

Estudio Exploratorio sobre los Métodos Existentes para la Priorización de Pacientes en Sistemas de Emergencia.

Maiven Brigitte Lizcano Carrillo y Nicole Montagut Blanco

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Industrial

Director

Laura Yeraldin Escobar Rodriguez

Ph.D (s) - M.Sc. - B.Eng.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A nuestras familias, por ser nuestro pilar, por su amor incondicional, su paciencia y apoyo en cada etapa de este camino. Su confianza en nosotras ha sido el motor que nos impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A nuestros compañeros, con quienes compartimos aprendizajes, retos y grandes experiencias. Su compañía, apoyo y amistad hicieron que este recorrido fuera más enriquecedor y llevadero. Y a todos los que, de una u otra manera, aportaron a nuestra formación y crecimiento, dejando una huella imborrable en este proceso.

Agradecimientos

Este trabajo representa no solo nuestro esfuerzo, sino también el apoyo, la guía y la inspiración de muchas personas a lo largo del camino. Agradecemos a nuestros asesores y profesores, quienes con su conocimiento, paciencia y compromiso nos guiaron en este proceso. Sus enseñanzas no solo enriquecieron nuestra investigación, sino que también dejaron una huella en nuestra formación profesional.

A nuestras familias, por ser nuestro mayor soporte en todo momento. Por comprender nuestras ausencias, alentarnos en los momentos difíciles y celebrar cada pequeño logro con nosotros. Su apoyo incondicional ha sido clave para que hoy podamos alcanzar esta meta.

A quienes, con su apoyo desinteresado, nos brindaron palabras de aliento y nos motivaron a seguir adelante en los momentos de mayor desafío. Su confianza en nuestras capacidades nos dio la fuerza para superar cada obstáculo. Finalmente, a todas las personas que hicieron parte de este recorrido. Cada aporte, consejo y experiencia compartida contribuyó a que esta meta hoy sea una realidad.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Materiales y métodos	13
3. Resultados	16
3.1 Presencial	17
3.1.1 Tradicional	17
3.1.2. Variaciones de la metodología presencial:	19
3.1.2.1. Tradicional presencial soportado en el uso de metodologías:	19
3.1.2.2. Tradicional presencial soportado en el uso de dispositivos:	20
3.1.2.3. Tradicional presencial soportado en el uso de modelos matemáticos:	23
3.1.2.4. Tradicional presencial soportado en el uso de herramientas:	25
3.2 Virtual	27
4. Discusión.....	28
5. Conclusiones	30
6. Recomendaciones	33
Referencias Bibliográficas	34

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Ecuaciones de búsqueda por base de datos.....	14
Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión.....	14

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Categorización de las metodologías	12
Figura 2 Proceso de depuración	15
Figura 3 Escala de triaje.....	18
Figura 4 Dispositivos sistema SMART	21
Figura 5 Dispositivos sistema LinderCare	22
Figura 6 Interfaz sistema ClinicSpace	26
Figura 7 Consolidado de documentos.....	28
Figura 8 Sistema Internacional común de triaje	29

Lista de Apéndice

Apéndice A. Análisis bibliométrico

Apéndice B. Bitácora

Apéndice C. Artículo final en formato publicable

Apéndice D. Carta de autorización

Apéndice E. Nota del proyecto

Los apéndices están adjuntos.

Resumen

Título: Estudio exploratorio sobre los métodos existentes para la priorización de pacientes en sistemas de emergencia.*

Autores: Maiven Brigitte Lizcano Carrillo y Nicole Montagut Blanco.**

Palabras Clave: Triage, clasificación de pacientes, priorización de pacientes, departamentos de emergencias, urgencias, métodos de priorización de pacientes, algoritmos, aprendizaje automático, inteligencia artificial.

Descripción: Este artículo tiene como objetivo identificar y analizar los diferentes métodos existentes de clasificación o priorización de pacientes en sistemas de emergencias a nivel mundial a través de una revisión de la literatura. Este análisis y los hallazgos de este estudio buscan consolidar una base de conocimiento sólida sobre las prácticas utilizadas en diferentes países para este problema. Investigar y profundizar en estos procedimientos es crucial para garantizar una atención médica eficiente, precisa y oportuna en estos contextos. Los métodos más reconocidos e implementados que se evidenciaron son los siguientes: CTAS sistema de triaje canadiense y escala de agudeza, el MTS Sistema de triaje de Manchester, el SATS Sistema de Clasificación de agudeza sudafricana, el ESI Índice de gravedad de emergencia, el ATS Escala de triaje de Australia, entre muchos otros. Asimismo, se encontraron métodos en desarrollo con enfoques alternativos aplicados en escenarios y países específicos.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería industrial.

Director: Laura Yeraldin Escobar Rodriguez. Ph.D (s) - M.Sc. - B.Eng.

Abstract

Title: Exploratory study on existing methods for prioritization of patients in emergency systems.*

Authors: Maiven Brigitte Lizcano Carrillo and Nicole Montagut Blanco.**

Key Words: Triage, patient prioritization, emergency departments, patient prioritization methods.

Description: The aim of this article is to identify and analyze the different existing methods of patient classification or prioritization in emergency systems worldwide through a review of the literature. This analysis and the findings of this study seek to consolidate a solid knowledge base on the practices used in different countries for this problem. Research and further investigation of these procedures are crucial to ensure efficient, accurate, and timely medical care in these contexts. The most recognized and implemented methods that were evidenced are the following: CTAS Canadian triage system and acuity scale, the MTS Manchester Triage System, the SATS South African Acuity Rating System, the ESI Emergency Severity Index, the ATS Australian Triage Scale, among many others. Methods under development with alternative approaches were also found in specific settings and countries.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial engineering.

Director: Laura Yeraldin Escobar Rodriguez. Ph.D(s) – M.Sc. - B.Eng.

Introducción

El triaje/triage se define como “una de las herramientas de gestión de riesgos en los servicios de urgencias que garantiza que el paciente reciba la ayuda adecuada en el tiempo correspondiente a su estado de salud” (Suchner & Rajkiewicz, 2016).

Este proceso no solo permite identificar aquellos pacientes que requieren atención inmediata, sino que también gestiona el tráfico de pacientes, mejorando la eficiencia del servicio y reduciendo tiempos de espera innecesarios. “El triaje en el servicio de urgencias afecta a la mayoría de los pacientes y puede ser una herramienta valiosa para gestionar un servicio de urgencias abarrotado y concurrido” (Hasselbalch et al., 2016).

Conocer y analizar estos procedimientos no solo es crucial para optimizar la atención, sino que también permite a los profesionales de la salud estructurar un sistema de triaje/triage que pueda reducir el riesgo de complicaciones y mortalidad al garantizar que los pacientes más graves sean atendidos primero.

El primer modelo sistemático de triaje se implementó en un hospital local de Australia en los años 70 y, desde ese momento, se han extendido cuatro modelos de triaje: la Escala de Triaje de Australasia (ATS), la Escala de Triaje y Agudez Canadiense (CTAS), el Sistema de Triaje de Manchester (MTS) y el Índice de gravedad de emergencia (ESI).(Hasselbalch et al., 2016).

Cabe mencionar que “estos modelos se utilizan ampliamente en sus países de origen, pero también se han implementado en diversos grados en todo el mundo, donde se han realizado adaptaciones locales”. (Bruijns et al., 2008; Gräff et al., 2014; Jobé et al., n.d.; Taboulet et al., 2009).

En el contexto de la atención médica, la clasificación de pacientes en los departamentos de urgencias se enfrenta a un desafío constante: la necesidad de garantizar una atención eficiente. “El hacinamiento de los departamentos de emergencia (SU) es un problema universal y cada vez mayor” (Zachariasse et al., 2019); por lo que se hace imprescindible implementar métodos de priorización que no solo optimicen el uso de recursos, sino que también garanticen una atención segura y oportuna. Dado que “la sobre clasificación agota los recursos del servicio de urgencias prematuramente, y la subclasificación de los pacientes puede causar retrasos en el tratamiento adecuado, duración prolongada de la estancia hospitalaria (LOS) y comprometer la seguridad del paciente” (Chang et al., 2023).

Existen tres clases de sistemas de triaje: el triaje de emergencias, el triaje de enfermedades y el triaje de pacientes en atención ambulatoria. La investigación de este artículo se enfoca exclusivamente en el triaje de emergencias, con el objetivo identificar y analizar los distintos métodos existentes de clasificación o priorización de pacientes en los departamentos de urgencias a nivel mundial. Se busca consolidar y clasificar los diversos métodos según sus características generales. Para alcanzar estos objetivos, se llevará a cabo una revisión de la literatura sobre los sistemas de triaje/triage, identificando métodos tradicionales y aquellos en desarrollo con alternativas tecnológicas.

La estructura del artículo se encuentra organizada en torno a tres secciones principales: introducción, desarrollo y conclusiones. En la introducción, se presenta un panorama general del triaje/triage, contextualizando al lector sobre el tema que se abordará. A continuación, en el desarrollo, se estudian más a fondo los diferentes métodos utilizados a nivel mundial para priorizar pacientes, los cuales se dividen en dos categorías: métodos presenciales y virtuales. A su vez los

métodos presenciales se dividen en tradicionales y sus variaciones; al hablar de métodos presenciales se hace referencia al triaje que se realiza en tiempo real en la sala de urgencias, entendiendo que “tradicionalmente, el triaje se realiza mediante la recopilación de un conjunto básico de datos del paciente y, a continuación, la selección de una categoría de triaje en función del conocimiento del sistema de triaje en uso” (Villa et al., 2018). Por otra parte, se habla del método virtual cuando la recopilación de datos se hace por medio de una plataforma digital o una llamada telefónica. Para comprender mejor lo descrito anteriormente, la ilustración 1 evidencia la categorización de los documentos encontrados.

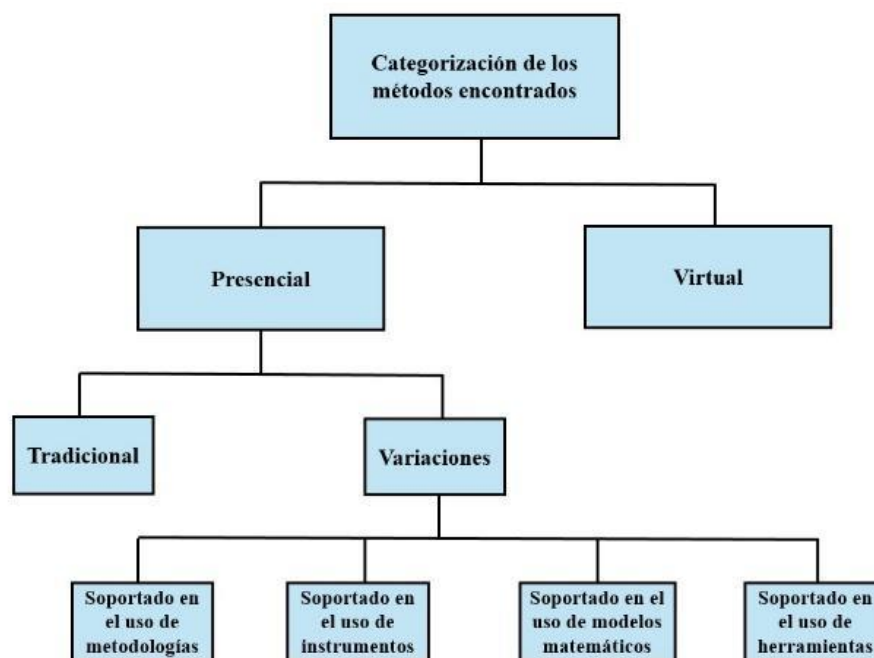


Figura 1 Categorización de las metodologías

Finalmente, en la sección de conclusiones, se destacan los conceptos más relevantes y se sugieren líneas de investigación futuras. A su vez, se mencionan las limitaciones halladas a lo largo del análisis del estudio.

1. Materiales y métodos

Esta sección describe el procedimiento empleado para llevar a cabo la revisión de literatura. La metodología incluyó la definición de los objetivos de investigación, la elección de los criterios de inclusión y exclusión, y la búsqueda en bases de datos como: Scopus y PubMed. Para cada una de las bases de datos se diseñó una ecuación de búsqueda específica, la cual fue adaptada a las particularidades de cada plataforma; haciendo uso de dichas ecuaciones se obtuvieron una cantidad considerable de artículos. Las ecuaciones y los artículos empleados se encuentran detallados en la Tabla 1.

Bases de datos	Ecuación de búsqueda	Total
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("patient* Classification" OR "patient* Prioritization" OR "patient* categorization*") AND TITLE-ABS-KEY ("triage" OR "emergency management" OR "emergency department*" OR "emergency room*" OR "emergency medical service*" OR "EMS" OR "ED") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("pandemic" OR "covid19" OR "coronavirus" OR "COVID-19"))	29
PubMed	"patient* Classification" OR "patient* Prioritization" OR "patient*	45

categorization*" "triage" OR	
"emergency management" OR	
"emergency department*" OR	
"emergency room*" OR "emergency	
medical service*" OR "EMS" OR "ED"	
"pandemic" OR "covid19"	
Total	74

Tabla 1 Ecuaciones de búsqueda por base de datos

Posteriormente, se realizó un proceso de depuración de artículos con el fin de eliminar documentos que pudieran sesgar la investigación con información no relevante para la misma. Esta depuración se llevó a cabo con base en criterios de inclusión y restricciones de búsqueda, que se encuentran detallados en la Tabla 2.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Últimos 10 años	Documentos no relacionados con la temática a tratar.
Artículos de conferencia y revisiones	Documentos relacionados con la pandemia COVID 19.
Inglés y español	

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión

La selección de los criterios de inclusión se fundamenta en que la mayoría de las publicaciones se realizan en inglés y español. Por otro lado, el periodo de estudio de 10 años se justifica por la reducción en el número de publicaciones, dado que es necesario contar con una amplia cantidad de documentos para abarcar la mayor cantidad de información posible. En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron aquellos documentos relacionados con la pandemia del COVID-19 dado que el objetivo de la investigación no es analizar el comportamiento en esta emergencia sanitaria.

Al concluir este proceso, se realizó una selección final basada en títulos, palabras clave y resúmenes, de los cuales se utilizaron aquellos documentos pertinentes durante la redacción de este artículo de investigación. A continuación, se ilustra el proceso de depuración realizado:

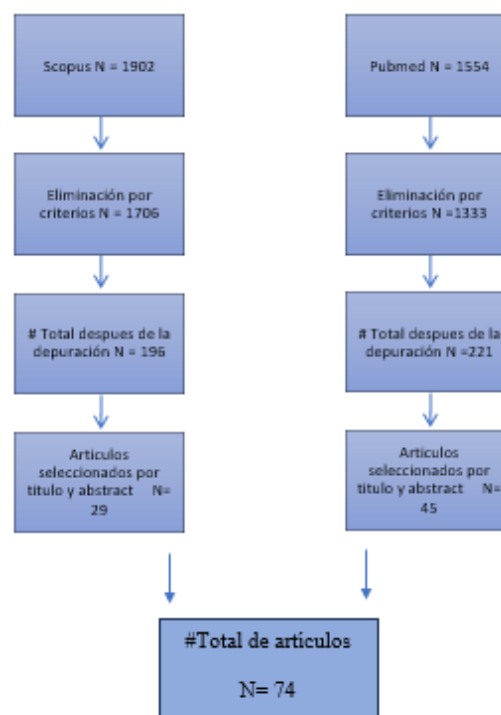


Figura 2 Proceso de depuración

3. Resultados

A nivel mundial, se ha observado que los métodos utilizados para la clasificación de pacientes en los departamentos de atención de emergencias son similares. En términos generales, comparten una metodología común, a la que se hace referencia como el "método tradicional".

“Los modelos de triaje se distinguen principalmente por el número de códigos de prioridad. Un sistema de clasificación de 3 niveles (3LT) define tres códigos de prioridad para el examen médico; también hay sistemas de triaje de 4 niveles (4LT) y 5 niveles (5LT)” (Alquraini et al., 2015; Considine et al., 2012; Hodge et al., 2013).

Este enfoque se basa en la toma de signos vitales y la evaluación de síntomas, que pueden variar según la condición del paciente, pero en esencia, se reduce a una valoración del estado general del mismo.

Una vez recopilados estos datos, los pacientes se clasifican en uno de cinco rangos de gravedad, “como ya se ha comentado, los sistemas de triaje que se utilizan actualmente en todo el mundo son en su mayoría escalas de cinco grados” (Ingielewicz et al., 2024) que, aunque pueden tener diferentes denominaciones y características específicas en distintas regiones, corresponden a una misma escala de cinco niveles: urgente vital, emergencia, urgencia, urgencia menor y situaciones no urgentes.

Esta es solo una de las múltiples formas en que se pueden identificar y categorizar las escalas de priorización.

Tras esta clasificación, los pacientes son atendidos o enviados a la sala de espera, donde se realiza un monitoreo continuo de sus signos vitales para detectar cualquier cambio que pudiera

alterar su estado. Este método forma la base de la clasificación de pacientes en el ámbito de la atención de emergencias. Más adelante, observaremos que la mayoría de los métodos propuestos en la actualidad son, en esencia, una evolución del método tradicional, a los cuales se les ha añadido un componente tecnológico, digital y/o matemático.

3.1 Presencial

En este método, se consideró si el triaje/traige se realizaba presencialmente en un centro de salud lo que implica que los signos vitales y los síntomas se registran en tiempo real directamente con la persona afectada y de manera manual.

En esta categoría se destaca que “los sistemas más comunes en todo el mundo son el MTS, el CTAS, el ESI y el ATS. Están bien estudiados, validados y se caracterizan por una alta confiabilidad entre evaluadores.” (Ingielewicz et al., 2024).

3.1.1 Tradicional

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se entiende como Presencial-Tradicional aquellos métodos que se llevan a cabo en tiempo real en un centro de salud y que, a su vez, conducen a la clasificación del paciente en uno de los cinco niveles de gravedad. Según Picallo Fernández Tutora & María Souto Fernández (2019), el “objetivo es clasificar a los pacientes en 5 niveles de prioridad en función del nivel de urgencia. Cada uno de ellos está representado por un color: rojo, naranja, amarillo, verde y azul; de mayor a menor prioridad de atención. Además, cada nivel de prioridad se corresponde con un área de atención dentro del sistema de urgencias hospitalarias y con un tiempo máximo de espera para que los pacientes sean atendidos por el profesional médico.” Como se observa en la siguiente ilustración:

NIVEL	CATEGORÍA	COLOR	TIEMPO ATENCIÓN
1	Atención inmediata	Rojo	Inmediata.
2	Muy urgente	Naranja	Antes de 10 minutos.
3	Urgente	Amarillo	Antes de 60 minutos.
4	Menos urgente	Verde	Antes de 120 minutos.
5	No urgente	Azul	Antes de 240 min.

Figura 3 Escala de triaje

Tomado de (Picallo Fernández Tutora & María Souto Fernández, 2019)

Este tipo de triaje fue el más recurrente en los artículos analizados. Se ha observado que esta clasificación es considerada significativamente más confiable por los profesionales de la salud, “numerosos estudios han demostrado la superioridad de los sistemas de cinco pasos sobre los de tres, principalmente en términos de fiabilidad” (Ingiewicz et al., 2024).

No obstante, cada país ha desarrollado y adoptado su propia metodología. A continuación, se revisarán los enfoques más reconocidos. Los siguientes sistemas de clasificación constituyeron la base para el desarrollo de los nuevos métodos propuestos en los artículos analizados: Sistema de Triaje de Manchester (MTS) (Azeredo et al., 2015), Índice de Gravedad de Emergencias (ESI) (Baumann & Strout, 2007; Cairós-Ventura et al., 2019; for Healthcare Research, n.d.), Escala Scanadiense de triaje y agudeza visual (CTAS) (Murray, 2003), la Escala Australiana de Triaje (ATS), Sistema de clasificación a nivel nacional en Corea KTAS, Sistema de Clasificación de agudeza sudafricana SATS.

Adicionalmente se mencionan otros métodos menos reconocidos tales como Sistema de Triaje de la Costa Oeste WEST, Sistema de Tratamiento y triaje de Emergencia Rápida RETTS,

Triaje de evacuación de EMS, Sydney Triage to Admission Risk Tool START y el Sistema de triaje suizo STS.

3.1.2. Variaciones de la metodología presencial:

Aunque las metodologías tradicionales dominan la literatura, en la revisión realizada se hallaron una amplia gama de enfoques alternativos, los cuales ofrecen nuevas perspectivas y herramientas para mejorar la eficiencia y precisión del triaje/triaje. Estos enfoques se agruparon según su similitud en cuatro categorías principales: metodologías, herramientas, modelos matemáticos e instrumentos.

Es importante mencionar que con el pasar de los años los avances tecnológicos y matemáticos han impulsado mejoras significativas en todos los ámbitos, incluyendo los sistemas de triaje/triaje existentes, dando lugar a nuevas metodologías que buscan mejorar el servicio en los sistemas de salud. “Hasta la fecha, existen numerosas publicaciones con datos sobre la aplicación de tecnologías de aprendizaje automático para apoyar los procesos de segregación en diferentes etapas. Además, se está explorando ampliamente el uso de métodos basados en IA para el apoyo a la toma de decisiones en urgencias.” (Ingielewicz et al., 2024).

3.1.2.1. Tradicional presencial soportado en el uso de metodologías:

Los artículos considerados en esta categoría se asemejan dado que abordan metodologías basadas en enfoques diversos. Por un lado, se encontraron estudios que comparan diversas metodologías basadas en aprendizaje automático, con el objetivo de identificar la más eficaz y proponer un enfoque que optimice la gestión del tiempo.

Se identificó un artículo que, mediante la aplicación de la metodología Lean, desarrolló un nuevo método denominado NO WAIT, orientado igualmente a reducir el tiempo de espera de los pacientes. (Elkholi et al., 2021).

Finalmente, se concluye que los artículos de esta categoría buscan mejorar el servicio en los departamentos de urgencias. En la actualidad, el aprendizaje automático parece ofrecer más posibilidades para el análisis no tradicional de la información existente durante el triaje médico. Es probable que un sistema de segregación ideal, o más bien un proceso de toma de decisiones que contemple la segregación médica, sea una mezcla de la experiencia y las intuiciones del personal médico formado con la tecnología actual, incluyendo técnicas de inteligencia artificial fundamentadas en el estudio de la amplia gama de datos. (Ingielewicz et al., 2024).

3.1.2.2. *Tradicional presencial soportado en el uso de dispositivos:*

El objetivo principal de esta categoría es implementar dispositivos móviles o digitales que optimicen la recolección de datos, reduciendo el tiempo necesario para el servicio y aumentando la precisión en la obtención de información.

Según Schiro et al. (2018), la necesidad de sistemas electrónicos de clasificación eficientes y confiables ha llevado a los investigadores a explorar soluciones que minimicen la dependencia de la entrada manual de datos, optimizando así los procesos clínicos y administrativos.

Un enfoque clave en esta área es la integración de instrumentos biomédicos con tecnología inalámbrica para rastrear, categorizar y monitorear a los pacientes junto con sus signos vitales. Por ejemplo, Nino et al. (2020) destacaron que Curtis y sus colaboradores en 2008 fueron pioneros en proponer el uso de biosensores en el SU. Estos investigadores desarrollaron el sistema Scalable Medical Alert Response Technology (SMART), diseñado para monitorear de manera continua los

signos vitales de los pacientes mediante tecnología inalámbrica. Este sistema no solo facilita la clasificación inicial de los pacientes, sino también permite su seguimiento constante, mejorando la calidad y oportunidad de la atención brindada. A continuación, se muestran los dispositivos implementados en este método:

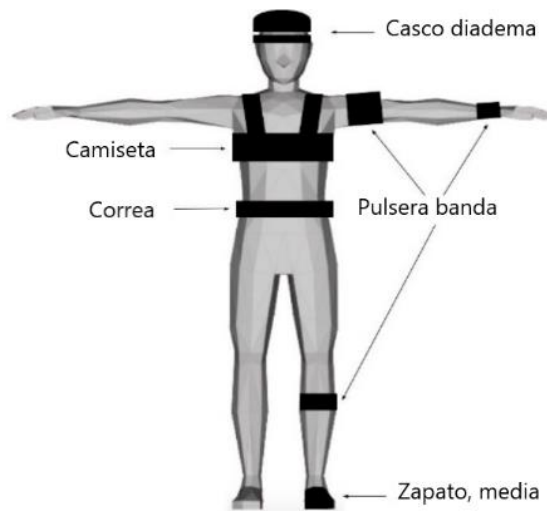


Figura 4 Dispositivos sistema SMART

Tomado y adaptado de (Billis et al., 2019)

La aplicación de dispositivos y sensores inalámbricos en entornos hospitalarios ofrece numerosas ventajas, incluyendo la recopilación ininterrumpida de datos biomédicos, lo que contribuye a una atención más precisa y personalizada. Sin embargo, estos dispositivos deben ser evaluados en función de criterios como el costo, la invasividad, la durabilidad, la reutilización, la confiabilidad y sus capacidades de comunicación e integración. (Pantelopoulos & Bourbakis, 2010).

Estos avances tecnológicos subrayan el potencial de los sistemas portátiles basados en sensores para el seguimiento y pronóstico de la salud.

En estos artículos se identificó el uso de diversos dispositivos móviles, tales como los biosensores, el objetivo de esta herramienta es proponer un sistema de clasificación inteligente que asigna prioridades dinámicamente a los pacientes en un servicio de urgencias y monitorea sus signos vitales y su ubicación durante su estadía en la clínica a través de biosensores portátiles. (Billis et al., 2019). Otra muestra de lo mencionado anteriormente es el dispositivo LinderCare, una pulsera integrada para el seguimiento continuo de las características vitales del paciente y su geolocalización dentro del hospital. A continuación, se ilustran los dispositivos utilizados en el desarrollo de este método:



Figura 5 Dispositivos sistema LinderCare

Tomado y adaptado de (Koech & Chebet, 2023).

Herramienta que además de representar un avance tecnológico en este contexto tiene como objetivo agilizar el proceso de triaje, aliviar la carga del personal médico y permitirle responder con prontitud a los casos de emergencia. (Koech & Chebet, 2023).

Otro instrumento mencionado en la literatura son los quioscos, los cuales se definen como dispositivos independientes que asemejan a los cajeros automáticos. Inicialmente se solicita a los pacientes que respondan a preguntas basadas en algoritmos que permiten al

personal de urgencias clasificar su nivel de prioridad en la cola en función del tipo y la gravedad de la dolencia que presentan. (Ackerman et al., 2012; Alishahi Tabriz et al., 2020; Boltin et al., 2018; Coyle et al., 2019; Eijk et al., 2015; Mahmood et al., 2020; Sinha et al., 2014; Trivedi et al., 2021). “Estos datos se transmiten generalmente de forma inalámbrica a transmisiones en vivo monitoreadas por enfermeras, lo que les permite identificar a los pacientes que necesitan atención más inmediata.” (Joseph et al., 2023).

A pesar de los significativos avances tecnológicos, como la introducción de biosensores y dispositivos inalámbricos que agilizan el monitoreo y la recolección de datos en los servicios de urgencias, continúa existiendo una limitación en la creación de modelos innovadores. Tal como señala (Nino et al., 2020), la mayor parte de las investigaciones han centrado sus esfuerzos en perfeccionar la captura y el análisis de datos, pero pocas han avanzado hacia el desarrollo de sistemas que utilizan esa información para redefinir el proceso de triaje.

3.1.2.3. *Tradicional presencial soportado en el uso de modelos matemáticos:*

En esta sección se agrupan los artículos que ofrecen la información vinculada a aquellos procedimientos que emplean modelos matemáticos. Estas categorías permiten desarrollar modelos de pronóstico eficientes mediante el análisis de series de tiempo, proporcionando al personal médico herramientas para planificar sus actividades a corto y largo plazo. (Afilal et al., 2016).

En los últimos años, la aplicación de inteligencia artificial (IA) ha emergido como una solución innovadora para transformar las operaciones de los departamentos de emergencias. Según Berlyand et al. (2018), la IA tiene el potencial de mejorar la interpretación de los datos clínicos, optimizando así los costos, la eficiencia y la calidad de la atención.

Los algoritmos modernos incorporan una variedad de datos, como signos vitales (temperatura, pulso, frecuencia respiratoria, presión arterial), así como información demográfica y el nivel de dolor, para generar puntuaciones de priorización dentro de niveles de clasificación establecidos, como el ESI (Nino et al., 2020).

A pesar de estos avances, persisten desafíos en el triaje de pacientes. (Nino et al., 2020). Se identificaron deficiencias relacionadas con la subjetividad en las evaluaciones, la falta de retroalimentación a las decisiones del personal y la priorización por orden de llegada dentro de grupos homogéneos. Estas limitaciones han motivado el desarrollo de sistemas basados en aprendizaje automático que pueden abordar estas brechas. Según Shahul & Pushpalatha (2023), estas tecnologías han demostrado ser herramientas prometedoras para automatizar decisiones, minimizar errores humanos y garantizar tratamientos más precisos y oportunos.

En esta investigación, se analizan los recientes avances en tecnologías de clasificación de pacientes, considerando la importancia y el impacto de la IA y el aprendizaje automático en la optimización del triaje.

Se tienen en cuenta artículos que integran elementos como algoritmos, inteligencia artificial, teoría de colas y teoría de juegos, entre otros. Estos modelos son fundamentales para la optimización del triaje/triage, pues facilitan el análisis, pronóstico y optimizan el flujo de pacientes, además de, asignar los recursos de manera más eficiente.

En este sentido, los métodos de clasificación tradicionales a menudo se basan en evaluaciones manuales, lo que puede llevar mucho tiempo y ser propenso a errores humanos. La IA puede aprovechar los algoritmos de aprendizaje automático para analizar los datos de los pacientes y predecir los resultados, lo que permite evaluaciones más precisas (Gozes et al, 2020).

La teoría de colas ofrece modelos matemáticos para comprender el flujo de pacientes y optimizar la asignación de recursos (L. Kleinrock, 1975). La teoría de juegos, por otro lado, proporciona información sobre las interacciones estratégicas entre los proveedores de atención médica y puede informar la toma de decisiones éticas. La integración de IA, teoría de colas y teoría de juegos proporciona un enfoque multidisciplinario para automatizar y optimizar la priorización de pacientes. (Gozes et al, 2020).

3.1.2.4. *Tradicional presencial soportado en el uso de herramientas:*

En esta sección se reúnen los artículos que proporcionan la información más completa respecto a los sistemas de priorización de pacientes, se integran diversos atributos previamente nombrados. Las herramientas incluyen todas esas plataformas creadas específicamente para mejorar la priorización de los pacientes.

Las plataformas incorporan componentes matemáticos como algoritmos, que facilitan la realización de análisis exhaustivos y exactos. A su vez, cuentan con dispositivos móviles que simplifican la recopilación de información y la anotación de síntomas en tiempo real.

Por último, se presentan propuestas de metodologías novedosas basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar el funcionamiento y la eficacia de estas plataformas; “hasta la fecha, los sistemas respaldados por IA se han utilizado para ayudar a los profesionales de la salud en las actividades de diagnóstico y tratamiento de pacientes para una amplia gama de enfermedades”. (Townsend et al., 2023).

Algunas de las plataformas mencionadas son: el servicio de triaje DAISY, resaltando tanto sus beneficios, como la mejora en la eficiencia y reducción de tiempos de espera; CliniSpace, es una plataforma de simulación en realidad virtual, se presenta como un recurso valioso para la

capacitación en el triaje de pacientes, demostrando una relación positiva entre la confianza en las habilidades de respuesta y el rendimiento en la simulación. A continuación, se muestra la interfaz de la herramienta descrita:

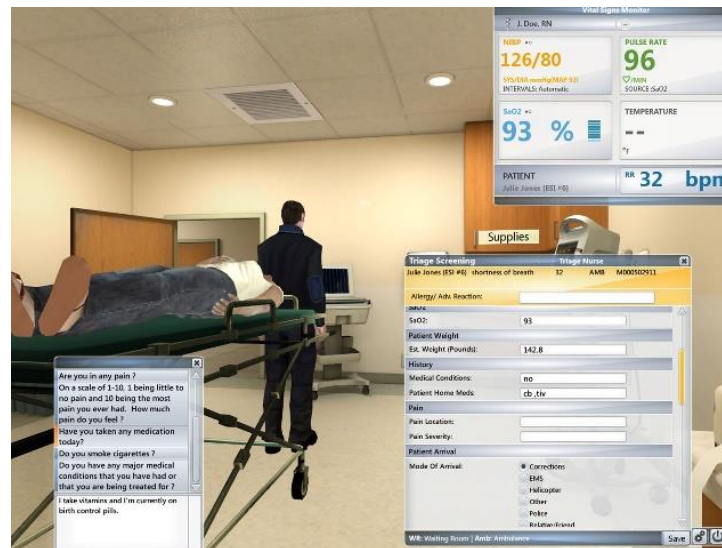


Figura 6 Interfaz sistema Clinicspace

Tomada de (Dubovsky et al., 2023).

Optimum, es una herramienta electrónica de priorización de pacientes en emergencias pediátricas que refleja adecuadamente la posición de los pacientes en general sugiere una evaluación adicional para mejorar su utilidad en la organización del trabajo y reduce los tiempos de espera. Por otro lado, Yu et al. (2022) señala que AutoScore es una herramienta que combina aprendizaje automático, regresión logística e integra múltiples módulos de manipulación de datos y automatiza el desarrollo de modelos de riesgo de puntaje disperso parsimoniosos para resultados predefinidos.

Considerando lo anterior “un sistema de triaje basado en algoritmos sería más fácil de adoptar y tendría mayor consistencia en el desempeño” (Edward et al., 2016). “Además de mejorar

el rendimiento, el uso de sistemas informáticos puede mejorar la confiabilidad entre evaluadores en comparación con los métodos de clasificación basados en memoria.” (Dong et al., 2005).

Aunque existe una actitud positiva la implementación clínica en el mundo real de sistemas de diagnóstico y clasificación basados en IA sigue siendo limitada. (Townsend et al., 2023). Superar estos obstáculos será esencial para desarrollar eficazmente la labor de los profesionales de la salud, sin comprometer la calidad y la empatía en la atención.

Los métodos mencionados en la sección de variaciones del método presencial pertenecen al "e-triage" el cual “implica el uso de sistemas informáticos para priorizar a los pacientes a medida que llegan al servicio de urgencias.” (Joseph et al., 2023).

3.2 Virtual

El método virtual se caracteriza por ser el que se lleva a cabo de manera remota y haciendo uso de tecnologías digitales para valorar a los pacientes. En este método, se registran los signos vitales y los síntomas mediante plataformas de telemedicina o aplicaciones para móviles, lo que permite que se dé la comunicación entre expertos de la salud y sus pacientes a distancia.

La telesalud, basada en el triaje y la priorización, tiene diferentes características y grupos amplios, lo que permite una mejor clasificación y atención a los pacientes según la gravedad de su condición (Patel et al., 2023).

Este método ofrece la ventaja de facilitar el acceso a la atención médica, especialmente en situaciones donde la presencia física no es posible, como en áreas rurales o durante emergencias sanitarias. Sin embargo, también presenta desafíos, como la dependencia de la tecnología y la necesidad de que los pacientes tengan conocimientos básicos sobre su uso.

Además, la ausencia de un examen físico directo puede limitar la exactitud en la categorización de la severidad del paciente y a su vez su tratamiento.

4. Discusión

Un aspecto interesante por resaltar de la investigación realizada es la carencia de documentos relacionados con la metodología designada como virtual, como se muestra en la ilustración 7 el número de artículos encontrados y analizados de esta categoría es casi nulo comparado con la categoría presencial, de la cual se encontraron muchos artículos asociados a las metodologías tradicionales y una cantidad considerable de variaciones de la misma.

	Tradicional	Variaciones	Total
Presencial	2015_Mustafa Alquraini / 2016_Mohamed Afilal / 2016_Radoslaw W. Suchner / 2016_Jaana Karjala / 2018 N. Furian / 2018_Sashikumar Ganapathy / 2018_Stephen Villa / 2019_Joany M Zachariasse / 2019_Joel C. Boggan / 2019_Mostafa Bijani / 2019_Yuzeng Shen / 2020_B. Jason Theiling / 2020_Bruna Roberta Siqueira Moura / 2020_Jae Yong Yu / 2020_Gianni Turcato / 2021_Maryam Zolnoori / 2021_Adel Hamed Elbaih / 2021_Dong Hyun Choi / 2021_Dongkyun Kim / 2021_Fahd Alhaidari / 2021_Julia Dixon / 2021_Kyeongmin Jang / 2021_Nee-Kofi Mould-Millman / 2021_Ryan P Strum / 2021_Sachin Trivedi / 2021_Siriwimon Tantarattanapong / 2021_Stefan Morveel / 2022_C. Bagnato / 2022_David Fistera / 2022_Frederick Frier / 2022_Jae Young Yu / 2022_Ryan P. Strum / 2022_Samah Habbouche / 2022_Simon Ouellet / 2022_Smitha Bhanmik / 2022_Songtl Biskin Cetin / 2022_Teklu Tsagai / 2022_Yu-Jhou Chen / 2023_Bruno Baptista Blanco / 2023_Gabriele Savioli / 2023_Harza Elhaj / 2023_Hansol Chang / 2023_Mehanas Shahul / 2023_Sofia-Chrysovalantou Zagalioti / 2024_Anna Ingiewiez / 2024_Brandon W. Koser / 2024_Jae Hyuk Kim / 2024_Saartje Russel / 2024_Se Young Oh	2016_Rasmus Bo / 2017_Steven L. Dubovsky / 2018_Jessica Schiro / 2019_Antonis Billis / 2019_Maria Fernandes / 2020_Ahmed Elkhohi.en.es / 2020_Jessica Schiro / 2020_Valentina Nino / 2020_Victor Lee / 2021_Feng Xie, BSC / 2021_Khoa Dang Dang Le / 2021_Oleksandr Ivanov / 2021_Supattra Puttinaovarat / 2021_Valid Ghanbari / 2021_Xiomara Campos-Gómez / 2022_Michiel Schinckel / 2023_Allan K. Koech / 2023_Angel Ivanov / 2023_Beverley A. Townsend / 2023_Bruno Baptista Blanco / 2023_Gabriele Savioli / 2023_Hamza Elhej / 2023_Hansol Chang / 2023_Mehanas Shahul / 2023_Michael Jose / 2023_Moustapha, Mbaye Mouhamadou / 2023_Park Sook Kyoung / 2024_International Journal of Online and Biomedical Engineering	71
Virtual	2019_Joel C. Boggan / 2020_Brasseur E.fr / 2024_Gectika M. Patela	-	3
Total	46	28	74

Figura 7 Consolidado de documentos

Si bien no todos los documentos analizados cumplían con los objetivos de la investigación, la mayoría proporcionó información significativa que permitió construir un marco teórico sólido

y profundizar en el conocimiento sobre el tema. A través de la revisión, se identificaron métodos emergentes y se contrastaron diferentes perspectivas respecto a los sistemas de triaje tradicionales, lo que contribuyó a la relevancia de este estudio.

A nivel mundial, los sistemas de triaje han sido implementados de diversas formas para optimizar la atención en situaciones de emergencia y garantizar una asignación eficiente de los recursos médicos. Aunque el propósito fundamental de todos los sistemas de triaje es el mismo: “el proceso de asignar un grado de urgencia médica a los pacientes que acuden a un servicio de urgencias, de modo que se puedan tomar decisiones tanto sobre el orden de tratamiento como sobre la asignación de recursos” (Townsend et al., 2023); las metodologías y los criterios utilizados varían significativamente entre diferentes países y regiones. A continuación, se identificarán las discrepancias de algunos de los sistemas de triaje más reconocidos a nivel mundial, relacionando sus niveles de categorización y sus tiempos de espera, como se muestra en la Figura 8.

Sistema de Triaje	Categorías o niveles de Triaje	Tiempo de espera (en minutos)	Año de publicación	Observaciones
Escala Australiana de Triaje (ATS)	Resucitación	0	1993	-
	Emergencia	10		
	Urgente	30		
	Semi urgente	60		
Sistema de Triaje de Manchester (MTS)	No urgente	120	1994	-
	Inmediato	0		
	Muy urgente	10		
	Urgente	60		
Escala Canadiense de triaje y agudeza (CTAS)	Estandar	120	1999	Se actualiza cada cuatro años.
	No urgente	240		
	Resucitación	0		
	Emergencia	15		
Sistema de clasificación de agudeza Sudafricana (SATS)	Urgente	30	2004	-
	Menos urgente	60		
	No urgente	120		
	Verde	240		

Figura 8 Sistema Internacional común de triaje

Tomado y adaptado de (Alhaidari et al., 2021).

Se evidencia que de los cuatro sistemas de triaje (ATS, MTS, CTAS y SATS) emplean diferentes categorías (resucitación, emergencia, urgente, etc.) y a su vez, establecen tiempos máximos de espera para cada nivel.

Pese a que se ha mencionado que estos sistemas presentan similitudes, algunos autores señalan que existen diferencias al momento de su implementación, las cuales se pueden ver reflejadas en los resultados clínicos. Por ejemplo, Dong et al. (2021) señala que "MKTAS logró una mayor sensibilidad para la predicción de resultados de alta gravedad (mortalidad hospitalaria, resultado crítico). Por el contrario, en comparación con KTAS, MKTAS logró una mayor especificidad para la predicción de la admisión y una mejor capacidad de discriminación para predecir los resultados hospitalarios."

Otra característica destacada en la revisión realizada fue el uso de listas de reclamación estandarizadas. Tanto el MTS como el CTAS, se distinguen por su amplio reconocimiento global, ya que cuentan con criterios estandarizados y listas de clasificación bien definidas, lo que facilita su implementación en diversos contextos y asegura una evaluación consistente de la gravedad de los pacientes en situaciones de emergencia (Jose et al.. 2023).

Estas escalas han evolucionado a lo largo del tiempo, buscando optimizar la atención médica al priorizar a los pacientes más críticos y garantizar una respuesta oportuna.

5. Conclusiones

Los servicios de urgencias (SU) se encuentran cada día con el reto de diagnosticar a una amplia variedad de pacientes con distintos niveles de gravedad y requerimientos. Para manejar

este gran número de atenciones, los sistemas de categorización de pacientes se han consolidado como un instrumento esencial para ordenar la atención en función de la severidad de las afecciones.

La diversidad de categorías y tiempos de espera refleja las particularidades de cada sistema de salud y las necesidades regionales.

La literatura incluye diferentes herramientas con diversos niveles de complejidad; desde aquellas que incorporan solo los signos vitales, por ejemplo, la escala de triaje sudafricana (SATS) la cual reduce el tiempo de espera, mejora el flujo de pacientes y facilita la distribución de casos menos urgentes.

Hasta aquellas que hacen uso de algoritmos complejos que incorporan la historia y los hallazgos del examen para llegar a un nivel de designación de agudeza, por ejemplo, una versión computarizada del algoritmo (ESI) la cual redujo el tiempo de triaje en un promedio de 3,4 minutos y generó una mejora absoluta del 11 % en el porcentaje de pacientes con problemas de salud graves que fueron triados en un plazo de 15 minutos en nuestro servicio de urgencias. (Bhaumik et al., 2022; Elbaih et al., 2022; Villa et al., 2018).

Sin embargo, persisten limitaciones en los métodos actuales. (Ivanov et al., 2021) señaló que, aunque efectivos en la gestión del hacinamiento, los sistemas tradicionales no logran optimizar la clasificación en entornos con una alta densidad de pacientes, mientras que Elhaj et al. (2023) subrayó la necesidad de mejorar los modelos existentes para garantizar su validez en contextos geográficos y demográficos diversos.

En este sentido, se hace evidente que los avances en sistemas de clasificación se deben centrar en las limitaciones actuales y a su vez deben explorar nuevas herramientas tecnológicas y metodológicas que ofrezcan un mejor servicio en general.

En conclusión, aunque la literatura muestra un creciente interés y numerosos estudios sobre los sistemas de priorización de pacientes, todavía no se ha logrado un acuerdo claro o una sugerencia definitiva sobre un sistema unificado. Como lo afirmó Bhaumik et al. (2022), los esfuerzos de investigación deberían centrarse en el desarrollo de una única herramienta de triaje universal que pueda adaptarse a una variedad de contextos.

Existen múltiples propuestas que incluyen nuevas metodologías, plataformas innovadoras y tecnologías avanzadas como las que se mencionaron anteriormente; sin embargo, hasta ahora ningún sistema ha sido ampliamente estudiado, adoptado o recomendado. Esto pone en evidencia la necesidad de unificar los métodos de priorización existentes para ofrecer una respuesta más eficiente y coherente a nivel mundial, dado que cada país sigue implementando sus propios criterios, lo cual permite ampliar la base de conocimiento, pero no propone una solución efectiva.

“Los temas de investigación comunes a estos estudios incluyen la simplificación de las herramientas existentes para que sean eficientes.” (Bhaumik et al., 2022). Por esta razón, investigar y desarrollar un enfoque estandarizado y eficaz para la priorización de pacientes podría tener un impacto significativo, mejorando la calidad y equidad en la atención de salud en diversas regiones del mundo.

Se espera que este artículo haya consolidado una base de la literatura actual sobre los métodos existentes y que se realicen más investigaciones para avanzar en este campo.

6. Recomendaciones

Se hace evidente que los avances se deben centrar en las limitaciones actuales y a su vez deben explorar nuevas herramientas tecnológicas y metodológicas que ofrezcan un mejor servicio.

Así mismo se recomienda investigar y desarrollar un enfoque estandarizado y eficaz para la priorización de pacientes, teniendo en cuenta que podría tener un impacto significativo, mejorando la calidad y equidad en la atención de salud en diversas regiones del mundo.

Referencias Bibliográficas

- ACEM—Triage. Disponible en línea: <https://acem.org.au/Content-Sources/Advancing-Emergency-Medicine/Better-Outcomesfor-Patients/Triage> (consultado el 20 de diciembre de 2024).
- Ackerman, S. L., Tebb, K., Stein, J. C., Frazee, B. W., Hendey, G. W., Schmidt, L. A., & Gonzales, R. (2012). Benefit or burden? A sociotechnical analysis of diagnostic computer kiosks in four California hospital emergency departments. *Social Science and Medicine*, 75(12), 2378–2385. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.09.013>
- Afilal, M., Yalaoui, F., Dugardin, F., Amodeo, L., Laplanche, D., & Blua, P. (2016). Emergency department flow: A new practical patients classification and forecasting daily attendance. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 721–726. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.859>
- Alhaidari, F., Almuhaideb, A., Alsunaidi, S., Ibrahim, N., Aslam, N., Khan, I. U., Shaikh, F., Alshahrani, M., Alharthi, H., Alsenbel, Y., & Alalharith, D. (2021). E-triage systems for covid-19 outbreak: Review and recommendations. *Sensors*, 21(8). <https://doi.org/10.3390/s21082845>
- Alishahi Tabriz, A., Trogon, J. G., & Fried, B. J. (2020). Association between adopting emergency department crowding interventions and emergency departments' core performance measures. *The American Journal of Emergency Medicine*, 38(2), 258–265. <https://doi.org/10.1016/J.AJEM.2019.04.048>

- Alquraini, M., Awad, E., & Hijazi, R. (2015). Reliability of Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale (CTAS) in Saudi Arabia. *International Journal of Emergency Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s12245-015-0080-5>
- Azeredo, T. R. M., Guedes, H. M., Rebelo de Almeida, R. A., Chianca, T. C. M., & Martins, J. C. A. (2015). Efficacy of the Manchester Triage System: a systematic review. *International Emergency Nursing*, 23(2), 47–52. <https://doi.org/10.1016/J.IENJ.2014.06.001>
- Baumann, M. R., & Strout, T. D. (2007). Triage of Geriatric Patients in the Emergency Department: Validity and Survival With the Emergency Severity Index. *Annals of Emergency Medicine*, 49(2), 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2006.04.011>
- Berlyand, Y., Raja, A. S., Dorner, S. C., Prabhakar, A. M., Sonis, J. D., Gottumukkala, R. V., Succi, M. D., & Yun, B. J. (2018). How artificial intelligence could transform emergency department operations. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(8), 1515–1517. <https://doi.org/10.1016/J.AJEM.2018.01.017>
- Bhaumik, S., Hannun, M., Dymond, C., DeSanto, K., Barrett, W., Wallis, L. A., & Mould-Millman, N. K. (2022). Prehospital triage tools across the world: a scoping review of the published literature. In *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (Vol. 30, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01019-z>
- Billis, A., Zouka, M., Nicopolitidis, P., Lagakis, P., Logaras, E., Karanasiou, N., Fournalis, A., Gialelis, J., Kallergis, D., Papadimitriou, G. I., Douligeris, C., Papavramidis, T. S., Krizea, M., & Bamidis, P. D. (2019). Towards the definition of an intelligent triage and continuous

- monitoring system for hospital emergency departments and clinics. *Studies in Health Technology and Informatics*, 264, 1641–1642. <https://doi.org/10.3233/SHTI190574>
- Boltin, N., Valdes, D., Culley, J. M., & Valafar, H. (2018). Mobile decision support tool for emergency departments and mass casualty incidents (EDIT): Initial study. *JMIR MHealth and UHealth*, 6(6). <https://doi.org/10.2196/10727>
- Bruijns, S. R., Wallis, L. A., & Burch, V. C. (2008). A prospective evaluation of the Cape triage score in the emergency department of an urban public hospital in South Africa. *Emergency Medicine Journal*, 25(7), 398–402. <https://doi.org/10.1136/emj.2007.051177>
- Bullard, MJ; Musgrave, E.; Warren, D.; Unger, B.; Skeldon, T.; Grierson, R.; van der Linde, E.; Swain, J. Revisiones a las Directrices de la Escala de agudeza y triaje del Servicio de Urgencias de Canadá (CTAS). *CJEM*2017,19, S18–S27. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Cairós-Ventura, L. M., Novo-Muñoz, M. de las M., Rodríguez-Gómez, J. Á., Ortega-Benítez, Á. M., Ortega-Barreda, E. M., & Aguirre-Jaime, A. (2019). Validity and reliability of the emergency severity index in a Spanish hospital. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph16224567>
- Chang, H., Yu, J. Y., Lee, G. H., Heo, S., Lee, S. U., Hwang, S. Y., Yoon, H., Cha, W. C., Shin, T. G., Sim, M. S., Jo, I. J., & Kim, T. (2023). Clinical support system for triage based on federated learning for the Korea triage and acuity scale. *Heliyon*, 9(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19210>
- Considine, J.; Levasseur, SA; Villanueva, E. La Escala de Triage de Australasia: Examen del desempeño de enfermeras de departamentos de emergencia utilizando escenarios de computadora y papel. *Medicina Emergente Ana*.2004,44, 516–523. [Referencia cruzada]

- Considine, J., Lucas, E., Payne, R., Kropman, M., Stergiou, H. E., & Chiu, H. (2012). Analysis of three advanced practice roles in emergency nursing. *Australasian Emergency Nursing Journal*, *15*(4), 219–228. <https://doi.org/10.1016/J.AENJ.2012.10.001>
- Coyle, N., Kennedy, A., Schull, M. J., Kiss, A., Hefferon, D., Sinclair, P., & Alsharafi, Z. (2019). The use of a self-check-in kiosk for early patient identification and queuing in the emergency department. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, *21*(6), 789–792. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.349>
- Dong, S. L., Bullard, M. J., Meurer, D. P., Colman, I., Blitz, S., Holroyd, B. R., & Rowe, B. H. (2005). Emergency triage: Comparing a novel computer triage program with standard triage. *Academic Emergency Medicine*, *12*(6), 502–507. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2005.01.005>
- Edward, A., Dam, K., Chege, J., Ghee, A. E., Zare, H., & Chhorvann, C. (2016). Measuring pediatric quality of care in rural clinics-a multi-country assessment-Cambodia, Guatemala, Zambia and Kenya. *International journal for quality in health care: journal of the International Society for Quality in Health Care*, *28*(5), 586–593. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzw080>
- Eijk, E. S. V., Bettink-Remeijer, M. W., Timman, R., & Busschbach, J. J. V. (2015). From pen-and-paper questionnaire to a computer-assisted instrument for self-triage in the ophthalmic emergency department: Process and validation. *Computers in Biology and Medicine*, *66*, 258–262. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2015.09.014>
- Elbaih, A. H., Elhadary, G. K., Elbahrawy, M. R., & Saleh, S. S. (2022). Assessment of the patients' outcomes after implementation of South African triage scale in emergency

- department, Egypt. *Chinese Journal of Traumatology - English Edition*, 25(2), 95–101.
<https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2021.10.004>
- Elhaj, H., Achour, N., Tania, M. H., & Aciksari, K. (2023). A comparative study of supervised machine learning approaches to predict patient triage outcomes in hospital emergency departments. *Array*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.array.2023.100281>
- Elkholi, A., Althobiti, H., Al Nofeye, J., Hasan, M., & Ibrahim, A. (2021). NO WAIT: new organised well-adapted immediate triage: A lean improvement project. *BMJ Open Quality*, 10(1). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-001179> for Healthcare Research, A. (n.d.). *Emergency Severity Index, Version 4: Implementation Handbook*. <http://www.ahrq.gov/research/esi>.
- Gräff, I., Goldschmidt, B., Glien, P., Bogdanow, M., Fimmers, R., Hoeft, A., Kim, S. C., & Grigutsch, D. (2014). The German version of the Manchester triage system and its quality criteria - First assessment of validity and reliability. *PLoS ONE*, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088995>
- Grupo de trabajo de triaje pediátrico (PTWG) del Gobierno del Cabo Occidental: Manual de capacitación sobre la escala de triaje sudafricana. 2012. Disponible en línea:<https://emssa.org.za/wp-content/uploads/2011/04/SATS-Manual-A5-LR-spreads.pdf>(consultado el 27 de marzo de 2021).
- Hasselbalch, R. B., Plesner, L. L., Pries-Heje, M., Ravn, L., Lind, M., Greibe, R., Jensen, B. N., Rasmussen, L. S., & Iversen, K. (2016). The Copenhagen Triage Algorithm: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0312-6>

- Hodge, A., Hugman, A., Varndell, W., & Howes, K. (2013). A review of the quality assurance processes for the Australasian Triage Scale (ATS) and implications for future practice. In *Australasian Emergency Nursing Journal* (Vol. 16, Issue 1, pp. 21–29). <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2012.12.003>
- Ingielewicz, A., Rychlik, P., & Sieminski, M. (2024). Drinking from the Holy Grail—Does a Perfect Triage System Exist? And Where to Look for It? In *Journal of Personalized Medicine* (Vol. 14, Issue 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jpm14060590>
- Ivanov, O., Wolf, L., Brecher, D., Lewis, E., Masek, K., Montgomery, K., Andrieiev, Y., McLaughlin, M., Liu, S., Dunne, R., Klauer, K., & Reilly, C. (2021). Improving ED Emergency Severity Index Acuity Assignment Using Machine Learning and Clinical Natural Language Processing. *Journal of Emergency Nursing*, 47(2), 265-278.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2020.11.001>
- Jobé, J., Ghuysen, A., Gérard, P., Hartstein, G., & Orio, V. D. ' . (n.d.). *Reliability and validity of a new French-language triage algorithm: the ELISA scale*. <https://doi.org/10.1136/emered>
- Joseph, M. J., Summerscales, M., Yogesan, S., Bell, A., Genevieve, M., & Kanagasingam, Y. (2023). The use of kiosks to improve triage efficiency in the emergency department. In *npj Digital Medicine* (Vol. 6, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00758-2>

- J Murray, M. (2003), The Canadian Triage and Acuity Scale: A Canadian perspective on emergency department triage. *Emergency Medicine*, 15: 6-10.
<https://doi.org/10.1046/j.1442-2026.2003.00400.x>
- Kiblboeck, D.; Steinrueck, K.; Nitsche, C.; Lang, W.; Kellermair, J.; Blessberger, H.; Steinwender, C.; Siostrzonek, P. Evaluación del sistema de triaje de Manchester para pacientes con síndrome coronario agudo. *Clínica de Viena. Semana Santa*.2020,132, 277–282. [Referencia cruzada]
- Koech, A. K., & Chebet, V. (2023). LinderCare: Your Triage Solution to Better Health. *BioCAS 2023 - 2023 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1109/BioCAS58349.2023.10388814>
- L. Kleinrock, "Sistemas de colas, Volumen I: Teoría", Wiley-Interscience, 1975.
- Mahmood, A., Wyant, D. K., Kedia, S., Ahn, S. N., Powell, M. P., Jiang, Y., & Bhuyan, S. S. (2020). Self-Check-In Kiosks Utilization and Their Association With Wait Times in Emergency Departments in the United States. *Journal of Emergency Medicine*, 58(5), 829–840. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2019.11.019>
- Ministerio de Salud y Atención a Largo Plazo de Canadá Escala de agudeza de triaje prehospitalaria canadiense: Guía paramédica CTAS prehospitalaria. Asociación de Hospitales de Ontario. 2016, Volumen 2. Disponible en línea:http://www.ontariobasehospitalgroup.ca/Provincial-Standards/Downloads_GetFile.aspx?id=18042(consultado el 1 de junio de 2020).
- Nino, V., Claudio, D., Schiel, C., & Bellows, B. (2020). Coupling wearable devices and decision theory in the united states emergency department triage process: A narrative review.

- International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 1–23.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17249561>
- O. Gozes et al., "Ciclo de desarrollo rápido de la IA para la pandemia del coronavirus (COVID-19): resultados iniciales para la detección automatizada y la monitorización de pacientes mediante análisis de imágenes por TC de aprendizaje profundo", preimpresión de arXiv arXiv:2003.05037, 2020.
- Pantelopoulos, A., & Bourbakis, N. G. (2010). Prognosis-a wearable health-monitoring system for people at risk: Methodology and modeling. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 14(3), 613–621. <https://doi.org/10.1109/TITB.2010.2040085>
- Patel, G. M., Sharma, U., Gupta, S. K., & Mohanan, M. (2023). Examining medical urgent and patient precedence within the telemedicine landscape with its infrastructure and policies: A comprehensive review. *Multidisciplinary Reviews*, 6.
<https://doi.org/10.31893/multirev.2023ss017>
- Picallo Fernández Tutora, B., & María Souto Fernández, E. (2019). *Eficacia y confiabilidad del Sistema de Triage Revisión bibliográfica. ESCOLA UNIVERSITARIA DE ENFERMARÍA A CORUÑA UNIVERSIDADE DA CORUÑA.*
- Schiro, J., Gauthier, P. F., Dubos, F., Pelayo, S., & Marcilly, R. (2018). Preliminary evaluation of an electronic patient prioritization tool for pediatric emergency department. *Studies in Health Technology and Informatics*, 247, 461–465. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-852-5-461>
- Shahul, M., & Pushpalatha, K. P. (2023). Machine Learning Based Patient Classification In Emergency Department. *2023 International Conference on Advances in Intelligent*

- Computing and Applications, AICAPS* 2023.
<https://doi.org/10.1109/AICAPS57044.2023.10074003>
- Sinha, M., Khor, K. N., Amresh, A., Drachman, D., & Frechette, A. (2014). The use of a kiosk-model bilingual self-triage system in the pediatric emergency department. *Pediatric Emergency Care, 30*(1), 63–68. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000000037>
- Suchner, R. W., & Rajkiewicz, M. (2016). Pediatriczny system segregujący (TRIAGE) w Szpitalnym Oddziale Ratunkowym Szpitala Zachodniego w Grodzisku Mazowieckim. *Pediatrica i Medycyna Rodzinna, 12*(4), 457–465.
<https://doi.org/10.15557/PiMR.2016.0047>
- Taboulet, P., Moreira, V., Haas, L., Porcher, R., Braganca, A., Fontaine, J. P., & Poncet, M. C. (2009). Triage with the French Emergency Nurses Classification in Hospital scale: Reliability and validity. *European Journal of Emergency Medicine, 16*(2), 61–67.
<https://doi.org/10.1097/MEJ.0b013e328304ae57>
- Townsend, B. A., Plant, K. L., Hodge, V. J., Ashaolu, O., & Calinescu, R. (2023). Medical practitioner perspectives on AI in emergency triage. *Frontiers in Digital Health, 5*.
<https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1297073>
- Trivedi, S., Littmann, J., Stempien, J., Kapur, P., Bryce, R., & Betz, M. (2021). A Comparison Between Computer-Assisted Self-Triage by Patients and Triage Performed by Nurses in the Emergency Department. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.14002>
- Villa, S., Weber, E. J., Polevoi, S., Fee, C., Maruoka, A., & Quon, T. (2018). Decreasing triage time: Effects of implementing a step-wise ESI algorithm in an EHR. *International Journal for Quality in Health Care, 30*(5), 375–381. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzy056>

Yu, J. Y., Xie, F., Nan, L., Yoon, S., Ong, M. E. H., Ng, Y. Y., & Cha, W. C. (2022). An external validation study of the Score for Emergency Risk Prediction (SERP), an interpretable machine learning-based triage score for the emergency department. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22233-w>

Zachariasse, J. M., Van Der Hagen, V., Seiger, N., Mackway-Jones, K., Van Veen, M., & Moll, H. A. (2019). Performance of triage systems in emergency care: A systematic review and meta-analysis. In *BMJ Open* (Vol. 9, Issue 5). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026471>