












Die Auswirkungen eines Pflegekontinuums auf die Gesundheitsergebnisse: Eine IEEE-Perspektive

Elizabeth White Baker, PhD¹ ; Katherine Grace (Kit) August, PhDZ ;
Narendra Mangra³ ; Dimitrios Kalogeropoulos⁴ ; Andres Mellik, MSc/Meng⁵ ; Paula Muller,
PhD⁶ ; Thomas M Willis, III, PhD⁷ ; Raziq Yaqub, PhD⁸ ;
Victor B. Lawrence⁹ ; Mathini Sellathurai, PhD¹⁰  und Michael Tremblay⁽¹¹⁾ 

¹Virginia Commonwealth University, Richmond, VA, USA; ²IEEE Senior Member; ³GlobeNet LLC, New Orleans, LA, USA; ⁴Global Health & Digital Innovation Foundation, UCL Global Business School for Health, London, England; ⁵Cognuse Inc. EdTech, Tallin, Estland; ⁶CareLink360, Flemington, NJ, USA; ⁷AT&T Labs, Atlanta, GA, USA; ⁸Alabama A&M Graduate School; ⁹Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ, USA; ¹⁰Heriot-Watt University, Edinburgh, Schottland; ¹¹University of Kent, Canterbury, UK

Korrespondierende Autorin: Elizabeth White Baker, E-Mail: bakerew@vcu.edu DOI:

<https://doi.org/10.30953/thmt.v10.557>

Stichworte: KI im Gesundheitswesen, digitale Gesundheit, globale Gesundheit, Gesundheitsgerechtigkeit, Gesundheitstechnologie, Zugang zur Gesundheitsversorgung, Fernüberwachung, nachhaltige Entwicklung, Telemedizin

Hinweis: Ein Anhang mit Begriffsdefinitionen befindet sich am Ende dieses Artikels.

Zusammenfassung

In diesem Artikel untersuchen die Autoren das transformative Potenzial digitaler Gesundheitstechnologien, um ein Modell der kontinuierlichen Pflege (Continuum of Care, CoC) voranzutreiben, das darauf abzielt, die Gesundheitsergebnisse zu verbessern und Ungleichheiten zu verringern. Aus der Perspektive des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) wird aufgezeigt, wie auf Standards basierende Innovationen - wie die durch künstliche Intelligenz (KI) gesteuerte Telemedizin, die durch das Internet der Dinge (IoT) ermöglichte Fernüberwachung und die mobile Gesundheit - eine personalisierte, zeitnahe und zugängliche Versorgung für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen bieten können. Anhand von Beispielen aus der Praxis, darunter mobile Kliniken und Bevölkerungsgesundheitsplattformen, zeigt der Artikel erfolgreiche Implementierungen, die gesundheitliche Ungleichheiten beseitigen. Darüber hinaus erörtern die Autoren die technischen, wirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Herausforderungen, denen sich Kliniker bei der Integration dieser Lösungen in die Routineversorgung gegenübersehen. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Rolle von IEEE-Standards, die einen gleichberechtigten Zugang, die Interoperabilität von Daten und die integrierte Zugänglichkeit für alle Nutzer gewährleisten. Das Papier plädiert für einen transdisziplinären und integrativen Ansatz, der Kliniker und Technologen befähigt, bei der Schaffung von patientenzentrierten Systemen zusammenzuarbeiten, die den gesamten Versorgungsweg abdecken - von der Prävention über die Behandlung bis hin zur Genesung - unabhängig von der Umgebung oder dem sozioökonomischen Status.

Zusammenfassung in einfacher Sprache

Die Gesundheitsversorgung ist heute fortschrittlicher denn je, aber viele Menschen haben immer noch Schwierigkeiten, die benötigte Versorgung zu erhalten - insbesondere Menschen in unterversorgten oder ländlichen Gemeinden, Menschen mit Behinderungen und ältere Menschen. In diesem Artikel wird untersucht, wie Technologie dazu beitragen kann, diese Lücken zu schließen und die Gesundheitsversorgung für alle zugänglicher, erschwinglicher und effektiver zu machen.

Eine vielversprechende Lösung ist ein "Kontinuum der Versorgung" (CoC), d. h. eine vernetzte, koordinierte und kontinuierliche Versorgung in allen Phasen des Gesundheitsverlaufs einer Person. Dies umfasst alles von der Prävention und Diagnose bis hin zur Behandlung, Genesung und langfristigen Unterstützung. Neue digitale Hilfsmittel wie Telemedizin, tragbare Gesundheitsmonitore und künstliche Intelligenz (KI) helfen Ärzten und Krankenschwestern, Patienten in Echtzeit zu betreuen - auch wenn sie zu Hause sind.

Hervorgehoben wird auch die Rolle des IEEE, einer globalen Normungsorganisation, die dafür sorgt, dass diese Technologie sicher, zuverlässig und integrativ ist. Ihre Arbeit unterstützt Tools wie mobile Hörtests, Systeme zum Austausch von Gesundheitsdaten und KI, die Ärzten hilft, bessere Entscheidungen zu treffen. Diese Technologien sind besonders in Gebieten mit begrenzten Ressourcen im Gesundheitswesen nützlich.

Die Autoren stellen Beispiele aus der Praxis vor, wie mobile Kliniken und virtuelle Pflegeprogramme, die bereits die Versorgung von Menschen mit chronischen Krankheiten oder Menschen, die weit entfernt von Krankenhäusern leben, verbessern. Dennoch gibt es nach wie vor Herausforderungen, z. B. die Sicherstellung, dass diese Technologien einfach zu nutzen sind und die Privatsphäre der Patienten schützen.

Letztendlich rufen die Autoren zur Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern des Gesundheitswesens, Ingenieuren und Gemeinden auf, um eine Zukunft zu schaffen, in der die Gesundheitsversorgung vernetzt, mitfühlend und für alle verfügbar ist, unabhängig davon, wer sie sind oder wo sie leben.

Eingereicht: 4. Februar 2025; Angenommen: April 23, 2025; Veröffentlicht: Mai 30, 2025

SIn verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens wurden erhebliche Fortschritte erzielt, unter anderem in der Forschung und im Technologiebereich. Dennoch ist die Gesamtergebnisse spiegeln ein fragmentiertes System mit erheblichen Unterschieden zwischen den verschiedenen Gruppen wider. Es besteht die Möglichkeit, die Bedürfnisse aller Bürger und Interessengruppen über das gesamte Spektrum von Patienten und Leistungserbringern hinweg effektiver zu erfüllen, indem alle mit kulturell und sprachlich angemessenen Systemen einbezogen werden, Prozesse vereinfacht werden, Transparenz geschaffen wird und Daten und Informationen, die bei jeder Interaktion benötigt werden, zeitnah mit aufkommenden und neuen Versorgungsmodellen bereitgestellt werden. Eine technologiegestützte Gesundheitsfürsorge kann das Leben verlängern, Leiden lindern, Risiken verringern und die Erfahrungen für alle verbessern, was sich positiv auf den Einzelnen, die Familie, die Gemeinschaft und die Gesellschaft auf lokaler und globaler Ebene auswirken kann. Die Technologie kann eingesetzt werden, um neue Verwendungszwecke für bestehende Medikamente zu ermitteln und Wechselwirkungen zu erkennen, die ein erhöhtes Risiko für den Einzelnen darstellen, wodurch unerwünschte Arzneimittel- und Geräteereignisse möglicherweise reduziert werden können. Die Sprachtechnologie ist heute so ausgereift, dass sie die Kommunikation und Transparenz in der Gesundheitsversorgung verbessert, Trends erkennt und die Qualität bestimmt.

Es gibt jedoch noch viel zu tun, um diese potenziellen Vorteile der Technologie tiefer in der Patientengemeinschaft zu verankern. Selbst die beeindruckendsten Algorithmen zur Erkennung von Sepsis werden nicht dazu beitragen, die Gesundheitsergebnisse zu verbessern und gesellschaftliche Barrieren zu überwinden, wenn es im Pflegeprozess zu Verzögerungen kommt, z. B. durch Verzögerungen bei der Dateneingabe in ein System, durch fehlendes Personal oder durch Verzögerungen bei der Durchführung von Maßnahmen.

IEEE-Normen im Rahmen des Kontinuums der Pflege

Die Normen des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sind wegweisend für die Gewährleistung von Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit durch Einbeziehung und Zugänglichkeit, die die Transparenz verbessern und von Anfang an - und nicht erst im Nachhinein - entwickelt und eingebaut werden. Es können auch Tests entwickelt werden, um das Hör- und Sehvermögen, die Geschicklichkeit, die kognitiven Fähigkeiten, das Leseverständnis, die fachlichen Kenntnisse, die Sprachpräferenzen, die Unabhängigkeit, die Mobilität, die Prothesen/Orthesen und vieles mehr zu messen. IEEE-Standards werden diese Funktionen leiten, um eine positive Erfahrung in der gesamten Gesundheitsgemeinschaft zu schaffen.

Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit für die Zukunft beruhen auf Innovationen zur Überbrückung der digitalen Kluft und zur Förderung von Vielfalt, Gleichberechtigung, Integration und Zugänglichkeit. Die vom IEEE durchgeführten Projekte schaffen Standards für Technologien für

Menschen mit unterschiedlichen Bedürfnissen, wie Hör-, Seh-, Mobilitäts-, Bewegungs-, kognitiven, mentalen, emotionalen und altersbedingten Behinderungen, die zu verschiedenen Zeitpunkten im Leben oder in verschiedenen Kontexten Unterstützung benötigen. Die eingebaute Barrierefreiheit sorgt dafür, dass mehr Menschen erreicht werden, vor allem weil viele sich nicht als behindert bezeichnen. Viele Menschen wissen nicht, dass die Zugänglichkeitsfunktionen ihnen oder anderen helfen können. Zu den Zugänglichkeitsmerkmalen gehören Bildschirmlesegeräte für Blinde, Hörhilfen, Sprachverständnis, Untertitel, Relais-Kommunikation, Navigation, Mobilitätshilfen, Situationsbewusstsein und emotionale, kognitive und intersektionale Bedürfnisse.

Daher leiten die IEEE-Standards auch Schnittstellenbedürfnisse ab, z. B. aus dem Abgleich von Interessengemeinschaften (COI), was es ermöglicht, die Schnittstelle anzupassen und verschiedene Funktionen anzubieten, ohne sich auf eine medizinische Diagnose zu verlassen. Der Prozess der Erfüllung von Technologiebedürfnissen kann simuliert werden, indem die Einschränkungen des medizinischen Modells reduziert werden, was das Ziel des IEEE P3386 Standard for Defining and Inferring User Accessibility Needs for Applications including Augmented Reality and Artificial Intelligence Systems ist. Der IEEE P3337 Standard for Requirements for Designing Accessible Intelligent Cyber-Physical Systems (AICS) for Well-Being befasst sich mit diesen technologischen Anforderungen in cyber-physischen Systemen. Diese Funktionen sollten für jedermann ohne Verfahren oder Diagnose verfügbar sein, um die digitale Kluft für viele weitere Menschen zu verringern.

Hardwarestandards für mobile Geräte mit denselben Funktionen, aber zu geringeren Kosten als die übliche Diagnose- und Zugangshardware, sind von entscheidender Bedeutung für die Überwindung ökologischer Ungleichheiten im Gesundheitsbereich und die Schaffung von Technologielösungen, die den Bedürfnissen eines größeren Anteils der Bevölkerung entsprechen. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation leiden weltweit 1,5 Milliarden Menschen an Hörverlust, und 430 Millionen Menschen leiden an einem behindertengerechten Hörverlust, der gemildert werden kann.

Mit dem Aufkommen mobiler Geräte besteht die Möglichkeit, diesen Herausforderungen zu begegnen. Der IEEE P2650-Standard für die Nutzung von mobilen Geräteplattformen als audiometrische Voruntersuchungssysteme wird die Leistungs-, Interoperabilitäts- und Validierungsanforderungen einer mobilen Geräteplattform festlegen, die typischerweise aus einem Mobiltelefon in Verbindung mit einem tragbaren oder tragbaren Gerät und der zugehörigen Software besteht und als audiometrisches Voruntersuchungsgerät genutzt werden kann. Dieses Projekt ist besonders wichtig für Schwellenländer, in denen diagnostische Screenings für die meisten Menschen unerschwinglich sind aufgrund von

Zugänglichkeit, Erschwinglichkeit und andere Hürden. Die Norm wird die Nutzung in abgelegenen und ländlichen Gebieten ermöglichen und auch das Bewusstsein für und die Prävention von sekundären Problemen wie Depression, Arbeitslosigkeit, kognitiver Verfall und Demenz sowie schlechte schulische Leistungen fördern.

Die Versorgung von Patienten an jedem beliebigen Punkt des Behandlungskontinuums (CoC) erfordert mobile und tragbare Geräte, die zunehmend für die Gesundheitsversorgung entwickelt werden. Diese Geräte sammeln eine Vielzahl persönlicher Gesundheitsdaten, die aus digitalen Biomarkern bestehen. Dabei handelt es sich um physiologische und verhaltensbezogene Messwerte, die mit digitalen Geräten wie tragbaren, tragbaren, implantierbaren oder verdaulichen Geräten erfasst werden und gesundheitsbezogene Ergebnisse charakterisieren, beeinflussen oder vorhersagen. Der IEEE 1752.1™-2021: Standard for Mobile Health Data wird eine Standardsemantik bereitstellen, die eine sinnvolle Beschreibung, den Austausch, die gemeinsame Nutzung und die Verwendung solcher mHealth-Daten ermöglicht. Daten und zugehörige Metadaten, die diesem Standard entsprechen, werden hinreichend klar und vollständig sein, um ihre Verwendung für eine breite Palette von Anforderungen in den Bereichen Verbrauchergesundheit, biomedizinische Forschung und klinische Versorgung zu unterstützen. Die Standardisierung von mHealth-Daten und -Metadaten wird die Kosten für die Nutzung dieser Daten für die biomedizinische Forschung senken, das Gesundheits- und Krankheitsmanagement verbessern und mehr Gesundheitsmaßnahmen für eine breitere Bevölkerung erschwinglich und zugänglich machen.

Die gemeinsame Nutzung klinischer Daten während des gesamten Behandlungszyklus eines Patienten entlang des CoC ist eine wesentliche Fähigkeit, die in der klinischen Praxis nur schwer zu erreichen ist. Der Standard P3493.1 schafft einen Rahmen für sicheres, konformes, koordiniertes und inklusives Datenrecycling im Gesundheitswesen (SCCI-HDR) für den Anwendungsfall Krebsversorgung. Der HDR erleichtert den koordinierten Austausch umfassender klinischer Daten während der gesamten Patientenversorgung und trägt dazu bei, die Entwicklung eines zusammenhängenden Datensatzes zu gewährleisten, der den Versorgungskontext und die Ergebnisse widerspiegelt. Es stellt kontextsensitive Informationen für verschiedene Beteiligte, einschließlich KI, zur Verfügung und erleichtert so die Identifizierung patientenspezifischer Pflegebedürfnisse, um individualisierte Dienstleistungen zu erbringen.

Kliniker und Techniker im Gesundheitswesen bilden eine starke Koalition, um diese innovativen Lösungen für mehr Patienten zugänglich zu machen und die Gesundheitsergebnisse für ein breites Spektrum von Patienten und Erkrankungen zu verbessern. Diese Standards werden dazu beitragen, dass die Versorgung des Patienten dann und vor allem dort erfolgt, wo sie am wirksamsten ist. Der vielversprechendste Ansatz, der derzeit verfolgt wird, ist der des CoC, der weltweit auch als Kontinuität der Versorgung bezeichnet wird.¹

Der transdisziplinäre und gerechte Coc

Ein Ansatz, um diese Lücken in der Gesundheitsversorgung zu schließen, ist die Integration verschiedener Funktionen im Ökosystem der Gesundheitsversorgung, die zu den Ergebnissen der Gesundheitsversorgung beitragen (technisch, sozial, wirtschaftlich und Governance), in ein Kontinuum von Zielen. Der künftige CoC kann die Überwachung verbessern

von Bedingungen in der Gemeinschaft, die mit medizinischen Bedingungen interagieren und das Risiko von Infektionen und Sepsis erhöhen. Auch medizinische Eingriffe können eine Risikoquelle darstellen. So sind beispielsweise neuere medizinische Verfahren, implantierte Geräte und die damit verbundenen Risiken bekannte Ursachen für Infektionen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Notwendigkeit von Vorsichtsmaßnahmen für prophylaktische Antibiotika vorherzusagen oder Warnmeldungen über sich abzeichnende Veränderungen des Gesundheitszustands zu geben, auch mit Hilfe von Sensoren, die am Körper getragen werden. Kritische Zeitintervalle werden verkürzt, da KI-Algorithmen die Empfindlichkeit von Sensormessungen und Analysen erhöhen müssen, um Infektionen zu erkennen und Sepsis in vielen Fällen frühzeitig zu erkennen. Durch die frühzeitige Erkennung von Sepsisfällen und die sofortige Einleitung von Maßnahmen können viele Ergebnisse verbessert werden. Dies ist eine unglaubliche Herausforderung, da sich eine Sepsis über einen längeren Zeitraum entwickeln kann.

Die CoC der Zukunft kann auch das patientennahe Netzwerk zu Hause verwalten, um die sozialen Beziehungen zu verbessern und Depressionen im Krankenhaus zu verringern, formelle und informelle Gesundheitsfürsorge, Telemedizin, Überwachung, implantierte Geräte, Insulinspeicher, Sauerstoffgeneratoren, maßgefertigte Sitze/Rollstühle, Luftmatratzen, Lifter oder andere langlebige medizinische Geräte, die z. B. mit der Stromversorgung, dem Aufladen von Geräten, der Sicherheit, der Versorgung, dem Kommunikationsbedarf, den Risiken der elektromagnetischen Verträglichkeit und der Wartung der Geräte verbunden sind. Es ist jedoch eine Herausforderung für die Menschen, ihre eigenen Experten für Informationstechnologie zu werden. Je mehr das Krankenhaus zu Hause, die Telemedizin, die häusliche Überwachung und implantierte Geräte genutzt werden, desto mehr benötigen die Patienten und ihre informellen Betreuer bessere Informationen und Schulungen zur elektromagnetischen Kompatibilität der Netzwerkkomponenten, um angemessene Feuchtigkeitsgrade zu erreichen und Probleme und Notfälle zu erkennen. Die CoC-Systeme können Verbindungen, Fernüberwachung, Sicherheit und Schutz bieten.

Telemedizinische Dienste, die den CoC untermauern, können durch einen transdisziplinären Rahmen, der sich auf Gesundheitsdienste, einschließlich Breitbandzugang, konzentriert und auf die lokalen Fähigkeiten, Prioritäten und Beschränkungen abgestimmt ist, weltweit eingesetzt werden. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 für Baltimore, Maryland, USA, dargestellt. Ökosysteme wie Gesundheitsfürsorge, Verkehr und öffentliche Sicherheit können angesprochen werden, um die Bedürfnisse der lokalen Gemeinschaft in Verbindung mit dem Zugang zu lokalen Breitbandnetzen zu erfüllen. Governance-Funktionen können Lücken beim Zugang zur Gesundheitsversorgung schließen, indem sie lokale Regierungen und strategische Partner für eine vernetzte Gesundheitsversorgung für Smart Cities und die ländliche Entwicklung einbinden, die ländliche Konnektivität für un- und unterversorgte Gebiete fördern und den Zugang zu Kommunikationsdiensten als Tor zum Fortschritt ermöglichen.

Wir beginnen mit einer eingehenden Betrachtung des transformativen Potenzials der digitalen Gesundheitstechnologie zur Umsetzung eines technologiegestützten, gerechten CoC. Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung von Telemedizin im Bereich Gesundheit

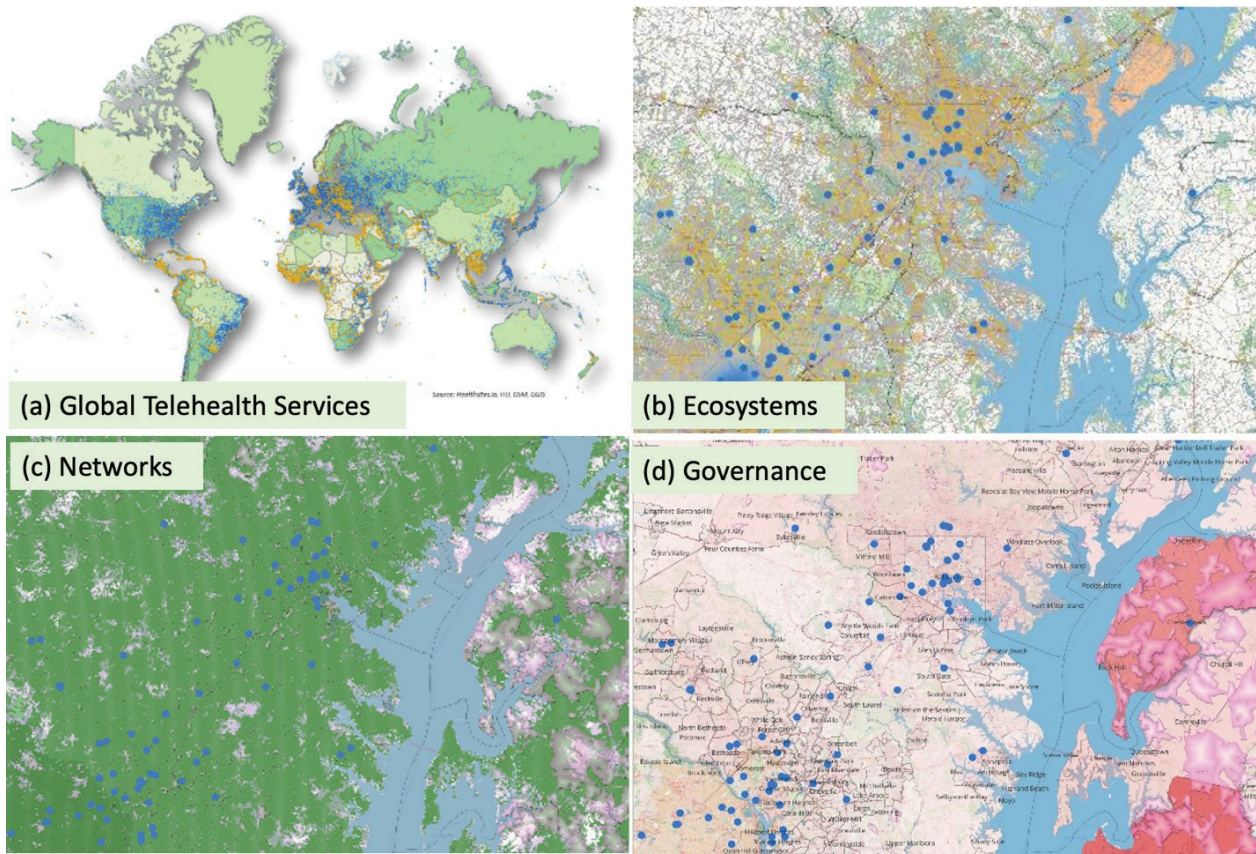


Abb. 1. Beispiel für einen transdisziplinären Ansatz für Baltimore, Maryland, USA: (a) globale Telegesundheitsdienste, (b) Ökosysteme einschließlich des Gesundheitswesens, (c) Verfügbarkeit von Breitbandnetzen und (d) Verwaltungsprioritäten für unversorgte/unterversorgte Gebiete über mehrere Gerichtsbarkeiten. Der transdisziplinäre Rahmen kann für den Zugang zur Gesundheitsversorgung genutzt werden. Dieser Ansatz kann in verschiedenen Gebieten auf der ganzen Welt repliziert werden, um lokalisierte Lösungen zu finden.² Blaue Punkte repräsentieren Standorte der Gesundheitsversorgung in allen Karten. Die unterschiedlichen Farben der Karten heben die Karten voneinander ab und verdeutlichen, dass die Karten verschiedene Teile des CoC in ein und demselben geografischen Gebiet zeigen.

Ungleichheiten werden vorgestellt, um zu zeigen, wie diese Ideen bereits erfolgreich in der klinischen Praxis umgesetzt werden. Die Herausforderungen, die sich bei der Erreichung der für einen CoC erforderlichen technischen, wirtschaftlichen, klinischen und Governance-Ebenen stellen, werden aus der Perspektive eines im Gesundheitswesen Tätigen skizziert, um einen Einblick in die Hindernisse zu geben, die beseitigt werden müssen, damit der CoC in der klinischen Praxis auf breiterer Basis Realität wird. Abschließend werden zukünftige Forschungsrichtungen erörtert, die den technologischen Fortschritt beschleunigen, um die Reichweite des Gesundheitswesens zu erweitern, wobei der Schwerpunkt auf den IEEE-Initiativen liegt, die diese Arbeit unterstützen.

Das transformative Potenzial der digitalen Gesundheitstechnologien

Digitale Gesundheitstechnologien sind von entscheidender Bedeutung für die Bereitstellung eines nachhaltigen, gerechten und angemessenen Zugangs zu Gesundheitslösungen.³ Im Bereich der Traumamedizin umfassen die Vorteile der digitalen Gesundheit Kosten- und Ressourceneffizienz durch kürzere Verweildauer im Krankenhaus und auf der Intensivstation sowie weniger Verlegungen von Patienten zwischen Krankenhäusern, verbesserte Ausrüstung und Technologie zur Vereinfachung der

⁴Im folgenden Abschnitt werden der aktuelle Stand der KI-gesteuerten Telemedizin, Geräte des Internets der Dinge (IoT) für die Fernüberwachung und aufkommende Technologien wie 5G und Edge Computing untersucht, die sich als Grundlage für einen CoC eignen.

KI-gesteuerte Telemedizin: Bessere Diagnose, Behandlung und Patientenbindung

Die KI-gestützte Telemedizin hat sich zu einem zunehmend eingebetteten technologischen Enabler in telemedizinischen Tools entwickelt, der seine Wirksamkeit bei der Verbesserung der Diagnosegenauigkeit, der Personalisierung von Behandlungsplänen und der Verbesserung der Patientenbindung unter Beweis stellt. Jede dieser Fähigkeiten ist ein wesentlicher Bestandteil des CoC und kann zur Verbesserung des gesamten Patientenerlebnisses eingesetzt werden, wobei zu beachten ist, dass diese Technologien nicht immer die bestehenden Verzerrungen ausgleichen.

Verbesserung der Diagnosegenauigkeit

Jüngste Studien haben das Potenzial von KI zur Verbesserung der Diagnosegenauigkeit in verschiedenen medizinischen Bereichen aufgezeigt. Diese Technologien verbessern die Diagnosegenauigkeit von Ärzten. Die Verbesserung der Diagnosegenauigkeit beseitigt jedoch nicht unbedingt Verzerrungen.

In der Dermatologie zeigte eine 2024 in Nature Medicine veröffentlichte Studie, dass ein Deep-Learning-System die Diagnosegenauigkeit von Spezialisten und Allgemeinmedizinern um mehr als 33 % verbesserte. In der Radiologie ergab eine 2021 in The Lancet Digital Health veröffentlichte systematische Überprüfung und Metaanalyse, dass KI-Modelle bei der medizinischen Bildgebung von Röntgenaufnahmen des Brustkorbs eine gleichwertige oder bessere diagnostische Leistung erbringen als medizinisches Fachpersonal.⁶

Personalisierung von Behandlungsplänen

Die KI-Algorithmen werden eingesetzt, um Patientendaten zu analysieren und personalisierte Behandlungspläne zu empfehlen, die die bestehenden Pflegestandards verbessern. Eine Studie aus dem Jahr 2025, die in der Zeitschrift npj Digital Medicine veröffentlicht wurde, zeigte, dass ein KI-gesteuertes System für Menschen mit Prädiabetes und Typ-2-Diabetes die Kontrolle des Blutzuckerspiegels und das Gewichtsmanagement deutlich verbessert.⁷ In der Onkologie zeigte eine Studie aus dem Jahr 2022, die in der Zeitschrift Nature Communications veröffentlicht wurde, dass ein netzwerkbasierter Ansatz des maschinellen Lernens das Ansprechen von Krebspatienten auf Immuntherapien vorhersagen kann, was möglicherweise eine individuellere Behandlungsauswahl ermöglicht.⁸

Stärkere Einbeziehung der Patienten

Der Druck auf die Ärzte im Gesundheitswesen, die Kommunikation mit den Patienten zu vertiefen und Informationen auszutauschen, führt zu einer zunehmenden Verbreitung von KI-Chatbots und virtuellen Assistenten zur Verbesserung der Patientenbeteiligung. Kurniawan et al.⁹ präsentierten eine systematische Übersicht über verschiedene KI-gestützte Chatbots für das Management chronischer Krankheiten, die nachweislich die Therapietreue und die Teilnahme der Patienten an den von diesen Chatbots bereitgestellten Interventionsprotokollen deutlich verbessern.

IoT-Geräte für die Fernüberwachung: Integration der Pflege über Entfernungen hinweg

IoT-Geräte spielen eine entscheidende Rolle bei der Fernüberwachung von Patienten und ermöglichen eine kontinuierliche Gesundheitsüberwachung und frühzeitiges Eingreifen. Tragbare Geräte zur Herzüberwachung zeigen vielversprechende Ergebnisse bei der Erkennung von Herzrhythmusstörungen. Eine Studie aus dem Jahr 2019, die im New England Journal of Medicine veröffentlicht wurde, berichtet, dass die Funktion der Apple Watch zur Meldung von Rhythmusstörungen einen positiven Vorhersagewert von 84 % für Vorhofflimmern hat.¹⁰ Das Zio Patch, ein tragbarer EKG-Monitor, erkannte in einer 2014 im American Journal of Medicine veröffentlichten Studie deutlich mehr Arrhythmie-Ereignisse als herkömmliche Holter-Monitore.¹¹ Diese beiden

Technologien ermöglichen den Patienten Mobilität und eine höhere Lebensqualität und liefern den Ärzten gleichzeitig die Daten, die sie benötigen, um zu entscheiden, wann gesundheitliche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Aufkommende Technologien: Wegbereiter für die Gesundheitsversorgung der nächsten Generation

Die Integration von 5G-Netzen und Edge Computing eröffnet neue Möglichkeiten für die Gesundheitsversorgung, insbesondere in abgelegenen und unterversorgten Gebieten. Diese zusätzliche drahtlose Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur ermöglicht es Geräten, sich über Entfernungen miteinander zu verbinden, um die Kommunikation in Weitverkehrsnetzen zu unterstützen. Die Einführung von 5G-Netzen hat das Potenzial, die telemedizinischen Möglichkeiten zu verbessern. In einem Forschungsartikel im Journal of Medical Internet Research aus dem Jahr 2024 wird aufgezeigt, wie die Hochgeschwindigkeitsverbindungen mit geringer Latenz von 5G unter anderem Videokonsultationen in Echtzeit und in hoher Qualität sowie Fernoperationen in einer intelligenten Gesundheitsumgebung ermöglichen könnten, um die vielfältigen Anforderungen verschiedener medizinischer Dienste zu erfüllen.¹²

Edge Computing bringt fortschrittliche KI-Funktionen näher an den Ort der Behandlung. Eine Studie aus dem Jahr 2025, die in der Zeitschrift Artificial Intelligence Review veröffentlicht wurde, zeigt, wie Edge Computing eine schnelle Vor-Ort-Analyse medizinischer Bildgebungsdaten ermöglichen und damit die Diagnosegeschwindigkeit und -effizienz in ressourcenbeschränkten Umgebungen verbessern könnte.¹³

Die Darstellung des Potenzials digitaler Gesundheitstechnologien gibt den im Gesundheitswesen Tätigen einen Einblick, wie sie diese rasch aufkommenden Möglichkeiten in ihre eigene Praxis einbeziehen können. Im folgenden Abschnitt wird anhand von Beispielen aufgezeigt, wie mehrere erfolgreiche Implementierungen von Telegesundheitstechnologien Teile des CoC geliefert haben, die in anderen geografischen Gebieten nachgebildet werden können, um diese Gesundheitslösungen weiter zu verbreiten.

Erfolgreiche Telehealth-Implementierungen bei Coc

Auf dem Markt gibt es mehrere Telegesundheitslösungen, die gesundheitliche Ungleichheiten beseitigen und gleichzeitig einen Mehrwert für die Anbieter bieten. Eine Kombination aus technologischer und klinischer Innovation ermöglicht es Menschen, die in der Vergangenheit von den traditionellen Gesundheitseinrichtungen nicht gut versorgt wurden, Zugang zur Gesundheitsversorgung zu erhalten, was letztlich zu einer Senkung der Gesundheitskosten und einem höheren Nutzen führt.

Beispiel 1: Das Programm für digitale Medizin bei Bluthochdruck des Ochsner Health Systems

Ochsner Health, ein gemeinnütziges akademisches und multidisziplinäres integriertes Versorgungssystem mit Sitz in New Orleans, Louisiana, USA, versorgt jährlich mehr als 700.000 Patienten über ein Netzwerk von mehr als 1.200 Ärzten, über 90 Kliniken und 20 Krankenhäusern. Zu seinen innovativen Initiativen gehört das Hypertension Digital Medicine Program, das eine personalisierte, anpassungsfähige Betreuung bietet, um den Teilnehmern einen effektiveren Umgang mit ihrem Bluthochdruck zu ermöglichen.

Dieser maßgeschneiderte Ansatz verbessert nicht nur die klinischen Ergebnisse und die allgemeine Lebensqualität der Patienten, sondern verringert auch die unnötige Inanspruchnahme von Notaufnahmen und stationären Einrichtungen durch Ochsner. Derzeit erreicht das Programm ca. 13.000 Personen in 10 Bundesstaaten und spiegelt eine vielfältige Patientenbasis wider - über 65 % der eingeschriebenen Patienten sind 65 Jahre oder älter, 55 % sind Frauen, 65 % sind weiß, 33 % schwarz und 2 % sind andere.

Der Erfolg des Programms zeigt sich sowohl in den klinischen Ergebnissen als auch in seinem Engagement für einen gleichberechtigten Zugang zur Gesundheitsversorgung. So erreichten die Teilnehmer beispielsweise eine Blutdruckkontrollrate von 79 % und übertrafen damit deutlich die Ergebnisse einer Vergleichsgruppe, die die Standardbehandlung erhielt und nur 26 % erreichte. Darüber hinaus verbesserte sich die Therapietreue bei den Teilnehmern des Programms für digitale Medizin um 14 %, ganz im Gegensatz zu den 2 %, die in der Gruppe mit der üblichen Versorgung während der sechsmonatigen Auswertung beobachtet wurden.

Das Programm wurde mit dem Schwerpunkt auf Gleichberechtigung entwickelt und richtet sich gezielt an ältere Patienten, Menschen mit geringem Einkommen, Menschen, die von sozialen Faktoren der gesundheitlichen Ungleichheit betroffen sind, und Patienten mit begrenzter Erfahrung im Umgang mit digitalen Technologien. Da das Programm kostenlos angeboten wird - für einige Patienten werden sogar die Medikamentenkosten erlassen -, ist eine breite Zugänglichkeit gewährleistet. Die Geräte werden entweder direkt an die Patienten verschickt oder in der O-Bar - einem Netzwerk von Ochsner-Einzelhandelsgeschäften, das praktische technische Unterstützung und Hilfe bei der Einrichtung bietet - bereitgestellt. Darüber hinaus ermöglicht die Integration sozialer Bedarfsanalysen sowohl in die Erstuntersuchungen als auch in die fortlaufenden Verlaufsberichte dem Behandlungsteam, strukturelle Hindernisse für die Gesundheit besser zu verstehen und anzugehen. Dieser patientenzentrierte, zugängliche Ansatz untermauert nicht nur den Erfolg des Programms, sondern trägt auch zu geringeren Kosten und einem höheren Wert der Gesundheitsversorgung für Ochsner bei.

Beispiel 2: Population Health Analytics im Management chronischer Krankheiten

Einer der wichtigsten Vorteile der KI für das Management chronischer Krankheiten ist ihre Fähigkeit, Krankheitsverläufe und -ergebnisse vorherzusagen. Durch die Analyse großer Mengen von Patientendaten können KI-Algorithmen Muster und Trends erkennen, die menschlichen Ärzten möglicherweise entgehen. Dank dieser Fähigkeit können fortschrittliche Tools für die Früherkennung, personalisierte Behandlungspläne und eine kontinuierliche Patientenüberwachung angeboten werden.

Studien zeigen, dass konversationelle KI-Apps, so genannte Chatbots, die Therapietreue um mehr als 30 % verbessern, die Zahl der Krankenhausaufenthalte wegen Herzinsuffizienz durch KI-gestützte Dosierung um 20 % senken und KI zur Personalisierung der Krebsimmuntherapie auf der Grundlage von Tumorgenetik und Biomarkern einsetzen können. Darüber hinaus bieten große Sprachmodelle (LLMs) vielversprechende Lösungen für das Management chronischer Krankheiten und medizinische KI.¹⁴ Gesundheitsdienstleister können Plattformen für das Gesundheitsmanagement der Bevölkerung nutzen, die auf

Gesundheitsmanagement-Plattformen nutzen, die auf Daten und Analysen zu den sozialen Determinanten der Gesundheit beruhen, um Initiativen zur Förderung der gesundheitlichen Chancengleichheit voranzutreiben und den Zugang und die Qualität der Versorgung für mehr Mitglieder zu verbessern.

Beispiel 3: Mobile Gesundheitskliniken

Mobile Kliniken verbessern in vielen Gemeinden den Zugang zur Gesundheitsversorgung, indem sie Transport- und geografische Barrieren abbauen.¹⁵ Sie werden eingesetzt, um bestimmte gefährdete und marginalisierte Bevölkerungsgruppen zu erreichen, z. B. Nichtversicherte, Menschen ohne Wohnung, schwangere Frauen und Kinder. Diese Kliniken können die einzige Möglichkeit für Patienten in Gegenden sein, in denen es nur wenige medizinische Dienstleister und Ressourcen gibt. Leistungserbringer und Gesundheitsbehörden profitieren von mobilen Kliniken als wirksames Mittel zur Verbesserung der Gesundheitsergebnisse und zur Senkung der Gesundheitskosten.^{16,17} Bis heute haben sie dazu beigetragen, mehr als 3.200 Lebensjahre zu retten und eine Rendite von über 235 Millionen US-Dollar zu erzielen.¹⁸

Das 2012 ins Leben gerufene Mobile Gesundheits- und Wellness-Programm der Virginia Commonwealth University (VCU) bietet wöchentliche Wellness-Besuche in medizinisch gefährdeten und unterversorgten Gemeinden in ganz Zentral-Virginia an, U.S.-Region. Unter der Leitung der VCU-Schule für Krankenpflege werden in Zusammenarbeit mit den Fakultäten für Pharmazie, Medizin, Sozialarbeit, Beschäftigungstherapie, Physiotherapie, Kinesiologie, Gesundheitswissenschaften und Psychologie umfassende Gesundheitsdienste mit Hilfe von mobilen Fahrzeugen (und sogar einem neuen Positronen-Emissions-Tomographie (PET)- und einem Computertomographie (CT)-Anhängern) angeboten, die über eine vollständige Telekommunikationsverbindung zur Hauptklinik verfügen.

Viele Teilnehmer sind über 65 Jahre alt oder haben eine Behinderung und wohnen in einkommensschwachen Wohnungen in einem städtischen Viertel mit hoher Kriminalität und eingeschränkten Möglichkeiten für Transport, Lebensmittel und Einkauf. Die Teilnehmer auf dem Land leben in Gegenden mit eingeschränktem Zugang zu Spezialbehandlungen (z. B. Geburtshilfe, Drogenkonsum, Kardiologie, Onkologie und Zahnheilkunde), so dass sie oft mehr als eine Stunde für eine Behandlung unterwegs sein müssen, was durch eingeschränkte Transportmöglichkeiten und Ressourcen zusätzlich erschwert wird. Mobile Kliniken sind eine Gemeinschaftsanstrengung, für die Partner und Sponsoren benötigt werden, um den Erfolg der Bemühungen zu sichern, indem sie neben der finanziellen Unterstützung auch Hilfe bei der Vermittlung der Teilnehmer an lokale soziale Dienste und Ressourcen leisten. Ohne robuste Computer- und Telekommunikationskapazitäten könnten diese mobilen Kliniken nicht das Maß an Betreuung bieten, das diese Teilnehmer benötigen.

Angesichts der rasanten technologischen Entwicklung und der steigenden Nachfrage nach medizinischer Versorgung wird die Sorge um einen gerechten Zugang zur Versorgung weiterhin im Vordergrund der Gespräche zwischen Gesundheitstechnologen, Praktikern und Forschern stehen. Nachdem wir das transformative Potenzial digitaler Gesundheitstechnologien für den CoC aufgezeigt haben, untersuchen wir die Herausforderungen, die sich bei der Umsetzung eines technologiegestützten CoC noch stellen.

Schlussfolgerung

Der CoC, der durch digitale Gesundheitstechnologien erweitert wird und sich an IEEE-Standards orientiert, bietet Klinikern einen leistungsstarken Rahmen, um die Ergebnisse für Patienten zu verbessern, insbesondere in unterversorgten Bevölkerungsgruppen. KI, Fernüberwachung und mobile Gesundheitslösungen rationalisieren bereits die Diagnose, personalisieren die Behandlung und ermöglichen rechtzeitige Interventionen. Da sich die Versorgung zunehmend aus dem traditionellen Rahmen herausbewegt, spielen die Kliniker eine zentrale Rolle bei der Integration dieser Tools in die Praxis. Um dieses Modell in vollem Umfang zu verwirklichen, müssen jedoch die Herausforderungen in Bezug auf Interoperabilität, digitale Kompetenz und gleichberechtigten Zugang bewältigt werden. Durch die Einführung integrativer, standardbasierter Technologien und die interdisziplinäre Zusammenarbeit können Kliniker den Wandel hin zu einer proaktiven, vernetzten und kontinuierlichen Versorgung anführen, die die Patienten dort abholt, wo sie sind.

Finanzierungserklärung

Für diese Forschung wurden keine externen Mittel verwendet.

Interessenkonflikte

Keine relevanten Offenlegungen.

Mitwirkende

Alle Anforderungen an die Autorenschaft werden von den als Autoren aufgeführten Personen erfüllt. Dr. Baker ist akademischer Redakteur bei THMT und Autor dieses Artikels. Jeder Autor ist in verschiedenen Funktionen im Rahmen des IC-Programms (Industry Connections) pro bono für IEEE tätig.

Datenverfügbarkeitserklärung (DAS), gemeinsame Nutzung von Daten, Reproduzierbarkeit und Datenrepositorien

Kontaktieren Sie den entsprechenden Autor.

Anwendung von KI-generiertem Text oder verwandter Technologie

In diesem Manuskript gibt es keine generativen KI-Bilder. ChatGPT wurde für die Verbesserung von Grammatik, Rechtschreibung und Standard-Englisch verwendet. Es wurde auch zur Generierung von Schlüsselwörtern und der Klartext-Zusammenfassung verwendet. Chatbots wurden bei der Erstellung dieses Manuskripts nicht eingesetzt.

Referenzen

1. Abbasi K. Eine Rückbesinnung auf die Kontinuität der Versorgung ist entscheidend für die Wiederbelebung der Primärversorgung. *BMJ*. 2024;385:q1350. <https://doi.org/10.1136/bmj.q1350>
2. IEEE SA Transforming the Telehealth Paradigm IC Program, IEEE SA Transdisciplinary Framework for 5G and Future Networks Enabled Applications and Services Industry Connections. Ein transdisziplinäres Rahmenwerk für ein effektives und zuverlässiges Kontinuum der vernetzten Gesundheitsversorgung [Internet]. Oral presented at: 2024 IEEE Baltimore Technical Colloquium; 2024 Nov 2 [zitiert 2025 Mar 16]; University of Maryland, Baltimore County (UMBC). Verfügbar unter: <https://site.ieee.org/baltimore/technical-colloquium-landing-page/>
3. Weltgesundheitsorganisation. Globale Strategie für digitale Gesundheit 2020–2025. 2021.
4. Wake E, Atkins H, Willock A, Hawkes A, Dawber J, Weir KA. Telemedizin in der Traumabehandlung: eine Übersichtsarbeit. *J Telemed Telecare*. 2022;28(6):412–22. <https://doi.org/10.1177/1357633X20940868>
5. Groh M, Badri O, Daneshjou R, Koochek A, Harris C, Soenksen LR, et al. Deep Learning-gestützte Entscheidungshilfe für die Diagnose von Hautkrankheiten bei verschiedenen Hautfarben. *Nat Med*. 2024;30(2):573–83. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02728-3>
6. Seah JCY, Tang CHM, Buchlak QD, Holt XG, Wardman JB, Aimoldin A, et al. Effect of a comprehensive deep-learning model on the accuracy of chest x-ray interpretation by radiologists: a retrospective, multireader multicase study. *Lancet Digital Health*. 2021;3(8):e496–506. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00106-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00106-0)
7. Veluvali A, Dehghani Zahedani A, Hosseinian A, Aghaeepour N, McLaughlin T, Woodward M, et al. Impact of digital health interventions on glycemic control and weight management. *npj Digit Med*. 2025;8(1):20. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01430-7>
8. Kong J, Ha D, Lee J, Kim I, Park M, Im SH, et al. Network-based machine learning approach to predict immunotherapy response in cancer patients. *Nat Commun*. 2022;13(1):3703. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31535-6>
9. Kurniawan MH, Handiyani H, Nuraini T, Hariyati RTS, Sutrisno S. A systematic review of artificial intelligence-powered (AI-powered) chatbot intervention for managing chronic illness. *Ann Med*. 2024;56(1):2302980. <https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2302980>
10. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H, Rumsfeld JS, Garcia A, Ferris T, et al. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2019;381(20):1909–17. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1901183>
11. Barrett PM, Komatireddy R, Haaser S, Topol S, Sheard J, Encinas J, et al. Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day Novel Adhesive Patch Electrocardiographic Monitoring. *Am J Med*. 2014;127(1):95.e11–17. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.10.003>
12. Chen B, Shi X, Feng T, Jiang S, Zhai Y, Ren M, et al. Construction and application of a private 5G standalone medical network in a smart health environment: exploratory practice from China. *J Med Internet Res*. 2024;26:e52404. <https://doi.org/10.2196/52404>
13. Xu Y, Khan TM, Song Y, Meijering E. Edge deep learning in computer vision and medical diagnostics: a comprehensive survey. *Artif Intell Rev*. 2025;58(3):93. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-11033-5>
14. Mao W, Qiu X, Abbasi A. LLMs and their applications in medical artificial intelligence. *ACM Trans Manage Inf Syst*. 2025;16(2):3711837. <https://doi.org/10.1145/3711837>
15. Malone NC, Williams MM, Smith Fawzi MC, Bennet J, Hill C, Katz JN, et al. Mobile Gesundheitskliniken in den Vereinigten Staaten. *Int J Equity Health*. 2020;19(1):40. <https://doi.org/10.1186/s12939-020-1135-7>
16. Yu SWY, Hill C, Ricks ML, Bennet J, Oriol NE. Umfang und Auswirkung mobiler Gesundheitskliniken in den Vereinigten Staaten: eine Literaturübersicht. *Int J Equity Health*. 2017;16(1):178. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0671-2>
17. Attipoe-Dorcoo S, Delgado R, Lai D, Gupta A, Linder S. Analysis of annual costs of mobile clinics in the Southern United States. *J Prim Care Community Health*. 2020;11:2150132720980623. <https://doi.org/10.1177/2150132720980623>

18. Bennet J, Oriol NE, Vavasis A. Mobile Gesundheitskarte [Internet]. 2007 [zitiert 2025 Feb 4]. Verfügbar unter: <https://www.mobile-healthmap.org/our-impact>

Copyright-Eigentümerschaft: 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 weiterzugeben, anzupassen, zu verbessern und ihre abgeleiteten Werke zu 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>. Bitte beachten Sie: Das Urheberrecht liegt bei den Autoren dieses Artikels.

Nachtrag

Akronyme, die in diesem Artikel vorkommen

AI: Künstliche Intelligenz

AICS: Zugängliche intelligente Cyber-Physical Systems CoC:
Kontinuum der Pflege

IEE: Elektro- und Elektronikingenieure

IEEE: Institut der Elektro- und Elektronikingenieure IoT: Internet
der Dinge

LLMs: große Sprachmodelle

SCCI-HDR: Sicheres, konformes, koordiniertes und inklusives
Datenrecycling im Gesundheitswesen

VCU: Virginia Commonwealth Universität