







Kontinuierliche Patientenüberwachung im Gesundheitswesen: Ein umfassender Überblick über Möglichkeiten, Herausforderungen und zukünftige Wege

K. Hima Bindu, MBBS, MD, FNB¹; Sai Praveen Haranath, MBBS, MPH, FCCP Internal Medicine, Pulmonary and Critical Care Medicine²; Ravi Prakash Mahajan, MD, DM, FCAI (Hon), FRCA³; K. Subba Reddy MBBS, MD, PDCC, IDCCM, EDIC, FICCM⁴; Rahul Khandelwal, MBBS⁵; Sneha Varahala, PharmD, MPH⁶ 

¹Critical Care, Consultant Critical Care, Apollo Hospitals Jubilee Hills, Hyderabad, Indien; ²Senior Consultant Pulmonologist & Critical Care Specialist, Medical Director, Apollo eACCESS TeleICU Service, Apollo Hospitals, Jubilee Hills, Hyderabad, Indien; ³Direktor, Critical Care Integration and Transformation, Apollo Hospitals Group, Direktor, Forschung und Innovation, Apollo Hospitals Group, Professor Emeritus, University of Nottingham, Nottingham, UK; ⁴Senior Consultant, Leiter der Intensivmedizin, Apollo Hospitals, Jubilee Hills, Hyderabad, Indien; ⁵Chief Operations Officer, Tele ICU project, Apollo Hospitals, Jubilee Hills, Hyderabad, Indien; ⁶Mailman School of Public Health, Columbia University Irving Medical Center, New York, NY, USA

Korrespondierender Autor: K. Hima Bindu, himabindukotamarthy@gmail.com DOI:

<https://doi.org/10.30953/thmt.v10.562>

Schlüsselwörter: Digitale Gesundheit, kontinuierliche Überwachung, Frühwarnsysteme, Patientensicherheit, Patientenfernüberwachung, Telemedizin, tragbare Sensoren

Zusammenfassung

Herkömmliche Verfahren zur Patientenüberwachung, insbesondere auf allgemeinen Krankenhausstationen, stützen sich in hohem Maße auf die intermittierende Bewertung der Vitalparameter, was ein erhebliches Risiko für eine unerkannte klinische Verschlechterung darstellt. Die kontinuierliche Patientenüberwachung (CPM) mit Hilfe von Wearable-Sensor-Technologien stellt einen grundlegenden Wandel hin zu einer proaktiven Gesundheitsversorgung in Echtzeit dar. In diesem Beitrag wird die Integration von tragbaren Geräten in die klinische Praxis untersucht und ihr Potenzial zur Verbesserung der Patientenergebnisse durch Früherkennung, Erhöhung der Patientenmobilität und Verringerung vermeidbarer unerwünschter Ereignisse hervorgehoben.

Wearable-Sensoren ermöglichen die kontinuierliche Erfassung physiologischer Daten sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich, wodurch rechtzeitige Eingriffe möglich sind und Krankenhauseinweisungen und Verlegungen auf die Intensivstation reduziert werden können. Ihre Wirksamkeit bei der Behandlung chronischer Krankheiten wie Diabetes und Herzinsuffizienz sowie in der Akutversorgung ist erwiesen. Darüber hinaus bieten RPM-Plattformen diese Vorteile auch für die häusliche Pflege und verbessern den Zugang zur Gesundheitsversorgung und deren Kontinuität.

Trotz dieser Vorteile steht die breite Einführung vor mehreren Herausforderungen, darunter Alarmmüdigkeit, Datenüberlastung, technische Integrationsprobleme, Patientenkomfort und Bedenken hinsichtlich der Cybersicherheit. In dem Bericht werden Strategien zur Überwindung dieser Hindernisse erörtert, darunter intelligente Alarmsysteme, KI-gestützte Analysen, optimierte Arbeitsabläufe und standardisierte Interoperabilität.

Zu den künftigen Forschungsprioritäten gehören die Optimierung datengestützter Entscheidungshilfen, die Verbesserung prädiktiver Algorithmen und die rigorose Evaluierung der Kosteneffizienz und der klinischen Auswirkungen von Technologien zur kontinuierlichen Überwachung. Die Auseinandersetzung mit ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung, um das Vertrauen der Patienten und die Akzeptanz der Technologie sicherzustellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass CPM mit tragbaren Sensoren vielversprechend ist, um die Gesundheitsversorgung in ein reaktionsschnelleres, präventives und personalisiertes Modell umzuwandeln, vorausgesetzt, dass die Herausforderungen bei der Implementierung gelöst und die sich entwickelnden Technologien genutzt werden.

Klartext Zusammenfassung

Während auf Intensivstationen eine kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter Standard ist, werden Patienten auf allgemeinen Stationen oft nur sporadisch überwacht, was die Erkennung einer klinischen Verschlechterung verzögern kann. Am Körper zu tragende Sensoren

bieten eine vielversprechende Lösung, da sie eine kontinuierliche Datenerfassung in Echtzeit für ein breites Spektrum physiologischer Parameter ermöglichen. Diese Übersichtsarbeit untersucht das Potenzial von Wearable-Technologien zur Verbesserung der Patientenversorgung in verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens und hebt ihre Fähigkeit zu personalisierten Eingriffen, verbesserten Patientenergebnissen und einer geringeren Belastung durch Alarme hervor. Die Autoren erörtern die Vorteile, Herausforderungen und zukünftigen Richtungen der Wearable-Technologie bei der Fernüberwachung von Patienten und betonen die Notwendigkeit weiterer klinischer Forschung, um ihre Auswirkungen auf klinische Ergebnisse zu validieren und ihre Integration in bestehende Gesundheitssysteme zu optimieren.

Eingereicht: 12. März 2025; Angenommen: März 12, 2025; Veröffentlicht: Juli 9, 2025

Kontinuierliche Patientenüberwachung mit Wearable Sensors: Ein Paradigmenwechsel in der Patientensicherheit

Obwohl die herkömmliche intermittierende Patientenüberwachung ein grundlegender Aspekt der Gesundheitsversorgung ist, stößt sie an ihre Grenzen. Die Abhängigkeit von unregelmäßigen manuellen Beurteilungen schafft Schwachstellen, insbesondere in Zeiten geringerer Personalbesetzung, in denen subtile, aber klinisch bedeutsame Verschlechterungen des Patientenzustands übersehen werden können.^{1,2} Diese Verzögerung bei der Erkennung kann kaskadenartige Folgen haben, die zu einem erhöhten Risiko ungeplanter Einweisungen auf die Intensivstation, verlängerten Krankenhausaufenthalten und möglicherweise vermeidbaren Todesfällen führen.^{3,4}

Mehrere Studien unterstreichen die dringende Notwendigkeit, die Unzulänglichkeiten der intermittierenden Überwachung zu beheben. So wiesen McGloin et al.⁵ eine besorgniserregende Korrelation zwischen übersehenen physiologischen

Verschlechterungen und ungünstigen Patientenergebnissen, einschließlich vermeidbarer Todesfälle und Einweisungen auf die Intensivstation, nach. Darüber hinaus deuten Forschungsergebnisse darauf hin, dass physiologische Warnzeichen lebensbedrohlichen Ereignissen oft 8 bis 24 Stunden vorausgehen, was auf ein kritisches Zeitfenster für Interventionen hinweist, das mit der herkömmlichen Überwachung oft nicht erfasst wird.^{6,7} Die Atemfrequenz, ein empfindlicher Indikator für eine drohende Verschlechterung, ist ein

Beispiel für diese Herausforderung, da sie häufig nicht genau aufgezeichnet wird und keine rechtzeitige Reaktion darauf erfolgt.⁴ Die kontinuierliche Patientenüberwachung (Continuous Patient Monitoring, CPM), insbesondere mit dem Aufkommen hochentwickelter und dennoch benutzerfreundlicher Wearable-Sensoren, bietet eine überzeugende Lösung, um diese Lücken zu schließen und eine neue Ära der proaktiven, datengesteuerten Patientenversorgung einzuleiten.⁸ Im Gegensatz zu intermittierenden Kontrollen liefern Wearable-Sensoren einen konstanten Strom physiologischer Daten und fungieren als wachsame Wächter vor unbemerkter Verschlechterung. Dieser Echtzeit-Einblick verschafft den Gesundheitsdienstleistern die nötigen Informationen, um proaktiv einzugreifen und möglicherweise

Abmilderung von Risiken, bevor sie zu Krisen eskalieren.^{1,6}

Die Vorteile der tragbaren Sensortechnologie gehen über die Früherkennung hinaus und bieten eine überzeugende Mischung aus patientenzentrierten und systembezogenen Vorteilen.

Erhöhter Patientenkomfort und Mobilität

Am Körper tragbare Sensoren erhöhen den Komfort und die Mobilität des Patienten, indem sie sperrige, einschränkende Monitore am Krankenbett überflüssig machen. Diese erhöhte Mobilität verringert das Risiko von Komplikationen, die mit längerer Immobilität einhergehen, wie z. B. Druckgeschwüre und Lungenentzündungen, und verbessert gleichzeitig die Patientenerfahrung.⁹⁻¹²

Wechsel von reaktiver zu proaktiver Pflege

Die kontinuierliche Patientenüberwachung ermöglicht einen grundlegenden Wandel in der Gesundheitsversorgung, weg von einem reaktiven Ansatz, bei dem erst nach einem Ereignis eingegriffen wird, hin zu einem proaktiven Modell, bei dem potenzielle Probleme erkannt und angegangen werden, bevor sie eskalieren. Dieser proaktive Ansatz verbessert die Ergebnisse für den Patienten und hat das Potenzial, die Gesundheitskosten zu senken, indem kostspielige Krankenhauseinweisungen und Aufenthalte auf der Intensivstation vermieden werden.^{13,14} Obwohl die Einrichtung eines Fernüberwachungssystems eine Anfangsinvestition erfordert, können die Gesamtkosten für die Versorgung dennoch niedriger sein. Wenn ein Patient von der Station aus unter Aufsicht der Intensivstation effektiv überwacht werden kann, ist dies oft kostengünstiger als eine Verlegung auf die Intensivstation.

Optimierter Workflow und verbesserte Datengenauigkeit

Die automatisierte Datenerfassung und -übertragung rationalisiert die Dokumentationsprozesse, wodurch wertvolle Zeit des Pflegepersonals für die direkte Patientenversorgung frei wird und das Risiko menschlicher Fehler verringert wird. Darüber hinaus bieten die kontinuierlichen, objektiven Daten, die von tragbaren Sensoren abgeleitet werden, eine umfassendere und genauere Darstellung des physiologischen Zustands eines Patienten im Vergleich zu intermittierenden manuellen Beurteilungen, so dass die Kliniker fundiertere klinische Entscheidungen treffen können (Abbildung 1).^{1,15-17}

Die Konvergenz von Miniaturisierung, verlängerter Batterielebensdauer und nahtloser drahtloser Kommunikation hat zu einer raschen Innovation im Bereich der tragbaren Sensortechnologie geführt.^{8,18} Diese Fortschritte haben zur Entwicklung immer ausgefeilterer und dennoch erschwinglicherer Geräte geführt, die ein breites Spektrum physiologischer Parameter erfassen können.¹⁹⁻²³ Mit der fortschreitenden technologischen Entwicklung sind Wearables-Sensoren auf dem besten Weg, zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel im Gesundheitswesen zu werden und einen Paradigmenwechsel von reaktiven Eingriffen hin zu einer proaktiven, datengesteuerten Versorgung zu ermöglichen, die das Wohlbefinden des Patienten in den Vordergrund stellt und den Weg für eine Zukunft mit besseren Patientenergebnissen ebnet.^{1,24}

Kontinuierliche Überwachung mit Wearables: Verbesserung der Patientenresultate

Die Integration von CPM, insbesondere die Nutzung von tragbarer Sensortechnologie, revolutioniert die Gesundheitsversorgung, indem sie einen proaktiven, datengesteuerten Ansatz ermöglicht, der die Ergebnisse für die Patienten erheblich verbessert. Mit robusten Daten

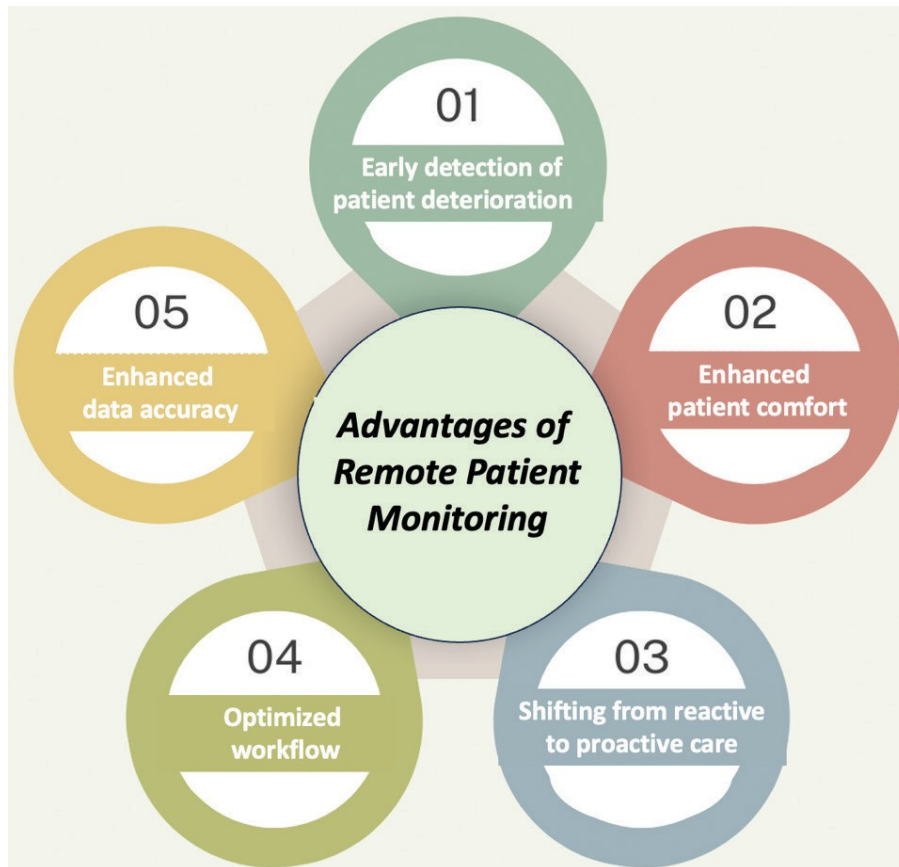


Abb. 1. Vorteile des Patientenfernüberwachungssystems.

können wir durch KI gestützte prädiktive Analysen integrieren, um Patienten proaktiv nach ihrem Risiko einer Verlegung auf die Intensivstation zu stratifizieren - noch bevor eine klinische Diagnose gestellt wird. Dieser Paradigmenwechsel von reaktiven Eingriffen hin zu kontinuierlichen Echtzeit-Einblicken in den physiologischen Zustand eines Patienten ermöglicht es Gesundheitsdienstleistern, potenzielle Gesundheitsprobleme frühzeitig zu erkennen und anzugehen, Komplikationen zu vermeiden, Krankenhausaufenthalte zu verkürzen und das Wohlbefinden der Patienten in verschiedenen klinischen Umgebungen zu verbessern.^{1-4,25}

Frühzeitige Erkennung und Intervention: der Grundstein für bessere Ergebnisse

Einer der überzeugendsten Vorteile der CPM liegt darin, dass sie in der Lage ist, subtile Veränderungen des Zustands eines Patienten zu erkennen, die bei herkömmlichen intermittierenden Beurteilungen unbemerkt bleiben könnten.^{8,13,18,26,27} Diese frühzeitige Erkennung ist besonders wichtig für:

Management chronischer Erkrankungen

Ein frühzeitiges Eingreifen ist entscheidend für die Behandlung von Krankheiten wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Atemwegserkrankungen. Studien zeigen, dass die kontinuierliche Überwachung des Blutzuckerspiegels bei Patienten mit Diabetes zu einer besseren Kontrolle des Blutzuckerspiegels führt.

Blutzuckerkontrolle führt und das Risiko von Langzeitkomplikationen wie Neuropathie und Retinopathie verringert.^{5,6,28,29}

Verbesserung der Akutversorgung

Die Anwendung der CPM hat auch in der Akutversorgung erhebliche Auswirkungen gezeigt. Untersuchungen wie die von Harvey et al.⁷ ergaben, dass die Einführung eines berührungslosen Überwachungssystems auf einer chirurgisch-medizinischen Station mit einem Rückgang der Verlegungen auf die Intensivstation und der Gesamtverweildauer im Krankenhaus verbunden war. Diese Verbesserung kann auf die frühzeitige Erkennung einer klinischen Verschlechterung zurückgeführt werden, die ein rechtzeitiges Eingreifen ermöglicht, um zu verhindern, dass sich der Zustand der Patienten so weit verschlechtert, dass eine Intensivbehandlung erforderlich wird.^{7,9-11}

Größere Reichweite durch Patientenfernüberwachung

Die Vorteile der CPM gehen durch Technologien zur Fernüberwachung von Patienten über die Krankenhausgrenzen hinaus. Am Körper zu tragende Sensoren ermöglichen in Verbindung mit Telemedizin-Plattformen die kontinuierliche Überwachung von Patienten in häuslicher Umgebung, z. B. in der häuslichen Pflege oder in der Rehabilitation.^{12,14,15} Diese Zugänglichkeit ist besonders wertvoll für Patienten, die nur begrenzten Zugang zu Gesundheitsdienstleistern haben, da sie rechtzeitige Eingriffe gewährleistet und unnötige Krankenhausaufenthalte reduziert.^{16,17,19,20} Sie verbessert auch den Zugang zur Versorgung für Patienten in

in entfernten Umgebungen, wo Ärzte der Intensivmedizin Fälle aus der Ferne effektiv überwachen und verwalten können.

Patientenzentriertes Design für mehr Komfort und Compliance Abgesehen von den klinischen Auswirkungen bietet die Verwendung von tragbaren Sensoren für CPM einen patientenzentrierten Ansatz für die Überwachung. Diese Geräte sind in der Regel unauffällig und komfortabel und minimieren die mit häufigen manuellen Vitalwertkontrollen verbundenen Störungen, insbesondere in R u h e p h a s e n.²¹⁻²⁴ Dieses patientenzentrierte Design kann zu mehr Komfort, Compliance und Zufriedenheit mit der Pflege führen.³⁰⁻³³

Die Integration von CPM und tragbarer Sensortechnologie stellt einen grundlegenden Wandel in der Gesundheitsversorgung dar, der von reaktiven Maßnahmen zu einer proaktiven, datengesteuerten Versorgung führt. Zwar sind weitere Forschungen erforderlich, um die Implementierungsstrategien zu optimieren und das volle Potenzial dieser Technologien für verschiedene Patientengruppen zu erforschen, doch die vorhandenen Erkenntnisse sprechen eindeutig für ihre Rolle bei der Verbesserung der Patientenergebnisse und der Umgestaltung der Gesundheitsversorgung.³⁴⁻³⁶

Herausforderungen und Grenzen der Technologien zur kontinuierlichen Überwachung

Trotz des immensen Potenzials der kontinuierlichen Überwachung, die Patientenversorgung zu revolutionieren, müssen einige Herausforderungen und Einschränkungen sorgfältig bedacht und proaktiv gelöst werden (Abbildung 2).

Klinischer Arbeitsablauf und menschliche Faktoren

Alarm-Müdigkeit

Die hohe Anzahl von Alarmen, die von kontinuierlichen Überwachungssystemen generiert werden, kann zu einer Ermüdung des medizinischen Personals führen, wodurch das Risiko steigt, kritische Ereignisse zu übersehen. Die Implementierung intelligenter Alarmsysteme, die nicht umsetzbare Alarme herausfiltern, und die Nutzung prädiktiver Analysen zur Vorhersage von Verschlechterungen können dieses Risiko mindern.^(12, 14, 24, 36)

Datenüberlastung

Die schiere Menge der generierten Daten kann Kliniker überfordern. Fortschrittliche Datenvisualisierungstools und KI-gestützte Entscheidungsunterstützungssysteme sind entscheidend für die Priorisierung kritischer Informationen und die Ermöglichung rechtzeitiger Interventionen.^{25,26,34}

Arbeitsbelastung des Pflegepersonals

Die Integration der kontinuierlichen Überwachung in bestehende Arbeitsabläufe erfordert eine sorgfältige Planung, damit das Pflegepersonal nicht überlastet wird. Effiziente Schulungsprogramme und benutzerfreundliche Schnittstellen sind unerlässlich, um Prozesse zu rationalisieren und den Nutzen der Technologie zu maximieren.^{30,31}

Schulung

Umfassende Schulungsprogramme für das Pflegepersonal sind unverzichtbar. Diese Programme müssen die ordnungsgemäße Verwendung der Geräte, die Interpretation der Daten und die effektive Reaktion auf

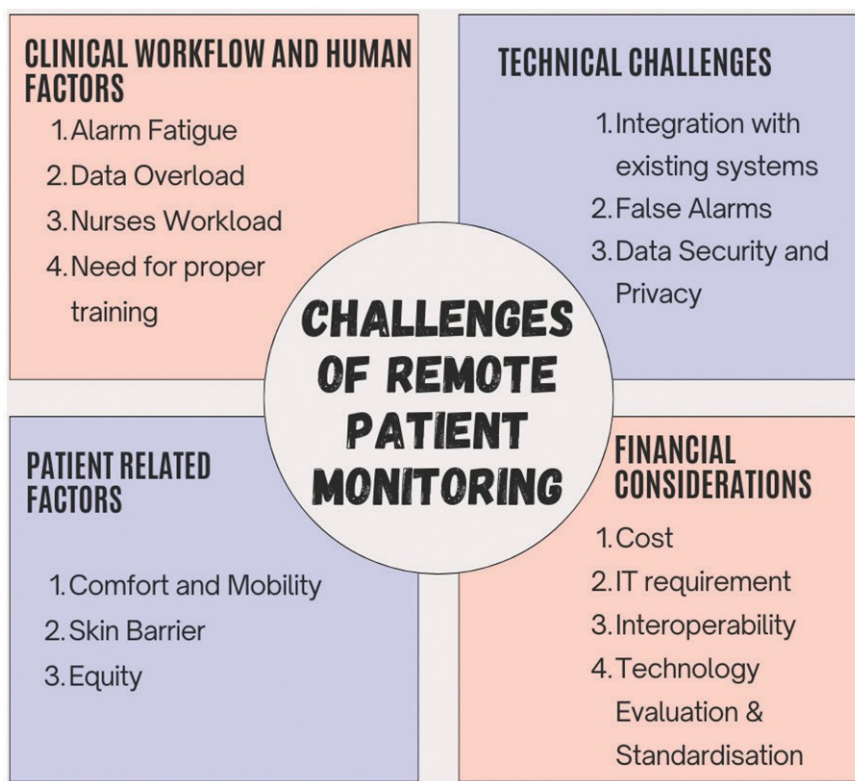


Abb. 2. Herausforderungen bei Patientenfernüberwachungssystemen. IT: Informationstechnologie.

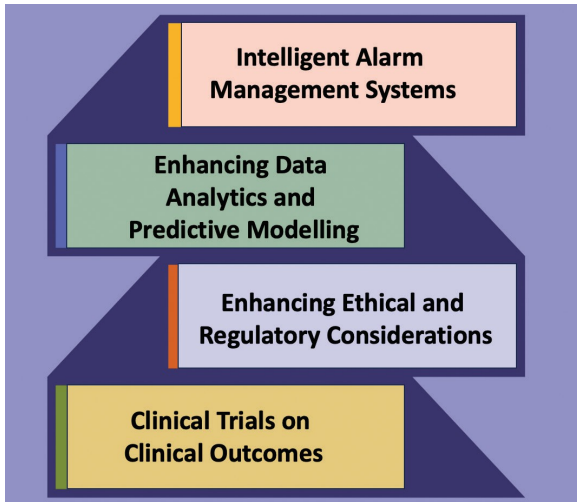


Abb. 3. Zukünftige Forschung und Richtung der Patientenfernüberwachung.

Alarmer, Gewährleistung der Patientensicherheit und optimale Nutzung der Technologie.^{30,31,34}

Technische Herausforderungen

Integration in bestehende Systeme

Die nahtlose Integration in elektronische Gesundheitsakten (EHR) und klinische Arbeitsabläufe ist entscheidend für den Datenzugriff und eine fundierte Entscheidungsfindung. Standardisierte Interoperabilitätsprotokolle und spezielle IT-Unterstützung sind für eine erfolgreiche Implementierung unerlässlich.^{12,16,24,29,30}

Falsche Alarmer

Technische Störungen und Patientenbewegungen können Fehlalarme auslösen, die die Zuverlässigkeit des Systems verringern und die Arbeitsbelastung erhöhen. Investitionen in fortschrittliche Sensoren mit höherer Genauigkeit und die Entwicklung von Algorithmen zur Minimierung von Fehlalarmen sind wichtige Bereiche für Verbesserungen.^{14,15,24,30}

Datensicherheit und Datenschutz

Robuste Cybersicherheitsmaßnahmen sind für den Schutz sensibler Patientendaten von entscheidender Bedeutung. Die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen, sichere Datenverschlüsselung und strenge Zugangskontrollen sind unerlässlich, um das Vertrauen der Patienten und die Vertraulichkeit zu wahren.^{17,19,20}

Patientenbezogene Faktoren

Komfort und Mobilität

Es ist wichtig, die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Überwachung mit dem Komfort und der Mobilität des Patienten in Einklang zu bringen. Die Verwendung komfortabler und minimalinvasiver Sensoren kann zusammen mit einer klaren Kommunikation über den Überwachungsprozess die Patientenerfahrung und die Compliance verbessern.^{23,24}

Hautbarriere

Bei einigen Personen kann es zu Hautreizungen oder allergischen Reaktionen auf Klebesensoren kommen. Die Suche nach alternativen Befestigungsmethoden und hypoallergenen Materialien kann diese Risiken minimieren.^{21,22}

Finanzielle und infrastrukturelle Erwägungen

Kosten

Die Erstinvestition in die Technologie zur kontinuierlichen Überwachung kann zwar beträchtlich sein, doch ihre langfristige Kosteneffizienz - nachgewiesen durch geringere Krankenhauseinweisungen und kürzere Verweildauern - spricht für ihre Einführung. Darüber hinaus sind diese Vorlaufkosten deutlich niedriger als die mit der Behandlung auf der Intensivstation verbundenen Kosten.^{1,13}

Informationstechnologie-Infrastruktur und Interoperabilität Eine robuste IT-Infrastruktur, einschließlich zuverlässiger Netzwerkverbindungen und nahtloser Interoperabilität der elektronischen Patientenakten, ist für die Datenübertragung, -analyse und -nutzung in Echtzeit von grundlegender Bedeutung.^{24,29,30}

Technologiebewertung und Standardisierung

Die rasante Entwicklung der Sensortechnologie erfordert eine strenge Bewertung und Standardisierung, um Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen zu gewährleisten.^{33,34}

Wenn wir diese Herausforderungen und Einschränkungen proaktiv angehen, können wir das volle Potenzial der Technologien zur kontinuierlichen Überwachung ausschöpfen, um die Gesundheitsversorgung zu verändern, die Ergebnisse für die Patienten zu verbessern und ein effizienteres und patientenzentriertes Gesundheitssystem zu schaffen.

Überlegungen zu Gerechtigkeit und Akzeptanz

Obwohl die kontinuierliche Überwachung und tragbare Sensortechnologien vielversprechend sind, um die Gesundheitsversorgung zu verändern, ist ihre Einführung nicht für alle Bevölkerungsgruppen gleichermaßen zugänglich. Die digitale Kompetenz und die Gesundheitskompetenz spielen eine entscheidende Rolle dabei, wie effektiv Patienten mit diesen Instrumenten umgehen können. Darüber hinaus können die sozialen Determinanten der Gesundheit - einschließlich des sozioökonomischen Status, des Zugangs zu Technologien und des Bildungshintergrunds - zu Ungleichheiten bei den Nutzern dieser Innovationen führen. Um eine gerechte Umsetzung zu gewährleisten, ist es wichtig, benutzerfreundliche Designs zu verwenden, Patienten und Betreuer zu schulen und strukturelle Hindernisse für den Zugang zu beseitigen. Strategien, die das Engagement der Gemeinschaft und eine kultursensible Kommunikation einbeziehen, können eine integrative Einführung weiter unterstützen.

Zukünftige Richtungen und Forschungsprioritäten

Um das transformative Potenzial der CPM voll auszuschöpfen, bedarf es in mehreren Schlüsselbereichen weiterer Forschung und Entwicklung:

Entwicklung eines intelligenten Alarmmanagementsystems

Künftige Forschungsarbeiten sollten sich vorrangig mit der Entwicklung intelligenter Alarmmanagementsysteme befassen, die künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen nutzen, um Fehlalarme zu minimieren, klinisch bedeutsame Alarme zu priorisieren und kontextabhängige Benachrichtigungen an die Gesundheitsdienstleister zu übermitteln. Parallel dazu beinhaltet eine kosteneffiziente und sofort umsetzbare Strategie die Durchführung einer umfassenden Bestandsaufnahme der vorhandenen Alarme, um diejenigen zu identifizieren und zu deaktivieren, die überflüssig sind oder nur einen begrenzten klinischen Nutzen bieten. Die Integration beider Ansätze ist unerlässlich, um die Alarmmüdigkeit zu verringern, die Patientensicherheit zu erhöhen und die Gesamteffizienz der klinischen Arbeitsabläufe zu verbessern.³²⁻³⁴

Verbesserte Datenanalyse und prädiktive Modellierung

Fortgeschrittene Datenanalysetechniken, darunter maschinelles Lernen und Deep Learning, bergen ein immenses Potenzial für die Gewinnung aussagekräftiger Erkenntnisse aus CPM-Daten. Die künftige Forschung sollte sich auf die Entwicklung und Validierung robuster Algorithmen zur Vorhersage unerwünschter Ereignisse, zur Personalisierung von Behandlungsplänen und zur Identifizierung von Hochrisikopatienten, die am meisten von CPM profitieren, konzentrieren.^{11,12,15,16}

Ethische und regulatorische Erwägungen einbeziehen

Da CPM immer ausgefeilter und in die Gesundheitssysteme integriert wird, ist es von entscheidender Bedeutung, sich mit den ethischen und rechtlichen Erwägungen in Bezug auf Datenschutz, Sicherheit und informierte Zustimmung auseinanderzusetzen. Die Festlegung klarer Richtlinien und bewährter Verfahren für die Datenverwaltung, die Transparenz und die Befähigung der Patienten wird für die Förderung des Vertrauens und die Gewährleistung einer verantwortungsvollen Nutzung von CPM-Technologien von entscheidender Bedeutung sein.^{17,19,20,22}

Bewertung der Auswirkungen der kontinuierlichen Patientenüberwachung auf die klinischen Ergebnisse und die Kosteneffizienz

Strenge klinische Studien und Studien unter realen Bedingungen sind erforderlich, um die Auswirkungen von CPM auf die Patientenergebnisse, die Inanspruchnahme des Gesundheitswesens und die Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten. Diese Evidenzbasis wird für die Erstellung von klinischen Leitlinien, Kostenerstattungsrichtlinien und Investitionsentscheidungen von entscheidender Bedeutung sein.^{13,14,33,36}

Schlussfolgerung

Diese Übersicht beleuchtet die wachsende Bedeutung von CPM in der modernen Gesundheitsfürsorge und hebt die potenziellen Vorteile und die Herausforderungen einer breiten Einführung hervor. Das Gesundheitswesen erkennt zunehmend den Wert von Telemonitoring und Patientenfernüberwachung für eine personalisierte Pflege und verbesserte Patientenergebnisse. Um eine breitere Akzeptanz zu erreichen, müssen jedoch Bedenken hinsichtlich Datensicherheit, Alarmmüdigkeit, digitaler Gleichberechtigung und Integration in bestehende Arbeitsabläufe ausgeräumt werden.

Technologische Fortschritte, insbesondere in der Wearable-Technologie und der künstlichen Intelligenz, bieten vielversprechende Lösungen. Am Körper tragbare Sensoren ermöglichen eine kontinuierliche

Sensoren ermöglichen eine kontinuierliche Datenerfassung, während KI-gestützte prädiktive Analysen Fehlalarme minimieren und die Genauigkeit von Frühwarnsystemen verbessern können.

Die erfolgreiche Integration der kontinuierlichen Überwachung in die Gesundheitsversorgung hängt in hohem Maße von einer robusten IT-Infrastruktur, standardisierten Technologien und nahtloser Interoperabilität der elektronischen Patientenakten ab. Die Gesamtrendite (ROI) wird wahrscheinlich positiv sein, vorausgesetzt, das Überwachungssystem ist gut integriert und der klinische Arbeitsablauf ist so gestaltet, dass er seine Verwendung unterstützt. Künftige Forschungsarbeiten sollten sich auf die Optimierung dieser Bereiche sowie auf die Bewertung der Auswirkungen der kontinuierlichen Überwachung auf die klinischen Ergebnisse bei verschiedenen Patientengruppen konzentrieren. Durch die Bewältigung der bestehenden Herausforderungen und die Nutzung der Möglichkeiten neuer Technologien kann CPM die Gesundheitsversorgung verändern und zu besseren Patientenergebnissen, einer optimierten Ressourcenzuweisung und einem proaktiveren und präventiven Ansatz in der Gesundheitsversorgung führen.

Finanzierung

Für das Verfassen des Artikels wurden keine finanziellen Mittel bereitgestellt.

Interessenkonflikte

Es bestehen keine Interessenkonflikte.

Mitwirkende

Dr. K Hima Bindu, Dr. Sai Praveen Haranarth, Prof. Ravi Prakash Mahajan, Dr. Rahul Khandelwal, Dr. Subbareddy, Dr. Sneha Varahala

Erklärung zur Datenverfügbarkeit (DAS): Gemeinsame Nutzung von Daten, Reproduzierbarkeit und Datenrepositorien

Bei diesem Artikel handelt es sich um einen Überblick über bereits veröffentlichte Literatur, ohne dass neue Daten erstellt wurden. Alle Informationsquellen wurden ordnungsgemäß zitiert und sind öffentlich zugänglich. Für diese Studie wurden keine zusätzlichen Datensätze erstellt oder analysiert.

Gemeinsame Nutzung von Daten

Dieser Übersichtsartikel basiert vollständig auf bereits veröffentlichten Daten, die über die im Manuskript angegebenen Originalquellen öffentlich zugänglich sind. Da keine neuen Datensätze generiert wurden, ist eine gemeinsame Nutzung der Daten nicht möglich.

Anwendung von KI-generiertem Text oder verwandter Technologie

Keine

Referenzen

1. Joshi M, Ashrafian H, Aufegger L, Khan S, Arora S, Cooke G, et al. Wearable sensors to improve detection of patient deterioration. *Expert Rev Med Devices*. 2019;16(2):145–54. <https://doi.org/10.1080/17434440.2019.1563480>
2. Brown H, Terrence J, Vasquez P, Bates DW, Zimlichman E. Continuous monitoring in an inpatient medical-surgical unit: a

- kontrollierte klinische Studie. *Am J Med.* 2014;127(3):226-32. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.12.004>
3. Downey CL, Chapman S, Randell R, Brown JM, Jayne DG. The impact of continuous versus intermittent vital signs monitoring in hospitals: a systematic review and narrative synthesis. *Int J Nurs Stud.* 2018;84:19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.013>
 4. Centre for Clinical Practice at NICE (UK): Akut erkrankte Patienten im Krankenhaus: Erkennung von und Reaktion auf akute Erkrankungen bei Erwachsenen im Krankenhaus. National Institute for Health and Clinical Excellence; 2007.
 5. McGloin H, Adam SK, Singer M. Unerwartete Todesfälle und Einweisungen in die Intensivpflege bei Patienten auf allgemeinen Stationen. Sind einige Fälle potenziell vermeidbar? *J R Coll Physicians Lond.* 1999;33(3):255-9. [https://doi.org/10.1016/S0035-8819\(25\)01722-2](https://doi.org/10.1016/S0035-8819(25)01722-2)
 6. Goldhill DR, White SA, Sumner A. Physiological values and procedures in the 24 hours before ICU admission from the wards. *Anaesthesia.* 1999;54:529–34. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.1999.00837.x>
 7. Mapp ID, Davis LL, Krowchuk H. Prävention ungeplanter Einweisungen in die Intensivstation und der Krankenhaussterblichkeit durch Frühwarnsysteme. *Dimens Crit Care Nurs.* 2013;32(6):300–9. <https://doi.org/10.1097/DCC.000000000000004>
 8. Hernandez-Silveira M, Ahmed K, Ang S-S, Zandari F, Mehta T, Weir R, et al. Assessment of the feasibility of an ultra-low power, wireless digital patch for the continuous ambulatory monitoring of vital signs. *BMJ Open.* 2015;5(5):e006606. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006606>
 9. Ludikhuijze J, Borgert M, Binnekade J, Subbe C, Dongelmans D, Goossens A. Standardized measurement of the modified early warning score results in enhanced implementation of a rapid response system: a quasi-experimental study. *Resuscitation.* 2014;85(5):676–82. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.02.009>
 10. Weenk M, Koeneman M, van de Belt TH, Engelen LJP, van Goor H, Bredie SJH. Drahtlose und kontinuierliche Überwachung von Vitalzeichen bei Patienten auf der allgemeinen Station. *Resuscitation.* 2019;136:47-53. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.017>
 11. Boatin AA, Wylie BJ, Goldfarb I, Azevedo R, Pittel E, Ng C, et al. Wireless vital sign monitoring in pregnant women: a functionality and acceptability study. *Telemed J E Health.* 2016;22(7):564–71. <https://doi.org/10.1089/tmj.2015.0173>
 12. Zubiete ED, Luque LF, Rodríguez AVM, González IG. Review of wireless sensors networks in health applications. *Ann Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:1789-93. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6090510>
 13. Kaboli PJ, Rosenthal GE. Verzögerungen bei der Verlegung auf die Intensivstation: ein vermeidbares unerwünschtes Ereignis? *J Gen Intern Med.* 2003;18:155–6. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2003.21217.x>
 14. Darwish A, Hassanien AE. Wearable and implantable wireless sensor network solutions for healthcare monitoring. *Sensors (Basel).* 2011;11(6):5561–95. <https://doi.org/10.3390/s110605561>
 15. Ohashi K, Kurihara Y, Watanabe K, Ohno-Machado L, Tanaka H. Machbarkeitsbewertung von Smart Stretcher zur Verbesserung der Patientensicherheit bei Transfers. *Methods Inf Med.* 2011;50(3):253–64. <https://doi.org/10.3414/ME0616>
 16. Noah B, Keller MS, Mosadeghi S, Stein L, Johl S, Delshad S, et al. Impact of remote patient monitoring on clinical outcomes: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *NPJ Digit Med.* 2018;1(1):20172. <https://doi.org/10.1038/s41746-017-0002-4>
 17. Sahandi R, Noroozi S, Roushan G, Heaslip V, Liu Y. Drahtlose Technologie in der Entwicklung der Patientenüberwachung auf allgemeinen Krankenhausstationen. *J Med Eng Technol.* 2010;34(1):51-63. <https://doi.org/10.3109/03091900903336902>
 18. Michard F, Gan TJ, Kehlet H. Digital innovations and emerging technologies for enhanced recovery programmes. *Br J Anaesth.* 2017;119(1):31-9. <https://doi.org/10.1093/bja/aex140>
 19. Buist MD, Jarmolowski E, Burton PR, Bernard SA, Waxman BP, Anderson J. Erkennen von klinischer Instabilität bei Krankenhauspatienten vor einem Herzstillstand oder einer ungeplanten Einweisung in die Intensivstation. Eine Pilotstudie in einem Tertiärkrankenhaus. *Med J Aust.* 1999;171(1):22-5. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1999.tb123492.x>
 20. Schein RM, Hazday N, Pena M, Ruben BH, Sprung CL. Klinische Antezedenzen für einen Herz-Lungen-Stillstand im Krankenhaus. *Chest.* 1990;98(6):1388–92. <https://doi.org/10.1378/chest.98.6.1388>
 21. Tarar A. Wearable skin sensors and their challenges: a review of transdermal, optical, and mechanical sensors. *Biosensors.* 2020;10(6):56. <https://doi.org/10.3390/bios10060056>
 22. Khatsenko K, Khin Y, Maibach H. Allergic contact dermatitis to components of wearable adhesive health devices. *Dermatitis.* 2020;31(5):283–6. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000575>
 23. Weenk M, Bredie SJ, Koeneman M, Hesselink G, van Goor H, van de Belt TH. Kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter auf der Allgemeinstation mit tragbaren Geräten: randomisierte, kontrollierte Studie. *J Med Internet Res.* 2020;22(6):e15471. <https://doi.org/10.2196/15471>
 24. Prgomet M, Cardona-Morrell M, Nicholson M, Lake R, Long J, Westbrook J, et al. Vital signs monitoring on general wards: clinical staff perceptions of current practices and the planned introduction of continuous monitoring technology. *Int J Qual Health Care.* 2016;28(4):515-21. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzw062>
 25. Alam N, Hobbelink EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PWB. Die Auswirkungen der Verwendung des Frühwarnscores (EWS) auf die Patientenergebnisse: eine systematische Überprüfung. *Resuscitation.* 2014;85(5):587–94. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.01.013>
 26. Downey CL, Tahir W, Randell R, Brown JM, Jayne DG. Stärken und Grenzen von Frühwarn-Scores: eine systematische Überprüfung und narrative Synthese. *Int J Nurs Stud.* 2017;76:106–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.09.003>
 27. Haller G, Myles PS, Wolfe R, Weeks AM, Stoelwinder J, McNeil J. Validity of unplanned admission to an intensive care unit as a measure of patient safety in surgical patients. *Anesthesiology.* 2005;103(6):1121–9. <https://doi.org/10.1097/0000542-200512000-00004>
 29. Beckett D, Gordon C, Paterson R, Chalkley S, Macleod D, Bell D. Assessment of clinical risk in the out of hours hospital prior to the introduction of Hospital at Night. *Acute Med.* 2009;8(1):33–8. <https://doi.org/10.52964/AMJA.0229>
 29. Chan M, Estève D, Fourniols J-Y, Escriba C, Campo E. Intelligente tragbare Systeme: aktueller Stand und zukünftige Herausforderungen. *Artif Intell Med.* 2012;56(3):137–56. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2012.09.003>
 30. Kowalski R, Capan M, Lodato P, Mosby D, Thomas T, Arnold R, et al. Optimizing usability and signal capture: a proactive risk assessment for the implementation of a wireless vital sign monitoring system. *J Med Eng Technol.* 2017;41(8):623-9. <https://doi.org/10.1080/03091902.2017.1382589>
 31. Kooij L, Peters GM, Doggen CJM, van Harten WH. Remote continuous monitoring with wireless wearable sensors in clinical practice, nurses perspectives on factors affecting implementation: a qualitative study. *BMC Nurs.* 2022;21(1):53. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00832-2>

32. Leenen JPL, Leentveld C, van Dijk JD, van Westreenen HL, Schoonhoven L, Patijn GA. Aktuelle Belege für die kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter durch tragbare drahtlose Geräte bei hospitalisierten Erwachsenen: systematische Überprüfung. *J Med Internet Res.* 2020;22(6):e18636. <https://doi.org/10.2196/18636>
33. Weenk M, van Goor H, Frietman B, Engelen LJ, van Laarhoven CJ, Smit J, et al. Continuous monitoring of vital signs using wear-able devices on the general ward: pilot study. *JMIR MHealth UHealth.* 2017;5(7):e91. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7208>
34. Ruppel H, Funk M, Whittemore R, Wung S-F, Bonafide CP, Powell Kennedy H. Critical care nurses' clinical reasoning about physiologic monitor alarm customization: an interpretive descriptive study. *J Clin Nurs.* 2019;28(15–16):3033–41. <https://doi.org/10.1111/jocn.14866>
35. Dash S, Shakyawar SK, Sharma M, Kaushik S. Big Data im Gesundheitswesen: Verwaltung, Analyse und Zukunftsaussichten. *J Big Data.* 2019;6(1):54. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>
36. Sendelbach S, Funk M. Alarm fatigue. *AACN Adv Crit Care.* 2013;24:378–86. <https://doi.org/10.4037/NCI.0b013e3182a903f9>

Copyright Ownership: Dies ist ein Open-Access-Artikel, der in Übereinstimmung mit der Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC BY-NC 4.0)-Lizenz verbreitet wird, die es anderen erlaubt, dieses Werk nicht-kommerziell zu verbreiten, anzupassen, zu verbessern und ihre abgeleiteten Werke unter anderen Bedingungen zu lizenzieren, vorausgesetzt, das Originalwerk wird ordnungsgemäß zitiert und die Nutzung ist nicht-kommerziell. Siehe: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>.