

Implications of the use of time series in the healthcare sector: A systematic literature review

Paola Raquel Chinguel Leon¹ , Esteban Efrain Chavesta Durand² , Luis Enrique Ramirez Calderon³ , Gaby Mónica Felipe-Bravo⁴ 

^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U21215386@utp.edu.pe, U21218809@utp.edu.pe, C19975@utp.edu.pe, C24905@utp.edu.pe

Abstract: *A systematic review was conducted under the PRISMA methodology to identify the implications of the use of time series techniques in the health sector. Studies published between 2021 - 2025, in English and with direct application of time series in health contexts were included. After using exclusion and inclusion criteria, 54 articles were analyzed, with a predominance of quantitative studies using the ITS technique. The results refer to relevant implications in the response, such as hospital efficiency, mortality reduction, resource optimization and clinical decision making. The implications of the study revolve around optimizing resources and improving the quality of care to strengthen digital capabilities. It is concluded that these techniques are valuable for evaluating health interventions, although there are still methodological limitations and sustainability challenges to be addressed.*

Keywords: *health services, time series analysis, performance metrics and quality of service.*

Implicancias del uso de series temporales en el sector salud: Una revisión sistemática de la literatura

Paola Raquel Chinguel Leon¹ , Esteban Efrain Chavesta Durand² , Luis Enrique Ramirez Calderon³ , Gaby Mónica Felipe-Bravo⁴ 

^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U21215386@utp.edu.pe, U21218809@utp.edu.pe, C19975@utp.edu.pe, C24905@utp.edu.pe

Resumen: Se realizó una revisión sistemática bajo la metodología PRISMA para identificar las implicancias del uso de técnicas de series temporales en el sector salud. Se incluyeron estudios publicados entre 2021 - 2025, en inglés y con aplicación directa de series temporales en contextos sanitarios. Tras emplear criterios de exclusión e inclusión, se analizaron 54 artículos, predominando los estudios cuantitativos con la técnica de ITS. Los resultados hacen referencia a implicaciones relevantes en la respuesta, como la eficiencia hospitalaria, la reducción de mortalidad, la optimización de recursos y la toma de decisiones clínicas. Las implicancias del estudio giran en torno a la optimización de recursos y la mejora de la calidad de la atención para fortalecer las capacidades digitales. Se concluye que estas técnicas son valiosas para evaluar intervenciones en salud, aunque aún existen limitaciones metodológicas y desafíos de sostenibilidad que deben abordarse.

Palabras clave: servicios de salud, análisis de series de tiempo, métricas de desempeño y calidad del servicio.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos cinco años, los sistemas de salud en hospitales han enfrentado una creciente presión relacionada con la carga asistencial, administración de recursos y la necesidad de mejorar la calidad de atención, en vista a que el uso de herramientas analíticas basadas en datos ha cobrado gran importancia para respaldar decisiones clínicas y administrativas. Así se tiene que, en el 2021 la tasa global de ocupación de camas hospitalarias de atención aguda alcanzó el 69.8%, sobrepasando el límite del 85% en naciones como Irlanda, Israel y Canadá, lo que señala un sistema que sufre una constante tensión [1].

El análisis estructurado de datos sanitarios, especialmente mediante series temporales, permite monitorear indicadores clave, identificar tendencias, apoyar la planificación para reducir errores significativos [2]. Estas técnicas han sido aplicadas en entornos de alta demanda como lo son el departamento de emergencia y la telemedicina, donde, durante la pandemia tuvo un gran auge por el gran volumen de atención en el cual fue monitoreado en más de 24 meses en 2 centros médicos [3].

No obstante, a pesar de la aplicación de estas técnicas en distintos contextos, su integración en los procesos de gestión hospitalaria aún sigue siendo limitada. Algunos estudios han usado este enfoque para la observación de la atención durante las dos primeras olas del COVID-19 en departamentos de ginecología [4] o en evaluaciones de hospitalización en diferentes condiciones clínicas a nivel nacional [5]. Sin

embargo, todavía es incierto hasta qué punto estos análisis se están empleando en procesos institucionales para orientar decisiones operativas o de política hospitalaria.

Asimismo, algunas organizaciones han examinado el uso de análisis temporales en áreas clínicas como las unidades quirúrgicas de alta demanda, en la cual se generan un gran volumen de datos [6]. En cambio, en otros entornos de salud pública, como los departamentos de emergencia en Europa, su inclusión en la planificación hospitalaria no ha sido ampliamente documentada [7].

Esta situación es particularmente significativa pues el 97% de los datos generados por los hospitales no se emplean en la toma de decisiones clínicas ni administrativas [8]. Esta brecha constituye una oportunidad crucial para explorar cómo las técnicas de series de tiempo pueden emplearse de forma más estratégica en la optimización de la administración hospitalaria fundamentada en datos.

Así se tiene que el 65% de los hospitales en Estados Unidos reportan el uso de modelos predictivos o herramientas de inteligencia artificial incorporadas a sus sistemas clínicos, lo que demuestra una escasa adopción del análisis avanzado para respaldar la administración hospitalaria [9].

A partir de ello, la presente investigación tuvo como objetivo identificar las implicancias del uso de técnicas de series temporales en el sector salud, a partir del análisis de estudios publicados entre 2021 y 2025.

II. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio fue la revisión sistemática de la literatura científica (RSL), la cual es una evaluación rigurosa y reproducible de pruebas para responder a una pregunta de investigación [10].

La pregunta de investigación formulada fue: ¿Cuáles son las implicancias del uso de técnicas de series temporales aplicadas en el sector salud según la literatura científica entre 2021 y 2025? Para la estructuración de la pregunta y búsqueda de artículos científicos se aplicó la estrategia PICO, la cual se puede visualizar a continuación:

TABLA I
ESTRUCTURA PICO

Comp.	Definición	Palabras clave	Thesaurus
P	Hospitales	Hospitals y healthcare facilities.	IEEE Art & Architecture Thesaurus
I	Técnicas de análisis de	Time series analysis, time-frequency analysis, temporal	IEEE

	series temporales	databases y forecasting models.	Library of Congress - LC Subject Headings
C	No aplica	No aplica	
O	Mejora en la eficiencia de la gestión	Performance metrics, performance indicators, quality of service, quality of care, information processing y outcome assessment.	
C	Sector salud	Health services, healthcare system, healthcare management, hospital administration y health planning.	Tesaurus SKOS Library of Congress - LC Subject Headings

La base de datos utilizada para la investigación fue Scopus, en la cual se formuló la siguiente ecuación de búsqueda:

("hospitals" OR "healthcare facilities") AND ("time series analysis" OR "time-frequency analysis" OR "temporal databases" OR "forecasting models") AND ("performance metrics" OR "performance indicators" OR "quality of service" OR "quality of care" OR "information processing" OR "outcome assessment") AND ("health services" OR "healthcare system" OR "healthcare management" OR "hospital administration" OR "health planning")

Posteriormente de obtener los resultados de búsqueda en la base de datos empleada, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar únicamente aquellos estudios que cumplen con los requisitos respecto a la pregunta de investigación, las cuales se detallan a continuación:

TABLA II
CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Nº	Criterio
CI1	Artículos científicos revisados por pares.
CI2	Publicados entre 2021 y 2025.
CI3	Inglés.
CI4	Relacionados con técnicas de series temporales aplicadas al sector salud.
CI5	Estudios con resúmenes claros y completos.

TABLA III
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Nº	Criterio
CE1	Publicaciones a 2021
CE2	Estudios sin enfoque en técnicas de series temporales o fuera del sector salud.
CE3	Documentos sin acceso a resumen o con información insuficiente para análisis.
CE4	Estudios que no son en inglés.
CE5	Publicaciones que no son artículos científicos.

Asimismo, se trabajó con el modelo PRISMA mediante un flujograma que se detalla en la figura 1:

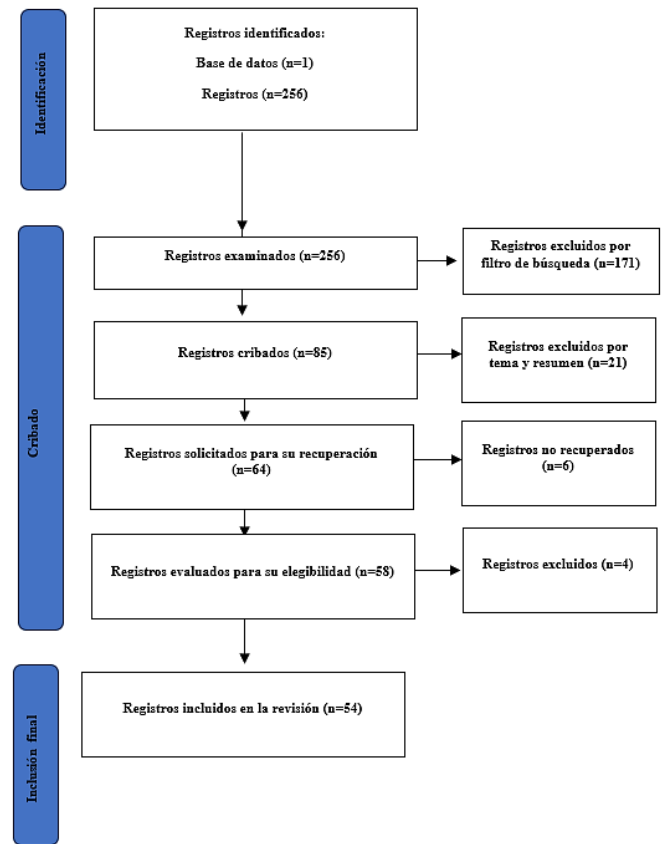


Fig. 1 Diagrama PRISMA.

III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los datos bibliométricos generales de los estudios incluidos, como paso previo al análisis de los resultados:

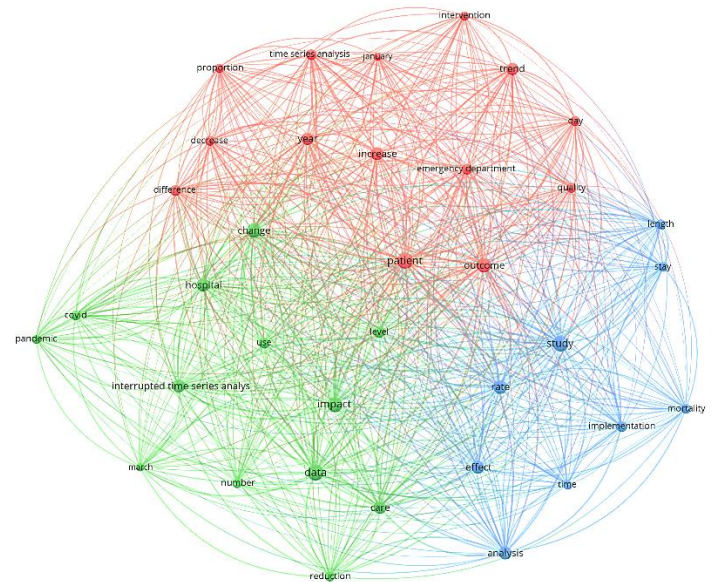


Fig. 2 Red de co-ocurrencia de palabras clave

Según los datos obtenidos, la figura 2 representa las relaciones temáticas más frecuentes entre los términos utilizados en los estudios incluidos.

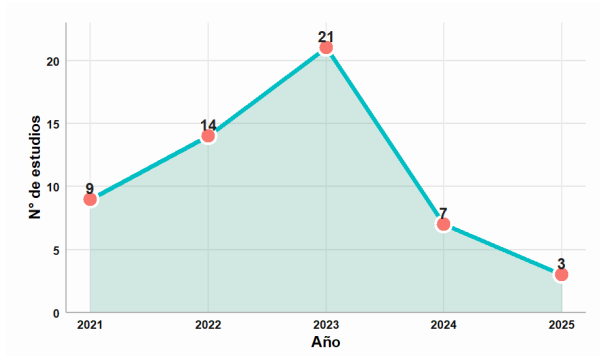


Fig. 3. Distribución de estudios por año de publicación.

En la figura 3, el mayor número de estudios se registró en 2023 con 21 estudios, mientras que el valor más bajo se observó en 2025 con 3 estudios publicados.

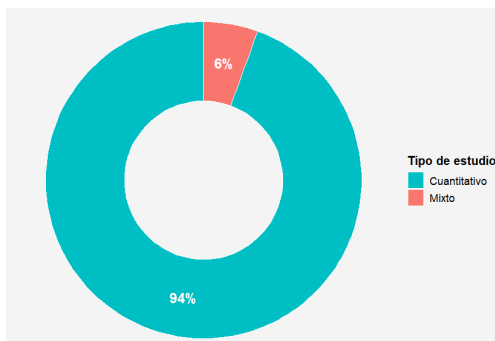


Fig. 4. Tipos de estudio incluidos.

En la figura 4, la mayoría de los estudios incluidos fueron de tipo cuantitativo (94%), mientras que solo un pequeño porcentaje correspondió a estudios mixtos (6%).

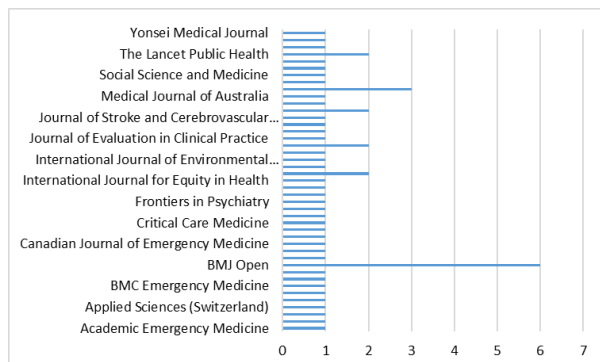


Fig. 5. Distribución de estudios por revista científica.

La figura 5 muestra la diversidad de revistas en las que se publicaron los estudios analizados, destacando una alta concentración en la revista BMC Open.

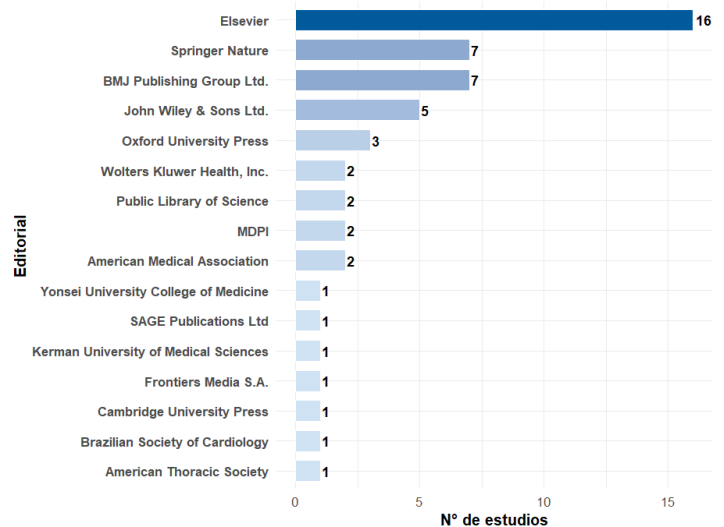


Fig. 6. Editoriales con mayor número de publicaciones.

En la figura 6, Elsevier fue la editorial con mayor número de estudios publicados con 16, mientras que siete editoriales solo registraron un estudio cada una.

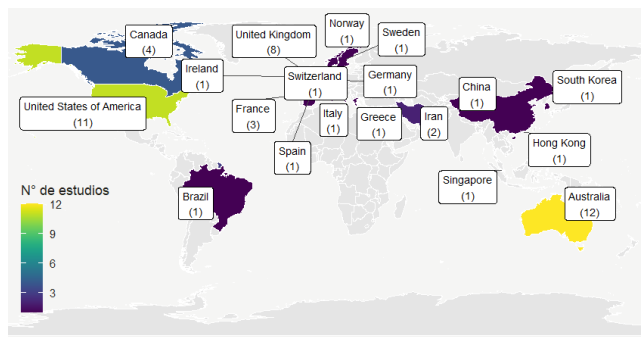


Fig. 7. Distribución geográfica de estudios por país.

Australia fue el país con mayor número con 12 estudios publicados, mientras que trece países solo registraron un estudio en el periodo analizado.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los estudios de enfoque mixto incluidos en la revisión, los cuales permiten complementar los hallazgos cuantitativos con perspectivas cualitativas relevantes.

TABLA IV
MATRIZ DE ESTUDIOS MIXTOS

Criterio evaluado	Ref. [11]	Ref. [12]	Ref. [13]
Composición demográfica de la muestra cuantitativa y cualitativa.	400k visitas.	Pacientes $\geq$ 65 años; 16 entrevistas.	25k casos; 90 entrevistas.
Criterio que se usaron para seleccionar participantes en ambas fases.	Visitas a emergencias.	Fractura TARN; personal clínico.	Usuarios ED/PPCC; adultos y personal.
Descripción de las características de los participantes y su complemento en datos cuantitativos sobre el uso de series temporales.	Edad, etnia, sexo, lesión; series evaluaron flujos, cualitativa aportó contexto.		
Técnicas de análisis de series temporales que se aplicaron en la parte cuantitativa y su vínculo con las herramientas cualitativas.	ITS-ARIMA/controlada; cualitativo contextualiza.		
Estrategias metodológicas mixtas que se implementaron para integrar los datos de series temporales y las experiencias recogidas en entrevistas.	Diseño guiado.	Comparación interpretativa.	Triangulación paralela.
Diseño mixto que se utilizó.	Secuencial-exploratorio.	Paralelo con integración interpretativa.	Covergente-paralelo.
Principales resultados cuantitativos derivados del análisis de series temporales.	Mejoras en tiempos de evaluación.	No hubo mejoras significativas.	Se espera reducción en urgencias.
Patrones que emergieron en los datos cualitativos respecto a la utilidad y desafíos del uso de series temporales.	Ejecución confusa, efectos retardados.	Sin patrones (protocolo).	Contexto no receptivo, baja motivación.
Integración de resultados cuantitativos y cualitativos	Comparación cuali-cuantitativa al interpretar resultados.		Triangulación en etapa interpretativa.
Tipo de sistema de salud en el que se desarrolló el estudio y su influencia en los hallazgos.	NHS; COVID-19/ presión opacaron resultados.		Sistema mixto; limitó controles y buscó aliviar urgencias.
Impacto de factores contextuales en la implementación del uso de series temporales.	Alteraron tiempos clave y ocultaron resultados reales.	Debilitaron la implementación y enmascararon efectos.	Dificultaron el diseño ITS y redujeron su validez.
Limitaciones contextuales identificadas en el estudio que puedan afectar la aplicación de los resultados.	COVID-19, baja calidad o ausencia de datos, y resistencia institucional al cambio.		

La tabla IV resume tres estudios mixtos que integran análisis de series temporales, específicamente mediante la técnica ITS, con entrevistas cualitativas, destacando cómo el contexto y las limitaciones institucionales influyeron en los resultados y en la utilidad práctica de las técnicas aplicadas.

Asimismo, se detallan los estudios cuantitativos identificados, los cuales emplearon técnicas de series temporales para evaluar distintos indicadores en el ámbito de la salud.

Para abordar el grupo estudiado en el análisis de series temporales en el sector salud, se organizó la información mostrada en la tabla V de acuerdo con las poblaciones incluidas en los estudios analizados.

TABLA V
TIPO DE POBLACIÓN ESTUDIADA

Grupo estudiado	Ref.
Enfermedades cardiovasculares o neurológicas	[14], [25], [26], [27], [29], [30], [40], [42], [55], [56], [64]
Pacientes hospitalizados o en servicios de emergencia (ED)	[15], [17], [19], [21], [28], [33], [45], [47], [49], [59], [63]
Población general o datos agregados	[34], [38], [43], [54], [57], [60], [61], [62]
Pacientes quirúrgicos o en listas de espera	[48], [50], [51], [52], [58], [53]
Condiciones específicas o enfermedades crónicas	[16], [18], [24], [31], [36], [46]
Pediatría, obstetricia o perinatal	[20], [32], [35], [37], [44]
Otros grupos específicos (geriátricos, quemaduras, psiquiatría)	[22], [23], [39], [41]

Los estudios revisados cubren varios grupos de población, desde pacientes con afecciones específicas hasta poblaciones generales, que muestran la heterogeneidad de los contextos donde se utilizaron series temporales.

Para analizar el tamaño de la muestra utilizada, estos se agruparon de acuerdo con el área analizada presentados en la tabla VI.

TABLA VI
MUESTRA DE POBLACIÓN

Rango de muestra	Ref.
< 1,000	[41], [46], [50], [53], [56], [58]
Entre 1,000 y 10,000	[18], [22], [26], [28], [31], [37], [39], [42], [44], [51], [60]
Entre 10,001 y 100,000	[16], [24], [27], [30], [32], [35], [36], [40], [48], [64]
Entre 100,001 y 1,000,000	[14], [25], [29], [47], [52], [63]
> 1,000,000	[15], [21], [23], [43], [57], [61]
Datos agregados o sin número claro	[17], [19], [20], [33], [34], [38], [45], [49], [54], [55], [59], [62]

En relación con los criterios de inclusión y exclusión aplicados para definir la población, se identificaron modelos convencionales en los estudios examinados. La tabla VII resume los criterios más importantes utilizados por los autores.

TABLA VII
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN OBTENIDOS DE LA LITERATURA

Patrón de criterios	Ref.
Incluyen adultos	[23], [34], [43], [51], [64]
Incluyen condiciones específicas de salud (enfermedad, procedimiento o diagnóstico concreto)	[14], [15], [16], [18], [27], [29], [30], [31], [35], [39], [40], [41], [42], [46], [48], [50], [52], [54], [55], [56], [57], [61], [62]
Incluyen residentes o pacientes de zona específica	[20], [21], [22], [24], [38], [63]
Incluyen visitas, hospitalizaciones o ingresos específicos	[17], [19], [25], [26], [28], [32], [33], [36], [37], [44], [45], [47], [49], [53], [58], [59], [60]
Excluyen menores u otras poblaciones no aplicables	[27], [30], [41], [43], [52]

Excluyen datos incompletos, inválidos o duplicados	[14], [18], [34], [37], [39], [47], [60]
Excluyen áreas geográficas, centros o periodos específicos	[20], [21], [24], [25], [36], [38], [40], [42], [53], [54], [58], [63]
Sin criterios de exclusión especificados (o exclusiones que no encajan en las categorías anteriores)	[15], [16], [17], [19], [22], [23], [26], [28], [29], [31], [32], [33], [35], [44], [45], [46], [48], [49], [50], [51], [55], [56], [57], [59], [61], [62], [64]

Respecto a las técnicas específicas de series temporales utilizadas en estudios del sector salud, se empleó una amplia gama de métodos los cuales se demuestran en la tabla VIII.

TABLA VIII
TÉCNICAS DE SERIES TEMPORALES EXAMINADAS EN LA LITERATURA

Técnica Específica	Ref.
ITS clásico (sin ajustes avanzados mencionados)	[43]
ITS con ajustes avanzados (Newey-West, autocorrelación, Prais-Winsten)	[14], [16], [17], [28], [29], [35], [40], [42], [50], [60]
Modelos ARIMA, MSARIMA u otros autoregresivos (LOESS, Fourier)	[37], [45], [47], [51], [54], [55], [59]
Métodos no ITS, pero de series temporales (regresión logística, binomial negativa, Poisson, panel, dinámica de sistemas)	[15], [18], [23], [25], [30], [34], [46]
Modelado combinado o híbrido (DLNM, splines, BSTS)	[20], [21], [22], [24], [27], [38]
ITS con regresión segmentada (sin otras técnicas adicionales)	[19], [26], [32], [39], [44], [48], [49], [52], [53], [58], [61], [63], [64]
Técnicas específicas adicionales (medias móviles, análisis de mediación, pruebas estadísticas específicas, redes bayesianas, Prophet, GRNN, GEE)	[31], [33], [36], [41], [56], [57], [62]

Con relación a la aplicación de series temporales para la predicción de indicadores de salud, las investigaciones muestran aplicaciones tanto en el ámbito clínico como en el administrativo, las cuales se presentan en la tabla IX.

TABLA IX
APLICACIÓN DE SERIES TEMPORALES EVALUADAS EN LA LITERATURA

Aplicación específica de series temporales en salud	Ref.
Evaluar impacto de intervenciones o políticas específicas (cambios clínicos, administrativos, políticas públicas, recomendaciones)	[14], [15], [16], [17], [19], [22], [26], [27], [28], [32], [35], [39], [40], [41], [43], [44], [48], [50], [58], [61], [63], [64]
Análisis de planificación y gestión hospitalaria (previsión de demanda, tiempos, flujo, recursos)	[20], [21], [25], [36], [37], [45], [47], [49], [52], [54], [56], [59], [60], [62]
Estudios epidemiológicos o ambientales (incidencia de enfermedades, prevención, eventos relacionados con factores externos, condiciones climáticas)	[18], [23], [24], [29], [30], [31], [33], [34], [38], [42], [46], [51], [53], [55], [57]

Se utilizaron series temporales para valorar políticas de salud, mejorar la administración hospitalaria y examinar sucesos epidemiológicos o ambientales.

Para los tipos de datos temporales analizados mediante series temporales, se clasificaron los datos empleados de acuerdo con su carácter, estos se muestran en la tabla X.

TABLA X
TIPO DE DATO TEMPORAL ANALIZADOS EN LA LITERATURA

Tipo de datos temporales analizados	Ref.
-------------------------------------	------

Admisiones, hospitalizaciones, reingresos, altas y uso hospitalario general	[14], [15], [20], [22], [27], [34], [37], [43], [45], [57], [63], [64]
Mortalidad, complicaciones y resultados clínicos específicos	[18], [29], [35], [39], [40], [41], [42], [44], [46], [48], [54], [60]
Tiempos y duración de atención hospitalaria (esperas, atención, duración de estancia)	[19], [21], [25], [26], [30], [49], [50], [59]
Salud mental (urgencias, visitas y hospitalizaciones psiquiátricas)	[23], [24], [33], [36], [38]
Indicadores económicos (costos hospitalarios, facturación)	[17], [28], [51], [53]
Eventos clínicos específicos (cirugías, partos, procedimientos médicos)	[16], [32], [52], [56], [58], [61]
Factores externos específicos (COVID-19, clima, contaminación ambiental)	[31], [47], [55], [62]

Respecto a las principales variables medidas para evaluar el efecto, los estudios examinaron una diversidad de factores clasificados en categorías clínicas, operativas y económicas representadas en la tabla XI.

TABLA XI
VARIABLES MEDIDAS EVALUADAS EN LA LITERATURA

Categoría	Ref.
Admisiones, hospitalizaciones, reingresos	[14], [15], [22], [27], [34], [37], [42], [43], [44], [46], [56], [57], [62], [63]
Mortalidad y supervivencia (general o específica)	[29], [30], [31], [40], [41], [48], [54]
Tiempos de atención, espera o duración de estancia hospitalaria	[19], [21], [25], [26], [49], [50], [52]
Uso de medicamentos, prácticas clínicas o tratamientos específicos	[16], [17], [32], [35], [58], [60], [61], [64]
Indicadores de servicios de emergencia y uso hospitalario	[20], [28], [47], [55], [59]
Salud mental, autolesiones, consultas psiquiátricas	[23], [24], [33], [36], [38]
Indicadores económicos (costos, ingresos, ROI, facturación)	[51], [53]
Calidad del servicio clínico, predicción o precisión de modelos	[18], [39], [45]

Para analizar los resultados cuantitativos, los estudios informaron cifras como diferencias absolutas, tasas de variación, coeficientes de probabilidad o tasas ajustadas, las cuales se muestran en la tabla XII.

TABLA XII
RESULTADOS CUANTITATIVOS ANALIZADOS EN LA LITERATURA

Ref.	Resultados
[14]	Mortalidad post-ictus ↓; acceso a unidades ↑; sin mayor costo.
[15]	Admisiones -18% (no cáncer), -9% (cáncer); paliativos +15.2%, mortalidad cáncer ↑ menos.
[16]	Pruebas de amoníaco -0.002 a -0.012 por semana; FFP +0.24 por hospitalización.
[17]	Costo ↓93%; uso de PCSK9 ↑ notablemente.
[18]	HOBSI ↑ (IRR 1.006), CLABSI estable; menor mortalidad en CLABSI (OR 0.27).
[19]	Evaluación -13 min; fuga -2%; estancia +29 min.
[20]	Admisiones ↑ post-incendio, sobre todo salud mental.
[21]	ED -10% en confinamiento, +7% post-COVID; ambulancias -13%, otros +17%.
[22]	Hospitalizaciones bajaron 82% tras ingreso a residencia.
[23]	10% ↓empleo = 15 ED psiquiátricas más por 100 afroamericanos.
[24]	Riesgo ED salud mental aumentó 15% por calor extremo.
[25]	Listas de espera cardíacas ↑40% post-COVID.
[26]	Tiempo a consulta bajó 0.51 h (p=0.007).

[27]	Afroamericanos con Medicaid ↑4.5%; mortalidad OR 1.15.
[28]	Estancia -1.5 a -3.7 días; ED -0.36/100; ahorro hasta \$547K por 100 pacientes.
[29]	Mortalidad ↓44% ACV, ↓32% IAM en 20 años.
[30]	BCPR mejora 5x si EMS llega <5 min; solo 2x si >5 min.
[31]	↑63% OHCA con SARS-CoV-2.
[32]	↑parto no supino 29%→63%, ↑contacto piel con piel 27%→60%.
[33]	↑consultas ambulatorias 18%, ↑hospitalizaciones 22%.
[34]	↓mortalidad 3.7%→2.9%, ↓reingresos 17%→14%.
[35]	↓19.3% preeclampsia, ↓15.2% FGR.
[36]	↑21% evaluaciones biopsicosociales, ↓8% autolesiones repetidas.
[37]	↑transferencias pediátricas 14.5%→19.7%.
[38]	↓antidepresivos 15%, ↑empleo 6%.
[39]	↓problemas clínicos en transferencias 33%→18%.
[40]	↑20.1% admisiones a unidad de ACV, ↓mortalidad 5.2%.
[41]	↑ROSC 14.8%→18.6%, ↑supervivencia 4.6%→6.1%.
[42]	↓ictus 7.1%→2.6%, ↓reingresos 13.5%→8.1%.
[43]	↓estancia media 9.5→8.2 días, ↓mortalidad 3.1%→2.7%.
[44]	↑asegurados 52%→66%, ↓mortalidad 2.4%→1.9%.
[45]	MAE predicción camas 4.2%, admisiones 3.9%.
[46]	↑riesgo UCI y mortalidad en pacientes con niveles elevados de IL-6 y ferritina.
[47]	↑exactitud predicción 2 días antes con MAE 6.5%.
[48]	Mortalidad 24h/72h ≈ sin cambio.
[49]	Estancia ED ↓24 min y evaluación médica ↓12 min.
[50]	↓Tiempo a antibióticos de 198 a 98 min.
[51]	Pacientes ↓25.3% y facturación por paciente ↑59.1%.
[52]	La desigualdad ↑ (2002), ↓ 2002–2010 (0.90 días/trimestre), y ↑ desde 2010 (1.48 días/trimestre).
[53]	Ingresos ↓\$172646 y luego ↑\$83082.
[54]	Sepsis ↓24.7% (5.7 a 4.3/1000) y ROI ↑\$112.5 por \$1.
[55]	↑PM2.5 elevó riesgo de OHCA (RR 1.022) y ↓CO lo redujo.
[56]	No cambió % de cirugías oportunas.
[57]	Reingresos por EPOC ↓de 17.8% a 15.5%.
[58]	↑Entregas verificadas (66.5% a 79.2%).
[59]	GRNN alcanzó ↑88.8% de exactitud y MAE ↓6.5%.
[60]	Partos prematuros ↓de 13.3% a 8.6%.
[61]	Superposición ↓de 20.8% a 12.8%, urgencias ↓de 57.2 a 44.5 por 1000.
[62]	↑aHSI >95% en pico útil para monitoreo.
[63]	Ocupación camas ↑de 63.6% a 71.2% y estancia ↓de 3.5 a 3.1 días.
[64]	Visitas ED ↓de 1.9 a 1.2/1000 y IAM ↑de 0.18% a 0.35%.

Los estudios indicaron efectos medibles como reducciones en la mortalidad, mejoras en los tiempos de cuidado y disminuciones en los gastos operacionales.

En relación con la observación de mejoras sostenidas en el tiempo tras aplicar la intervención, se detectaron investigaciones con avances constantes, mejoras parciales o sin modificaciones significativas, como se detalla en la tabla XIII

TABLA XIII

MEJORAS TRAS INTERVENCIÓN DEL USO DE SERIES TEMPORALES

Tipo de resultado observado	Ref.
Sí hubo mejora sostenida clara	[14], [15], [16], [17], [20], [22], [26], [28], [29], [32], [34], [35], [36], [38], [39], [40], [42], [43], [45], [47], [50], [51], [54], [58], [59], [60], [61], [62], [63]
Hubo mejora parcial, limitada o temporal	[19], [27], [30], [33], [44], [46], [49], [53], [55]
No hubo mejora o los resultados empeoraron o fueron neutros	[18], [21], [23], [24], [25], [31], [37], [41], [48], [52], [56], [57], [64]

Para abordar el entorno en el que se desarrollaron los estudios, estos se llevaron a cabo en diversos en sistemas nacionales, redes hospitalarias o centros singulares, como se muestra en la tabla XIV.

TABLA XIV

ENTORNOS APLICADOS EN LA LITERATURA ANALIZADA

Entorno del estudio	Ref.
Sistema nacional o regional (múltiples hospitales o cobertura nacional)	[14], [15], [17], [20], [21], [23], [25], [27], [29], [30], [31], [34], [41], [43], [52], [55], [61], [62], [64]
Redes específicas o varios hospitales dentro de regiones definidas	[16], [22], [24], [33], [36], [37], [39], [40], [42], [47], [48], [53], [54], [57], [63]
Hospital único o centro de atención específico	[18], [19], [26], [28], [32], [35], [38], [44], [45], [46], [49], [50], [51], [56], [58], [59], [60]

Para analizar el periodo temporal, las etapas de estudio fluctuaron entre menos de 2 años y más de 10 años, los cuales se detallan en la tabla XV.

TABLA XV

RANGO DE PERIODO EXAMINADO EN LA LITERATURA

Rango del periodo	Ref.
Menos de 2 años	[49], [58], [60], [62], [63]
2 a 5 años	[15], [24], [26], [32], [35], [37], [45], [47], [50], [51], [53], [56], [59], [64]
Más de 5 a 10 años	[14], [16], [18], [19], [20], [21], [22], [27], [28], [30], [31], [33], [34], [36], [38], [40], [41], [42], [43], [44], [48], [52], [54], [55], [57], [61]
Más de 10 años	[17], [23], [25], [29], [39], [46]

Con relación a las condiciones que pudieron influir en los resultados, se mencionaron elementos tales como la pandemia del COVID-19, políticas institucionales, calidad de la información y situaciones socioeconómicas, esto se detalla en la tabla XVI.

TABLA XVI

CONDICIONES QUE INFLUYERON EN LOS RESULTADOS DE LA LITERATURA ANALIZADA

Condiciones influyentes	Ref.
Factores relacionados con COVID-19 (restricciones, pandemia, cuarentenas)	[21], [25], [26], [33], [37], [49], [51], [53], [56], [59]
Políticas, reformas o intervenciones gubernamentales o institucionales	[14], [17], [19], [27], [28], [43], [44], [48], [52], [54], [57], [61], [62], [63]
Factores ambientales (clima, contaminación)	[20], [24], [47], [55]
Limitaciones o problemas específicos en la implementación de protocolos o programas	[16], [29], [30], [35], [36], [39], [40], [50], [58]
Condiciones socioeconómicas y desigualdades	[23], [34], [38], [60]
Factores relacionados con la calidad, precisión o disponibilidad de datos	[18], [41], [42], [45], [46]
Factores relacionados con recursos hospitalarios o sanitarios limitados	[15], [22], [31], [32], [64]

IV. DISCUSIONES

La mayoría de los estudios analizados en esta revisión sistemática se centran en eventos cardiovasculares y neurológicos atendidos en hospitales públicos o servicios de urgencias, mientras que pediatría, obstetricia y listas de espera quirúrgicas siguen siendo nichos poco explorados [14], [15],

[18], [20], [22], [25]. Aun así, la amplitud muestral es muy dispar: desde series clínicas de < 1 000 casos [41], [46], [53] hasta bases administrativas que superan el millón [21], [23], [57], lo que obliga a equilibrar potencia estadística y granularidad clínica.

Los criterios de selección privilegian adultos con diagnósticos específicos y, aunque muchos estudios excluyen datos duplicados o inválidos [14], [18], [37], [60], persiste un reporte irregular de omisiones por institución, zona o periodo [17], [20], [24], [35], [42], [53]. Esto compromete la reproducibilidad y la validez externa cuando el contexto hospitalario varía.

Metodológicamente domina la ITS con regresión segmentada para detectar cambios de nivel o pendiente [16], [26], [28], [32], [43], con ajustes adicionales (Prais-Winsten, ARIMA) y modelos híbridos como DLNM, splines, BSTS [29], [35], [40], [45], [55].

En cuanto a su aplicación, los estudios reflejaron la valoración de políticas o incentivos [14], [17], [27], [44], optimización operativa como listas de espera o tiempos en emergencias [19], [25], [36], [45], [49], y vigilancia epidemiológica o ambiental [20], [24], [31], [55], [62]. Por ello, los indicadores temporales más frecuentes son admisiones, estancias y reingresos [22], [30], [34], [43], [63], seguidos de mortalidad y complicaciones clínicas [29], [41], [48], [54], [60]; las variables de calidad del servicio, seguridad del paciente o procedimientos quirúrgicos aún son marginales [18], [39], [52].

Los efectos cuantitativos varían: reducciones de reingresos (-18 % a -52 %) y tiempos en urgencias [14], [25], [57], incrementos de costos tras cambios de precios (-93 %) [17] y precisiones > 88 % cuando la ITS se combina con redes neuronales [59]. Aproximadamente dos tercios de los estudios muestran mejoras sostenidas, un tercio beneficios parciales y pocos hallazgos neutros, reflejando la influencia del contexto y la fidelidad de implementación [26], [33], [40], [56].

La mayoría analiza sistemas nacionales durante 5-10 años; los seguimientos muy breves, los > 10 años y los estudios en hospitales únicos son escasos [16], [28], [50], [58], [63]. Entre los factores externos destacan la pandemia, reformas institucionales y, en menor grado, clima y contaminación; la escasez de estudios sobre recursos hospitalarios limitados señala un vacío importante para futuras agendas [21], [37], [47], [64].

Asimismo, los tres estudios mixtos evidencian que la métrica temporal no basta: los usuarios detectaron demoras no reflejadas en la ITS-ARIMA [11], las fallas de protocolo neutralizaron el efecto esperado [12] y la resistencia institucional limitó las mejoras planificadas [13], recordando que procesos y cultura organizacional deben valorarse junto al modelo estadístico.

Con relación a los vacíos metodológicos incluyen la falta de control de confusión y la limitación de estudios en un solo centro o región, lo que restringe la generalización de los resultados [16], [31], [36]. También se recalcó la necesidad de

estudios de ITS multicéntricos y multinacionales para mejorar la generalizabilidad de los hallazgos [18], [53], [57]. Además, la integración de factores contextuales y la evaluación a largo plazo de las intervenciones junto con el uso de modelos híbridos con técnicas avanzadas para optimizar los resultados se presentan como áreas de mejora [21], [24], [27], [31], [38], [59].

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con la literatura analizada, la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión fueron cuantitativos y emplearon principalmente ITS con regresión segmentada como metodología central para evaluar intervenciones en el sector salud.

En cuanto a los datos bibliométricos, en el año 2023 se han publicado la mayor cantidad de estudios, destacando revistas como BMC Open y editoriales como Elsevier. Además, Australia fue el país con más publicaciones, y predominó la publicación en revistas indexadas con orientación clínica y de gestión hospitalaria.

La mayoría de los estudios examinados en la presente RSL miden el efecto de políticas o incentivos sobre admisiones, estancias y reingresos en adultos hospitalizados por patologías cardio-neurológicas o atendidos en urgencias. Las series suelen abarcar cinco a diez años en sistemas nacionales o regionales, y la pandemia emerge como el principal factor externo que modula la demanda y los resultados.

Asimismo, el aporte de los estudios mixtos demostró que demoras percibidas, fallas de protocolo y resistencia institucional, invisibles en las series temporales, pueden anular los beneficios cuantitativos esperados, resaltando la necesidad de integrar contexto operativo y cultura organizacional en la interpretación de resultados.

En ese contexto, se responde a la pregunta de investigación sobre las implicancias del uso de técnicas de series temporales aplicadas en el sector salud según la literatura científica examinada, por un lado, brindan un instrumento cuantitativo sensible para evaluar rápidamente el impacto de políticas, incentivos y choques externos, optimizar flujos hospitalarios y anticipar brotes o sobrecargas.

Por otro lado, evidencian que dichos beneficios solo se sostienen cuando los datos son confiables, los protocolos se implementan con fidelidad y existe una cultura organizacional capaz de actuar sobre la información generada, pues de lo contrario los efectos positivos detectados se atenúan o incluso se revierten.

REFERENCIAS

- [1] OECD, "Health at a Glance 2023: OECD Indicators". Paris: OECD Publishing, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1787/7a7afb35-en>
- [2] ISO, "Guía sencilla para entender el análisis de datos sanitarios", ISO. Accedido: 12 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/es/asistencia-sanitaria/analisis-datos-sanitarios>
- [3] E. Reno, B. Li, M. Eutermoser, C. Davis, J. Haukoos, y B. Shy, "Temporal associations between emergency department and telehealth volumes during the COVID-19 pandemic: A time-series analysis from 2 academic medical

- centers", *Am. J. Emerg. Med.*, vol. 54, pp. 238-241, abr. 2022, doi: 10.1016/j.ajem.2022.01.046.
- [4] Y. He *et al.*, "Healthcare utilization in the departments of obstetrics and gynecology during the first two years of the COVID-19 pandemic: time series analysis in Jining, China", *BMC Public Health*, vol. 25, n.º 1, p. 996, mar. 2025, doi: 10.1186/s12889-025-22160-1.
- [5] L. Brunner *et al.*, "Comparative inpatient care of cancer vs. non-cancer patients in Switzerland during the national COVID-19 lockdown: a nationwide interrupted time series analysis", *BMC Cancer*, vol. 25, n.º 1, p. 477, mar. 2025, doi: 10.1186/s12885-025-13818-5.
- [6] J. Hoong, B. Gibbons, B. Loh, C. Tan, y C. Chen, "Impact of the value driven outcomes program among cataract surgery patients in Singapore: an interrupted time series analysis", *BMC Health Serv. Res.*, vol. 23, n.º 1, p. 486, may 2023, doi: 10.1186/s12913-023-09427-2.
- [7] M. Flojstrup, S. B. B. Bogh, M. Bech, D. P. Henriksen, S. P. Johnsen, y M. Brabrand, "Mortality before and after reconfiguration of the Danish hospital-based emergency healthcare system: a nationwide interrupted time series analysis", *BMJ Qual. Saf.*, vol. 32, n.º 4, pp. 202-213, abr. 2023, doi: 10.1136/bmjqs-2021-013881.
- [8] A. Staff, "Study: 47% of data is underutilized in healthcare decision-making", *Arcadia*. Accedido: 18 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://arcadia.io/resources/underutilized-healthcare-data>
- [9] J. Wang *et al.*, "Current Use And Evaluation Of Artificial Intelligence And Predictive Models," *Health Aff.*, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2024.00842>
- [10] A. Quispe *et al.*, "Serie de Redacción Científica: Revisiones Sistemáticas", *Rev. Cuerpo Méd. Hosp. Nac. Almanzor Aguinaga Asenjo*, vol. 14, n.º 1, pp. 94-99, ene. 2021, doi: 10.35434/rmhnaaa.2021.141.906.
- [11] T. Mebrahtu *et al.*, "The impact of hospital command centre on patient flow and data quality: findings from the UK National Health Service," 2023. doi: 10.1093/intqhc/mzad072.
- [12] G. Combes, G. Owen, S. Damery, S. Flanagan, C. Brown, and G. Currie, "Implementing a new clinical pathway in a non-receptive context: Mixed methods evaluation of a new fracture pathway for older people in a hospital Trust in the West Midlands, UK," *PLoS One*, vol. 16, no. 2 February, Feb. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0247455.
- [13] M. Frith *et al.*, "Evaluation of the priority primary care centre program to reduce emergency department burden in regional Victoria, Australia: a mixed-method study," *BMJ Open*, vol. 13, no. 11, Nov. 2023, doi: 10.1136/bmjopen-2023-075773.
- [14] R. Grimley *et al.*, "The impact of pay-for-performance incentives for stroke unit access on public hospital costs and use, Queensland, 2012–17: interrupted time series analysis," *Medical Journal of Australia*, Mar. 2025, doi: 10.5694/mja2.52607.
- [15] L. Brunner *et al.*, "Comparative inpatient care of cancer vs. non-cancer patients in Switzerland during the national COVID-19 lockdown: a nationwide interrupted time series analysis," *BMC Cancer*, vol. 25, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1186/s12885-025-13818-5.
- [16] S. Shin, S. B. Roberts, Y. Sachar, A. A. Verma, F. Razak, and M. Brahmania, "Clinical impact of Choosing Wisely Canada hepatology recommendations: an interrupted time-series analysis using data from GEMINI," *BMJ Open Qual*, vol. 14, no. 1, Mar. 2025, doi: 10.1136/bmjopen-2024-003142.
- [17] L. Zhang, X. Wang, H. Yao, B. Ding, X. Gao, and X. Li, "Impact of national drug price negotiation policy on the accessibility and utilization of PCSK9 inhibitors in China: an interrupted time series analysis," *Int J Equity Health*, vol. 23, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12939-024-02208-1.
- [18] J. Krishnan *et al.*, "Comparative epidemiology of hospital-onset bloodstream infections (HOBIS) and central line-associated bloodstream infections (CLABSIs) across a three-hospital health system," *Infect Control Hosp Epidemiol*, Aug. 2024, doi: 10.1017/ice.2024.38.
- [19] A. Feral-Pierssens, I. Gaboury, C. Carbonnier, and M. Breton, "Redirection of low-acuity emergency department patients to nearby medical clinics using an electronic medical support system: effects on emergency department performance indicators," *BMC Emerg Med*, vol. 24, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12873-024-01080-0.
- [20] T. Lane *et al.*, "Long-term effects of a coalmine fire on hospital and ambulance use: An interrupted time series study," *Environ Res*, vol. 261, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.envres.2024.119693.
- [21] Z. Shabuz *et al.*, "Changes in urgent and emergency care activity associated with COVID-19 lockdowns in a sub-region in the East of England: Interrupted times series analyses," *PLoS One*, vol. 19, no. 11, Nov. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0311901.
- [22] K. Seaman, G. Huang, N. Wabe, A. Nguyen, S. Pinto, and J. Westbrook, "Hospitalisations before and after entry into a residential aged care facility: An interrupted time series analysis," *Australas J Ageing*, vol. 43, no. 1, pp. 61–70, Mar. 2024, doi: 10.1111/ajag.13249.
- [23] P. Singh, "Macroeconomic antecedents of racial disparities in psychiatric-related emergency department visits," *Front Psychiatry*, vol. 15, 2024, doi: 10.3389/fpsy.2024.1287791.
- [24] J. Corvetto, A. Federspiel, M. O. Sewe, T. Müller, A. Bunker, and R. Sauerborn, "Impact of heat on mental health emergency visits: A time series study from all public emergency centres, in Curitiba, Brazil," *BMJ Open*, vol. 13, no. 12, Dec. 2023, doi: 10.1136/bmjopen-2023-079049.
- [25] S. Catsis *et al.*, "Process modelling of NHS cardiovascular waiting lists in response to the COVID-19 pandemic," *BMJ Open*, vol. 13, no. 7, Jul. 2023, doi: 10.1136/bmjopen-2022-065622.
- [26] M. Weaver, D. Mok, I. Hughes, and H. L. Hattingh, "Effect of a Senior Cardiology Nursing Role on Streamlining Assessment of Emergency Cardiology Presentations During COVID-19: An Observational Study," *Heart Lung Circ*, vol. 32, no. 5, pp. 604–611, May 2023, doi: 10.1016/j.hlc.2023.02.012.
- [27] M. Hernandez-Morgan, C. Stypula, M. Fischer, T. Grogan, and J. Neelankavil, "Impact of the Affordable Care Act on Disparities in Access to and Outcomes After Coronary Artery Bypass Grafting," *J Racial Ethn Health Disparities*, vol. 10, no. 6, pp. 2783–2791, Dec. 2023, doi: 10.1007/s40615-022-01455-8.
- [28] A. Pincombe, T. J. Schultz, D. Hofmann, and J. Karnon, "Economic evaluation of a medical ambulatory care service using a single group interrupted time-series design," *J Eval Clin Pract*, vol. 29, no. 2, pp. 329–340, Mar. 2023, doi: 10.1111/jep.13771.
- [29] J. Santos *et al.*, "Ischemic Stroke and Acute Myocardial Infarction: Trends in in-Hospital Mortality in Brazil from 1998 to 2018," *International Journal of Cardiovascular Sciences*, vol. 36, 2023, doi: 10.36660/IJCS.20220217.
- [30] S. Lee, S. Hwang, J. Park, K. Song, and S. Do Shin, "Impact of Awareness Time Interval on the Effect of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation on Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Nationwide Study," *Yonsei Med J*, vol. 64, no. 5, pp. 327–335, 2023, doi: 10.3349/ymj.2022.0599.
- [31] J. Liu *et al.*, "Acute SARS-CoV-2 Infection and Incidence and Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest," *JAMA Netw Open*, vol. 6, no. 10, p. E2336992, Oct. 2023, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.36992.
- [32] R. Anderson *et al.*, "Implementing midwifery services in public tertiary medical college hospitals in Bangladesh: A longitudinal study," *Women and Birth*, vol. 36, no. 3, pp. 299–304, May 2023, doi: 10.1016/j.wombi.2022.09.006.
- [33] A. Perozziello, D. Sousa, B. Aubriot, and V. Dauriac-Le Masson, "Use of mental health services in the aftermath of COVID-19 waves: a retrospective study conducted in a French Psychiatric and Neurosciences University Hospital," *BMJ Open*, vol. 13, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.1136/bmjopen-2022-064305.
- [34] G. Hilland, T. Hagen, and P. Martinussen, "Stayin' alive: The introduction of municipal in-patient acute care units was associated with reduced mortality and fewer hospital readmissions," *Soc Sci Med*, vol. 326, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.socscimed.2023.115912.
- [35] K. Thirugnanasundralingam *et al.*, "Effect of telehealth-integrated antenatal care on pregnancy outcomes in Australia: an interrupted time-series analysis," *Lancet Digit Health*, vol. 5, no. 11, pp. e798–e811, Nov. 2023, doi: 10.1016/S2589-7500(23)00151-6.
- [36] G. Cully *et al.*, "Evaluation of a national clinical programme for the management of self-harm in hospital emergency departments: impact on patient outcomes and the provision of care," *BMC Psychiatry*, vol. 23, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s12888-023-05340-4.
- [37] K. Flynn-O'Brien *et al.*, "Pediatric Injury Transfer Patterns During the COVID-19 Pandemic: An Interrupted time Series Analysis," *Journal of*

- Surgical Research*, vol. 281, pp. 130–142, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.jss.2022.08.029.
- [38] T. Rose *et al.*, “The mental health and wellbeing impact of a Community Wealth Building programme in England: a difference-in-differences study,” *Lancet Public Health*, vol. 8, no. 6, pp. e403–e410, Jun. 2023, doi: 10.1016/S2468-2667(23)00059-2.
- [39] M. Haines *et al.*, “The burn injury transfer feedback form: A 16 year Australian statewide review of burn inter-hospital transfer,” *Burns*, vol. 49, no. 4, pp. 961–972, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.burns.2022.05.022.
- [40] R. Grimley *et al.*, “Impact of pay-for-performance for stroke unit access on mortality in Queensland, Australia: an interrupted time series analysis,” *Lancet Reg Health West Pac*, vol. 41, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.lanwpc.2023.100921.
- [41] A. Benhamed *et al.*, “Impact of the 2015 European guidelines for resuscitation on traumatic cardiac arrest outcomes and prehospital management: A French nationwide interrupted time-series analysis,” *Resuscitation*, vol. 186, May 2023, doi: 10.1016/j.resuscitation.2023.109763.
- [42] R. Grimley, T. Collyer, H. Dewey, N. Andrew, and D. Cadilhac, “Stroke and emergency department re-presentation after outpatient TIA management: an interrupted time series study,” *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 32, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106900.
- [43] Y. Wu *et al.*, “Evaluation of Length of Stay, Care Volume, In-Hospital Mortality, and Emergency Readmission Rate Associated with Use of Diagnosis-Related Groups for Internal Resource Allocation in Public Hospitals in Hong Kong,” *JAMA Netw Open*, vol. 5, no. 2, Feb. 2022, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.45685.
- [44] S. Stokes, K. Yamashiro, G. Rajasekar, M. Nuño, E. Salcedo, and A. Beres, “Medicaid Expansion Under the Affordable Care Act and Pediatric Trauma Patient Insurance Coverage,” *Journal of Surgical Research*, vol. 276, pp. 10–17, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.jss.2022.02.014.
- [45] E. Eyles, M. Redaniel, T. Jones, M. Prat, and T. Keen, “Can we accurately forecast non-elective bed occupancy and admissions in the NHS? A time-series MSARIMA analysis of longitudinal data from an NHS Trust,” *BMJ Open*, vol. 12, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.1136/bmjopen-2021-056523.
- [46] V. Pezoulas *et al.*, “ICU admission and mortality classifiers for COVID-19 patients based on subgroups of dynamically associated profiles across multiple timepoints,” *Comput Biol Med*, vol. 141, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.combiomed.2021.105176.
- [47] R. Murtas, S. Tunesi, A. Andreano, and A. G. Russo, “Time-series cohort study to forecast emergency department visits in the city of Milan and predict high demand: a 2-day warning system,” *BMJ Open*, vol. 12, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.1136/bmjopen-2021-056017.
- [48] J. Truchot *et al.*, “Trauma team leader and early mortality: An interrupted time series analysis,” *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 62, pp. 32–40, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.ajem.2022.09.048.
- [49] S. Odorizzi *et al.*, “Flow impacts of hot/cold zone infection control procedures during the COVID-19 pandemic in the emergency department,” *Canadian Journal of Emergency Medicine*, vol. 24, no. 4, pp. 390–396, Jun. 2022, doi: 10.1007/s43678-022-00278-0.
- [50] J. Seltzer, O. Frankfurt, and D. Kyriacou, “Association of an emergency department febrile neutropenia intervention protocol with time to initial antibiotic treatment,” *Academic Emergency Medicine*, vol. 29, no. 1, pp. 73–82, Jan. 2022, doi: 10.1111/acem.14335.
- [51] A. Lim, “Effect of a simplified billing form and the SARS-CoV-2 pandemic on compensable billings in an Australian metropolitan emergency department: An interrupted time series analysis,” *EMA - Emergency Medicine Australasia*, vol. 34, no. 4, pp. 632–635, Aug. 2022, doi: 10.1111/1742-6723.14015.
- [52] G. Kirkwood and A. M. Pollock, “Socioeconomic inequality, waiting time initiatives and austerity in Scotland: an interrupted time series analysis of elective hip and knee replacements and arthroscopies,” *J R Soc Med*, vol. 115, no. 10, pp. 399–407, Oct. 2022, doi: 10.1177/01410768221090672.
- [53] M. Behzadifar *et al.*, “The effect of COVID-19 on public hospital revenues in Iran: An interrupted time-series analysis,” *PLoS One*, vol. 17, no. 3 March, Mar. 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0266343.
- [54] A. R. Khowaja *et al.*, “The Return on Investment of a Province-Wide Quality Improvement Initiative for Reducing In-Hospital Sepsis Rates and Mortality in British Columbia, Canada,” *Crit Care Med*, vol. 50, no. 4, pp. E340–E350, Apr. 2022, doi: 10.1097/CCM.0000000000005353.
- [55] A. Ho *et al.*, “Air quality and the risk of out-of-hospital cardiac arrest in Singapore (PAROS): a time series analysis,” *Lancet Public Health*, vol. 7, no. 11, pp. e932–e941, Nov. 2022, doi: 10.1016/S2468-2667(22)00234-1.
- [56] J. Lenzi, S. Rousset, M. Fantini, and M. Gianino, “Impact of COVID-19 on Timing of Hip-Fracture Surgeries: An Interrupted Time-Series Analysis of the Pre/Post-Quarantine Period in Northern Italy,” *Int J Health Policy Manag*, vol. 11, no. 10, pp. 2083–2089, Oct. 2022, doi: 10.34172/ijhpm.2021.103.
- [57] L. Myers, R. Cash, V. Liu, and C. Camargo, “Reducing Readmissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Response to the Hospital Readmissions Reduction Program,” *Ann Am Thorac Soc*, vol. 18, no. 9, pp. 1506–1513, Sep. 2021, doi: 10.1513/AnnalsATS.202007-786OC.
- [58] C. Amon *et al.*, “Implementing structured handoffs to verify operating room blood delivery using a quality academy training program: An interrupted time-series analysis,” *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 33, no. 2, Apr. 2021, doi: 10.1093/intqhc/mzab061.
- [59] D. Duarte, C. Walshaw, and N. Ramesh, “A comparison of time-series predictions for healthcare emergency department indicators and the impact of COVID-19,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 8, Apr. 2021, doi: 10.3390/app11083561.
- [60] K. Palmer *et al.*, “Widespread implementation of a low-cost telehealth service in the delivery of antenatal care during the COVID-19 pandemic: an interrupted time-series analysis,” *The Lancet*, vol. 398, no. 10294, pp. 41–52, Jul. 2021, doi: 10.1016/S0140-6736(21)00668-1.
- [61] Y. Wang, M. Perri, H. Young, A. Abraham, and J. Jayawardhana, “Impact of drug utilization management policy on prescription opioid use in Georgia Medicaid,” *Journal of Pharmaceutical Health Services Research*, vol. 12, no. 2, pp. 188–193, Jun. 2021, doi: 10.1093/jphsr/rmaa026.
- [62] J. Moguerza *et al.*, “Health sufficiency indicators for pandemic monitoring,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 10, May 2021, doi: 10.3390/ijerph18105358.
- [63] M. Ranjbar, M. Bazyar, H. Jafari, M. Pakdaman, and V. Pirasteh, “Investigating the effect of health transformation plan on the public hospitals performance indicators; a case study from Iran,” *BMC Health Serv Res*, vol. 21, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s12913-021-07164-y.
- [64] S. Chou, A. Hong, S. Weiner, and J. Wharam, “Impact of High-Deductible Health Plans on Emergency Department Patients with Nonspecific Chest Pain and Their Subsequent Care,” *Circulation*, vol. 144, no. 5, pp. 336–349, Aug. 2021, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.052501.