

## Contribución de las herramientas tecnológicas en la seguridad del paciente y la prevención de caídas. Contribution of technological tools in patient safety and fall prevention.

**Autores:** Luz Beatriz Echeverri Ramírez, Diego Alexander Gómez Ceballos

### Resumen

**Introducción:** la seguridad del paciente es un principio fundamental en la atención en salud ante el peligro inherente que se presenta en un proceso. Las caídas son uno de los problemas de salud pública que más genera ocurrencia de eventos adversos y que afecta principalmente a adultos mayores de 60 años. El uso de las tecnologías de la información, la comunicación y la Internet de las cosas ofrece soluciones que permiten la predicción de caídas y la generación de alertas cuando se presenta este riesgo.

**Objetivo:** identificar el aporte de herramientas tecnológicas y la Internet de las cosas en la prevención de eventos adversos asociados a caídas de pacientes, desde el punto de vista de la seguridad del paciente.

**Metodología:** revisión sistemática de la literatura siguiendo la metodología PRISMA, llevada a cabo en las bases de datos Gale OneFile: Nursing and Allied Health, PubMed y EBSCOhost, a través de combinación de palabras claves y restringiendo los resultados a publicaciones académicas comprendidas entre el periodo 2014-2019.

**Resultados:** se incluyen 6 artículos en los que se destacan los estudios piloto y de cohortes, en los que las variables fisiológicas que más influyen en el riesgo de caídas son edad, género, densidad ósea, trastornos de sueño y visuales, y ayudas técnicas para la marcha. Dentro de las herramientas tecnológicas utilizadas, se identifican diferentes tipos de videovigilancia integrada a sistemas electrónicos de alertas cuando se detecta riesgo de caída.

**Conclusiones:** la estrategia de búsqueda implementada y las publicaciones revisadas proporcionan información para identificar el uso de la tecnología en la prevención de caídas, lo que representa un aporte significativo a la seguridad del paciente.

**Palabras clave:** Internet de las cosas (IoT), cuidado de la salud, tecnología, metodología PRISMA



## Abstract

**Introduction:** Patient safety is a fundamental principle in the healthcare in the face of the inherent danger that occur in a process. Falls are one of the Public Health problems that most generates the occurrence of adverse events and mainly affects adults over 60 years of age. The use of Information and Communication Technologies and the Internet of Things offer solutions that allow the prediction of falls and the generation of alert when this risk occurs.

**Objective:** To identify the contribution of the technological tools in the prevention of adverse events associated with patient falls, from the point of view of patient safety.

**Methodology:** Systematic review of the literature following the PRISMA methodology, carried out in the Gale OneFile: Nursing and Allied Health, PubMed and EBSCOhost databases, by combining keywords and restricting the results to academic publications included in the period 2014 and 2019.

**Results:** Six articles are included, highlighting the pilot and cohort studies, in which the physiological variables that most influence the risk of falls are age, gender, bone density, sleep and visual disorders, and technical aids for walking. Among the technological tools used, different types of video surveillance integrated into electronic alert systems are identified when a risk of falling is detected.

**Conclusions:** The search strategy implemented, and the publications reviewed provide information to identify the use of technology in the prevention of falls, which represents a significant contribution to patient safety.

**Keywords:** Internet of Things (IoT), healthcare, technology, PRISMA methodology.

## Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la seguridad del paciente “es un principio fundamental de la atención sanitaria. Hay un cierto grado de peligrosidad inherente a cada paso del proceso de atención de salud” (2007). Este tema se ha convertido en un pilar de las instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) puesto que requiere la participación de todos los actores que intervienen en la atención sanitaria, sistematizando procesos que favorezcan siempre a los pacientes y que, a su vez, se refleje en la reducción de costos para la institución, los cuales pueden estar representados en la ocurrencia de eventos adversos, es decir, el resultado de un proceso de atención en salud que, bajo la premisa de ser no intencional, produce un daño a los pacientes, ya sean debidos a medicamentos, dispositivos médicos, prácticas clínicas, infraestructura, riesgos ambientales o, inclusive, a procesos administrativos (conocidos como fallas latentes).



En ese sentido, el Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud) de Colombia, se ha acogido a los diferentes elementos que apuntan a minimizar el riesgo de sufrir eventos adversos, o de mitigar sus consecuencias a través de la evaluación constante de los riesgos que se presentan en la atención sanitaria y el diseño e implementación de estrategias para el mejoramiento continuo de la prestación de servicios de salud (MinSalud, 2008). Para ello, desde el 2008 MinSalud ha puesto a disposición herramientas para orientar la gestión de la seguridad del paciente en las diferentes IPS y que ello apunte, además, a garantizar la Calidad de la Atención en Salud. A continuación, se resaltan algunas de ellas: 1) Lineamientos para la implementación de la Política de Seguridad del Paciente, enfocado al establecimiento de una atención segura desde el compromiso y la cooperación de todos los actores del sistema de salud, considerando que los problemas de seguridad del paciente son inherentes a la atención en salud (Ministerio de la Protección Social, 2008). 2) Guía técnica buenas prácticas para la seguridad del paciente en la atención en salud, cuyo principal objetivo es guiar a las IPS para que se acogen al Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud (SOGC) para la implementación de la seguridad del paciente como parte de una política institucional (Ministerio de la Protección Social, 2010). 3) Promoción de la cultura de seguridad del paciente, orientado a desarrollar y fortalecer destrezas y competencias en las IPS relacionadas con la promoción de la cultura de seguridad del paciente (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Uno de los problemas mundiales de mayor importancia en salud pública y que se relaciona directamente con la necesidad de implementar políticas de seguridad del paciente con resultados efectivos, tiene que ver con las caídas de los pacientes, definidas como “acontecimientos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie firme que lo detenga” (OMS, 2018). Según la OMS, anualmente se producen 646.000 caídas mortales, la mayoría de ellas asociadas a adultos mayores de 60 años, quienes son los más vulnerables a este tipo de situaciones. El nivel de ocurrencia de estas condiciones hace que se torne un evento adverso de la atención sanitaria que requiere intervención oportuna desde diferentes enfoques, es decir, no solo desde el trabajo conjunto que involucra la participación de todos los actores del sistema, sino del apoyo de recursos tecnológicos que favorezcan la reducción de esta situación.

En Colombia, MinSalud también se ha pronunciado respecto a esta problemática, definiendo estrategias para la prevención y reducción de eventos adversos asociados a las caídas, a través del paquete instruccional de Guía técnica buenas prácticas para la seguridad del paciente en la atención en salud (MinSalud, 2012).

Como herramienta para la evaluación del riesgo que puede tener un paciente de sufrir una caída, existen diferentes escalas de valoración referenciadas que guían al personal asistencial respecto a la posibilidad de ocurrencia de este evento adverso. Algunas de ellas son: Escala de riesgo de caídas múltiples de A. M. Tromp, utilizada para población de 65 años o más. Escala de funcionalidad de Crichton, empleada en población adulta. Escala de Macdems, aplicada en pacientes pediátricos. Escala St. Thomas - stratify, para todo tipo de población. Escala de Morse, utilizada en población hospitalizada en general. Escala Humpty Dumpty, específica de pediatría. Escala de CHAMPS, utilizada en población pediátrica. Escala de J.H. Downton, utilizada para valorar riesgo de caídas en adultos mayores (Barrientos Sánchez, Hernández Cantoral & Hernández Zavala, 2013).



En este orden de ideas, se toma en consideración la aplicación de diferentes herramientas tecnológicas enfocadas a las necesidades del sector salud. Dentro de las tecnologías de la información y la comunicación, TIC, es decir, todo tipo de recursos que permitan la adquisición, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información en cualquier formato en que esta se presente (MinTIC, 2019), hay un concepto que ha cogido mucha fuerza y tiene que ver con el IoT – Internet of Things, conocido como la “Internet de las cosas” por sus siglas en inglés, la cual hace referencia a la interdependencia entre los productores de los productos, los desarrolladores de software para las cosas y sus componentes y, quienes se encargan de llevar ese producto hacia un cliente final a través de la prestación de los servicios que pueden ser generados a partir de su uso, haciendo que el cliente se convierta en parte integral de este concepto (Llaneza Gonzalez, La Internet de las Cosas, 2018).

Esta noción se enlaza a las IPS a través de un nuevo concepto, Hospitales inteligentes, el cual corresponde a las instituciones que respaldan sus funciones básicas en los componentes de IoT, dependientes de procesos optimizados y automatizados basados en un entorno de TIC, con los objetivos de mejorar los procedimientos que involucran la atención de pacientes e introducir nuevas capacidades instaladas para las instituciones (Llaneza Gonzalez, Casos de uso, 2018). A través de esto, se permiten funciones como:

- Interconexión de equipos hospitalarios a una red de información.
- Dispositivos médicos implantables con conexión a la IPS.
- Realizar seguimiento a pacientes con mayor eficiencia, en tiempo real y detectando de manera temprana los problemas de salud que puedan sufrir.

A partir de este contexto, se revisan diferentes publicaciones académicas, encontrando una amplia cantidad que corresponden con la seguridad del paciente en situaciones que involucran caídas y que, de alguna manera, relacionan el uso de las tecnologías de la información y la comunicación como estrategia en la mejora de los procesos de atención en salud.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente estudio es identificar la relación entre los tres elementos mencionados: seguridad del paciente, caídas y tecnología, respondiendo a la pregunta: ¿Cómo aporta el uso de las herramientas tecnológicas, especialmente las que tienen que ver de alguna manera con el concepto de la Internet de las cosas (IoT), en la prevención de eventos adversos asociados a caídas de pacientes, desde el punto de vista de la seguridad del paciente?, a través de la aplicación de una revisión sistemática de la literatura que permita identificar si es posible reducir la ocurrencia de eventos adversos asociados a caídas a partir del uso de la tecnología.



## Metodología

Se realiza una investigación con enfoque cualitativo a través de una revisión sistemática de la literatura que no incluye análisis por medio de métodos estadísticos como el meta-análisis. Siguiendo la propuesta de la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Urrútia & Bonfill, 2010), se tienen en la cuenta los 27 ítems sugeridos para este tipo de investigación.

La primera estrategia de búsqueda implementada consistió en la aplicación de las siguientes palabras claves, contenidas en el título y el resumen, en inglés y con el respectivo operador booleano: patient safety AND technology. Haciendo uso de la base de datos PubMed, el resultado que se obtiene es de más de 2000 publicaciones; llevando a cabo la lectura de los títulos y resúmenes, solo un 7% (aproximadamente 170 artículos) entregan información relevante para el cumplimiento del objetivo planteado, razón por la cual se decide plantear una segunda estrategia de búsqueda que permita generar resultados con mayor coherencia.

El periodo de recolección de los datos se ejecuta durante el primer trimestre del 2020, examinando artículos publicados en su mayoría en inglés; en la primera etapa se compila la mayor producción disponible respecto al tema abordado haciendo uso de tres fuentes internacionales suscritas por la biblioteca de la universidad y de Libre Acceso (Open Source): Gale, específicamente Gale OneFile: Nursing and Allied Health, PubMed y EBSCOhost. Para la selección de bases de datos se tiene en cuenta la trayectoria en publicaciones del área de la salud, lo que representa un respaldo para obtener resultados completos y confiables. La búsqueda es restringida al periodo comprendido entre los años 2014-2019, limitando el tipo de fuente bibliográfica a publicaciones académicas, y utilizando las siguientes palabras claves: en inglés patient safety, fall y technology, y en español seguridad del paciente, caída y tecnología; se realizan combinaciones haciendo uso del operador booleano AND sin restricciones en el campo que contiene el descriptor. Se resalta que, para la primera palabra clave, la búsqueda se realiza haciendo uso de las comillas para lograr que la frase seguridad del paciente o patient safety forme parte del documento de manera textual, es decir, no es de interés la palabra seguridad y la palabra paciente de manera independiente, debe contenerse el término exacto, y este es el cambio principal con respecto a la primera estrategia de búsqueda implementada.

En una segunda etapa, se aplica el primer filtro a los resultados obtenidos, los cuales corresponden a las citas duplicadas entre las bases de datos seleccionadas. Posteriormente, se analizan todos los artículos por título y resumen que resultan de interés al relacionar los tres temas objeto de estudio. Dentro de los criterios de inclusión, se evalúan los artículos publicados en revistas indexadas, como respaldo a la calidad de la investigación realizada, el objetivo general del estudio y los resultados presentados. Por su parte, se excluyen los artículos que no están disponibles para la lectura del texto completo en las diferentes bases de datos, los que tratan eventos adversos relacionados a medicamentos y en los que el objetivo del uso de la tecnología no se enfoca a la seguridad del paciente.



## Resultados

La Figura 1 indica las diferentes etapas de la búsqueda, la cual arrojó la inclusión de 11 artículos para realizar la presente revisión sistemática, como se describe a continuación:

Haciendo uso de diferentes estrategias de búsqueda, en el primer momento se obtiene un total de 200 publicaciones académicas distribuidas de la siguiente manera: 5 identificadas en la base de datos Gale OneFile: Nursing and Allied Health, 68 identificadas en PubMed y 127 identificadas en EBSCOhost.

En un principio, se considera como motor de búsqueda combinaciones de los términos IoT, Internet of Things e Internet de las cosas, en lugar de technology o tecnología; sin embargo, los resultados obtenidos no fueron suficientes para aplicar la revisión sistemática, además de ser poco relevantes. Debido a ello, se decide realizar el filtro desde la lectura considerando la definición del concepto (Llaneza G, 2018).

A partir de lo anterior, se hacen dos exclusiones directas de los artículos Cybersecurity: Positive Changes Through Processes and Team Culture (Pullin, 2018) y Economic Benefits of Microprocessor Controlled Prosthetic Knees: A Modeling Study (Chen et al., 2019); el primero debido a que no se cumple con el objetivo de hacer uso de las herramientas tecnológicas para garantizar la seguridad del paciente ni se relaciona directamente a caídas, este estudio trata de soluciones tecnológicas para evitar los ciberataques y la posible vulneración de la información de los pacientes y; el segundo dado que el objetivo del uso de la tecnología es el beneficio económico, no la seguridad del paciente.

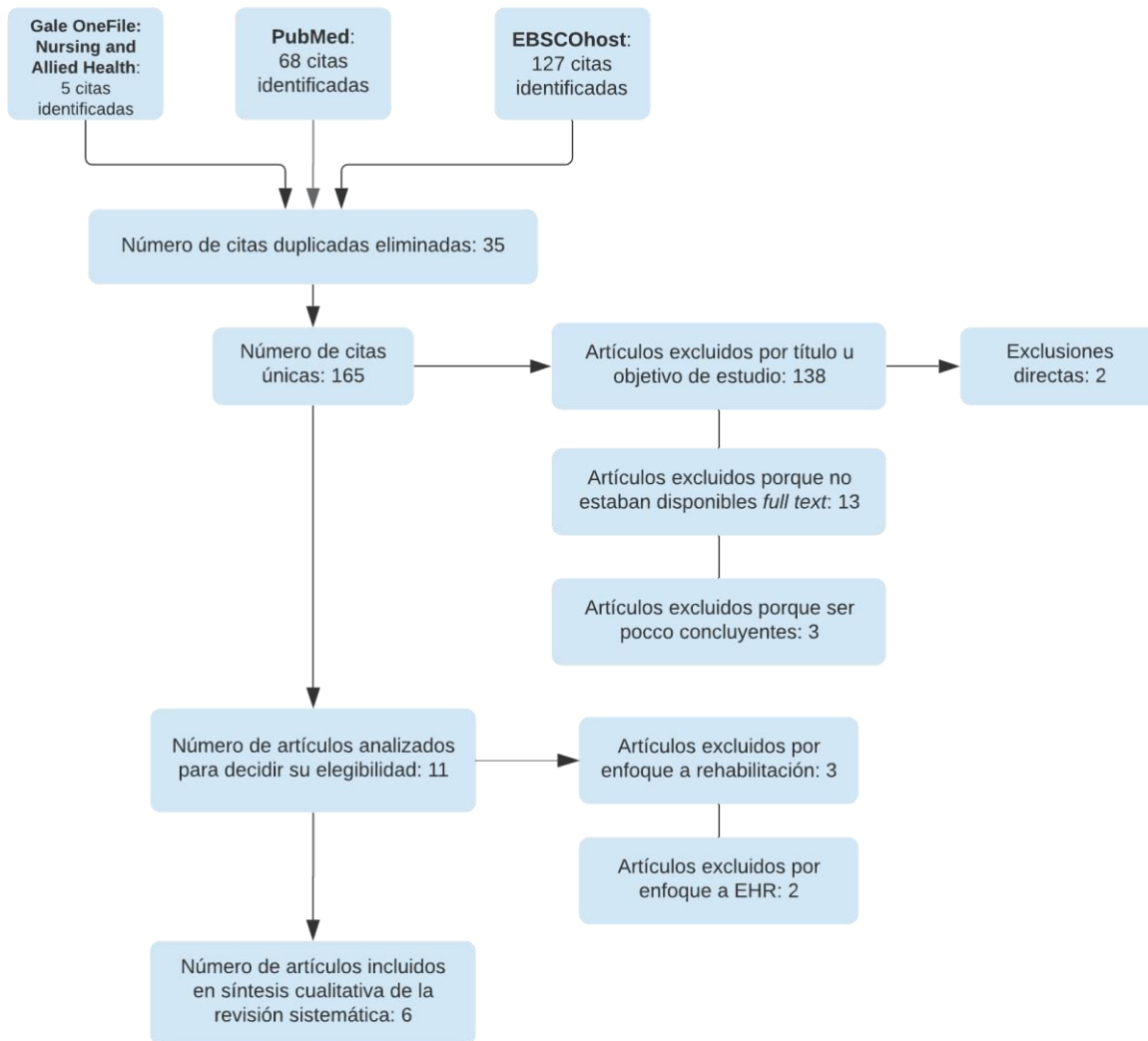
Dentro de las publicaciones que hacen alusión al uso de la tecnología como estrategia de seguridad del paciente, se excluyen los que generan un impacto poco concluyente a partir de la lectura del abstract.





Figura 1.

Diagrama de flujo de las investigaciones seleccionadas para la revisión sistemática.



Una vez seleccionados los 11 artículos dispuestos a ser analizados para decidir su elegibilidad y realizar la lectura completa, se excluyen 3 debido a que el uso de la tecnología no se enfoca en la seguridad del paciente cuando hay riesgo de caídas; para estos casos, el objetivo está orientado a la rehabilitación de pacientes a partir del uso de instrumentos electrónicos. Por otro lado, se excluyen 2 artículos en los que se analiza el impacto de la implementación de Historias Clínicas Electrónicas, Electronic Health Record (EHR) en inglés, puesto que no representan un aporte significativo al objetivo del presente estudio. Finalmente, 6 artículos cumplen con todos los criterios de inclusión para realizar la síntesis cualitativa de la revisión sistemática (Figura 1).



Las características principales de las publicaciones académicas seleccionadas se presentan en la Tabla 1. Resulta destacable que, las investigaciones finalmente consideradas, han sido publicadas entre los años 2016-2019 en diferentes revistas. Dentro de los tipos de metodologías aplicadas, se destacan los estudios pilotos para emplear alguna herramienta diseñada a partir de sensores electrónicos o uso de la IoT (Potter et al., 2016) (Balaguera et al., 2017), y estudios de cohortes para analizar la frecuencia con que se presentan las caídas en los pacientes estudiados (Cournan, Fusco-Gessick & Wright, 2018) (Wang et al., 2019).

Tabla 1.

Características principales de las publicaciones académicas (Main characteristics of academic publications).

<b>Título</b>	<b>Descripción de la población</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Revista</b>	<b>Tipo de estudio</b>
<i>Development and evaluation of an automated fall risk assessment system</i> (Ju Young Lee, Yinji Jin, Jinshi Piao & Sun-Mi Lee, 2016)	4340 casos entre pacientes caídos y pacientes no caídos	Abr - 2016	<i>International Journal for Quality in Health Care</i>	Estudio de casos y controles
<i>Anatomy of Inpatient Falls: Examining Fall Events Captured by Depth-Sensor Technology</i> (Potter et al., 2016)	13 pacientes registrados por sensores de profundidad	May - 2016	<i>The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety</i>	Estudio piloto
<i>Improving Patient Safety in Hospitals through Usage of Cloud Supported Video Surveillance</i> (Đašić, Đašić & Crvenković, 2017)	No aplica	Mar - 2017	<i>Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences</i>	Sistema VSaaS (Videovigilancia como servicio)
<i>Improving Patient Safety Through Video Monitoring</i> (Cournan, Fusco-Gessick & Wright, 2018)	15 unidades de monitoreo de video en unidades de alto riesgo en un centro de rehabilitación para pacientes hospitalizados de 115 camas.	Mar - Abr 2018	<i>Rehabilitation Nursing Journal</i>	Diseño secuencial de cohortes
<i>Using a Medical Intranet of Things System to Prevent Bed Falls in an Acute Care Hospital: A Pilot Study</i> (Balaguera et al., 2017)	91 pacientes que usaron el sistema IoT	May - 2017	<i>Journal of Medical Internet Research</i>	Estudio piloto





Título	Descripción de la población	Fecha de publicación	Revista	Tipo de estudio
<i>Preventing inpatient falls with injuries using integrative machine learning prediction: a cohort study</i> (Wang et al., 2019)	306 pacientes en el set de entrenamiento, incluyendo casos de caídas graves y leves, en el período de mayo a diciembre de 2016	Dic - 2019	<i>NPJ Digit Medicine</i>	Estudio de cohorte retrospectivo

Uno de los artículos estudiados no presenta su enfoque en el análisis con pacientes directamente, el objetivo es mostrar un panorama general de cómo la implementación de la vigilancia de pacientes, por medio de video, a través de lo que se conoce como la nube, es decir, aplicando el concepto de la IoT, puede favorecer la seguridad del paciente (Dašić, Dašić & Crvenković, 2017).

Dentro de las variables demográficas, fisiológicas y de la condición de salud de las poblaciones consideradas, se resaltan edad, género, raza, frecuencia cardiaca, enfermedad diagnosticada, medidas de densidad ósea, trastornos de sueño y visuales, dificultades de comunicación, medicamentos de los pacientes ante enfermedades neurológicas y cardiovasculares, condición nutricional, tipo de habitación, es decir, si es compartida o individual, historial de caídas previas (define el riesgo de caída), causas de las caídas, ayudas técnicas para la marcha y Escala de Morse.

## Discusión

La literatura científica sobre el uso de la tecnología aplicada a la seguridad del paciente, específicamente cuando se involucran eventos adversos relacionados con el riesgo de sufrir caídas, resulta un poco limitada teniendo en cuenta que al final solo es posible considerar 6 artículos para realizar la síntesis cualitativa de la revisión sistemática. Una de las causas que limita el acceso a la información es el filtro aplicado a las publicaciones académicas que no se encuentran disponibles en full text, filtro que es necesario emplear considerando que el valor distintivo de la información no se logra capturar en el abstract del artículo.

No obstante, los resultados más relevantes de los artículos analizados finalmente se presentan en la Tabla 2. Con relación a las características de los pacientes, se evidencia una leve tendencia respecto al género, siendo el porcentaje de hombres un poco mayor al 50% en los estudios realizados por Ju Young Lee et al. y Wang L. et al.; si bien no es muy significativo este valor, sí permite identificar que las mujeres suelen ser más precavidas y dispuestas a recibir apoyo cuando presentan riesgo de caída, además del mayor riesgo representado en los hombres con relación a la actividad laboral que los acompaña, por lo que la ocurrencia de estos eventos en las mujeres suelen disminuir la gravedad de las consecuencias.

Por su parte, es común identificar la influencia de la edad en las caídas, lo cual corresponde con las cifras entregadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), donde las personas más vulnerables a sufrir este tipo de eventos adversos son los adultos mayores. Esta variable aumenta los efectos que se pueden generar con la presencia de estas situaciones, ya que pueden



estar relacionados con lesiones moderadas o graves, fracturas de extremidades o de cadera, trauma craneoencefálico, y en general dificultad para adaptarse nuevamente al entorno según las necesidades de la población con edad avanzada.

Dentro de los factores que aumentan esta incidencia, se identifican otras condiciones de salud como los trastornos del sueño y la visión y, las alteraciones en la marcha, asociadas a pérdida del equilibrio y debilidad en miembros inferiores, las cuales conllevan al uso de objetos de apoyo (ayudas técnicas) para lograr estabilización al adoptar posición bípeda fuera de la cama (Potter et al., 2016). Esto último se convierte en un aumento como factor de riesgo al considerar que el objeto de apoyo también se torna como un punto de inestabilidad, siendo específicos, cuando no se cuenta con el acompañamiento de un cuidador o personal asistencial que brinde soporte en el momento del movimiento.

Tabla 2.

Descripción de la tecnología y de los resultados más destacados de los artículos estudiados (Technology's description and the most relevant results of the articles studied).

<b>Autor principal</b>	<b>Descripción de la tecnología</b>	<b>Resultados más relevantes</b>
Ju Young Lee et al.	Auto-FallRAS es un sistema automático de evaluación de riesgo de caídas basado en registros médicos electrónicos y la aplicación de un modelo de regresión logística para la calificación del riesgo	Edad promedio: 56,09 Género masculino: 53,91% Trastornos de sueño: 12,87% Trastornos visuales: 23,55% Dificultades de comunicación: 7,85%  Aumento de riesgo: medicamentos para sistema nervioso o cardiovascular, hiponatremia, habitaciones compartidas
Potter P. et al.	Sensores de profundidad en dos unidades de pacientes hospitalizados con un historial de altas tasas de caída. Capturaron caídas reales en video: fueron revisados y analizados para identificar las características de las caídas, tiempos de respuesta del personal y condiciones ambientales que contribuyen.	Causas de caídas: dificultad para levantarse de su cama, extremidades inferiores debilitadas y marcha inestable o lenta. 11 caídas mientras buscaban objeto de apoyo para estabilizarse (ayudas técnicas para la marcha).
Dašić P. et al.	Sistema VSaaS (Videovigilancia como servicio) funciona por Wi-Fi conectado con un puesto de enfermería remoto que vigila a más de 10 pacientes en una pantalla. En el momento en que un paciente insinúa levantarse, el técnico de la pantalla utiliza un sonido para solicitar que el paciente se quede quieto y al mismo tiempo alerta al personal asistencial por teléfono o radio. En caso de que el cuidador no pueda desviar al paciente, suena una alerta en la unidad en que se encuentra el paciente.	
Cournan M. et al.	Se dispone de una persona a cargo del monitor, quien puede hablar directamente con el paciente y/o comunicarse con los miembros del personal asistencial para responder al servicio, evitando una caída.	Después de un año el promedio de caídas tuvo una disminución estadísticamente significativa, además de ahorros en costos en el uso de cuidadores y aumento de satisfacción de pacientes, familiares y personal asistencial.



Autor principal	Descripción de la tecnología	Resultados más relevantes
Balaguera HU. et al.	Sensores se colocaron en la almohada, entre la parte superior del colchón y la sábana, para controlar movimientos desde los hombros hasta los muslos. Enviaba alertas a enfermería a través de dispositivos móviles cuando reconocía alta probabilidad de pararse de la cama, además de enviar alerta de sonido al paciente indicando que ya venía la enfermera. La enfermera pudo ver la posición del paciente cuando se generó alerta.	Edad: 18 años o más Escala de <i>Morse</i> : 45 o más Tiempo promedio de regreso a cama después de activar alerta: 46 segundos.  Número de caídas, tiempo para desactivar alertas de parada de la cama y el número de intentos de eventos de parada de la cama.
Wang L. et al.	Modelo avanzado de aprendizaje automático ( <i>machine learning</i> ) basado en un clasificador de conjunto de múltiples vistas, que se puede utilizar para predecir resultados graves o lesiones en todo tipo de caídas. El modelo emplea múltiples vistas de datos de pacientes que codifican información complementaria e integra el poder predictivo de las vistas individuales para lograr un desempeño o puntaje predictivo robusto.	Edad promedio: 64,6 años Género masculino: 51,6% Densidad promedio de masa ósea, fémur: 0,926 g/cm <sup>2</sup> Densidad promedio de masa ósea, antebrazo: 0,745 g/cm <sup>2</sup>  Caídas graves: 33

Al mismo tiempo, uno de los estudios evalúa el promedio de densidad ósea en miembros superiores e inferiores, específicamente a nivel de antebrazo y fémur (Wang et al., 2019); los valores obtenidos, de acuerdo con el Centro Nacional de Información sobre la Osteoporosis y las Enfermedades Óseas (Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center en inglés), indican una densidad ósea baja (NIH, 2018).

En relación al uso de herramientas tecnológicas en la seguridad del paciente, un elemento que se encuentra común en algunas de las publicaciones académicas estudiadas y tiende a relacionarse con el concepto de hospitales inteligentes, tiene que ver con la vigilancia de los pacientes a partir del uso de cámaras grabadoras de video, tal como funciona un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), el cual se ha basado en las mejoras tecnológicas aportadas por la informática en cuanto a la calidad de las imágenes, el control a través de la red de comunicación, generalmente a través de un servidor en la nube (IoT), la detección del movimiento por medio de video, Video Motion Detection en inglés, entre otras características (INSELECSA, 2015). Estas particularidades se integran con un sistema de alertas que se generan, ya sea al personal asistencial o al mismo paciente, cuando se presenta una detección de riesgo de caída debido al movimiento de los pacientes.

Esto hace alusión a los sistemas de comunicación remota que cada vez son más comunes en las diferentes unidades asistenciales de las IPS; por ejemplo, sistemas de conexión de monitores de signos vitales y ventiladores mecánicos en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), con los puestos de enfermería, control de gases medicinales a través de sensores por Telemetría e incluso la atención a los usuarios a través de canales y redes de Telesalud.



Como complemento al uso de video como sistemas de vigilancia de pacientes, los estudios relacionan el manejo de sensores de profundidad y de presión, es decir, dispositivos electrónicos diseñados y configurados para detectar algún estímulo del entorno, en este caso relacionados con el movimiento y la posición de los pacientes cuando están en cama y al levantarse de ella (Potter et al., 2016) (Balaguera et al., 2017). Cuando los sensores son activados, generalmente envían una señal de alerta que puede ser visual, a través de una pantalla, sonora o, inclusive, por medio de un sistema de comunicación telefónica, por radio o con dispositivos móviles.

Adicional al uso como sistema de vigilancia, las herramientas tecnológicas también pueden presentar un carácter predictivo respecto al riesgo de caídas que pueden sufrir los pacientes; para ello, algunos de los estudios se valen de análisis estadísticos fundados en modelos de regresión logística (Ju Young Lee, Yinji Jin, Jinshi Piao & Sun-Mi Lee, 2016) y de aprendizaje automático, conocido como machine learning, basado en un clasificador de conjunto de múltiples vistas (Wang et al., 2019).

Lo anterior representa un logro significativo como estrategia de seguridad del paciente, en el sentido en que logra predecir cuándo un paciente se encuentra en riesgo de sufrir un evento adverso asociado a una caída, está representando una alta probabilidad de evitar la ocurrencia de este, lo que favorece su condición de salud y las personas que lo rodean (cuidador o personal asistencial), además de representar beneficios económicos por la disminución de costos que se genera con la reducción de eventos adversos: aumento de la estancia clínica, tratamientos, rehabilitación, personal a cargo del paciente, medicamentos, entre otros; y como costos futuros que se puedan presentar debido a lesiones a corto, mediano o largo plazo, discapacidades, dependencia de un cuidador de manera permanente e, incluso, pérdida de la calidad de vida.

Es por esto por lo que el uso de la tecnología y la implementación de acciones que apunten a la seguridad del paciente tiene dentro de sus objetivos que los pacientes de hospitalización, ya sea clínica o domiciliaria, alcancen el mayor nivel de independencia que les sea posible de acuerdo con su condición de salud; sin embargo, cuando esta condición está asociada a un riesgo de caída, no se deben realizar actividades sin pedir ayuda del personal asistencial o del cuidador.

Lo anterior es respaldado por los diferentes artículos estudiados, en el sentido que coinciden en que la mayor ocurrencia de las caídas de los pacientes está asociada a movimientos en torno a la cama, ya sea al levantarse, dirigirse a ella o desplazarse a su alrededor, aumentando significativamente los costos, especialmente cuando las caídas representan lesiones al paciente, al cuidador o al personal asistencial.

## Conclusiones

La implementación de la metodología PRISMA, como estrategia para llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura, permitió identificar diferentes aplicaciones de la tecnología y el concepto de la Internet de las cosas en la prevención de caídas de pacientes, ello considerando el principio de atención sanitaria asociado a la seguridad del paciente.



Los resultados de la revisión sistemática llevada a cabo muestran que las personas mayores de 60 años, con tendencia a sufrir debilidad en la marcha y densidad ósea baja, son las más susceptibles a sufrir riesgo de caídas, además de ser el perfil de población en que las consecuencias pueden presentar mayor gravedad. Este tipo de pacientes suelen requerir el acompañamiento permanente de un cuidador o de un personal asistencial como medida preventiva ante un evento o incidente adverso que pueda involucrar una caída.

Como una alternativa de prevención ante la ocurrencia de eventos adversos asociados a caídas de pacientes, es posible identificar el uso de herramientas tecnológicas, relacionadas con sistemas de video vigilancia y sensores de detección de movimiento, para manifestar el riesgo de caídas y generar alertas que conlleven a evitar o reducir este tipo de fallas en la atención en salud.

Algunos estudios incluidos en esta revisión sistemática utilizan análisis estadísticos para cuantificar el riesgo de caída que pueden sufrir los pacientes, basados en modelos de regresión logística y de clasificación de múltiples vistas haciendo uso del aprendizaje automático o machine learning.

Los resultados predictivos de los estudios ante un evento adverso que puede involucrar el riesgo de caída de pacientes representan un aporte significativo a la seguridad del paciente, debido a que permiten diseñar estrategias de control y mejorar los procesos de atención en salud en este tipo de situaciones.

Esta revisión aporta información relevante sobre algunas de las tecnologías utilizadas para mejorar la seguridad del paciente y que podrían ser implementadas paulatinamente en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud en Colombia, especialmente para monitorear pacientes pediátricos y adultos mayores que tienen mayor probabilidad de sufrir eventos adversos como caídas y así evitar su ocurrencia.

Los resultados arrojados en la presente revisión sistemática sugieren la necesidad de realizar más investigaciones, ya que son bastante limitadas en los países anglosajones y no existe información de estudios realizados en países de habla hispana.

## Referencias

Balaguera, H. U., Wise, D., Ng, C. Y., Tso, H. W., Chiang, W.L., Hutchinson, A. M., . . . Wang, C. J. (2017). Using a Medical Intranet of Things System to Prevent Bed Falls in an Acute Care Hospital: A Pilot Study. *Journal of Medical Internet Research*. <http://10.2196/jmir.7131>

Barrientos Sánchez, J., Hernández Cantoral, A. & Hernández Zavala, M. (2013). Adaptación y validación de un instrumento de valoración de riesgo de caída en pacientes pediátricos hospitalizados. *Enfermería universitaria*, 114-119.

Chen, C., Hanson, M., Chaturvedi, R., Mattke, S., Hillestad, R. & Liu, H. H. (2019). Economic Benefits of Microprocessor Controlled Prosthetic Knees: A Modeling Study. *Journal of Prosthetics & Orthotics*, 84-93.





- Cournan, M., Fusco-Gessick, B. & Wright, L. (2018). Improving Patient Safety Through Video Monitoring. *Rehabilitation Nursing Journal*, 111-115. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0405-8>
- Dašić, P., Dašić, J. & Crvenković, B. (2017). Improving Patient Safety in Hospitals through Usage of Cloud Supported Video Surveillance. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 101-106. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.042>
- INSELECSA. (2015). Historia del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV). Retrieved from INSELECSA: <http://inselecsa.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>
- Ju Young Lee, Yinji Jin, Jinshi Piao & Sun-Mi Lee. (2016). Development and evaluation of an automated fall risk assessment system. *International Journal for Quality in Health Care*, 175-182. <http://10.1093/intqhc/mzv122>
- Llaneza González, P. (2018). Casos de uso. In P. Seguridad y responsabilidad en la internet de las cosas (IoT) (pp. 141-323). Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.
- Llaneza Gonzalez, P. (2018). La Internet de las Cosas. In P. Llaneza Gonzalez, Seguridad y responsabilidad en la Internet de las Cosas IoT (pp. 19-35). Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.
- Ministerio de la Protección Social. (2008, Noviembre). Lineamientos para la implementación de. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (2010, Marzo 04). Guía técnica "Buenas prácticas para la seguridad del paciente en la atención en salud". Bogotá, Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (2011). Promoción de la cultura de Seguridad del paciente. Bogotá, Colombia.
- MinSalud. (2008). Seguridad del paciente. Retrieved from Ministerio de Salud y Protección Social: <https://www.minsalud.gov.co/salud/CAS/Paginas/seguridad-del-paciente.aspx>
- MinSalud. (2012). Procesos para la prevención y reducción de la frecuencia de caídas. Bogotá, Colombia.
- MinTIC. (2019, Diciembre 26). Glosario. Retrieved from Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Glosario/>
- NIH. (2018). Prueba de la densidad ósea: Lo que significan los números. Retrieved from Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center : <https://www.bones.nih.gov/health-info/bone/espanol/salud-hueso/bone-mass-espanol>
- OMS. (2007). Temas de Salud. Retrieved from Organización Mundial de la Salud: [https://www.who.int/topics/patient\\_safety/es/](https://www.who.int/topics/patient_safety/es/)
- OMS. (2018). Notas descriptivas: Caídas. Retrieved from Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- Potter, P., Allen, K., Costantinou, E., Klinkenberg, D., Malen, J., Norris, T., . . . Tymkew, H. (2016). Anatomy of Inpatient Falls: Examining Fall Events Captured by Depth-Sensor Technology. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 225–231. [http://10.1016/s1553-7250\(16\)42029-5](http://10.1016/s1553-7250(16)42029-5)





Pullin, D. (2018). Cybersecurity: Positive Changes Through Processes and Team Culture. *Front Health Serv Manage*, 3-12.

Urrútia, G. & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 507-511. <http://10.1016/j.medcli.2010.01.015>

Wang, L., Xue, Z., Ezeana, C., Puppala, M., Chen, S., Danforth, R., . . . Wong, S. (2019). Preventing inpatient falls with injuries using integrative machine learning prediction: a cohort study. *NPJ Digit Medicine*. <http://doi.org/10.1038/s41746-019-0200-3>