

ORIGINAL

Capacidad potencial de un centro coordinador de urgencias y emergencias para predecir ingresos hospitalarios y en unidades de cuidados intensivos por COVID-19

Rafael Castro Delgado^{1,2,4}, Ricardo Delgado Sánchez^{3,4}, María del Carmen Duque del Río³, Pedro Arcos González¹

Objetivo. Analizar la asociación entre la demanda asistencial percibida en el Centro Coordinador de Urgencias y Emergencias (CCUE) de Castilla La Mancha (CLM) y los ingresos hospitalarios y en unidades de cuidados intensivos (UCI) por COVID-19, así como sus características temporales, para valorar la potencial aplicación como herramienta predictiva de ingresos por COVID-19.

Método. Estudio observacional retrospectivo de las llamadas diarias realizadas al CCUE de CLM entre el 1 de marzo y el 14 de octubre de 2020. Se analizaron los códigos "diarrea", "disnea", "fiebre" y "malestar general" que fueron usados como variables predictoras, y su relación con los ingresos hospitalarios y en UCI.

Resultados. A través del 112 se recibieron 831.943 llamadas (máximo el 13 de marzo: 10.582 llamadas). En la línea 900 fueron 208.803 llamadas (máximo el 15 de marzo: 23.744 llamadas). Se encontró una relación estadísticamente significativa entre los códigos de regulación estudiados y el número de llamadas con los ingresos hospitalarios y en UCI, con una capacidad predictora de 2 semanas en relación a los picos de ocupación. Los códigos con mayor relación fueron "malestar general" y "diarrea".

Conclusiones. Se encontró una asociación entre el número de llamadas a un CCUE por disnea, fiebre, malestar general y diarrea y el número de llamadas con los ingresos hospitalarios y en UCI por COVID-19 con una antelación de 2 semanas, principalmente por malestar general y diarrea. El diseño de sistemas expertos predictivos y su automatización mediante inteligencia artificial podría formar parte de los programas de preparación, planificación y anticipación de los sistemas de salud ante futuras pandemias.

Palabras clave: Centro coordinador de urgencias. COVID-19. Vigilancia epidemiológica. Tendencias. Predicciones.

Potential capacity of an emergency dispatch center to predict COVID-19-related hospital and intensive care unit admissions

Objective. To analyze the association between the perceived care demand in the emergency call center of Castilla La Mancha (and hospital and ICU admissions for COVID-19, as well as their temporal characteristics, to explore its potential capacity as a predictive tool for COVID hospital admissions.

Methodology. Retrospective observational study on the daily calls made to the emergency call center of Castilla La Mancha, both calls to 112 and those made to COVID line, in the period between March 1 and October 14, 2020. The data were analyzed by codes "diarrhea", "dyspnea", "fever" and "general discomfort" that were used as predictor variables, and their relationship with hospital admissions and ICU admissions.

Results. A total of 831,943 calls were received at the CLM emergency call center through 112, with a maximum on March 13, 2020 with 10,582 calls. On COVID line, a total of 208,803 calls were received in that period, with a maximum on March 15 with 23,744. A statistically significant relationship was found between the regulation codes studied (specific symptoms) and the number of calls with hospital admissions and ICU admissions, with a predictive capacity of 2 weeks in relation to occupancy peaks. The codes with the greatest relationship were "general malaise" and "diarrhea".

Conclusion. We have found an association between the number of calls to a CCUE due to dyspnea, fever, general discomfort, diarrhea and the number of calls with hospital admissions and ICU for COVID-SARS-2 2 weeks in advance, mainly due to general discomfort and diarrhea. The design of predictive expert systems and their automation using artificial intelligence could be part of the preparation, planning and anticipation programs of health systems in the near future in the event of future pandemics.

Keywords: Emergency dispatch center. COVID-19. Epidemiologic monitoring. Trends. Prediction.

Introducción

El sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles en España, formado por la Red

Nacional de Vigilancia Epidemiológica creada por el RD 2210/1995, es un modelo basado fundamentalmente en la notificación de enfermedades de declaración obligatoria por el sistema de médicos centinela y las redes

Filiación de los autores:

¹Unidad de Investigación en Emergencia y Desastre, Universidad de Oviedo, España.

²SAMU-Asturias, España.

³Gerencia de Urgencias, Emergencias y Transporte Sanitario, GUETS, SESCAM, Castilla-La Mancha, España.

⁴Red de Investigación de Emergencias Prehospitalarias (RINVERMER), SEMES, España.

Contribución de los autores:

Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Autor para correspondencia:

Rafael Castro Delgado
Facultad de Medicina
Área de Medicina Preventiva y Salud Pública
C/ Julián Clavería, 6
33006 Oviedo, España

Correo electrónico:

rafacastrosamu@yahoo.es

Información del artículo:

Recibido: 24-3-2021

Aceptado: 28-4-2021

Online: 7-9-2021

Editor responsable:

Agustín Julián-Jiménez

de vigilancia microbiológica. La actual pandemia por COVID-19 ha generado controversias relacionadas con la detección precoz por los sistemas de vigilancia epidemiológica tradicionales y con el establecimiento de medidas de preparación y evaluación de la respuesta del sistema sanitario^{1,2}.

En España, la transferencia de la asistencia sanitaria a las comunidades autónomas, junto con la Decisión del Consejo de Europa de 91/396 de 29 de junio de 1991³ de establecer el número 112 como único número europeo de emergencias, promovió la creación de los Servicios de Emergencias Médicas (SEM) autonómicos y sus correspondientes Centros Coordinadores de Urgencias y Emergencias (CCUE) como un enlace entre los distintos niveles asistenciales del Sistema Nacional de Salud. Aún coexisten dos puertas de entrada de las demandas a los SEM (061 y 112), aunque el modelo predominante, según marca la Decisión de Consejo, de 29 de julio, relativa a la creación de un número de llamada de urgencia único europeo (Diario Oficial n° L 217 de 06/08/1991 p. 0031 - 0032. 91/396/CEE) es el modelo integrador a través del 112. Los SEM han sido una importante puerta de entrada al sistema sanitario para los ciudadanos en la actual pandemia⁴, que ha afectado su actividad y operatividad diaria al igual que la del resto del sistema sanitario⁵.

Los CCUE reciben las llamadas telefónicas de asistencia urgente de la población y manejan diariamente una gran cantidad de datos relevantes. Entre ellos, los relacionados con los signos y síntomas provocados por la pandemia de COVID-19 en la población que demanda asistencia^{6,7}. Algunos países monitorizan esa información para crear alertas epidemiológicas⁸ usando y analizando esos grandes conjuntos de datos⁹ incluso en tiempo real¹⁰. Experiencias previas en España han mostrado que es posible detectar precozmente el pico de la onda epidémica de gripe estacional usando este tipo de sistema como método complementario a la vigilancia epidemiológica tradicional¹¹, y ya existen experiencias prácticas al respecto¹². La relevancia de los CCUE como puerta de entrada al sistema sanitario en pandemias y como elemento de triaje ya ha sido demostrada¹³. Desde el inicio de la pandemia de COVID-19, el teléfono 112/061 fue encargado de recibir todas las demandas sanitarias, tanto urgentes como de información, hecho que produce una sobrecarga asistencial que podría haber demorado la atención habitual a urgencias y emergencias. Por ello, se crearon flujos paralelos usando números telefónicos nuevos para las demandas de información específica por COVID-19 y manteniendo el 112/061 para atender las llamadas urgentes y emergentes. Estos números de información sanitaria también han mostrado utilidad en la vigilancia epidemiológica¹⁴.

Existe experiencia en el uso general de sistemas predictivos en tiempo real de tendencias epidémicas¹⁵ y, en el caso de la COVID-19, de la inteligencia artificial y los sistemas de información geográfica en el análisis predictivo para mejorar la preparación y respuesta del sistema sanitario ante la pandemia¹⁶. También hay estudios que han mostrado la utilidad de los datos generados en un

CCUE como herramienta complementaria de los sistemas tradicionales de vigilancia epidemiológica¹⁷ y de los sistemas automáticos predictivos de vigilancia epidemiológica^{18,19}. En la pandemia de COVID-19 hay artículos que relacionan las llamadas al sistema de emergencias y la vigilancia epidemiológica²⁰, aunque solo analizan la tendencia del total de llamadas y no tipos específicos de llamadas. La actual pandemia COVID-19 ha potenciado el estudio del análisis de tendencias en salud. Desde los campos de conocimiento de las matemáticas y del aprendizaje automático ("*machine learning*") se están desarrollando complejos modelos matemáticos para intentar predecir el comportamiento de la onda epidémica de la COVID-19²¹. Además, se están explorando distintos abordajes que permitan predecir las necesidades de hospitalización convencional y el uso de unidades de cuidados intensivos (UCI) con una antelación suficiente que permita una adecuada planificación de los recursos sanitarios²². En Francia se desarrolló un formulario web para la población destinado a un autotriaje por síntomas de la COVID-19 para disminuir la presión telefónica sobre los CCUE. En un análisis posterior, observaron que el pico de cuestionarios completados precedía en 5 días al pico de pacientes hospitalizados por COVID-19²³. En Italia se han desarrollado complejos modelos matemáticos que predicen la ocupación en UCI con 3 días de antelación²⁴, y se ha explorado la posibilidad de usar datos provenientes de redes sociales y búsquedas en internet para intentar predecir la onda epidémica²⁵. Es más conocida la relación entre el número de positivos diario y el aumento de hospitalizaciones en UCI al cabo de unos días²⁶. Sin embargo, y a pesar de tener una amplia implantación en países de nuestro entorno, no hemos encontrado ningún artículo en el que se analice la relación entre diferentes códigos de regulación sanitaria en los CCUE y la ocupación hospitalaria en planta o en UCI.

Partiendo de la hipótesis de que existen variables indicadoras asociadas a las llamadas a un CCUE que pueden potencialmente predecir los ingresos hospitalarios y en UCI por COVID-19, el objetivo de este estudio es analizar la asociación entre la demanda asistencial percibida en el CCUE de Castilla La Mancha (CLM) y los ingresos hospitalarios y en UCI por COVID-19, así como sus características temporales, para valorar su potencial aplicación como herramienta predictiva de ingresos COVID-19.

Método

Estudio observacional descriptivo retrospectivo elaborado sobre las llamadas diarias realizadas al CCUE de CLM, tanto las llamadas al 112 como las realizadas a la línea 900, en el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 14 de octubre de 2020. La CLM, según datos del INE 2020, cuenta con una población de 2.044.408 habitantes, distribuidos en las 5 provincias (Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara y Toledo), con una extensión geográfica de 79.463 km² y una densidad de población de 26,16 habitantes por km². Extensión geográfica y

Tabla 1. Llamadas totales y por códigos de regulación recibidas

	Total	Media	Mediana	(DM)	Rango intercuartílico	IC 95%	Máximo (Fecha)
Llamadas por diarrea	2.759	12,9	11,5	(4,6)	5,75	(11,92-13,83)	51 (17-03-20)
Llamadas por disnea	3.936	18,4	14,5	(8,4)	7	(16,13-20,65)	166 (13-03-20)
Llamadas por fiebre	2.880	13,4	10	(7,4)	6	(11,52-15,38)	139 (12-03-20)
Llamadas por malestar general	13.883	64,8	59	(13,5)	16	(62,28-67,46)	145 (13-03-20)
Llamadas 112	831.943	3887,6	3771	(503,3)	699,5	(3782,80-3992,36)	10582 (13-03-20)
Llamadas 900	208.803	975,7	374,5	(1042,6)	538,5	(660,78-1290,64)	18155 (15-03-20)
Total Llamadas	1.040.746	4863,3	4222,5	(1360,0)	813	(4476,96-5249,63)	23744 (15-03-20)

densidad de población son elementos importantes para el diseño y dimensionamiento de un SEM. En CLM la puerta de entrada para cualquier urgencia o emergencia es el 112, donde todos los organismos están integrados y donde el sector sanidad también lo está en la misma sala. El CCUE está ubicado en Toledo, y desde allí se gestionan y coordinan todas las urgencias y emergencias. Durante la pandemia por COVID-19, la puerta de entrada al servicio 112 fue duplicada con dos líneas 900, una para consultoría y otra para síntomas. En el 112 se dispone de operadores de demanda y de operadores de respuesta multisectorial (gestionan y coordinan los organismos públicos necesarios en cada incidente), además de un jefe de sala del 112. En el sector sanidad, se cuenta con personal médico (uno de ellos es el responsable del turno), personal de enfermería, meteorólogo y gestores de respuesta sanitaria.

Las llamadas fueron codificadas según el signo o síntoma principal manifestado por el demandante y recogido así por el coordinador sanitario de acuerdo a los códigos de regulación objeto de estudio ("diarrea", "disnea", "fiebre" y "malestar general") que fueron usadas como variables predictoras y que corresponden a los códigos de regulación usados en el CCUE con una mayor similitud con los síntomas asociados a la COVID-19. Además, se obtuvieron y analizaron los datos de los ingresos totales e ingresos en UCI en los hospitales de CLM para el mismo periodo de tiempo y se usaron como variables de resultado.

En el análisis estadístico se comprobó primero la normalidad de las distribuciones de las variables mediante los coeficientes de asimetría, kurtosis y el test de Lilliefors, y se expresaron como media y su desviación media (DM). Las relaciones entre variables se estudiaron mediante análisis de correlación y regresión y, en una segunda fase mediante regresión múltiple por mejores subconjuntos de variables predictoras. Se consideró un periodo de 2 semanas como tiempo de diferencia entre los picos de las variables dependientes e independientes. Se utilizaron intervalos de confianza (IC) del 95%.

Se obtuvo la aprobación por el Comité de ética de la investigación del Principado de Asturias (Código CEImPA nº 2021.214).

Resultados

Entre el 1 de marzo y el 30 de septiembre se recibieron en el CCUE de CLM a través del 112 un total de 831.943 llamadas, con una media diaria de 4.863 llama-

madas (DE: 2.867; IC 95%: 4.476-5.249) y un máximo el 13 de marzo de 2020 con 10.582 llamadas. Además, en la línea 900 se recibieron en ese periodo un total de 208.803 llamadas, con una media diaria de 976 llamadas (DM: 2.337; IC 95%: 661-1.290) y un máximo el 15 de marzo con 23.744. Estos datos junto a los correspondientes a las llamadas codificadas (diarrea, disnea, fiebre y malestar general), se expresan en la Tabla 1.

El día con un mayor número de pacientes ingresados en los hospitales de CLM por COVID fue el 1 de abril con 3.230 pacientes, y el máximo número de pacientes ingresados en las UCI se alcanzó el 4 y 7 de abril con 360 pacientes. La Figura 1 muestra la distribución temporal diaria de las variables estudiadas en los dos picos de la pandemia.

Todas las variables predictoras estudiadas mostraron correlaciones significativas con los ingresos hospitalarios y los ingresos en UCI, siendo mayores en el caso de los ingresos totales (Tabla 2). Las tres variables con mayor correlación directa fueron el malestar general, la diarrea y la disnea. Correlaciones más débiles se encontraron con la fiebre y con el número de llamadas, tanto totales como al 112 o a la línea 900. La Figura 2 muestra el análisis de correlación entre las variables dependientes e independientes con una mayor correlación significativa, junto con sus correspondientes rectas de regresión y sus IC 95%. En el análisis por mejores subconjuntos de variables predictoras de ingreso hospitalario y de ingreso en UCI, la diarrea y el malestar general parecen haber sido las principales contribuyentes al valor predictivo conjunto ($p < 0,01$ y $p = 0,01$ para diarrea y malestar general e ingreso en hospital, respectivamente, y $p < 0,01$ y $p = 0,01$ para diarrea y malestar general e ingreso en hospital y UCI, respectivamente).

Discusión

En nuestro estudio las llamadas al 112 y a la línea 900 han mostrado una baja, aunque significativa, correlación con los ingresos hospitalarios y en UCI en las 2 semanas siguientes. Idéntico hallazgo se ha producido con el número total de llamadas, que incluye las llamadas a la línea 900. El hecho de no haber encontrado significación estadística en el análisis de regresión lineal para las llamadas al 112 ni a la línea 900 refuerza la idea de que es la codificación por síntomas en un CCUE el principal factor que, potencialmente, podría ser utilizado como herramienta predictiva de ingresos por COVID-19. El número total de llamadas podría estar in-

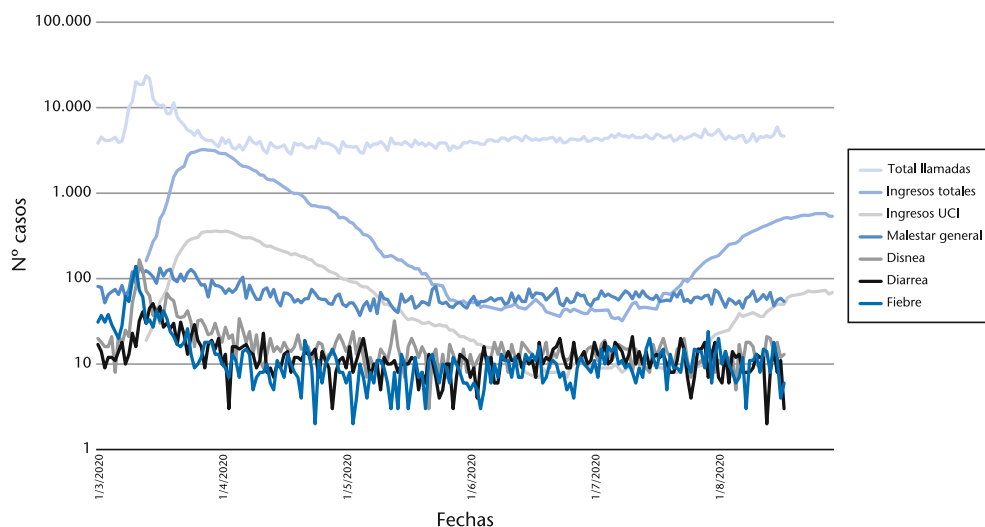


Figura 1. Distribución temporal de las variables estudiadas (escala de frecuencia logarítmica). UCI: unidad de cuidados intensivos.

fluido por las campañas previas de información sobre la instauración de nuevas líneas telefónicas de información y, por ello, la asociación observada podría no ser relevante en la predicción de tendencias a pesar de observarse dicha asociación estadísticamente significativa. Aún así, nuestros resultados son comparables a otros estudios en los que el número de llamadas al CCUE anticipó en más de 14 días el pico de ingresos en UCI²⁷. En este estudio al que hacemos referencia no se desglosaron las llamadas por códigos de regulación, pero se incluyeron otros aspectos como el uso de ambulancias.

En el caso de los códigos de regulación específicos, hemos encontrado una asociación mucho más fuerte con los ingresos hospitalarios y en UCI. Tras identificar los códigos de regulación de CCUE de CLM que mejor se identifican con la sintomatología por COVID-19²⁸, la correlación observada ha sido importante entre las llamadas por malestar general y diarrea y los ingresos hospitalarios, tanto en UCI como en ingresos totales, y lo mismo sucede en el análisis por regresión lineal. No se ha podido estudiar la correlación con las llamadas por tos al no tener una codificación específica. En el caso de la fiebre, a pesar de ser un síntoma típico por COVID-19, la correlación ha sido débil. No podemos demostrar una relación directa entre estos síntomas y la confirmación microbiológica de COVID-19, pero al margen de los estudios de frecuencia de síntomas de la COVID-19 en los que se identifican la fiebre, la tos, el cansancio y la dis-

nea como los síntomas más frecuentes²⁹, probablemente haya que considerar otros síntomas más inespecíficos percibidos y manifestados como tales por la población general. Estos dos síntomas (malestar general y diarrea) también obtienen los mejores resultados en el análisis por mejores subconjuntos como variables predictoras. Probablemente las llamadas por malestar general pudieran estar relacionadas con el cansancio y la disnea por parte del paciente. La diarrea la podemos considerar como un síntoma bien definido e identificado por el paciente y el operador de la llamada. Por ello, llama la atención su importante relación con los ingresos hospitalarios a pesar de ser un síntoma que, aunque descrito, es poco frecuente por COVID-19. La metodología empleada en nuestro estudio y las fuentes de datos utilizadas no nos aporta elementos objetivos que permitan dar una explicación sobre las posibles causas de este resultado.

Aunque hemos encontrado correlaciones positivas significativas con el número total de llamadas y las llamadas al 112 y a la línea 900, estas son menores que en los casos del análisis por síntomas. Aún así, ello sugiere que incluso los CCUE que no codifiquen las llamadas podrían usar el número total de llamadas para estimar el aumento de ocupación hospitalaria y en UCI con 2 semanas de antelación en el caso de la pandemia. El hecho de obtener una mayor potencia estadística en el caso de síntomas concretos pone de manifiesto la importancia de una correcta codificación de las llamadas a

Tabla 2. Valores del análisis de correlación y regresión lineal multivariante

	Ingresos UCI			Ingresos totales		
	r (p)	Coef regres multivariante	t (p)	r (p)	Coef regres multivariante	t (p)
Diarrea	0,64 (< 0,001)	2,20	2,42 (0,016)	0,73 (< 0,001)	22,57	3,53 (< 0,001)
Disnea	0,60 (< 0,001)	1,37	2,93 (0,003)	0,70 (< 0,001)	6,35	1,91 (0,056)
Malestar general	0,79 (< 0,001)	3,25	9,21 (0,000)	0,83 (< 0,001)	22,32	8,95 (< 0,001)
Fiebre	0,41 (< 0,001)	-0,057	-0,13 (0,89)	0,52 (< 0,001)	1,04	0,35 (0,726)
Llamadas 112	0,31 (< 0,001)	-0,07	-2,40 (0,99)	0,48 (< 0,001)	-0,46	-0,00 (0,999)
Llamadas 900	0,55 (< 0,001)	-0,02	-0,00 (1)	0,69 (< 0,001)	-0,23	-0,00 (1)
Total llamadas	0,53 (< 0,001)	0,027	0,00 (1)	0,69 (< 0,001)	0,30	0,00 (0,999)

r: coeficiente de correlación; UCI: unidad de cuidados intensivos.

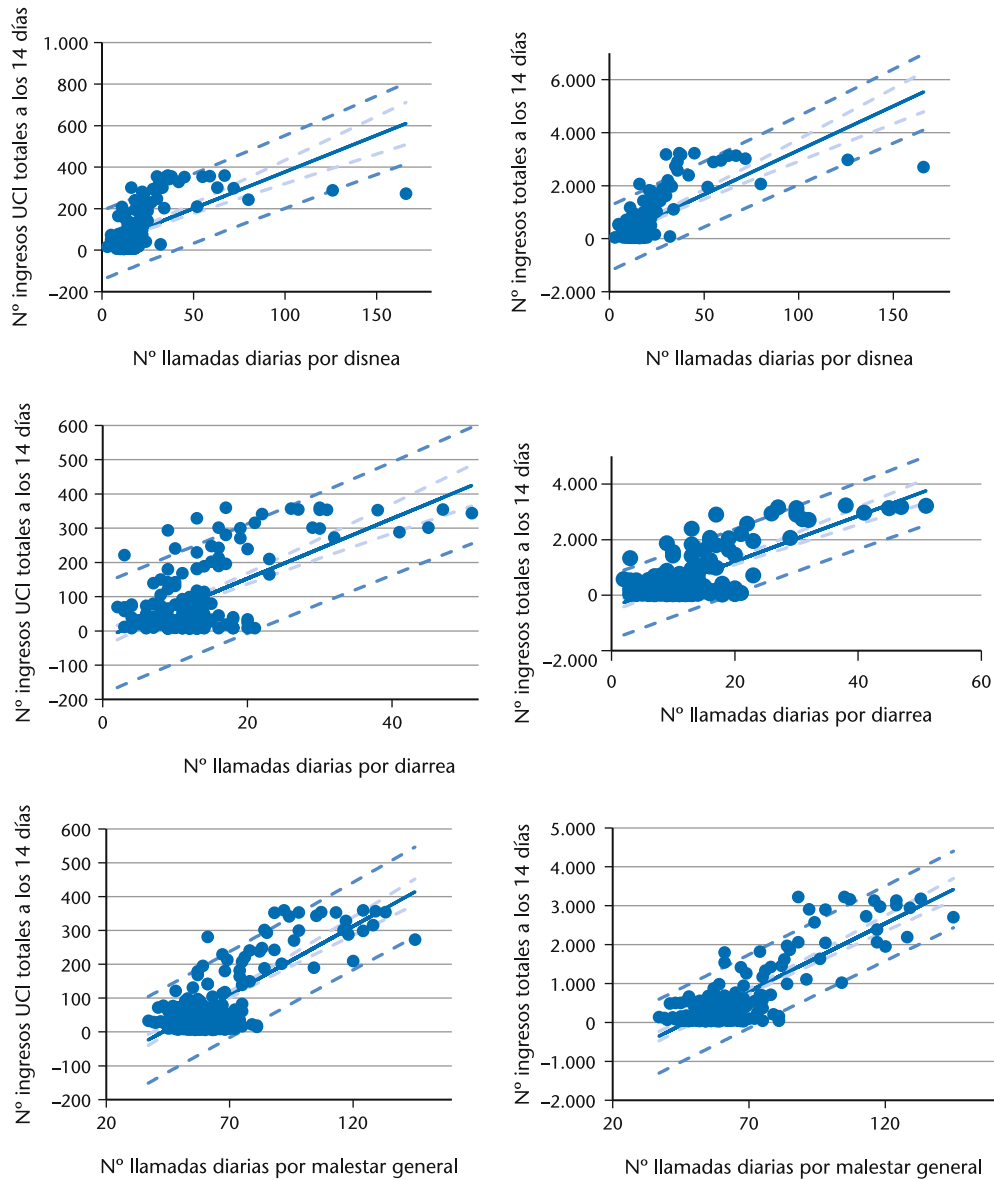


Figura 2. Diagramas de puntos y rectas de regresión y sus intervalos de confianza del 95% para la predicción de los puntos (azul oscuro) y de la recta de regresión (azul claro).

un CCUE. Un estudio reciente ha constatado también este hallazgo, aunque sin establecer su relación con indicadores de uso hospitalario³⁰. El hecho de que los CCUE sean estructuras del sistema sanitario presentes en gran cantidad de países hace que, mediante la implementación de un adecuado manejo de datos, puedan desempeñar un papel importante en la vigilancia epidemiológica en tiempo real de la pandemia por COVID-19 y potenciar su capacidad como herramienta de predicción de ocupación hospitalaria.

Entre las limitaciones de nuestro estudio está el factor de confusión que la existencia de 2 números de teléfono podría haber provocado en la población, lo que pudo haber producido un trasvase en el tipo de llamada entre ambas líneas. Aún así, la fuerte implantación del 112 como número de urgencias y emergencias en CLM hace que los datos obtenidos a partir de las llama-

das por síntomas percibidos por la población tengan la suficiente fiabilidad como para que los resultados estadísticos tengan relevancia clínica en el universo de estudio. Otra limitación inherente a los estudios realizados en los CCUE es la posible variabilidad entre distintos observadores, en este caso operadores de emergencias. Es por ello que es necesario que la arquitectura de recogida de datos en los CCUE sea realizada con el adecuado abordaje epidemiológico para su adecuada explotación y uso como herramientas de predicción. Los resultados de nuestro estudio pueden no ser extrapolables a otros CCUE o zonas geográficas, lo que requeriría otro abordaje y diseño epidemiológico. En este sentido, es clave una adecuada arquitectura en el sistema de clasificación de llamadas, la cual sería deseable que tuviera una estructura basada en modelos epidemiológicos de recogida de datos.

Como conclusión, hemos encontrado una asociación entre el número de llamadas a un CCUE por disnea, fiebre, malestar general, diarrea y número de llamadas con los ingresos hospitalarios y en UCI por COVID-19 con una antelación de 2 semanas, principalmente las llamadas por malestar general y diarrea. Una correcta codificación de las llamadas a los CCUE, junto con el diseño de sistemas expertos predictivos y su automatización mediante inteligencia artificial podría formar parte en un futuro cercano de los programas de preparación, planificación y anticipación de los sistemas de salud ante futuras pandemias.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en relación al presente artículo.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS. El estudio fue aprobado por Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias (Código CEImPA nº 2021.214).

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares.

Agradecimientos: Gerencia de Urgencias, Emergencias y Transporte Sanitario. GUETS. Servicio de Salud de Castilla-La Mancha. SESCAM. Servicio de Atención y Coordinación de Urgencias y Emergencias 112 de Castilla-La Mancha. Consejería de Hacienda y Administraciones Públicas. Dirección General de Protección Ciudadana.

Bibliografía

- García Basteiro A, Alvarez-Dardet C, Arenas A, Bengoa R, Borrell C, Del Val M, et al. The need for an independent evaluation of the COVID-19 response in Spain. *Lancet*. 2020;396:529-30.
- Castro Delgado R, Arcos González P. El análisis de la capacidad de respuesta sanitaria como elemento clave en la planificación ante emergencias epidémicas. *Emergencias*. 2020;32:157-9.
- Directiva 91/396/CEE: Decisión del Consejo, de 29 de julio de 1991, relativa a la creación de un número de llamada de urgencia único europeo. *Diario Oficial* nº L 217 de 06/08/1991. p. 0031-0032.
- Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Interim Guidance for Emergency Medical Services (EMS) Systems and 911 Public Safety Answering Points (PSAPs) for COVID-19 in the United States; Atlanta, GA, USA: Centers for Disease Control and Prevention (US); 2020.
- Lerner EB, Newgard CD, Mann NC. Effect of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic on the United States Emergency Medical Services System: A Preliminary Report. *Acad Emerg Med*. 2020;27:693-9.
- Jaffe E, Strugo R, Bin E, Blustein O, Rosenblat I, Alpert EA, et al. The role of emergency medical services in containing COVID-19. *Am J Emerg Med*. 2020;38:1526-7.
- Dami F, Berthoz V. Lausanne medical dispatch centre's response to COVID-19. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2020;28:37.
- Duijster JW. Utility of emergency call centre, dispatch and ambulance data for syndromic surveillance of infectious diseases: a scoping review. *Eur J Public Health*. 2020;30:639-47.
- Kayode Abiodun O. An Overview of Data Analytics in Emergency Management. *IJCTT*. 2018;63:35-40.
- Todkill D, Loveridge P, Elliot AJ, Morbey RA, Edeghere O, Rayment-Bishop T, et al. Utility of ambulance data for real-time syndromic surveillance: a pilot in the west midlands region, United Kingdom. *Prehosp Disaster Med*. 2017;32:667-72.
- Arcos González P, Pérez García S, Castro Delgado R. Potential role of Emergency Medical System call centres in epidemiological surveillance of seasonal influenza. *Cent Eur J Public Health*. 2019;27:64-7.
- Boletín Epidemiológico de Galicia. A gripe en Galicia na temporada 2019/20. *BEG*. 2020;32:1-7.
- Castro Delgado R, Arcos González P, Rodríguez Soler A. Sistema sanitario y triaje ante una pandemia de gripe: un enfoque desde la salud pública. *Emergencias*. 2009;21:376-81.
- Baker M. Early warning and NHS Direct: a role in community surveillance? *J Public Health Med*. 2003;25:362-8.
- Groeneveld GH, Dalhuijsen A, Kara-Zairi C, Hamilton B, de Waal MW, van Dissel JT, et al. ICARES: a real-time automated detection tool for clusters of infectious diseases in the Netherlands. *BMC Infect Dis*. 2017;17:201.
- Hertelendy AJ, Goniewicz K, Khorram-Manesh A. The COVID-19 pandemic: How predictive analysis, artificial intelligence and GIS can be integrated into a clinical command system to improve disaster response and preparedness. *Am J Emerg Med*. 2021 (En prensa). doi: 10.1016/j.ajem.2020.10.049.
- Coory MD, Kelly H, Tippett V. Assessment of ambulance dispatch data for surveillance of influenza-like illness in Melbourne, Australia. *Public Health*. 2009;123:163-8.
- Wang L, Ramoni MF, Mandl KD, Sebastiani P. Factors affecting automated syndromic surveillance. *Artif Intell Med*. 2005;34:269-78.
- Buckeridge DL. Outbreak detection through automated surveillance: a review of the determinants of detection. *J Biomed Inform*. 2007;40:370-9.
- Castaldi S, Maffeo M, Riviaccio BA, Zignani M, Manzi G, Nicolussi F, et al. Monitoring emergency calls and social networks for COVID-19 surveillance. To learn for the future: The outbreak experience of the Lombardia region in Italy. *Acta Biomed*. 2020;91(9-5):29-33.
- Rahimi I, Chen F, Gandomi AH. A review on COVID-19 forecasting models. *Neural Comput Appl*. 2021;4:1-11.
- Rodríguez-Llanes JM, Castro Delgado R, Pedersen MG, Meneghini M, Arcos González P. Surging critical care capacity for COVID-19: Key now and in the future. *Progress in Disaster Science*. 2020;8:100136.
- Galmiche S, Rahbe E, Fontanet A, Dinh A, Bénézit F, Lescure F, et al. Implementation of a Self-Triage Web Application for Suspected COVID-19 and Its Impact on Emergency Call Centers: Observational Study. *J Med Internet Res*. 2020;22:e22924.
- Farcomeni A, Maruotti A, Divino F, Jona-Lasinio G, Lovison G. An ensemble approach to short-term forecast of COVID-19 intensive care occupancy in Italian regions. *Biom J*. 2021;63:503-13.
- Li C, Chen LJ, Chen X, Zhang M, Pang CP, Chen H. Retrospective analysis of the possibility of predicting the COVID-19 outbreak from Internet searches and social media data, China, 2020. *Euro Surveill*. 2020;25:2000199.
- Ritter M, Ott DVM, Paul F, Haynes JD, Ritter K. COVID-19: a simple statistical model for predicting intensive care unit load in exponential phases of the disease. *Sci Rep*. 2021;11:5018.
- By the COVID-19 APHP-Universities-INRIA-INSERM Group (2020) Early indicators of intensive care unit bed requirement during the COVID-19 epidemic: A retrospective study in Ile-de-France region, France. *PLoS One*. 2020;15:e0241406.
- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395:497-506.
- Grant MC, Geoghegan L, Arbyn M, Mohammed Z, McGuinness L, Clarke EL, et al. The prevalence of symptoms in 24,410 adults infected by the novel coronavirus (SARS-CoV-2; COVID-19): A systematic review and meta-analysis of 148 studies from 9 countries. *PLoS One*. 2020;15:e0234765.
- Al-Wathinani A, Hertelendy AJ, Alhurishi S, Mobrad A, Riyadh Alhazmi R, Altuwajri M, et al. Increased Emergency Calls during the COVID-19 Pandemic in Saudi Arabia: A National Retrospective Study. *Healthcare (Basel)*. 2020;9:14.