundheit des Kindes können dann interaktionelle Schlafstörungen (z. B. „co-sleeping“ bis in hohes Kindesalter) resultieren, die eine besondere Aufmerksamkeit, ggf. therapeutische Intervention erfordern. Zu prüfen sind nach individuellen Absprachen Angebote zusätzlicher Kontrolluntersuchungen.

#### Mehrlinge

In einer australischen Untersuchung wurde für Zwillinge, bei denen eine Geburtsgewichtsdifferenz von >15% bestand, ein Säuglingstod-Risiko von 4,4% für das kleinere Neugeborene berichtet [3]. Diese Zahl basierte auf Daten von 135 Zwillingpaaren, von denen 6 Säuglinge verstarben. Es handelte sich also um eine relativ kleine Fallzahl; zudem sind diese Zahlen nie bestätigt worden. Sie reichen daher nicht aus, um eine Heimüberwachung für diese Gruppe zu rechtfertigen.

#### Säuglinge drogenabhängiger Mütter

Frühe Studien zum Säuglingstodrisiko in dieser Patientengruppe ergaben widersprüchliche Ergebnisse: Einige zeigten ein deutlich erhöhtes Risiko [53], andere da-

gegen nicht [2]. Eine Studie aus New York zeigte auf den ersten Blick ein 5- bis 10-fach erhöhtes Risiko; nach Kontrolle möglicher Einflussfaktoren betrug das relative Risiko jedoch nur noch 3,6 für Methadon, 2,3 für Heroin und 1,6 für Kokain [31]. Ähnliche Daten kamen aus der britischen „Confidential Enquiry into Stillbirths and Deaths in Infancy“ (CESDI-Studie). Hier war die Einnahme illegaler Drogen (Heroin, Crack, Kokain, Speed, LSD, Amphetamine, Barbiturate, Cannabis) während der Schwangerschaft in der Multivarianzanalyse mit einem Effektschätzer (Odds Ratio) von 4,3 (95%-Konfidenzintervall: 1,5–12,4) assoziiert [5].

### Asymptomatische Frühgeborene

Für diese Gruppe liegen unterschiedliche Zahlen vor. In einer kanadischen Erhebung, die den Langzeitverlauf von 960 Lebendgeborenen mit 500–1249 g Geburtsgewicht verfolgte, starben 9 (0,9%) am plötzlichen Säuglingstod [1]. Dies schloss Kinder mit bronchopulmonaler Dysplasie (BPD) ein. In einer kalifornischen Studie, die Daten aus dem Geburts- und Sterberegister auswertete, betrug die Säuglingstodinzidenz 7,5/1000 für Kinder mit <1500 g Geburtsgewicht; für Kinder mit 2001–2500 g bzw. 3000–3500 g Geburtsgewicht lagen die Inzidenz bei 3,8 bzw. 1,0/1000 [23]. Die Inzidenzen in einer ähnlichen Studie aus North Carolina betrugen 1,5/1000 für Kinder mit >2500 g Geburtsgewicht, 6,9/1000 für Kinder mit 1501–2500 g Geburtsgewicht und 3,7/1000 für Kinder ≤1500 g Geburtsgewicht [15]. Eine jüngere Studie analysierte Daten zum plötzlichen Säuglingstod für die gesamten USA über einen 6-Jahreszeitraum. Die durchschnittlichen Inzidenzen für die oben genannten Gewichtsklassen lagen hier bei 1,1, 3,4 und 3,7/1000 [4]. Bei Studien, die auf Registerdaten beruhen, sind allerdings Fehlklassifizierungen zu berücksichtigen. So stieg in einer norwegischen Studie die Säuglingstodinzidenz für Kinder <1500 g von 4,1 auf 7,6/1000 an, nachdem die Totenscheindiagnosen mit den detaillierten Autopsieprotokollen abgeglichen worden waren [40]. Für den deutschsprachigen Raum liegen keine evidenzbasierten Daten vor.

In einer amerikanischen Feldstudie mit 1079 monitorüberwachten Säuglingen

wurden in der Überwachungsphase (erste 6 Lebensmonate) zwar bevorzugt unter den ehemaligen Frühgeborenen kritische Ereignisse registriert, ein Zusammenhang mit einem erhöhten SIDS-Risiko war allerdings nicht nachweisbar [44]. Zum gleichen Ergebnis kam eine Studie zur Heimüberwachung von 1082 Säuglingen der „Collaborative Home Infant Monitoring Evaluation“ (CHIME) [26]: auffällige Atmungsereignisse stehen im Zusammenhang mit Frühgeburtlichkeit – können aber nicht als Prädiktoren für SIDS angesehen werden.

### Säuglinge mit chronischer Lungenerkrankung ohne Heimsauerstoffverordnung

Ehemaligen Frühgeborenen mit BPD bzw. chronischer Lungenerkrankung („chronic lung disease“, CLD) wurde früher ein extrem erhöhtes Säuglingstodrisiko zugeschrieben. Diese Einschätzung basierte auf einer Studie von 1982, in der 6 von 53 Kindern mit CLD (12%) plötzlich und unerwartet verstarben [56]. In einer vergleichbaren Studie von 1994 mit 78 Kindern starb jedoch kein einziger CLD-Patient [21]. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Studien bestand darin, dass in der neueren Untersuchung darauf geachtet wurde, dass die Sauerstoff ( $O_2$ )-Sättigung >92% lag, so dass ein Viertel der Kinder Heimsauerstoff erhielt. In der früheren Untersuchung war diese Therapie nicht angewandt worden. Die jüngeren Daten wurden bestätigt durch 2 Studien mit zusammen 841 CLD-Patienten, von denen 2 verstarben [22, 37]. Insofern kann die Hypothese, dass Säuglinge mit CLD allgemein ein stark erhöhtes Säuglingstod-Risiko haben, nicht aufrechterhalten werden, zumindest nicht, wenn diejenigen Kinder, die sauerstoffabhängig sind, identifiziert und behandelt werden.

### Arten von Monitoren

Grundsätzlich können Heimmonitore in 3 Gerätegruppen unterteilt werden:

1. Monitore, die nur die Atmungsexkursionen überwachen (Apnoe-Monitore);
2. Monitore mit Überwachung von Atmungstätigkeit und Herzfrequenz (Herz-Atmungs-Monitore) und

3. Monitore, die (auch zusätzlich) den Sauerstoffgehalt überwachen (Pulsoximeter und/oder transkutane  $pO_2$ -Monitore).

Apnoe-Monitore sind vergleichsweise preiswert und einfach in der Handhabung. Sie basieren auf der Hypothese, dass ein Aussetzen der Atmung primärer Bestandteil lebensbedrohlicher Ereignisse ist [49]. Im Rahmen der SIDS-Forschung konnte diese Hypothese für Säuglinge allerdings nicht aufrechterhalten werden [33, 34]. Mit Hilfe von Monitoraufzeichnungen konnte hinsichtlich der Kausalitätsfolge von SIDS-Fällen sogar demonstriert werden, dass ein Sistieren der Atmung oft ein spätes Ereignis in der Sequenz der Geschehnisse darstellte [42]. Entsprechend wurde von zahlreichen Todesfällen unter alleiniger Atmungsüberwachung berichtet; 80 Fälle in einer englischen Untersuchung, in der 16 Todesfälle sogar unter Apnoe-Monitoring im Krankenhaus aufgetreten waren [45]. Aufgrund dieser Datenlage ist die Nutzung von Monitoren für die häusliche Überwachung, die einzig und allein die Atmung registrieren, nicht empfehlenswert.

Herz-Atmungs-Monitore wurden eingeführt mit dem Ziel, auch obstruktive Apnoen zu erfassen. Ob eine Bradykardie allerdings wirklich frühzeitig während obstruktiver Apnoen auftritt, ist unklar. Bei älteren Säuglingen und Kleinkindern mit obstruktiven Schlafapnoen traten Bradykardien nur bei 2 von 209 hypoxämischen Episoden, definiert als ein Abfall der  $O_2$ -Sättigung auf <85% für mindestens 30 s, auf [12]. Bei Säuglingen mit ätiologisch ungeklärten ALTE, die mit einem transkutanen  $pO_2$ -Monitor überwacht wurden, kam es nur bei 18% der Ereignisse zu einer Bradykardie, obwohl der  $pO_2$  jeweils für mindestens 40 s auf <20 mmHg abgefallen war [43]. Auch bei induzierten oberen Atemwegsobstruktionen kam es bei keinem von 46 Versuchen, in denen die oberen Atemwege gesunder Früh- und Reifgeborener für im Mittel 13 s verschlossen wurden, zu einer Bradykardie [52].

Während zumindest im Säuglingsalter Herz-Atmungs-Monitore möglicherweise zu spät alarmieren, sind sie meist auch durch eine hohe Fehlalarmrate belastet. In einer amerikanischen Studie traten insge-

samt 12.980 Alarme während 2.100 Überwachungstagen auf, d. h. im Mittel 6 Alarme pro Tag [54]. Diese hohe Fehlalarmrate birgt die Gefahr einer Desensibilisierung der Eltern.

Eine deutliche Verbesserung bezüglich reduzierter Fehlalarmraten scheinen hier Monitore einer neueren Generation mit einer logischen Signalverlinkung zu bieten. Akustische Alarme werden erst dann ausgelöst, wenn in definierten Zeitfenstern mindestens 2 überwachte Vitalparameter einen vorgegebenen Referenzbereich verlassen. Eine Anwendungsstudie mit simultanem Einsatz eines herkömmlichen und eines verlinkten Monitors ergab eine Reduktion von Fehlalarmen von fast 40% [18].

Eine hohe Fehlalarmrate war in der Vergangenheit auch der entscheidende Grund, weshalb Pulsoximeter nicht zur Heimüberwachung geeignet erschienen. Neu am Markt befindliche Geräte bieten hier inzwischen eine deutlich verbesserte Signalqualität. Prinzipiell erscheint die Forderung plausibel, zumindest alle Kinder mit einer Sauerstofftherapie unter häuslichen Bedingungen mindestens einer Art der Sauerstoffüberwachung zu unterziehen. Vermutlich ist dies aber auch bei den anderen oben genannten Indikationen sinnvoll. Eine Alternative wäre die Registrierung mehrerer Signale, die nach oben genannten Verfahren logisch verknüpft sind.

### Ereignis-Monitoring („event monitoring“)

Beim Ereignis- bzw. dokumentierten Monitoring werden die überwachten Signale vor, während und nach einem Monitoralarm aufgezeichnet. Hiermit kann die elterliche Compliance überprüft werden [47], die elterliche Wahrnehmung des kindlichen Zustands bei Monitoralarmen objektiviert und die Pathophysiologie echter Alarme identifiziert werden [38, 51]. Für eine korrekte Beurteilung von Fehlalarmen ist die Möglichkeit der retrospektiven Beurteilung eines Elektrokardiogramms (EKG) und/oder einer Plethysmographie hilfreich. Die Aufzeichnungsdauer von 30–90 s vor Beginn des Alarms, die die meisten der kommerziell erhältlichen Monitore bieten, ist mitunter allerdings für eine Abklärung der Patho-

physiologie, die zum Alarm geführt hat, zu kurz. Hierfür sind dann deutlich längere Zeiten (5–10 min) erforderlich. Maximalen Komfort bieten Geräte mit einer Speicherkapazität für dauerhafte Aufzeichnungen. Der moderne Trend sind Telekommunikationssysteme, die Ereignisse laufend an eine entsprechende Überwachungszentrale weiterleiten. Möglicherweise stellen in Einzelfällen auch solche Spezialsysteme eine Lösung dar, in denen Monitoring mit einer Videoüberwachung gekoppelt wird. Erste Gerätegenerationen wurden bereits erprobt [7].

### Grenzwerteinstellungen und Dauer des Heim-Monitorings

Bei den Grenzwerteinstellungen der Heim-Monitore sind Altersabhängigkeiten, die zirkadiane Rhythmik von Vitalparametern, die evtl. zugrunde liegenden Krankheitsentitäten sowie individuelle Besonderheiten zu berücksichtigen. Je enger die Überwachungsgrenzen eingestellt werden, umso höher dürfte die Fehlalarmfrequenz ausfallen.

Die Dauer der Überwachung sollte sich nach epidemiologischen Daten und individuellen Bedürfnissen richten. Bei Kindern z. B. nach einem ALTE ist 4 bis maximal 6 Wochen nach dem letzten Ereignis die Wahrscheinlichkeit extrem gering, dass ein weiteres ALTE auftritt. Demzufolge kann in diesen und ähnlichen Fällen die Überwachung zu diesem Zeitpunkt beendet werden. Bei Kindern mit Heim-Monitoring kann die Überwachung in der Regel etwa ein Monat nach Beendigung der Maßnahmen bzw. der Symptome, für die die Überwachung verordnet wurde, beendet werden. Bestehen die Krankheitssymptome weiter, müsste auch das häusliche Monitoring fortgesetzt werden [16]. Diese Empfehlung kann allerdings nicht mit epidemiologischen Daten belegt werden, sondern basiert auf Expertenmeinungen. In Überlegungen zum Zeitpunkt der Beendigung des Monitorings sollten auch Aspekte wie der Häufigkeitsgipfel des SIDS und die motorische Aktivität des Kindes (Strangulationsgefahr) einfließen.

Bei Kindern aus Familien mit  $\geq 2$  SIDS sollte die Überwachung mindestens bis zu dem Alter erfolgen, in dem die Geschwister verstarben.

### Begleitende Maßnahmen beim Heim-Monitoring

Ein erfolgreiches Monitoring setzt immer ein gutes Training der Eltern voraus. Wird der Patient ohnehin stationär betreut, so könnte die Einweisung mindestens eine Woche vor Entlassung erfolgen, so dass die Eltern ausreichend Zeit haben, mit dem Gerät vertraut zu werden bzw. Hilfestellung bei der Unterscheidung echter Alarm vs. Fehlalarm erhalten. Man sollte die Einweisung auch nicht nur der Firma überlassen, die den Monitor vertreibt bzw. verkauft. Zu fordern ist immer eine Schulung für den *Ernstfall* (Stimulation/Reanimation, Benachrichtigung eines Notarztes, umgehende Arztvorstellung etc.), einschließlich praktischer Übungen in kardiopulmonaler Reanimation an einer Übungspuppe. Im weiteren Verlauf sollte rund um die Uhr ein kompetenter Ansprechpartner für Probleme zur Verfügung stehen, idealerweise im Rahmen einer Rufbereitschaft. Die künftige Nutzung telemedizinischer Datenübertragung kann die Sicherheit des häuslichen Monitorings optimieren und professionalisieren und sollte durch Anbindung an vorhandene, z. B. stationäre Überwachungssysteme Einsparpotenziale freisetzen.

Darüber hinaus sollten die Patienten in regelmäßigen Abständen (z. B. alle 3 Monate) in einer Ambulanz gesehen, der Monitor ausgelesen und die Ergebnisse mit den Eltern diskutiert werden. Nur so lassen sich die bekannten Probleme, die mit einer Monitorüberwachung verbunden sind, minimieren [13, 36].

### Technische Anforderungen an die Geräte, Normen

Spezielle DIN-Normen werden international bzw. in Europa von entsprechend zuständigen Institutionen definiert und müssen vom Gerätehersteller für Monitore, die Atmung, EKG, Herz- bzw. Pulsfrequenz und/oder O<sub>2</sub>-Sättigung messen bzw. überwachen, zwingend beachtet und eingehalten werden.

Erst durch den Nachweis der Einhaltung der geforderten Normen darf das Produkt mit dem CE-Zeichen versehen und in Verkehr gebracht werden. Darüber hinaus gibt es diverse Anforderungen

für die Aufnahme der Geräte in das deutsche Hilfsmittelverzeichnis (Hilfsmittelverzeichnis nach § 128 SGB V [I], Untergruppe 21–24 – O<sub>2</sub>-Überwachungsgeräte für Säuglinge/SIDS-Monitore; Messgeräte für Körperzustände/-funktionen). Demnach sollen die Herstellererklärungen folgende Parameter belegen: Im Ereignisspeicher müssen mindestens folgende Daten dauerhaft registriert werden:

1. Einstellungen der Parameter am Gerät,
2. alle gemessenen Werte,
3. Fehlermeldungen und Alarme.

Die Daten zu einem auftretenden Ereignis oder einer Episode müssen automatisch gespeichert werden. Der im Gerät vorhandene Langzeit- oder Loop-Speicher darf nur durch ein manuelles Reset lösbar sein. Der verwendete Langzeit- oder Loop-Speicher muss so dimensioniert sein, dass er den gesamten Zeitraum vom Entstehen bis zum Abklingen einer Episode erfasst. Darüber hinaus muss ein Zeitraum von 5 h vor und 5 h nach der Episode aufgezeichnet werden können.

Ein Langzeitspeicher für aufgetretene Ereignisse und eine Compliance-Registrierung muss vorhanden sein.

Sowohl Diagnostik- als auch Langzeitspeicher müssen vom behandelnden Arzt ausgelesen und bewertet werden können.

Es muss sich um mobile, netzun- und netzabhängig zu betreibende Geräte handeln, die eine interne Stromversorgung (Akku oder Batterie) für netzunabhängigen Betrieb besitzen.

Messung von Herz- und Atmungstätigkeit und/oder die Messung von Sauerstoffsättigung/Sauerstoffpartialdruck müssen möglich sein.

Das Gerät muss akustische und optische Alarminformationen bei Über-/Unterschreitung von eingestellten Grenzwerten realisieren.

## Korrespondenzadresse

**PD Dr. habil. T. Erler**

Carl-Thiem-Klinikum Cottbus  
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin  
Lehrkrankenhaus des Universitätsklinikums  
Charité zu Berlin  
Thiemstr. 111, 03048 Cottbus

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Aziz K, Vickar DB, Sauve RS et al (1995) Province-based study of neurologic disability of children weighing 500 through 1249 grams at birth in relation to neonatal cerebral ultrasound findings. *Pediatrics* 95(6):837–844
2. Bauchner H, Zuckerman B, McClain M et al (1988) Risk of sudden infant death syndrome among infants with in utero exposure to cocaine. *J Pediatr* 113(5):831–834
3. Beal S (1989) Sudden infant death syndrome in twins. *Pediatrics* 84(6):1038–1044
4. Bigger HR, Silvestri JM, Shott S, Weese-Mayer DE (1998) Influence of increased survival in very low birth weight, low birth weight and normal birth weight infants on the incidence of sudden infant death syndrome in the United States: 1985–1991. *J Pediatr* 133(1):73–78
5. Blair PS, Fleming PJ, Bensley D et al (1996) Smoking and the sudden infant death syndrome: results from 1993–5 case-control study for confidential inquiry into stillbirths and deaths in infancy. Confidential Enquiry into Stillbirths and Deaths Regional Coordinators and Researchers. *BMJ* 313(7051):195–198
6. Brooks JG (1992) Apparent life-threatening events and apnea of infancy. *Clin Perinatol* 19(4):809–838
7. Brouillette RT, Tsirigotis D, Leimani A et al (2000) Computerised audiovisual event recording for infant apnoea and bradycardia. *Med Biol Eng Comput* 38(5):477–482
8. Byard RW, Krous HF (2003) Sudden infant death syndrome: overview and update. *Pediatr Dev Pathol* 6(2):112–127
9. Casaulta C, Nelle M, Nuoffer JM, Pfammatter JP-VSSM (2007) SID, SID-Geschwister und ALTE: Empfohlene Abklärungen und Indikationen für das Säuglingsmonitoring. *Paediatrica* 18(1)
10. Cochrane DD, Adderley R, White CP et al (1990) Apnea in patients with myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg* 16(4–5):232–239
11. Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics (2003) Apnea, sudden infant death syndrome and home monitoring. *Pediatrics* 111(4 Pt 1):914–917
12. D'Andrea LA, Rosen CL, Haddad GG (1993) Severe hypoxemia in children with upper airway obstruction during sleep does not lead to significant changes in heart rate. *Pediatr Pulmonol* 16(6):362–369
13. Desmarez C, Blum D, Montauk L, Kahn A (1987) Impact of home monitoring for sudden infant death syndrome on family life. A controlled study. *Eur J Pediatr* 146(2):159–161
14. Di Fiore JM (2004) Neonatal cardiorespiratory monitoring techniques. *Semin Neonatol* 9(3):195–203
15. Dollfus C, Patetta M, Siegel E, Cross AW (1990) Infant mortality: a practical approach to the analysis of the leading causes of death and risk factors. *Pediatrics* 86(2):176–183
16. Erler T (2008) Monitoring of newborns and infants under ambulatory and clinical conditions – indications from a medical perspective and technical requirements. *Eur Resp Dis* 28–32
17. Erler T, Beyer U, Jorch G (2007) Plötzlicher Säuglingstod (SID=sudden infant death). *Pädiatrieupdate* 4(2):355–370
18. Erler T, Peters A (2006) Electronic home monitoring of infants – a recurring topic. a new home monitor for infants with signal linking. *Somnologie* 10:1–7
19. Findeisen M, Vennemann M, Brinkmann B et al (2004) German study on sudden infant death (GeSID): design, epidemiological and pathological profile. *Int J Legal Med* 118(3):163–169
20. Freed GE, Meny R, Glomb WB, Hageman JR (2002) Effect of home monitoring on a high-risk population. *J Perinatol* 22(2):165–167
21. Gray PH, Rogers Y (1994) Are infants with bronchopulmonary dysplasia at risk for sudden infant death syndrome? *Pediatrics* 93(5):774–777
22. Gregoire MC, Lefebvre F, Glorieux J (1998) Health and developmental outcomes at 18 months in very preterm infants with bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics* 101(5):856–860
23. Grether JK, Schulman J (1989) Sudden infant death syndrome and birth weight. *J Pediatr* 114(4 Pt 1):561–567
24. Guntheroth WG, Lohmann R, Spiers PS (1990) Risk of sudden infant death syndrome in subsequent siblings. *J Pediatr* 116(4):520–524
25. Hall KL, Zalman B (2005) Evaluation and management of apparent life-threatening events in children. *Am Fam Physician* 71(12):2301–2308
26. Hoppenbrouwers T, Hodgman JE, Ramanathan A, Dorey F (2008) Extreme and conventional cardiorespiratory events and epidemiologic risk factors for SIDS. *J Pediatr* 152(5):636–641
27. Irgens LM, Skjaerven R, Peterson DR (1984) Prospective assessment of recurrence risk in sudden infant death syndrome siblings. *J Pediatr* 104(3):349–351
28. Jones RA, Lukeman D (1982) Apnoea of immaturity. 2. Mortality and handicap. *Arch Dis Child* 57(10):766–768
29. Kahn A (2004) Recommended clinical evaluation of infants with an apparent life-threatening event. Consensus document of the European Society for the Study and Prevention of Infant Death, 2003. *Eur J Pediatr* 163(2):108–115
30. Kahn A, Montauk L, Blum D (1987) Diagnostic categories in infants referred for an acute event suggesting near-miss SIDS. *Eur J Pediatr* 146(5):458–460
31. Kandall SR, Gaines J, Habel L et al (1993) Relationship of maternal substance abuse to subsequent sudden infant death syndrome in offspring. *J Pediatr* 123(1):120–126
32. Krämer G, Wieser HG, Tuxhorn I, Schulze-Bonhage A (2007) Plötzlicher, unerwarteter Tod bei Epilepsie (SUDEP) Aktueller Wissensstand und Konsequenzen für die Information von Patienten und Angehörigen. *Aktuell Neurol* 34:162–165
33. Little GA, Ballard RA, Brooks JG (1987) National institutes of health consensus development conference on infantile apnea and home monitoring, Sept 29 to Oct 1, 1986. *Pediatrics* 79(2):292–299
34. Little GA, Brooks JG (1994) Accepting the unthinkable. *Pediatrics* 94(5):748–749
35. Marlow N, Hunt LP, Chiswick ML (1988) Clinical factors associated with adverse outcome for babies weighing 2000 g or less at birth. *Arch Dis Child* 63(10 Spec No):1131–1136
36. McElroy E, Steinschneider A, Weinstein S (1986) Emotional and health impact of home monitoring on mothers: a controlled prospective study. *Pediatrics* 78(5):780–786
37. Moyer-Mileur LJ, Nielson DW, Pfeffer KD et al (1996) Eliminating sleep-associated hypoxemia improves growth in infants with bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics* 98(4 Pt 1):779–783
38. Nathanson I, O'Donnell J, Commins MF (1989) Cardiorespiratory patterns during alarms in infants using apnea/bradycardia monitors. *Am J Dis Child* 143(4):476–480

39. Obladen M, Maier R (2006) Neugeborenenintensivmedizin: Evidenz und Erfahrung, 7. Aufl. Springer
40. Oyen N, Irgens LM, Skjaerven R et al (1994) Secular trends of sudden infant death syndrome in Norway 1967–1988: application of a method of case identification to Norwegian registry data. *Paediatr Perinat Epidemiol* 8(3):263–281
41. Perfect Sychowski S, Dodd E, Thomas P et al (2001) Home apnea monitor use in preterm infants discharged from newborn intensive care units. *J Pediatr* 139(2):245–248
42. Poets CF, Meny RG, Chobanian MR, Bonofiglio RE (1999) Gasping and other cardiorespiratory patterns during sudden infant deaths. *Pediatr Res* 45(3):350–354
43. Poets CF, Samuels MP, Noyes JP et al (1993) Home event recordings of oxygenation, breathing movements and heart rate and rhythm in infants with recurrent life-threatening events. *J Pediatr* 123(5):693–701
44. Ramanathan R, Corwin MJ, Hunt CE et al (2001) Cardiorespiratory events recorded on home monitors: Comparison of healthy infants with those at increased risk for SIDS. *JAMA* 285(17):2199–2207
45. Samuels MP, Stebbens VA, Poets CF, Southall DP (1993) Deaths on infant, apnoea' monitors. *Matern Child Health J* 18:262–266
46. Shoemaker M, Ellis M, Meadows S, Gannons M (2004) Clinical inquiries. Should home apnea monitoring be recommended to prevent SIDS? *J Fam Pract* 53(5):418–419
47. Silvestri JM, Lister G, Corwin MJ et al (2005) Factors that influence use of a home cardiorespiratory monitor for infants: the collaborative home infant monitoring evaluation. *Arch Pediatr Adolesc Med* 159(1):18–24
48. Southall DP, Samuels MP, Talbert DG (1990) Recurrent cyanotic episodes with severe arterial hypoxaemia and intrapulmonary shunting: a mechanism for sudden death. *Arch Dis Child* 65(9):953–961
49. Steinschneider A (1972) Prolonged apnea and the sudden infant death syndrome: clinical and laboratory observations. *Pediatrics* 50(4):646–654
50. Steinschneider A, Santos V (1991) Parental reports of apnea and bradycardia: temporal characteristics and accuracy. *Pediatrics* 88(6):1100–1105
51. Steinschneider A, Santos V, Freed G (1995) Cost implications of event recordings in apnea/bradycardia home monitoring: a theoretical analysis. *Pediatrics* 95(3):378–380
52. Warburton D, Stark AR, Taeusch HW (1977) Apnea monitor failure in infants with upper airway obstruction. *Pediatrics* 60(5):742–744
53. Ward SL, Bautista D, Chan L et al (1990) Sudden infant death syndrome in infants of substance-abusing mothers. *J Pediatr* 117(6):876–881
54. Weese-Mayer DE, Morrow AS, Conway LP et al (1990) Assessing clinical significance of apnea exceeding fifteen seconds with event recording. *J Pediatr* 117(4):568–574
55. Wennergren G, Milerad J, Lagercrantz H et al (1987) The epidemiology of sudden infant death syndrome and attacks of lifelessness in Sweden. *Acta Paediatr Scand* 76(6):898–906
56. Werthammer J, Brown ER, Neff RK, Taeusch HW Jr (1982) Sudden infant death syndrome in infants with bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics* 69(3):301–304
57. Williams AJ, Williams MA, Walker CA, Bush PG (1981) The Robin anomalad (Pierre Robin syndrome) – a follow up study. *Arch Dis Child* 56(9):663–668