

## **Internet de las Cosas como apoyo para reducir los errores hospitalarios relacionados con la administración de medicamentos**

### **Internet das Coisas em apoio à redução de erros hospitalares relacionados à administração de medicamentos**

**Luis Fernando Espinosa Cocian**

FTEC Faculdades, Brasil  
E-mail: [luiscocian@acad.ftec.com.br](mailto:luiscocian@acad.ftec.com.br)

**Analúcia Schiaffino Morales**

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
Correo electrónico: [analucia.morales@ufsc.br](mailto:analucia.morales@ufsc.br)

**Ione Jayce Ceola Schneider**

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
Correo electrónico: [ione.schneider@ufsc.br](mailto:ione.schneider@ufsc.br)

#### **RESUMEN**

**Objetivos:** Esta investigación muestra una visión sobre el potencial de las tecnologías digitales para reducir los errores de medicación en pacientes hospitalizados o bajo atención hospitalaria. Este estudio expone los tipos de errores más comunes en el manejo de medicamentos y sus posibles causas. Además, investiga soluciones utilizando las técnicas de Internet de las Cosas para reducir los errores de medicación, presentando un ejemplo práctico de uso. **Métodos:** Se aplicó una revisión rápida, utilizando artículos de dos bases de datos. El análisis se limitó al período de 2017 a enero de 2022, resultando en 147 artículos del Portal Regional de la BVS – Biblioteca Virtual en Salud y 257 artículos de la base de datos PubMed. **Resultados:** Al final, se analizaron 40 estudios. Se realizó un mapeo de errores relacionados con el tema. Además, se identificó la aplicación de la tecnología y su efectividad reportada en los estudios. Según la investigación, la desatención o distracción por exceso de jornada laboral fue identificada como principal motivo que conduce a errores de medicación con los sistemas utilizados en los hospitales. **Conclusión:** Existen varias oportunidades para mejorar los procedimientos hospitalarios con nuevos enfoques tecnológicos, como la Internet de las Cosas. Mediante la implementación de tecnologías innovadoras, los errores de medicación hospitalaria se pueden gestionar de manera más eficiente, brindando una mejor atención y ahorro de costos mediante el uso eficiente de la tecnología. Además de asegurar la salud de los pacientes, las tecnologías pueden ayudar a reducir los costes que resultan de la aplicación equivocada de medicamentos a pacientes, así como permite reducir costos de internación, mejorar la tasa de ocupación y tiempo de alta Hospitalar, mejorar la productividad de los empleados del hospital, así como evitar procesos judiciales consecuentes.

**Palabras clave:** Errores de medicación, Internet de las cosas, Seguridad del paciente, Gestión de ciencia, tecnología e innovación en salud.



## 1 INTRODUCCIÓN

Varios factores pueden contribuir a aumentar la complejidad de las operaciones hospitalarias, incluida la diversidad de pacientes y sus condiciones de salud, así como el alto número de personas que asisten a los pacientes en procedimientos médicos, lo que lleva a una mayor proporción de operaciones que se realizan incorrectamente. Estos problemas pueden resultar en un agravamiento de las condiciones de salud de los pacientes ya debilitados por alguna enfermedad (Kim et al., 2020). La literatura científica identificó diferentes registros de errores hospitalarios relacionados con los pacientes. En general, varios investigadores del área médica y de enfermería han tratado de llegar a las verdaderas causas y proponer soluciones para su mitigación (Prado & Vilela, 2019). Con respecto a los conceptos de ingeniería biomédica clínica y las nuevas tecnologías, este trabajo contribuye a la conversación sobre cómo se pueden aplicar nuevos paradigmas. En este contexto, el Internet de las cosas (IoT) se puede utilizar para mejorar los servicios de salud, especialmente la atención hospitalaria. A través de la infraestructura de Internet de las cosas, se puede acceder a dispositivos electrónicos y sistemas distribuidos en la nube para mejorar la asistencia médica a través de recursos de comunicaciones y otras tecnologías. (Firouzi et al., 2018). Hay varias oportunidades para desarrollar soluciones innovadoras con IoT. En el ámbito hospitalario, por ejemplo, el desarrollo de nuevas herramientas e instrumentos para mejorar la toma de decisiones médicas es solo un ejemplo (Morales et al., 2021). Por lo tanto, los errores de medicación pueden reducirse. En cuanto a la atención al paciente, se han reportado varios problemas dentro del alcance de las pérdidas organizacionales, como situaciones cotidianas y restricciones humanas que eventualmente pueden resultar en errores en el tratamiento de los pacientes que pueden producir efectos negativos temporales o permanentes en su salud. Como sistema altamente complejo, la atención médica implica varias situaciones críticas con consecuencias potencialmente mortales. Recientemente, en la pandemia de COVID-19, los equipos multidisciplinarios de profesionales de la salud estuvieron expuestos a los riesgos de infección y la situación de angustia informados en algunos artículos, incluidos los suicidios de enfermeras en Italia (Lupia et al., 2020). Estas características pueden conducir a errores durante el cuidado del paciente (Rosa & Perini, 2003). Además, la sobrecarga del sistema de salud sufrida en los últimos años ha agravado la situación, considerando las condiciones de trabajo inadecuadas y el estrés que sufren los trabajadores de la salud en este período (Salazar de Pablo et al., 2020).

Los medicamentos son esenciales para el cuidado de la salud y se han utilizado directamente en el manejo de pacientes. Sin embargo, el manejo inadecuado del fármaco puede causar reacciones adversas significativas, o simplemente ser inocuo para el tratamiento, lo que resulta en condiciones diferentes de las previstas en el precepto del tratamiento médico (Rabelo Néri et al., 2011). Los errores de medicación en el cuidado de la salud han sido constantemente discutidos en el contexto de la atención hospitalaria, reportaron consecuencias negativas de impacto a corto plazo y resultan en un alto daño humano, que es muy difícil de cuantificar, tanto para el paciente como para los profesionales y instituciones involucradas (Dalmolin, 2012; Henry, 2014; Lichtner et al., 2018; Vilela et al., 2017).

De esta manera, el propósito de este estudio es presentar una solución utilizando el sistema basado en IoT para mejorar la gestión y el uso de los medicamentos. El trabajo está organizado en cinco secciones. En la sección 2 se presenta la metodología del examen rápido. Los resultados se presentan en la sección 3. En la sección 4 se presentan los debates. Siguiendo las consideraciones finales y referencias.

## 2 METODOLOGÍA

La metodología de examen rápido se ha aplicado a diversos trabajos a lo largo de los años. Con base en este tipo de metodología, algunos de los resultados se presentaron en la revisión de alcance (Tricco et al., 2015). En las revisiones rápidas, algunos componentes de una revisión sistemática se simplifican u omiten para producir información más rápido. El proceso de revisión rápida ha demostrado ser útil para obtener evidencia para los tomadores de decisiones lo más rápido posible (King et al., 2022). Algunos puntos importantes de este enfoque metodológico empleado en este trabajo: el tiempo es las fuentes y las búsquedas son limitadas debido al tiempo y los recursos son restringidos y tardan aproximadamente 5 semanas en desarrollarse. Utilizamos una pregunta estrecha y no aplicamos la estrategia PICO. Debido al tiempo limitado, la evaluación fue estricta y se investigaron dos bases de datos. Para documentar la estrategia de búsqueda completa de dos bases de datos electrónicas utilizadas en este informe, se utilizaron los estándares PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009). A los efectos de una discusión sobre el despliegue de tecnologías e innovación, así como la capacidad

de mejorar la seguridad de los pacientes preocupados por errores de medicación, categorizamos algunos resultados.

## 2.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

Se emplearon dos preguntas de investigación en la metodología de revisión rápida: RQ1 - ¿Cuáles son los errores frecuentes de medicación reportados en los estudios?

RQ2 - ¿Qué tipos de tecnologías se han utilizado? En este contexto, ¿se han considerado los sistemas basados en IoT?

Los descriptores utilizados fueron "medicación Y error Y hospital Y tecnología", el período fue limitado de 2017 a 2022, resultando en 147 artículos del Portal Regional de la BVS – Biblioteca Virtual en Salud (<https://bvsalud.org>), y 257 artículos de la base de datos PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) explorados hasta el 10 de enero de 2022. Se utilizó la herramienta Parsival para organizar los artículos, seleccionar y analizar sus resultados. La Tabla 1 presenta los criterios de inclusión y exclusión para el proceso de revisión.

Tabla 1 - Criterios de inclusión y exclusión.

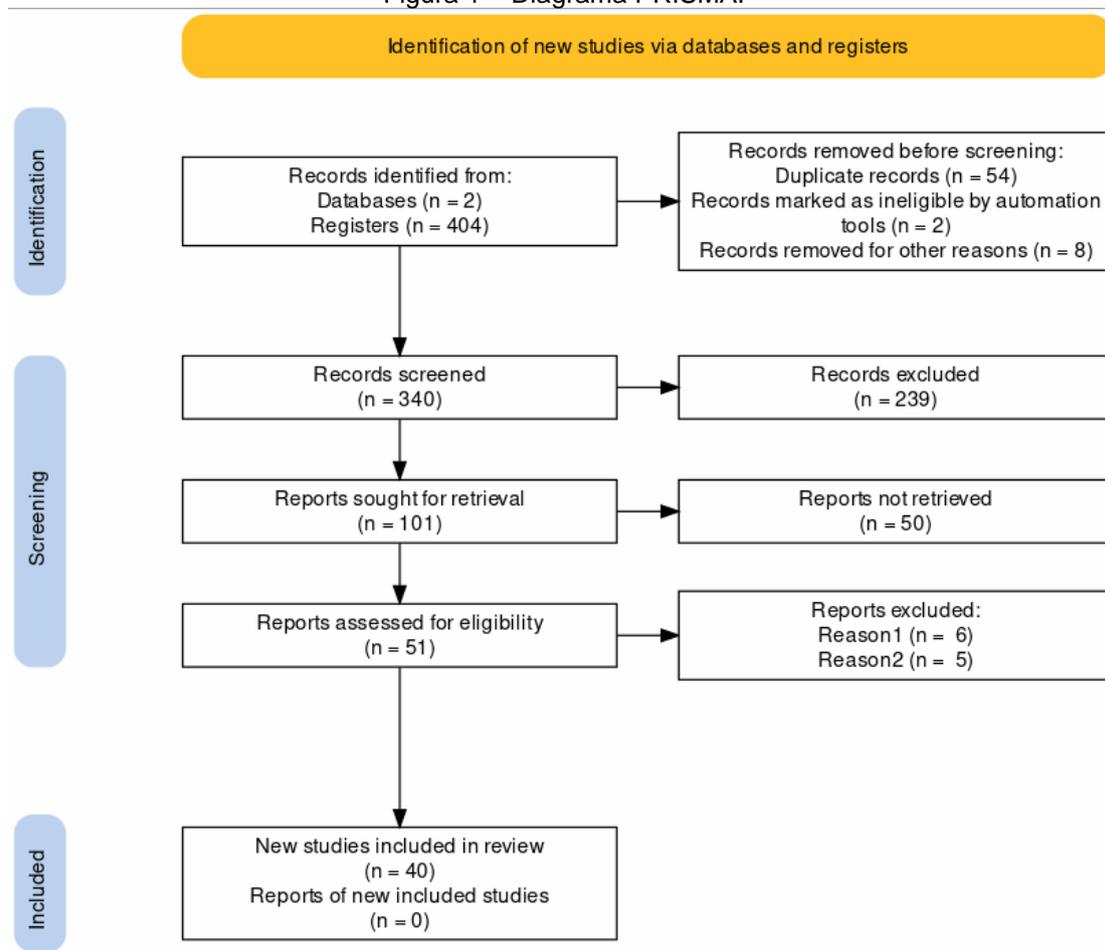
| <b>Criterios de inclusión</b>   |
|---|
| Full articles published between 2017 and 2021.  |
| Artículos publicados en revistas y revisados por pares.   |
| Articles available in its full version.   |
| Artículos que describen los resultados de las aplicaciones de las tecnologías para los errores de medicación. |
| <b>Exclusion Criteria</b>   |
| Artículos duplicados  |
| Articles that present systematic reviews or systematic mappings   |
| Artículos que no tienen acceso libre.   |
| It is not an article, although it is classified as such in a journal (editorials, book reviews, etc.).        |
| Artículos fuera del ámbito de la búsqueda   |

Fuente: Elaboración propia.

Los criterios de selección de inclusión y exclusión fueron aplicados y cuantificados de acuerdo con el diagrama PRISMA (<https://prisma-statement.org>) de la Figura 1. Se seleccionaron artículos relacionados con la atención primaria, considerando trabajos

relacionados con áreas muy específicas y/o de alta complejidad debido al objetivo de investigación fuera del tema de investigación. Se seleccionaron 40 estudios.

Figura 1 – Diagrama PRISMA.



Fuente: Elaboración propia.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 RESPUESTA A RQ1

Según un artículo publicado por Schwendimann et al (2018), basado en el análisis de datos de veintisiete países relacionados con "Eventos Adversos", o EA's, en hospitales, habría sido posible evitar el 50% del daño debido a errores hospitalarios (Schwendimann et al., 2018). En una publicación más reciente, los eventos adversos se describen como situaciones acompañadas de una serie de condiciones que generan inseguridad en la atención al paciente. Sin embargo, los estudios relacionados con el tema apuntan a problemas psicológicos y conductuales (M. C. Hsieh et al., 2021; Risør et al., 2017; Ting et al., 2020), dejando de lado muchas cuestiones relacionadas con

problemas de gestión y organización (Cabilan et al., 2017; Oliveros et al., 2017). Los errores pueden ocurrir durante la administración del proceso de medicación, como el estrés de los profesionales de la salud, y representa una sobrecarga en el sistema de salud que involucra problemas sociales y financieros que afectan a todos (M.-C. C. Hsieh et al., 2021). Por ejemplo, hacer frente a la pandemia de COVID-19 en el sistema de salud mundial (Burlea-Schiopoiu y Ferhati, 2020). Los artículos investigados encontraron distintos tipos de medicamentos relacionados

errores (Risør et al., 2017). La revisión rápida permite la organización de la Tabla 2 destacando la importancia de identificar los errores de administración de medicamentos más recurrentes en entornos hospitalarios como resultado de este trabajo.

Tabla 1 – Errores de medicación y clases encontradas en la revisión que se mencionan en varias referencias.

| <b><i>Errores clínicos</i></b>   | <b><i>Errores relacionados con la prescripción y seguridad del paciente cuidado</i></b>  |
|--|--|
| (Küing et al., 2021), Ref. (M. C. Hsieh et al., 2021), Ref. (Burkoski et al., 2019), Ref. (Mohan et al., 2019), Ref. (Van Der Veen et al., 2018), Ref. (Cabilan et al., 2017), (Risør et al., 2017), Ref. (Spat et al., 2017), (Vélez-Díaz-Pallarés et al., 2017). | Medicamento incorrecto   |
|  | Omisión de la dosis prescrita  |
|  | Reemplazo incorrecto de medicamentos   |
|  | Dosis incorrecta   |
|  | Paciente incorrecto  |
|  | Omisión  |
|  | Falta de información con la historia del paciente  |
|  | Reacción alérgica no identificada en la prescripción   |
|  | Documentación incompleta   |
|  |  |
| <b><i>Errores de procedimiento</i></b>   | <b><i>Errores en la administración y preparación de medicamentos en el ámbito hospitalario</i></b>                                 |
| ( Barakat & Franklin, 2020), Ref. (Sessions et al., 2019), (Van Der Veen et al., 2018), Ref. (Cabilan et al., 2017), (Risør et al., 2017), Ref. (Lu et al., 2017), Ref. (Vélez-Díaz-Pallarés et al., 2017).  | Dosis incorrecta por unidad  |
|  | Período de administración incorrecto   |
|  | Identificación del paciente en el botiquín   |
|  | Control de identificación del paciente   |
|  | Lectura incorrecta del código de barras  |
|  | Distracción del equipo de atención médica  |
|  | Uso incorrecto de los sistemas de automatización de medicamentos   |
|  | Supervisión inadecuada   |
|  | Error en el envase del medicamento   |
|  | Administración de ruta incorrecta  |
| Problemas psicológicos   |  |
| <b><i>Errores de gestión organizativa</i></b>  | <b><i>Errores relacionados con la conducta y la gestión organizacional que afectan la atención y la seguridad del paciente</i></b> |
| (Chien et al., 2021), Ref. (Lawal et al., 2020), Ref. (Cabilan et al., 2017), Ref. (Vicente Oliveros et al., 2017)   | Número de profesionales para asistir a los pacientes   |
|  | Exceso de horas en la jornada laboral de los profesionales sanitarios  |
|  | Falta de medicación  |
|  | Error logístico  |
|  | Políticas del hospital   |
|  | Lectura de equipos   |
|  | Falta de formación adecuada para los profesionales de la salud en sistemas de  |
|  | Errores relacionados con la entrada de datos en los sistemas de información  |
|  | Fuente: Elaboración propia.  |

### 3.2 RESPUESTA A RQ2

La Tabla 3 resume los tipos de tecnologías reportadas en los estudios. Algunos artículos se refieren a dispositivos móviles (smartphones) y aplicaciones. En muchos casos, aparecen soluciones experimentales con machine learning y difusas, y en algunos casos consideran otros tipos de tecnología como soluciones analíticas para el análisis de datos.

Tabla 3 – Tipos de tecnologías reportadas en los estudios.

| <b>Tecnologías</b>  | <b>Artículos relacionados</b>  |
|---|--|
| Administración de medicamentos de código de barras – BCMA | Árbitros. (Barakat y Franklin, 2020; Burkoski et al., 2019; Cabilan et al., 2017; González-Bueno et al., 2021; Kennedy y Massey, 2019; Küng y otros, 2021; Mulac y otros, 2021; Risør et al., 2017; Van Der Veen et al., 2017).  |
| Sistema Electrónico de Salud – HER                        | Árbitros. (Amato et al., 2017; Biltoft y Finneman, 2018; Debono et al., 2017; Griffon et al., 2017; Jurado et al., 2018; Kirkendall et al., 2020; Pontefract et al., 2018; Reinhardt et al., 2019; Shah y otros, 2021; Vélez-Díaz-Pallarés et al., 2017; Vicente Oliveros et al., 2017). |
| Sistema de Información de Salud – HIS                     | Árbitros. (Chien et al., 2021; Lu et al., 2017)  |
| Aplicación móvil y web                                    | Árbitros. (Ben Souissi et al., 2019; Ehrler y Siebert, 2020; Froese y otros, 2021; Keyworth et al., 2017; Liao y otros, 2019; Siebert et al., 2017; Spat et al., 2017; Ting et al., 2020)  |
| Internet de las cosas                                     | Árbitros. (Roh et al., 2021), (Wang et al., 2019)  |

Fuente: Elaboración propia.

Dos artículos presentaron temas de IoT y computación en la nube Refs. [33] y [34]. Uno de ellos presenta una solución basada en IoT, denominada Medication Behavior Monitoring System (MBMS). En este caso, es necesaria la configuración por parte del médico para ingresar primero los ciclos del medicamento en el dispositivo MBMS. Después, el medicamento será administrado por el propio paciente. El sistema envía una alarma al smartphone del paciente o emite una alarma en el momento de tomar el medicamento. Cuando un paciente escucha la alarma y se acerca al dispositivo, la cámara graba el video basado en el movimiento detectado alrededor de los sensores de detección de movimiento y almacena el comportamiento de la medicación del paciente. El sistema utiliza OpenPose, la parte de reconocimiento de actividad humana analiza el comportamiento del paciente en relación con las imágenes grabadas e identifica el acto de levantar el brazo para beber agua. Después de detectar la acción, el dispositivo descarta la cantidad correcta de medicamento para proporcionar fácilmente al paciente

medicamentos. El peso del medicamento se verifica de acuerdo con las dosis tomadas por el paciente. Si el comportamiento del paciente es compatible con el acto de tomar agua y el peso del medicamento converge a cero, se considera que el medicamento se tomó en el momento adecuado. El dispositivo envía resultados semanales al médico, lo que permite el monitoreo del comportamiento del paciente y el estado de salud del paciente. El dispositivo utiliza el protocolo MQTT para enviar la información. Además, la información para ayudar en el manejo de la enfermedad, como los alimentos que pueden o no ingerirse, se realiza a través de un monitor conectado al dispositivo (Roh et al., 2021). El segundo artículo en el contexto del sistema basado en IoT no es exactamente para la administración de medicamentos, sino que es un dispositivo que predice la seguridad del paciente. Es un dispositivo portátil para el monitoreo de la presión arterial, que analiza en tiempo real y predice la aparición de accidentes cerebrovasculares a través de algoritmos de aprendizaje automático. El dispositivo se puede integrar en una arquitectura de sistema hospitalario permitiendo el monitoreo a través de un panel que muestra los gráficos del monitoreo del dispositivo y se puede acceder a través de una página web (Wang et al., 2019).

La implementación de códigos de barras en la administración de medicamentos (Barcode Medication Administration - BCMA) asociada con los sistemas de registro electrónico para la etiqueta de eventos adversos de la medicación fue explorada por nueve estudios. Los estudios reportaron resultados satisfactorios pero señalando problemas relacionados con el uso de la tecnología como una de las notificaciones de los equipos de salud. Entre las dificultades presentadas se mencionó la manipulación del sistema de información durante las actividades diarias. Otra tecnología citada, que resultó en consecuencias satisfactorias, es el uso de registros electrónicos de salud (EHR). En algunos casos, el uso del registro electrónico se asoció con la tecnología BCMA Refs. (Cabilan et al., 2017; Küng y otros, 2021; Mulac y otros, 2021; Risør et al., 2017). Los Sistemas de Salud, o Sistema de Información Sanitaria (HIS), se mencionan en dos estudios Refs. (Chien et al., 2021; Lu et al., 2017). Se analizaron varios estudios, cerca de trece artículos reportaron resultados, algunos de ellos se integraron con otros tipos de tecnologías, como BCMA y EHR sistema Refs. (Kennedy y Massey, 2019; Lu et al., 2017; Shah et al., 2021).

## 4 DISCUSIÓN

Durante la investigación, se encontraron dos artículos en la revisión rápida pertenecientes al contexto de IoT. Es esencial enfatizar que los ecosistemas IoT permiten el intercambio de información a través de sistemas compartidos de forma remota, independientemente de su distancia y ubicación geográfica (Atzori et al., 2010). Cuando el nuevo paradigma se asocia al área de la salud, se pueden explorar varias oportunidades, y se han podido encontrar diferentes definiciones de salud que involucran este concepto: Internet de las Cosas Médicas, Internet de las Cosas Healthcare, Smart Healthcare, Healthcare 4.0, Smart Hospital, etc. En la literatura, existen muchos términos relacionados con la idoneidad de estas nuevas tecnologías en el área de la salud. Además, hay varios tipos nuevos de investigación explorados en este tema, nuevos sensores, biomarcadores, dispositivos, microprocesadores y nuevos enfoques de aprendizaje automático específicamente para la atención médica (Al-Turjman et al., 2020; Habibzadeh y otros, 2020; Qadri et al., 2020; Scarpato et al., 2017). En general, el IoT permite la combinación de diversas áreas de conocimiento y aplicaciones, como la adquisición de datos, la comunicación, el análisis de datos y la conectividad ininterrumpida. Esto permite que los objetos (o cosas) almacenen, intercambien y combinen datos que resultan en información útil para la toma de decisiones humanas. Hasta el momento, no existe una estandarización internacional de uso para la arquitectura de sistema basada en IoT aplicada a la salud (Morales et al., 2021). Ni siquiera hay un consenso sobre la distribución del número de capas necesarias para su implementación, pero por lo general, tienen funciones muy similares. Existe un desafío para mejorar los problemas de seguridad y privacidad, específicamente en el contexto de la salud.

### 4.1 EMPLEO DE IOT PARA REDUCIR LOS ERRORES DE MEDICACIÓN

Se propone un sistema basado en IoT para ayudar a reducir los errores de medicación. El IoT de tres capas requiere dispositivos portátiles de muñeca, estuches de medicina inteligentes y pantallas interactivas que registran eventos automáticamente y proporcionan acceso a la base de datos con respecto a la identidad del paciente. La figura 3 ilustra una propuesta de sistema basada en IoT.

Figura 2 - Interacción de dispositivos en el sistema enfermera-paciente.



Fuente: Elaboración propia.

Uno de los puntos esenciales para evitar errores de medicación está relacionado con el sistema de identificación, tanto para el paciente como para la enfermera. Hay varios tipos de errores de medicación, incluida información incorrecta sobre nombres, condiciones de salud, alergias y otra información que el equipo de enfermería puede necesitar para evaluar el proceso de administración de medicamentos. Entre los atributos de un sistema basado en IoT está la capacidad de recopilar datos, por lo que los pacientes y los trabajadores de la salud deben usar pulseras con un microprocesador electrónico, una memoria pequeña y una interfaz de comunicación inalámbrica. Además de ser cómodo para el paciente o Profesional de la salud, las pulseras deben ser ajustables, por ejemplo, en la muñeca, la pierna o en el cuerpo en el lugar apropiado. Se pueden usar varios colores para indicar información relevante estandarizada, como alergias o enfermedades crónicas. Hoy en día, se utiliza hoy en día es una cinta de papel plastificado con identificación impresa y un código de barras. Esta solución, aunque práctica y económica. No permite la inclusión de otra información y necesita un lector de códigos de barras portátil para integrarse con el sistema informático. Además, es imposible agregar o actualizar la información. Los códigos de barras aumentan la probabilidad de que ocurran errores en el proceso. Las pulseras electrónicas que contienen electrónica integrada permiten la actualización automática de la información, incluidos los medicamentos recibidos, los alimentos, la higiene y otros, es decir, el registro de la atención por parte del personal de enfermería. La caja de medicamentos también puede incluir comunicación inalámbrica para almacenar información relacionada con los medicamentos incluidos en ella. Por ejemplo, es posible mostrar información sobre el sector farmacéutico, el nombre del médico, el farmacéutico, la enfermera y el paciente, así como detallar cada uno de los medicamentos junto con el tiempo y la forma

de manejo y administración del medicamento. En la carga de datos de la farmacia, el sistema comprueba automáticamente las alergias o condiciones antagónicas con las sustancias seleccionadas, y alertará al farmacéutico o a la enfermera. La mayor parte de la información se captura automáticamente, incluida la firma electrónica del profesional de farmacia en el momento de la liberación para la administración. Para los medicamentos, se deben usar etiquetas RFID para ayudar a automatizar el proceso. Una tableta hospitalaria en cada cama, fijada a la pared o a la cama de hospital, detecta la llegada del profesional y la caja de medicamentos y comprueba que está de acuerdo con la identificación del paciente correspondiente a esa cama, emitiendo alertas de autorización o verificación. Este elemento registra el evento y lo reenvía a la nube para formar parte de la recopilación y el registro de datos. El enfoque sería empleado por la administración hospitalaria para otras aplicaciones relacionadas con los costos y el control del consumo de drogas. Otros elementos de comunicación repartidos por los distintos sectores del hospital registrarían el movimiento de pacientes y enfermeras durante las 24 horas, los siete días de la semana. Como se muestra en la Tabla 3, los sistemas basados en IoT mejoran la seguridad de la administración de medicamentos.

Tabla 1 - Reglas que el sistema basado en IoT podría seguir para garantizar la seguridad del paciente durante el proceso de administración de medicamentos.

| Reglas  | Seguridad del paciente  |
|---|---|
| Medicamento correcto (error clínico)  | Verifique la dispensación en la farmacia y la administración en el cuarto.  |
| Corregir al paciente (error clínico)  | Identificación automática en la cama de medicamentos, habitación y paciente, incluso en habitaciones de varias camas.   |
| Ruta correcta (error de procedimiento)  | Indicó el procedimiento en la pantalla. La enfermera debe tocar la pantalla para confirmar la ruta.   |
| Dosis correcta (error del procedimiento)  | Comprobado en la farmacia y revisada por la enfermera en la habitación a través del Visor inteligente. La enfermera debe tocar la pantalla para confirmar las dosis.  |
| Hora correcta (error clínico)   | Registros de eventos automáticos y vistas relacionadas con la prescripción.   |
| Generación de   | notificaciones sobre posibles retrasos.   |
| Registro de medicamentos administrados (error de administración organizacional)                     | Confirmación de la enfermera.   |
| Informar e instruir al paciente sobre los medicamentos que recibe.                                  | Los sistemas electrónicos pueden hablar en voz alta e incluso enviar esta información por mensaje electrónico, por ejemplo, al teléfono inteligente de un paciente o familia. Es un punto a analizar. El visor tiene cámara de video, que se puede utilizar. Sin embargo, hay consideraciones prácticas, éticas y culturales a tener en cuenta. |
| Comprobar que el paciente no está tomando ningún medicamento sofá al prescrito (error clínico).     | Las alergias conocidas se almacenan en la nube. El color de las pulseras puede evidenciar alergias, diabetes y otras afecciones. Sin embargo, las alergias desconocidas deben evaluarse por medios convencionales.  |
| Investigar si el paciente padece alergias y descartar interacciones farmacológicas (error clínico). |   |
| Lávese las manos antes de preparar y administrar un medicamento (error de procedimiento).           | La presencia de la enfermera en el lavado de manos puede ser detectada, sin embargo, es difícil abordar todas las situaciones, aparte de la emisión de un mensaje de alerta en la pantalla, recordando este estándar y solicitando confirmación de que se cumplió.  |

Fuente: Elaboración propia.



## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo presentó una revisión rápida de los errores de medicación con el uso de la tecnología en entornos hospitalarios. Los resultados obtenidos ayudan a mapear un conjunto de errores médicos y tecnologías de la información en la atención de pacientes en hospitales. Este estudio se basa en el desarrollo de la propuesta de investigación y dirigió la búsqueda de tecnologías que podrían ayudar a reducir los efectos adversos en los hospitales, específicamente los errores de medicación. El potencial de las tecnologías de la información y específicamente de los sistemas basados en IoT aún no han encontrado su lugar en la atención hospitalaria, como se observa en los resultados que señalan solo dos trabajos en este contexto. Sin embargo, existe un creciente interés en investigar y evaluar el uso de este recurso para mejorar los procedimientos y procesos hospitalarios. Esta tecnología puede mejorar el proceso de gestión hospitalaria. La tecnología propuesta en este artículo es factible, está disponible y puede integrarse como un proyecto piloto en cualquier unidad hospitalaria.

Finalmente, enfatizamos algunas sugerencias sobre trabajos futuros. La comunidad científica necesita avanzar en cómo garantizar la privacidad de los pacientes y cómo incluir mecanismos de seguridad en el Internet de las Cosas Healthcare (Ma et al., 2019; Qadri et al., 2020). Hay resultados importantes raros sobre este tema y han sido una investigación vital para aumentar el uso de nuevas tecnologías en la gestión hospitalaria y el paciente seguro (Ahmadi et al., 2019). Algunas técnicas pueden incorporarse a la solución antes de desplegarla para pruebas de campo, garantizando el uso eficiente y correcto de las nuevas tecnologías. Otro tema importante está relacionado con los wearables y materiales a emplear en los hospitales para gestionar las constantes vitales del paciente. Existen enfoques y recursos significativos que deben explorarse asociados con la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en la atención médica y los pacientes seguros (Minh Dang et al., 2019; Prieto-Avalos et al., 2022).



## REFERENCIAS

Ahmadi, H., Arji, G., Shahmoradi, L., Safdari, R., Nilashi, M., & Alizadeh, M. (2019). The application of internet of things in healthcare: a systematic literature review and classification. In *Universal Access in the Information Society* (Vol. 18, Issue 4). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0618-4>

Al-Turjman, F., Nawaz, M. H., & Ulusar, U. D. (2020). Intelligence in the Internet of Medical Things era: A systematic review of current and future trends. *Computer Communications*, 150(December 2019), 644–660. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.12.030>

Amato, M. G., Salazar, A., Hickman, T. T. T., Quist, A. J. L., Volk, L. A., Wright, A., McEvoy, D., Galanter, W. L., Koppel, R., Loudin, B., Adelman, J., McGreevey, J. D., Smith, D. H., Bates, D. W., & Schiff, G. D. (2017). Computerized prescriber order entry-related patient safety reports: Analysis of 2522 medication errors. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(2), 316–322. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw125>

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>

Barakat, S., & Franklin, B. D. (2020). An Evaluation of the Impact of Barcode Patient and Medication Scanning on Nursing Workflow at a UK Teaching Hospital. *Pharmacy* (Basel, Switzerland), 8(3), 148. <https://doi.org/10.3390/pharmacy8030148>

Ben Souissi, S., Abed, M., El Hiki, L., Fortemps, P., & Pirlot, M. (2019). PARS, a system combining semantic technologies with multiple criteria decision aiding for supporting antibiotic prescriptions. *Journal of Biomedical Informatics*, 99(July), 103304. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103304>

Biltoft, J., & Finneman, L. (2018). Clinical and financial effects of smart pump-electronic medical record interoperability at a hospital in a regional health system. *Am J Health Syst Pharm*, 75(14), 1064–1068. <https://doi.org/10.2146/ajhp161058>

Burkoski, V., Yoon, J., Solomon, S., Hall, T. N. T., Karas, A. B., Jarrett, S. R., & Collins, B. E. (2019). Closed-Loop Medication System: Leveraging Technology to Elevate Safety. *Nurs Leadersh* (Tor Ont), 32(SP), 16–28. <https://doi.org/10.12927/cjnl.2019.25817>

Burlea-Schiopoiu, A., & Ferhati, K. (2020). The Managerial Implications of the Key Performance Indicators in Healthcare Sector: A Cluster Analysis. *Healthcare* (Basel, Switzerland), 9(1). <https://doi.org/10.3390/healthcare9010019>

Cabilan, C. J., Hughes, J. A., & Shannon, C. (2017). The use of a contextual, modal and psychological classification of medication errors in the emergency department: a retrospective descriptive study. *J Clin Nurs*, 26(23–24), 4335–4343. <https://doi.org/10.1111/jocn.13760>

Chien, S. C., Chin, Y. P. H., Yoon, C. H., Islam, M. M., Jian, W. S., Hsu, C. K., Chen, C. Y., Chien, P. H., & Li, Y. C. J. (2021). A novel method to retrieve alerts from a homegrown



Computerized Physician Order Entry (CPOE) system of an academic medical center: Comprehensive alert characteristic analysis. *PLoS ONE*, 16(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246597>

Dalmolin, G. R. dos S. (2012). Erros de medicação no ambiente hospitalar: uma abordagem através da bioética complexa [Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/60813>

Debono, D., Taylor, N., Lipworth, W., Greenfield, D., Travaglia, J., Black, D., & Braithwaite, J. (2017). Applying the Theoretical Domains Framework to identify barriers and targeted interventions to enhance nurses' use of electronic medication management systems in two Australian hospitals. *Implementation Science*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13012-017-0572-1>

Ehrler, F., & Siebert, J. N. (2020). PedAMINES: A disruptive mHealth app to tackle paediatric medication errors. *Swiss Medical Weekly*, 150(35–36), 1–10. <https://doi.org/10.4414/smw.2020.20335>

Firouzi, F., Farahani, B., Ibrahim, M., & Chakrabarty, K. (2018). Keynote paper: From EDA to IoT eHealth: Promises, challenges, and solutions. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 37(12), 2965–2978. <https://doi.org/10.1109/TCAD.2018.2801227>

Froese, L., Dian, J., Batson, C., Gomez, A., Sainbhi, A. S., Unger, B., & Zeiler, F. A. (2021). Computer Vision for Continuous Bedside Pharmacological Data Extraction: A Novel Application of Artificial Intelligence for Clinical Data Recording and Biomedical Research. *Frontiers in Big Data*, 4(August), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fdata.2021.689358>

González-Bueno, J., Sevilla-Sánchez, D., Puigoriol-Juventeny, E., Molist-Brunet, N., Codina-Jané, C., & Espauella-Panicot, J. (2021). Factors associated with medication non-adherence among patients with multimorbidity and polypharmacy admitted to an intermediate care center. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph18189606>

Griffon, N., Schuurs, M., Joulakian, M., Bubenheim, M., Leroy, J.-P. P., & Darmoni, S. J. (2017). Physician satisfaction with transition from CPOE to paper-based prescription. *International Journal of Medical Informatics*, 103(November 2016), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.04.007>

Habibzadeh, H., Dinesh, K., Rajabi Shishvan, O., Boggio-Dandry, A., Sharma, G., & Soyata, T. (2020). A Survey of Healthcare Internet of Things (HIoT): A Clinical Perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(1), 53–71. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2946359>

Henry, T. A. (2014). Focusing on new hospital technology. *J Med Assoc Ga*, 103(3), 8–10. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-25665338>



Hsieh, M.-C. C., Chiang, P.-Y. Y., Lee, Y.-C. C., Wang, E. M.-Y. Y., Kung, W.-C. C., Hu, Y.-T. T., Huang, M.-S. S., & Hsieh, H.-C. C. (2021). An investigation of human errors in medication adverse event improvement priority using a hybrid approach. *Healthcare (Switzerland)*, 9(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040442>

Hsieh, M. C., Chiang, P. Y., Lee, Y. C., Wang, E. M. Y., Kung, W. C., Hu, Y. T., Huang, M. S., & Hsieh, H. C. (2021). An investigation of human errors in medication adverse event improvement priority using a hybrid approach. *Healthcare (Switzerland)*, 9(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040442>

Jurado, C., Calmels, V., Lobinet, E., Divol, E., Hanaire, H., Metsu, D., & Sallerin, B. (2018). The Electronic Pharmaceutical Record: A new method for medication reconciliation. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 24(4), 681–687. <https://doi.org/10.1111/jep.12942>

Kennedy, A. R., & Massey, L. R. (2019). Pediatric medication safety considerations for pharmacists in an adult hospital setting. *American Journal of Health- System Pharmacy*, 76(19), 1481–1491. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxz168>

Keyworth, C., Hart, J., Thoong, H., Ferguson, J., & Tully, M. (2017). A technological innovation to reduce prescribing errors based on implementation intentions: The acceptability and feasibility of myprescribe. *JMIR Human Factors*, 4(3). <https://doi.org/10.2196/humanfactors.7153>

Kim, M. S., Seok, J. H., & Kim, B. M. (2020). Mediating role of the perceived benefits of using a medication safety system in the relationship between transformational leadership and the medication-error management climate. *Journal of Research in Nursing: JRN*, 25(1), 22–34. <https://doi.org/10.1177/1744987118824621>

King, V. J., Stevens, A., Nussbaumer-Streit, B., Kamel, C., & Garritty, C. (2022). Paper 2: Performing rapid reviews. *Systematic Reviews*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13643-022-02011-5>

Kirkendall, E., Huth, H., Rauenbuehler, B., Moses, A., Melton, K., & Ni, Y. (2020). The generalizability of a medication administration discrepancy detection system: Quantitative comparative analysis. *JMIR Medical Informatics*, 8(12), 1–14. <https://doi.org/10.2196/22031>

Küng, K., Aeschbacher, K., Rüttsche, A., Goette, J., Zürcher, S., Schmidli, J., & Schwendimann, R. (2021). Effect of barcode technology on medication preparation safety: A quasi-experimental study. *International Journal for Quality in Health Care*, 33(1), 1–8. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzab043>

Lawal, B. K., Aliyu, A. A., Ibrahim, U. I., Maiha, B. B., & Mohammed, S. (2020). Medication safety practices in healthcare facilities in Kaduna State, Nigeria: a study protocol. *Therapeutic Advances in Drug Safety*, 11, 2042098620927574. <https://doi.org/10.1177/2042098620927574>



Liao, C. Y., Wu, M. F., Poon, S. K., Liu, Y. M., Chen, H. C., Wu, C. L., Sheu, W. H. H., & Liou, W. S. (2019). Improving medication safety by cloud technology: Progression and value-added applications in Taiwan. *International Journal of Medical Informatics*, 126(May 2018), 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.03.012>

Lichtner, V., Westbrook, J. I., & Franklin, B. D. (2018). Pharmacy Interweaving Safety Within Hospital Health Information Technology. *Stud Health Technol Inform*, 252, 105–111. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-30040691>

Lu, Y. H., Lee, L. Y., Chen, Y. L., Cheng, H. I., Tsai, W. T., Kuo, C. C., Chen, C. Y., & Huang, Y. Bin. (2017). Developing an App by Exploiting Web-Based Mobile Technology to Inspect Controlled Substances in Patient Care Units. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3195369>

Lupia, T., Scabini, S., Mornese Pinna, S., Di Perri, G., De Rosa, F. G., & Corcione, S. (2020). 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak: A new challenge. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 21, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.02.021>

Ma, X., Yao, T., Hu, M., Dong, Y., Liu, W., Wang, F., & Liu, J. (2019). A Survey on Deep Learning Empowered IoT Applications. *IEEE Access*, 7, 181721–181732. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2958962>

Minh Dang, L., Piran, M. J., Han, D., Min, K., & Moon, H. (2019). A survey on internet of things and cloud computing for healthcare. *Electronics (Switzerland)*, 8(7), 1–49. <https://doi.org/10.3390/electronics8070768>

Mohan, A., Manikandan, S., Ravikumar, T. S., & Batmanabane, G. (2019). Decreasing medication errors in four intensive care units of a tertiary care teaching hospital in India using a sensitization programme. *Natl Med J India*, 32(4), 207–212. <https://doi.org/10.4103/0970-258X.291294>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Morales, A. S., Ourique, F. de O., & Cazella, S. C. (2021). A Comprehensive Review on the Challenges for Intelligent Systems Related with Internet of Things for Medical Decision. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 410, 221–240. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-70111-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-70111-6_11)

Mulac, A., Mathiesen, L., Taxis, K., & Gerd Granås, A. (2021). Barcode medication administration technology use in hospital practice: a mixed-methods observational study of policy deviations. *BMJ Qual Saf*, 30(12), 1021–1030. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2021-013223>



Oliveros, N. V., Caro, T. G., Menendez-Conde, C. P., Álvarez-Díaz, A. M., Álvarez, S. M.-A., Vicedo, T. B., & Silveira, E. D. (2017). Effect of an electronic medication administration record application on patient safety. *J Eval Clin Pract*, 23(4), 888–894. <https://doi.org/10.1111/jep.12753>

Pontefract, S. K., Hodson, J., Slee, A., Shah, S., Girling, A. J., Williams, R., Sheikh, A., & Coleman, J. J. (2018). Impact of a commercial order entry system on prescribing errors amenable to computerised decision support in the hospital setting: A prospective pre-post study. *BMJ Quality and Safety*, 27(9), 725–736. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2017-007135>

Prado, R., & Vilela, B. (2019). Implantação de tecnologias para prevenção de erros de medicação em hospital de alta complexidade : análise de custos e resultados. 17(4), 1–7. <https://doi.org/10.31744/einstein>

Prieto-Avalos, G., Cruz-Ramos, N. A., Alor-Hernández, G., Luis Sánchez-Cervantes, J., Rodríguez-Mazahua, L., & Guarneros-Nolasco, L. R. (2022). Wearable Devices for Physical Monitoring of Heart: A Review. <https://doi.org/10.3390/bios12050292>

Qadri, Y. A., Nauman, A., Zikria, Y. Bin, Vasilakos, A. V., & Kim, S. W. (2020). The Future of Healthcare Internet of Things: A Survey of Emerging Technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, c, 1–1. <https://doi.org/10.1109/comst.2020.2973314>

Rabelo Néri, E. D., Chaves Gadêlha, P. G., Maia, S. G., da Silva Pereira, A. G., de Almeida, P. C., Martins Rodrigues, C. R., Portela, M. P., & de França Fonteles, M. M. (2011). Erros de prescrição de medicamentos em um hospital brasileiro. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 57(3), 306–314. <https://doi.org/10.1590/s0104-42302011000300013>

Reinhardt, H., Otte, P., Eggleton, A. G., Ruch, M., Wöhr, S., Ajayi, S., Duyster, J., Jung, M., Hug, M. J., & Engelhardt, M. (2019). Avoiding chemotherapy prescribing errors: Analysis and innovative strategies. *Cancer*, 125(9), 1547–1557. <https://doi.org/10.1002/cncr.31950>

Risør, B. W., Lisby, M., & Sørensen, J. (2017). Cost-Effectiveness Analysis of an Automated Medication System Implemented in a Danish Hospital Setting. *Value in Health*, 20(7), 886–893. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2017.03.001>

Roh, H., Shin, S., Han, J., & Lim, S. (2021). A deep learning-based medication behavior monitoring system. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 18(2), 1513–1528. <https://doi.org/10.3934/MBE.2021078>

Rosa, M. B., & Perini, E. (2003). Erros de medicação: quem foi? *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 49(3), 335–341. <https://doi.org/10.1590/s0104-42302003000300041>

Salazar de Pablo, G., Vaquerizo-Serrano, J., Catalan, A., Arango, C., Moreno, C., Ferre, F., Shin, J. II, Sullivan, S., Brondino, N., Solmi, M., & Fusar-Poli, P. (2020). Impact of coronavirus syndromes on physical and mental health of health care workers: Systematic

review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 275(May), 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.06.022>

Scarpato, N., Pieroni, A., Di Nunzio, L., & Fallucchi, F. (2017). E-health-IoT universe: A review. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(6), 2328–2336. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.7.6.4467>

Schwendimann, R., Blatter, C., Dhaini, S., Simon, M., & Ausserhofer, D. (2018). The occurrence, types, consequences and preventability of in-hospital adverse events - A scoping review. *BMC Health Services Research*, 18(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3335-z>

Sessions, L. C., Nemeth, L. S., Catchpole, K., & Kelechi, T. J. (2019). Nurses' perceptions of high-alert medication administration safety: A qualitative descriptive study. *J Adv Nurs*, 75(12), 3654–3667. <https://doi.org/10.1111/jan.14173>

Shah, S. N., Seger, D. L., Fiskio, J. M., Horn, J. R., & Bates, D. W. (2021). Comparison of Medication Alerts from Two Commercial Applications in the USA. *Drug Safety*, 44(6), 661–668. <https://doi.org/10.1007/s40264-021-01048-0>

Siebert, J. N., Ehrler, F., Lovis, C., Combescure, C., Haddad, K., Gervaix, A., & Manzano, S. (2017). A mobile device app to reduce medication errors and time to drug delivery during pediatric cardiopulmonary resuscitation: Study protocol of a multicenter randomized controlled crossover trial. *JMIR Research Protocols*, 6(8), e167. <https://doi.org/10.2196/resprot.7901>

Spat, S., Donsa, K., Beck, P., Höll, B., Mader, J. K., Schaupp, L., Augustin, T., Chiarugi, F., Lichtenegger, K. M., Plank, J., & Pieber, T. R. (2017). A Mobile Computerized Decision Support System to Prevent Hypoglycemia in Hospitalized Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 11(1), 20–28. <https://doi.org/10.1177/1932296816676501>

Ting, H. W., Chung, S. L., Chen, C. F., Chiu, H. Y., & Hsieh, Y. W. (2020). A drug identification model developed using deep learning technologies: Experience of a medical center in Taiwan. *BMC Health Services Research*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05166-w>

Tricco, A. C., Antony, J., Zarin, W., Strifler, L., Ghassemi, M., Ivory, J., Perrier, L., Hutton, B., Moher, D., & Straus, S. E. (2015). A scoping review of rapid review methods. *BMC Medicine*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0465-6>

Van Der Veen, W., Van Den Bemt, P. M., Bijlsma, M., De Gier, H. J., & Taxis, K. (2018). Association between workarounds and medication administration errors in bar code-assisted medication administration: Protocol of a multicenter study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(4), 385–392. <https://doi.org/10.2196/resprot.7060>

Vélez-Díaz-Pallarés, M., Álvarez Díaz, A. M., Gramage Caro, T., Vicente Oliveros, N., Delgado-Silveira, E., Muñoz García, M., Cruz-Jentoft, A. J., & Bermejo-Vicedo, T. (2017).



Technology-induced errors associated with computerized provider order entry software for older patients. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 39(4), 729–742. <https://doi.org/10.1007/s11096-017-0474-y>

Vicente Oliveros, N., Gramage Caro, T., Pérez Menendez-Conde, C., Álvarez-Díaz, A. M., Martín-Aragón Álvarez, S., Bermejo Vicedo, T., & Delgado Silveira, E. (2017). Effect of an electronic medication administration record application on patient safety. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 23(4), 888–894. <https://doi.org/10.1111/jep.12753>

Vilela, R. P. B., Castilho, V., Jericó, M. de C., & Faria, J. I. L. (2017). Educação permanente: tecnologia para a prevenção do erro de medicação. *CuidArte, Enferm*, 11(2), 203–208. <http://www.webfipa.net/facipa/ner/sumarios/cuidarte/2017v2/203.pdf>

Wang, G., Zhou, S., Rezaei, S., Liu, X., & Huang, A. (2019). An ambulatory blood pressure monitor mobile health system for early warning for stroke risk: Longitudinal observational study. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(10), 1–13. <https://doi.org/10.2196/14926>