



Original

Neumonía por COVID-19 en urgencias: ecografía pulmonar. Implicaciones pronósticas



Mónica Contreras-Moreira^{a*}, Elpidio Calvo Manuel^b y Joaquín Antonio Álvarez Gregori^c

^a Centro de Salud La Ventilla, Servicio Madrileño de Salud, Madrid, España

^b Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^c Servicio de Urgencias, Hospital Nuestra Señora del Prado de Talavera de la Reina, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de septiembre de 2024

Aceptado el 4 de diciembre de 2024

On-line el 23 de enero de 2025

Palabras clave:

Neumonía

COVID-19

Ecografía pulmonar

Urgencias

RESUMEN

Introducción y objetivos: en el paciente con COVID-19, el cuadro clínico permite estimar cierta probabilidad pre-test de afectación pulmonar, predicción que se incrementa al asociar la ecografía pulmonar. Esta aporta mayor sensibilidad que la radiografía de tórax en la detección de infiltrados y permite predecir el resultado de TC pulmonar patológico. Están descritos los hallazgos característicos de la neumonía por SARS-CoV-2 y se ha relacionado la localización de las lesiones con el pronóstico. Se han publicado pocas experiencias sobre la capacidad pronóstica de la ecografía pulmonar que prescindan de los parámetros de laboratorio de obtención hospitalaria.

Material y métodos: mediante un estudio observacional prospectivo, multicéntrico, de muestreo consecutivo, realizado entre abril y julio de 2020, se seleccionaron 263 pacientes adultos que acudieron a urgencias de hospitales españoles por síntomas compatibles con infección respiratoria. Se exploraron 6 campos por pulmón y se describió la presencia o ausencia de líneas B focales, líneas B globales, consolidación parenquimatosa, consolidación subpleural y derrame pleural. A los pacientes se les realizó, en el mismo día, una radiografía de tórax posteroanterior.

Resultados: en la población de estudio predominaron los varones. La principal comorbilidad fueron las neoplasias, seguidas de la enfermedad renal crónica y la cardiopatía isquémica. Fueron más frecuentes los pacientes con resultado positivo para la RT-PCR para SARS-CoV-2 y que precisaron ingreso, y el 8% fallecieron. La radiografía de tórax patológica fue positiva en el 75% de los enfermos, frente a un 94,59% de las ecografías. Los hallazgos más frecuentes fueron las líneas B focales en las zonas R6, R3 y L3. Destaca la especificidad de la consolidación bilateral o el infiltrado parcheado unilateral y, en ecografía, la especificidad de las líneas B globales, de las consolidaciones, tanto pulmonares como subpleurales y el derrame pleural izquierdo.

Conclusiones: se ha elaborado un modelo de regresión que incorpora los hallazgos de la ecografía pulmonar y predice la probabilidad de ingreso en los pacientes que acuden a los servicios de urgencias, sin utilizar otras pruebas de laboratorio hospitalario. Se puede elaborar una herramienta que permita al médico de familia identificar a los pacientes con elevada probabilidad de ser hospitalizados, de los que van tener un seguimiento ambulatorio para priorizar un enfoque terapéutico precoz o la derivación a urgencias.

© 2024 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

COVID-19 pneumonia: Lung ultrasound. Prognostic implications

ABSTRACT

Keywords:

Pneumonia

COVID-19

Lung ultrasound

Emergency

Introduction and objectives: In COVID-19 patients, the clinical picture allows estimating a certain pre-test probability of lung involvement; prediction that increases when associating lung ultrasound. This provides greater sensitivity than chest radiography in the detection of infiltrates, and makes it possible to predict the result of pathological pulmonary CT. The characteristic findings of SARS-CoV-2 pneumonia have been described, and the location of the lesions has been related to the prognosis. Few experiences have been published on the prognostic capacity of lung ultrasound, which do not include hospital-obtained laboratory parameters.

Material and methods: Through a prospective, multicenter, observational study with consecutive sampling, carried out between April and July 2020, 263 adult patients who attended the emergency department of Spanish

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: monica.contreras@salud.madrid.org (M. Contreras-Moreira).

hospitals due to symptoms compatible with respiratory infection were recruited. Six fields per lung were explored, and the presence or absence of focal B lines, global B lines, parenchymal consolidation, subpleural consolidation, and pleural effusion were described. The patients underwent a postero-anterior chest X-ray on the same day.

Results: Males predominated in the study population. The main comorbidity was neoplasms, followed by chronic kidney disease and ischemic heart disease. Patients with a positive result for SARS-CoV-2 RT-PCR and who required admission were more frequent, and 8% died. The pathological chest x-ray was positive in 75% of the patients, compared to 94.59% of the ultrasound scans. The most frequent findings were focal B lines in zones R6, R3, and L3. The specificity of bilateral consolidation or unilateral patchy infiltrate stands out, and in ultrasound the specificity of global B lines, consolidations, both pulmonary and subpleural, and left pleural effusion.

Conclusions: A regression model has been developed that incorporates the findings of the lung ultrasound and predicts the probability of admission in patients presenting to the emergency department, without using other hospital laboratory tests. A tool can be developed that allows the family physician to identify patients with a high probability of being hospitalized from those who will have an outpatient follow-up, to prioritize an early therapeutic approach or referral to the emergency room.

© 2024 The Author(s). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Introducción

Carga de enfermedad de las enfermedades respiratorias. COVID-19

Las enfermedades respiratorias contribuyen en gran medida a la carga de enfermedad mundial. Cinco enfermedades respiratorias (asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), infecciones respiratorias agudas, tuberculosis y cáncer de pulmón) se encuentran entre las principales causas de mortalidad¹. El cáncer letal más común en el mundo es el de pulmón, que mata a 1,6 millones de personas cada año². En 2015, 1.400.000 personas desarrollaron tuberculosis, muriendo 1.400.000 por esta causa². La neumonía provoca el 14% de las muertes en menores de 5 años, causando la muerte de 740.180 niños en 2019³ y originando más de 800.000 ingresos hospitalarios anuales en Estados Unidos⁴.

En España, la EPOC y el cáncer de pulmón constituyeron la cuarta y quinta causa de mortalidad en 2016, produciendo el 6,9 y el 5,0% de los fallecimientos, respectivamente². En el año 2019 se produjeron 635.538 ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, incluyendo tumores⁵.

Desde diciembre de 2019, la pandemia por el virus SARS-CoV-2 ha impactado de manera notable en la salud de la población mundial. El 13 de diciembre de 2023 se habían confirmado 772.138.818 casos de COVID-19, causando un total de 6.985.964 fallecimientos en todo el mundo⁶.

En España, en esa misma fecha, se habían registrado 13.980.340 casos y 121.852 fallecimientos⁶. En 2020 las enfermedades del aparato respiratorio fueron la principal causa de hospitalización (12,4% del total).

Respecto al impacto de la pandemia por COVID-19 en la atención primaria de nuestro país, disponemos de datos indirectos. Se ha estimado que durante la primera ola, de un millón de afectados por un cuadro clínico compatible con COVID-19 y sin test microbiológico, 900.000 constituyeron cuadros leves y fueron atendidos en atención primaria⁷. La labor de vigilancia epidemiológica mediante el rastreo de casos se realizó desde los centros de salud, y esta se solapó con la tarea asistencial (en el centro de salud y en el domicilio de los pacientes) y con el seguimiento de pacientes realizado fundamentalmente de manera no presencial, lo que sobrecargó la atención primaria^{8,9}.

Neumonía

La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) es una enfermedad aguda causada por una infección del parénquima pulmonar adquirida fuera del ámbito hospitalario. Esta definición excluye la neumonía intrahospitalaria¹⁰.

Desde el punto de vista epidemiológico, constituye una de las principales causas mundiales de morbilidad en pacientes inmunocompetentes e inmunocomprometidos¹¹. Constituye la primera causa de muerte por infección y continúa siendo un problema de salud muy relevante, con una incidencia anual de 2–5 adultos por cada 1.000 habitantes^{12,13}.

Diagnóstico por imagen

El diagnóstico de NAC generalmente requiere la identificación de un infiltrado radiológico en un paciente con un síndrome clínicamente compatible (p. ej., fiebre, disnea, tos y producción de espuma)¹⁴.

A la mayoría de los pacientes se les realiza radiografía de tórax posteroanterior y lateral. Los hallazgos radiológicos NAC incluyen: consolidaciones lobares, infiltrados intersticiales y/o cavitaciones, que no son exclusivos de la neumonía y pueden corresponder a otras enfermedades, que deberemos considerar en función de la evolución del paciente (insuficiencia cardíaca congestiva con edema pulmonar, tromboembolismo pulmonar, hemorragia pulmonar, atelectasias, neumonitis química o aspirativa, reacciones a fármacos, tumores pulmonares, collagenopatías, vasculitis, exacerbación de bronquiectasias o neumopatías intersticiales).

Si la sospecha clínica es elevada, a pesar de una radiografía normal, como puede ocurrir en pacientes inmunodeprimidos o en pacientes con exposición conocida a patógenos respiratorios, se realiza una tomografía computarizada (TC) de tórax. También está indicada cuando el paciente no experimenta mejoría clínica a pesar del tratamiento y para evaluar posibles complicaciones, como derrames pleurales o abscesos pulmonares¹⁵.

La ecografía pulmonar en el estudio de la neumonía se está convirtiendo en una técnica cada vez más utilizada en varios entornos¹⁶. Ha demostrado una elevada sensibilidad en el diagnóstico de las consolidaciones neumáticas, superior a la radiografía de tórax, permitiendo una menor exposición a radiaciones ionizantes¹⁷⁻¹⁹. Además, en el seguimiento de pacientes con neumonía, permite observar la evolución desde la consolidación, que persiste con menor tamaño a los 7 días y muestra una resolución completa a los 14 días²⁰.

Dado que en la mayoría de los casos la neumonía afecta el tejido pulmonar periférico, las vías respiratorias periféricas y los alvéolos están inundados por un exudado rico en neutrófilos que desplaza al aire del tejido afectado, dando lugar a artefactos que permiten la evaluación ecográfica, si la lesión se extiende hasta la pleura¹⁶.

Se han definido criterios ecográficos para la NAC. Entre los criterios parenquimatosos, destacan la presencia de broncogramas aéreo y líquido positivos, a menudo dependientes de la respiración, lesiones bilaterales en el 10–15% de los casos y alveograma fluido superficial. El papel de las líneas B en el diagnóstico de la neumonía es

controvertido, si bien está aceptado que se pueden encontrar en neumonía intersticial. Existe una buena correlación entre la presencia de estos criterios y hallazgos patológicos en la TC pulmonar durante el seguimiento¹⁶.

Neumonía por SARS-CoV-2

Sabemos que la manifestación más grave de la COVID-19²¹ es la neumonía²². Una vez realizado el diagnóstico microbiológico mediante la detección de antígenos víricos o mediante la RT-PCR (prueba de referencia), nos debemos plantear, en función de los signos y síntomas que presente el paciente, sus factores de riesgo y comorbilidades, su abordaje²³.

En el contexto epidemiológico reciente por la pandemia de COVID-19, el uso de la ecografía pulmonar se ha generalizado, permitiendo, mediante un menor uso de las radiaciones ionizantes^{19,24}, clasificar a los pacientes covid positivos en fenotipos de afectación pulmonar según la ecografía²⁵, detectar infiltrados con mayor sensibilidad que la radiografía de tórax^{26,27} y predecir la positividad de una prueba RT-PCR para SARS-CoV-2²⁵. La ecografía ha aportado información sobre la topografía de las lesiones, la gravedad de la afectación pulmonar, la necesidad de oxigenoterapia²⁸ o ventilación mecánica, e incluso la mortalidad²⁹. La aplicación de una escala de gravedad ecográfica pulmonar en pacientes con sospecha de COVID-19 ha permitido la estratificación del riesgo de los pacientes derivados a los servicios de urgencias hospitalarios^{30,31}, se correlacionó con una mayor probabilidad de derivación hospitalaria correcta y con una mayor gravedad en la radiografía de tórax³². Sin embargo, se han publicado pocas experiencias³³ sobre la capacidad pronóstica de la ecografía pulmonar que no asocian los métodos de diagnóstico exclusivamente hospitalarios.

Objetivo: describir las lesiones y su localización en los pacientes con neumonía COVID-19 mediante la realización de ecografía pulmonar, y explorar su capacidad para predecir la evolución clínica de los pacientes.

Material y métodos

Selección de pacientes

Mediante un estudio observacional prospectivo, multicéntrico, de muestreo consecutivo, realizado entre abril y julio de 2020, se seleccionaron 263 pacientes que acudieron a las urgencias de los siguientes centros hospitalarios: Hospital Comarcal Sierrallana (Torrelavega-Cantabria), Hospital San Eloy (Barakaldo-Bizkaia), Hospital Universitario San Agustín (Avilés), Hospital Santa María (Lleida),

Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Hospital de Santa Bárbara (Puertollano-Ciudad Real), Hospital General Nuestra Señora del Prado (Talavera de la Reina-Toledo) y Hospital Universitario de A Coruña (A Coruña).

Criterios de inclusión

Pacientes de edad igual o superior a 18 años, que acudieron a un servicio de urgencias hospitalarias por tos, fiebre y/o dificultad respiratoria, y que presentaban saturación de oxígeno por pulsioximetría o gasometría arterial menor o igual al 94% sin suplemento de oxígeno.

Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes en situación terminal con pronóstico estimado menor de 6 meses de vida.
- Pacientes que hayan sido derivados a la unidad de cuidados intensivos.

Realización del estudio

Los investigadores del estudio eran médicos de los servicios de urgencias de dichos centros, miembros del grupo de trabajo de ecografía de la sociedad científica SEMES (Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias), con formación en ecografía y experiencia de al menos 5 años de uso de la ecografía en su práctica clínica habitual.

Se obtuvo la aprobación del comité de ética de los respectivos hospitales participantes. Se elaboró un documento de consentimiento informado y un formulario para la recogida de datos.

Las ecografías pulmonares fueron realizadas con los pacientes en posición de decúbito supino a 45 grados, con sonda convexa de baja frecuencia (1–6 MHz), configuración pulmonar. Se definieron 6 campos de exploración por pulmón, delimitados por el esternón, la línea axilar anterior, la línea axilar posterior y la columna vertebral, de modo que en cada paciente se exploraron 2 campos anterosuperiores, 2 antero inferiores, 2 laterales superiores, 2 laterales inferiores, 2 posterosuperiores y 2 posteroinferiores denominados según R1-R2-R3-R4-R5-R6 en el lado derecho, y L1-L2-L3-L4-L5-L6 en el izquierdo, de manera similar a lo realizado por otros autores^{24,34} y según la recomendación para el diagnóstico y el seguimiento³⁵. En la figura 1³⁶ se identifican las áreas de exploración mediante ecografía pulmonar, anteriores, laterales y posteriores de cada hemitórax.

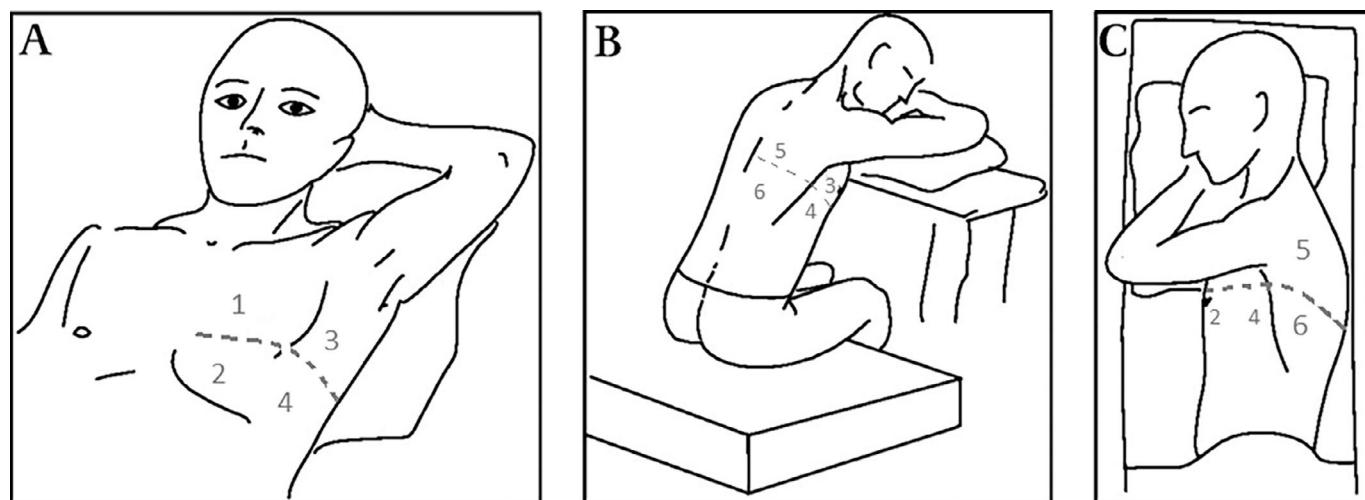


Figura 1. Ilustración de las 6 zonas por hemitórax exploradas en el estudio. Adaptado de Havelock et al.³⁶.

Para cada una de las 6 zonas pulmonares, se describió la presencia o ausencia de líneas B focales (definidas como más de 3 líneas en la imagen explorada), líneas B globales (más de 4 líneas confluyentes)³⁷, consolidación parenquimatosa, consolidación subpleural y la presencia o ausencia de derrame pleural.

A los pacientes se les realizó, en el mismo día, una radiografía de tórax posteroanterior. En función de los hallazgos, se registraron la presencia o ausencia de infiltrado intersticial unilateral, bilateral, consolidación unilateral, bilateral, e infiltrado parcheado unilateral o bilateral.

Se registraron, además, las siguientes variables de cada paciente durante las 3 primeras horas de su estancia en el servicio de urgencias: edad y sexo, días de evolución hasta la visita a urgencias, temperatura, tensión arterial, pulsioximetría, frecuencia respiratoria, resultado de la RT-PCR para SARS-CoV-2, creatinina sérica y tasa de filtrado glomerular, PCR y hemoglobina. Se registró, además, la presencia o no de comorbilidades como obesidad, diabetes, insuficiencia renal, cardiopatía isquémica, EPOC o neoplasia activa. Por último, se registraron, en su caso, el ingreso en la planta y su duración, y el fallecimiento.

Análisis estadístico

Se analizaron las características demográficas de los pacientes. Para la edad, se calcularon la mediana y el rango intercuartílico. Para el sexo, las frecuencias y su intervalo de confianza. Se calcularon las frecuencias de las comorbilidades y su intervalo de confianza y, de igual modo, el resultado de la RT-PCR para SARS-CoV-2, y los eventos «ingreso en planta» y «fallecimiento».

A continuación, se analizaron los parámetros clínicos de los pacientes, en función de su resultado para la RT-PCR, habiéndose comprobado la homogeneidad de ambos grupos. Para las variables cuantitativas (edad, días de evolución y días de ingreso), se calculó la U de Mann-Whitney; la W de Wilcoxon, la prueba Z de 2 muestras y el nivel de significación basado en la distribución asintótica. Para las variables cualitativas se realizó la prueba de chi-cuadrado.

Se realizó el análisis cuantitativo de los parámetros clínicos de los pacientes, divididos según su resultado para la RT-PCR, destacándose la medida que mejor expresaba la tendencia central y la dispersión en cada variable.

Se analizaron la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo de la radiografía de tórax y la ecografía, en conjunto y de manera independiente, según los hallazgos por zonas pulmonares.

Para la ecografía pulmonar se identificaron, con base en el análisis de frecuencias, las zonas pulmonares que presentan hallazgos de manera predominante.

Se exploró la capacidad de ambas pruebas diagnósticas para identificar poblaciones con lesiones pulmonares, mediante la prueba de chi-cuadrado de Pearson.

Por último, se realizó una regresión logística para explorar la capacidad de la ecografía pulmonar, asociada a variables clínicas, para predecir el ingreso hospitalario o el fallecimiento.

Resultados

En la tabla 1 se muestran las características demográficas y las comorbilidades de la población de estudio. Se observa un ligero predominio de hombres sobre las mujeres. La principal comorbilidad de los pacientes han sido las neoplasias, seguidas de la enfermedad renal crónica y la cardiopatía isquémica. Han predominado los pacientes con resultado positivo para la RT-PCR para SARS-CoV-2 y que han precisado ingreso hospitalario. El 8% han fallecido.

Parámetros clínicos

Se analizaron los parámetros clínicos de los pacientes del estudio en función de su resultado para la RT-PCR, concluyendo que no existe

Tabla 1
Características demográficas y comorbilidades

	Resultado	n	%	IC 95%
Número total de pacientes		263	100	
Edad	Mediana (RIC)	10 (59,25)		
	Varón	153	58,2	52,2 - 63,9
Sexo	Mujer	110	41,8	36,1 - 47,5
	No	228	86,7	82,5 - 90,5
EPOC	Sí	35	13,3	9,5 - 17,5
	No	223	84,8	80,6 - 89,0
Diabetes mellitus	Sí	40	15,2	11,0 - 19,4
	No	147	55,9	50,2 - 62,0
Hipertensión	Sí	116	44,1	38,0 - 49,8
	No	236	89,7	85,9 - 93,2
Cardiopatía isquémica	Sí	27	10,3	6,8 - 14,1
	No	240	91,3	87,5 - 94,7
Enfermedad renal crónica	Sí	23	8,7	5,3 - 12,5
	No	242	92	86,6 - 95,4
Cáncer	Sí	21	8	4,6 - 11,4
	No	236	89,7	85,9 - 93,2
Obesidad	Sí	27	10,3	6,8 - 14,1
	No	104	41,3	34,5 - 47,6
RT-PCR + para SARS-CoV-2	Sí	148	58,7	52,4 - 65,5
	Muestra inadecuada	10	3,8 ^a	
	No obtenida	1	0,4 ^a	
Ingreso hospitalario	No	80	30,4	24,3 - 36,1
	Sí	183	69,6	63,9 - 75,7
Fallecimiento	No	241	91,6	88,2 - 94,7
	Sí	21	8	4,9 - 11,4

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

^aEstos valores se consideran perdidos.

homogeneidad en cuanto a los días de evolución entre los pacientes positivos y negativos. Con respecto a la edad, sexo, los desenlaces ingreso, la duración de este y el fallecimiento, las muestras pertenecen a poblaciones similares. En la tabla 2 se muestran los parámetros clínicos de los pacientes de estudio. Se observa que, en ambos grupos de estudio, los valores de tendencia central se encuentran dentro de rango, excepto la saturación de O₂. La desviación estándar ilustra la presencia de valores patológicos de presión arterial, frecuencia respiratoria, la saturación de O₂ y hemoglobina.

Validez y capacidad predictiva. Descripción de las lesiones

La sensibilidad (S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de ambas pruebas de imagen para la detección de infiltrados, con respecto al patrón de oro, la RT-PCR para SARS-CoV-2 fue, con sus respectivos intervalos de confianza, de 75 (68,82), 46 (37,56), 66 (59,74) y 56 (46,67) para la radiografía de tórax; y de 95 (91,98), 6 (1,10), 59 (53,65) y 43 (17,69) para la ecografía pulmonar.

Con respecto a la validez de cada hallazgo aislado, destaca la especificidad de la consolidación bilateral o el infiltrado parcheado unilateral (de manera que la ausencia de estos permite excluir con elevada probabilidad la afectación pulmonar). En cuanto a la ecografía pulmonar patológica (al menos un hallazgo patológico en una de las 6 zonas pulmonares), fue positiva en el 94,59% de los enfermos con RT-PCR para SARS-CoV-2 positiva, sin que ninguno de los hallazgos patológicos presentara por separado una sensibilidad similar, pero destacando la especificidad de las líneas B globales, las consolidaciones pulmonares y subpleurales, y el derrame pleural izquierdo.

Hemos identificado las zonas pulmonares que de manera predominante han presentado hallazgos en la ecografía pulmonar. Destacan las líneas B focales en la zona R6, seguido por líneas B focales en la zona R3 y en la zona L3 (tabla 3).

Se realizó, además, un contraste de hipótesis mediante el test de chi-cuadrado de Pearson entre ambas pruebas diagnósticas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la radiografía de tórax patológica, como variable agrupada, y también para el infiltrado

Tabla 2

Parámetros clínicos de los pacientes incluidos en el estudio

RT-PCR para SARS-CoV-2		Temperatura	TAS	TAD	TAM	FC	FR	Sat O2	Creatinina	TFG	PCR	Hb
Negativa -	N	Válido	104,0	79,0	79,0	104,0	104,0	104,0	101,0	97,0	94,0	101,0
		Perdidos	0,0	25,0	25,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	7,0	10,0
		Media	36,6	136,2	78,2	98,2	93,2	18,3	91,6	1,1	71,4	16,4
		Mediana	36,4	134,0	80,0	96,8	92,0	15,0	93,0	0,9	82,0	5,7
		Desviación estándar	1,0	20,6	13,7	15,4	16,3	7,0	7,6	1,0	27,9	31,5
		Mínimo	34,2	82,0	53,0	65,0	50,0	11,0	43,0	0,4	9,7	0,0
		Máximo	39,0	193,0	100,0	144,0	132,0	46,0	100,0	7,4	179,0	184,9
	Percentiles	25	36,0	120,0	67,0	86,7	80,3	12,0	91,0	0,7	49,5	1,6
		50	36,4	134,0	80,0	96,8	92,0	15,0	93,0	0,9	82,0	5,7
		75	37,2	149,0	88,0	109,8	100,8	24,0	96,0	1,2	90,0	14,5
Positiva +	N	Válido	147,0	119,0	119,0	148,0	146,0	146,0	148,0	133,0	131,0	130,0
		Perdidos	1,0	29,0	29,0	0,0	2,0	2,0	0,0	15,0	17,0	18,0
		Media	36,6	129,5	73,0	92,0	91,5	20,3	92,6	1,0	75,2	18,0
		Mediana	36,5	130,0	70,0	92,0	90,0	20,0	94,0	0,9	80,0	9,1
		Desviación estándar	0,9	17,7	15,1	17,6	16,9	5,8	5,2	0,5	22,0	30,2
		Mínimo	35,0	76,0	41,0	0,0	50,0	10,0	65,0	0,2	13,0	0,1
		Máximo	39,5	186,0	115,0	127,0	160,0	32,0	100,0	4,6	120,0	184,0
	Percentiles	25	36,0	120,0	60,0	83,1	80,0	15,8	91,0	0,7	64,0	3,7
		50	36,5	130,0	70,0	92,0	90,0	20,0	94,0	0,9	80,0	9,1
		75	37,2	140,0	84,0	101,4	100,0	24,0	96,0	1,1	90,0	17,9

FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria; TAS: tensión arterial sistólica; Hb: hemoglobina; PCR: proteína C-reactiva; TAD: tensión arterial diastólica; TAM: tensión arterial media; TFG:tasa de filtrado glomerular; RT-PCR: reacción en cadena de la polimerasa mediante transcriptasa inversa.

intersticial bilateral, y los infiltrados parcheados unilateral y bilateral. En la ecografía pulmonar patológica como variable agrupada, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero sí para hallazgos como las líneas B focales en R3, R4, líneas B globales en R1-R4, R6, en L1-L4 y L6, la presencia de consolidación pulmonar derecha en R2 y R4, izquierda en L6, consolidación subpleural en R3, L3, y el derrame pleural derecho.

Implicaciones pronósticas

Se integró la información de la ecografía pulmonar en un modelo para predecir la hospitalización de los pacientes, asociada a parámetros clínicos que no fueran de obtención hospitalaria. Se elaboró una regresión logística que explica el comportamiento de la variable dicotómica «ingreso hospitalario» en los pacientes que acudían a los servicios de urgencias. La ecuación se puede consultar en la figura 2, y en la tabla 4 se detallan los componentes del modelo.

En el análisis del modelo se calculó el valor de 97,939 como E-2 (logaritmo de la verosimilitud) o desviación, para conocer el ajuste del modelo a los datos, siendo mejor cuando más pequeño fuera el valor³⁸. Por otro lado, para explorar la proporción de variancia de la variable ingreso hospitalario explicada por las variables predictoras, se calculó la R cuadrado de Cox y Snell, cuyos valores oscilan entre 0 y 1,

siendo el valor de 0,524; este cálculo ha sido mejorado por la R cuadrado de Nagelkerke, que corrige la escala para cubrir el rango de 0 a 1, y constituye el coeficiente de mayor relevancia³⁹, siendo de 0,736 en nuestro caso. Esto implica que las variables independientes o predictoras explican el 73,6% de la variancia de la variable dependiente en nuestro estudio. Por último, se calculó mediante una tabla de contingencia la prueba de Hosmer y Lemeshow para evaluar la bondad del ajuste del modelo de regresión, mostrándose bastante similitud entre los valores esperados y observados.

Como se puede ver en la tabla 4, podría ser cuestionable la inclusión de algunas variables del modelo relacionadas con las lesiones ecográficas, dado su error estándar, los valores de Odds Ratio o el intervalo de confianza de este. Sin embargo, al excluir las del modelo, su capacidad predictiva sobre la variable dependiente disminuye de 73,6 a 33,8%.

Este modelo de regresión logística permite, por tanto, predecir con un 73,6% de probabilidad, si un paciente covid positivo va a ser hospitalizado, basándose en los valores de saturación de O₂, presión arterial, frecuencia cardíaca y la presencia de lesiones en 12 zonas pulmonares valoradas mediante ecografía.

Discusión

En este estudio, partimos de una población con cierto predominio masculino y comorbilidades que acudió a urgencias hospitalarias por sintomatología respiratoria. A su llegada, presentaban parámetros clínicos cerca del rango de la normalidad. Sin embargo, estos pacientes tenían en su mayoría lesiones pulmonares, identificables tanto mediante radiografía de tórax como ecografía pulmonar. La mayoría fueron hospitalizados y el 8% fallecieron.

Mediante una regresión logística hemos podido predecir con un 73,6% la probabilidad de ingreso, teniendo en cuenta los hallazgos de la ecografía pulmonar, asociados a la edad, a las constantes vitales y al resultado de genética molecular. Al extraer del modelo la información de la ecografía, disminuyó drásticamente la capacidad predictiva, lo que nos permitió descartar esta prueba de imagen como variable de confusión. Sin embargo, este modelo no fue suficiente para predecir la probabilidad de fallecimiento, lo que nos sugiere que hay más factores pronósticos que no se han considerado en el estudio.

Este modelo predictivo puede tener utilidad en la atención primaria, donde se dispone de la información obtenida en la exploración física, de

Tabla 3

Hallazgos en la ecografía pulmonar

Hallazgo	Frecuencia	Porcentaje
Líneas B focales R2	65	24,7
Líneas B focales R3	91	34,6
Líneas B focales R4	84	31,9
Líneas B focales R5	67	25,5
Líneas B focales R6	96	36,5
Líneas B focales L1	61	23,2
Líneas B focales L3	89	33,8
Líneas B focales L4	80	30,4
Líneas B focales L5	60	22,8
Líneas B focales L6	80	30,4
Líneas B globales R5	54	20,5
Líneas B globales R6	67	25,5
Líneas B globales L4	55	20,9
Líneas B globales L5	56	21,3
Líneas B globales L6	71	27

L1: zona pulmonar izquierda 1; L3: zona pulmonar izquierda 3; R2: zona pulmonar derecha 2; R3: zona pulmonar derecha 3.

$$P(\text{ingreso}) = 11 + \exp(-175,302 + 0,351 * \text{SatO}_2 + 0,042 * \text{TAS} - 0,056 * \text{TAD} + 0,048 * \text{FC} + 0,007 * \text{Edad} - 0,690 * \text{RT-PCR SARS CoV 2} + \Sigma \text{lesiones 12 zonas})$$

donde “Σ lesiones 12 zonas” constituye el sumatorio de:

$$\begin{aligned} & 0,181 * \text{Líneas B focales R1} + 1,29060016486824 * \text{Líneas B focales R2} + \\ & 2,09416421074771 * \text{Líneas B focales R3} + 1,36076081942497 * \text{Líneas B focales R4} + \\ & 1,71052003927168 * \text{Líneas B focales R5} + 0,620295860997982 * \text{Líneas B focales R6} + \\ & 0,760139729278911 * \text{Líneas B focales L1} + 0,0214865823846529 * \text{Líneas B focales L2} + \\ & 0,419984091104229 * \text{Líneas B focales L3} + 1,42247886067366 * \text{Líneas B focales L4} - \\ & 2,01127545358623 * \text{Líneas B focales L5} + 0,078 * \text{Líneas B focales L6} + \\ \\ & -3,187 * \text{Líneas B globales R1} - 0,573 * \text{Líneas B globales R2} + 0,152 * \text{Líneas B globales R3} - \\ & 0,716 * \text{Líneas B globales R4} + 0,762 * \text{Líneas B globales R5} + 2,492 * \text{Líneas B globales R6} + - \\ & 28,715 * \text{Líneas B globales L1} + 31,907 * \text{Líneas B globales L2} + 1,027 * \text{Líneas B globales} \\ & \text{L3} + 1,240 * \text{Líneas B globales L4} - 1,172 * \text{Líneas B globales L5} + 0,314 * \text{Líneas B globales L6} + \\ \\ & 41,775 * \text{Consolidación pulmonar R1} - 23,048 * \text{Consolidación pulmonar R2} - 0,967 * \text{Consolidación} \\ & \text{pulmonar R4} + 17,970 * \text{Consolidación pulmonar R5} + 1,567 * \text{Consolidación pulmonar R6} + - \\ & 32,887 * \text{Consolidación pulmonar L5} + 15,956 * \text{Consolidación pulmonar L6} + \\ & 16,847 * \text{Consolidación subpleural R1} - 30,626 * \text{Consolidación subpleural R2} + \\ & 18,426 * \text{Consolidación subpleural R3} + 49,143 * \text{Consolidación subpleural R4} - \\ & 34,234 * \text{Consolidación subpleural R5} - 0,618 * \text{Consolidación subpleural R6} + \\ & 39,011 * \text{Consolidación subpleural L1} - 20,071 * \text{Consolidación subpleural L2} - \\ & 2,591 * \text{Consolidación subpleural L3} + 17,791 * \text{Consolidación subpleural L4} + \\ & 52,952 * \text{Consolidación subpleural L5} + 1,025 * \text{Consolidación subpleural L6} + 0,782 * \text{Derrame} \\ & \text{Pleural Derecho} + 1,958 * \text{Derrame Pleural Izquierdo} \end{aligned}$$

Figura 2. $P(\text{ingreso}) = 11 + \exp(-175,302 + 0,351 * \text{SatO}_2 + 0,042 * \text{TAS} - 0,056 * \text{TAD} + 0,048 * \text{FC} + 0,007 * \text{Edad} - 0,690 * \text{RT-PCR SARS-CoV-2} + \Sigma \text{lesiones 12 zonas})$, donde «Σ lesiones 12 zonas» constituye el sumatorio de: $0,181 * \text{Líneas B focales R1} + 129060016486824 * \text{Líneas B focales R2} + 209416421074771 * \text{Líneas B focales R3} + 136076081942497 * \text{Líneas B focales R4} + 171052003927168 * \text{Líneas B focales R5} + 0,620295860997982 * \text{Líneas B focales R6} + 0,760139729278911 * \text{Líneas B focales L1} + 0,0214865823846529 * \text{Líneas B focales L2} + 0,419984091104229 * \text{Líneas B focales L3} + 1,42247886067366 * \text{Líneas B focales L4} - 2,01127545358623 * \text{Líneas B focales L5} + 0,078 * \text{Líneas B focales L6} + - 3187 * \text{Líneas B globales R1} - 0,573 * \text{Líneas B globales R2} + 0,152 * \text{Líneas B globales R3} - 0,716 * \text{Líneas B globales R4} + 0,762 * \text{Líneas B globales R5} + 2,492 * \text{Líneas B globales R6} + - 28,715 * \text{Líneas B globales L1} + 31,907 * \text{Líneas B globales L2} + 1027 * \text{Líneas B globales L3} + 1240 * \text{Líneas B globales L4} - 1172 * \text{Líneas B globales L5} + 0,314 * \text{Líneas B globales L6} + 41,775 * \text{Consolidación pulmonar R1} - 23,048 * \text{Consolidación pulmonar R2} - 0,967 * \text{Consolidación pulmonar R4} + 17,970 * \text{Consolidación pulmonar R5} + 1,567 * \text{Consolidación pulmonar R6} + - 32,887 * \text{Consolidación pulmonar L5} + 15,956 * \text{Consolidación pulmonar L6} + 16,847 * \text{Consolidación subpleural R1} - 30,626 * \text{Consolidación subpleural R2} + 18,426 * \text{Consolidación subpleural R3} + 49,143 * \text{Consolidación subpleural R4} - 34,234 * \text{Consolidación subpleural R5} - 0,618 * \text{Consolidación subpleural R6} + 39,011 * \text{Consolidación subpleural L1} - 20,071 * \text{Consolidación subpleural L2} - 2,591 * \text{Consolidación subpleural L3} + 17,791 * \text{Consolidación subpleural L4} + 52,952 * \text{Consolidación subpleural L5} + 1,025 * \text{Consolidación subpleural L6} + 0,782 * \text{Derrame Pleural Derecho} + 1,958 * \text{Derrame Pleural Izquierdo}$.

RT-PCR (de diagnóstico hospitalario) y de las imágenes obtenidas mediante ecografía pulmonar. Se puede elaborar una herramienta que de manera sencilla y sistemática permita al médico de familia identificar a los pacientes con elevada probabilidad de ingreso hospitalario, de los que no van a ser hospitalizados, para priorizar un enfoque terapéutico precoz o la derivación a urgencias hospitalarias.

Limitaciones

Se trata de un estudio multicéntrico que ha obtenido datos de distintos hospitales de la geografía española. Entre ellos, existe variabilidad en cuanto a la prevalencia del coronavirus.

Derivado de lo primero, existe variabilidad interoperator, ya que las ecografías fueron realizadas por personas distintas en cada hospital.

Dada la limitada sensibilidad y especificidad de las pruebas de laboratorio, existe la posibilidad de falsos positivos o falsos negativos en las pruebas de RT-PCR para SARS-CoV-2, lo que puede haber derivado en resultados erróneos derivados de la asignación de pacientes a ambos grupos de estudio (positivos y negativos).

El modelo de regresión logística planteado puede estimar erróneamente la probabilidad de ingreso hospitalario en el 26,4% de

los casos, lo que puede conducir a decisiones equivocadas en el manejo del paciente. Creemos que la historia clínica y la exploración física siguen siendo primordiales en la obtención de información y en la toma de decisiones. Además, la experiencia del médico y la interconsulta a otro facultativo pueden ayudar a minimizar este error.

Responsabilidades éticas

El estudio ha sido revisado y aprobado por los comités de ética de los respectivos hospitales participantes.

Los datos de los pacientes han sido utilizados con estricta confidencialidad, siguiendo las regulaciones locales e internacionales de protección de datos. La información personal de los pacientes ha sido anonimizada para garantizar su privacidad.

Consentimiento informado

Todos los pacientes incluidos en el estudio dieron su consentimiento informado por escrito antes de participar. Se les proporcionó información detallada sobre los objetivos, procedimientos y posibles riesgos del estudio.

Tabla 4

Modelo de regresión logística para la probabilidad de ingreso hospitalario en pacientes SARS-CoV-2+

Variables	B	Error estándar	Sig.	Exp(B) (O.R.)1	95% C.I. for EXP(B)	
					Inferior	Superior
Sat O ₂	-0,351	0,105	0,001	0,704	0,573	0,865
TAS	-0,042	0,020	0,034	0,958	0,922	0,997
TAD	0,056	0,028	0,049	1057	1000	1118
FR	-0,048	0,026	0,067	0,953	0,905	1003
Líneas B focales R1	0,181	1033	0,861	1198	0,158	9077
Líneas B focales R2	-1291	1187	0,277	0,275	0,027	2816
Líneas B focales R3	-2094	1104	0,058	0,123	0,014	1072
Líneas B focales R4	1361	1145	0,235	3899	0,413	36,802
Líneas B focales R5	-1711	0,913	0,061	0,181	0,030	1082
Líneas B focales R6	-0,620	0,841	0,461	0,538	0,103	2795
Líneas B focales L1	-0,760	0,976	0,436	0,468	0,069	3165
Líneas B focales L2	-0,021	1332	0,987	0,979	0,072	13,314
Líneas B focales L3	-0,420	0,993	0,672	0,657	0,094	4599
Líneas B focales L4	-1422	1012	0,160	0,241	0,033	1751
Líneas B focales L5	2011	1122	0,073	7473	0,829	67,326
Líneas B focales L6	-0,078	0,816	0,923	0,925	0,187	4573
Líneas B globales R1	3187	4687	0,497	24,214	0,002	2E + 05
Líneas B globales R2	0,573	2142	0,789	1773	0,027	118,004
Líneas B globales R3	-0,152	1510	0,920	0,859	0,045	16,567
Líneas B globales R4	0,716	1585	0,651	2046	0,092	45,713
Líneas B globales R5	-0,762	1340	0,570	0,467	0,034	6452
Líneas B globales R6	-2492	1248	0,046	0,083	0,007	0,956
Líneas B globales L1	28,715	35,224,800	0,999	3E + 12	0,000	
Líneas B globales L2	-31,907	35,224,800	0,999	0,000	0,000	
Líneas B globales L3	-1027	1877	0,584	0,358	0,009	14,188
Líneas B globales L4	-1240	1333	0,352	0,289	0,021	3944
Líneas B globales L5	1172	1929	0,543	3229	0,074	141,458
Líneas B globales L6	-0,314	1371	0,819	0,730	0,050	10,725
Consolidación pulmonar R1	-41,775	81,860,975	1000	0,000	0,000	
Consolidación pulmonar R2	23,048	71,314,098	1000	1E + 10	0,000	
Consolidación pulmonar R4	0,967	3808	0,800	2629	0,002	4581,030
Consolidación pulmonar R5	-17,970	40,193,397	1000	0,000	0,000	
Consolidación pulmonar R6	-1567	3010	0,603	0,209	0,001	76,166
Consolidación pulmonar L5	32,887	66,871,286	1000	2E + 14	0,000	
Consolidación pulmonar L6	-15,956	24,776,829	0,999	1E - 07	0,000	
Consolidación subpleural R1	-16,847	14,015,424	0,999	0,000	0,000	
Consolidación subpleural R2	30,626	25,367,368	0,999	2E + 13	0,000	
Consolidación subpleural R3	-18,426	9358,858	0,998	0,000	0,000	
Consolidación subpleural R4	-49,143	8464,325	0,995	0,000	0,000	
Consolidación subpleural R5	34,234	6350,982	0,996	7E + 14	0,000	
Consolidación subpleural R6	0,618	1232	0,616	1,855	0,166	20,736
Consolidación subpleural n L1	-39,011	31,893,612	0,999	0,000	0,000	
Consolidación subpleural L2	20,071	25,727,008	0,999	5E + 08	0,000	
Consolidación subpleural L3	2591	10,358	0,802	13,348	0,000	9E + 09
Consolidación subpleural L4	-17,791	4252,990	0,997	0,000	0,000	
Consolidación subpleural L5	-52,952	9077,227	0,995	0,000	0,000	
Consolidación subpleural L6	-1025	1260	0,416	0,359	0,030	4244
Derrame pleural derecho	-0,782	2165	0,718	0,458	0,007	31,886
Derrame pleural izquierdo	-1958	1939	0,313	0,141	0,003	6314
Edad	-0,007	0,015	0,645	0,993	0,964	1023
RT-PCR para SARS-CoV-2 +	0,690	0,712	0,332	1994	0,494	8046
Constante	175,302	78,972,934	0,998	1E + 76		

En la columna B están representados los coeficientes. 1: Odds ratio.

Sat O₂: saturación de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica

Financiación

Este estudio no ha recibido financiación específica de agencias de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Contribuciones de los autores

Todos los autores han contribuido significativamente al diseño del estudio, la recolección y análisis de los datos, así como a la redacción del manuscrito. Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito y acuerdan su envío para publicación.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses financiero o personal que pueda haber influido en el trabajo reportado en este manuscrito.

Originalidad y publicación duplicada

Confirmamos que el contenido del presente manuscrito es original y no ha sido publicado previamente ni está en consideración para publicación en otro lugar.

Bibliografía

1. Ferkol T, Schraufnagel D. The global burden of respiratory disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11:404–6. <https://doi.org/10.1513/annalsats.201311-405ps>.
2. Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales. El Impacto Global de la Enfermedad Respiratoria Segunda edición. México: Asociación Latinoamericana de Tórax; 2017.
3. Pneumonia [Internet]. [consultado 21 Ene 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>.
4. Grief SN, Loza JK. Guidelines for the evaluation and treatment of pneumonia [Internet]. *Prim Care Clin Off Pract*. 2018;45:485–503. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2018.04.001>.
5. Instituto Nacional de Estadística. INEbase. Encuesta de morbilidad hospitalaria. Año 2019 [1000 Enfermedades del Aparato Respiratorio J00-J99; España, Ambos Sexos, Todas las Edades, Esperanza de Vida], 2020. [consultado 27 May 2022]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?px=48140>.
6. WHO. Coronavirus (COVID-19) Dashboard [Internet]. WHO. [consultado 27 May 2022]. Disponible en: <https://covid19.who.int/>.
7. Tranche Iparraguirre S, Martín Álvarez R, Párraga Martínez I. El reto de la pandemia de la COVID-19 para la atención primaria. *Rev Clin Med Fam*. 2021;14(2):85–92.
8. Ares-Blanco S, Astier-Peña MP, Gómez-Bravo R, Fernández-García M, Bueno-Ortiz JM. El papel de la atención primaria en la pandemia COVID-19: una mirada hacia Europa. *Aten Primaria*. 2021;53(8), 102134.
9. Satué de Velasco E, Gayol Fernández M, Eyaralar Riera MT, Magallón Botaya R, Abal Ferrer F. Impacto de la pandemia en la atención primaria. Informe SESPAS 2022. *Gac Sanit*. 2022;36:S30–5.
10. Torres A, Barberán J, Ceccato A, Martin-Lloches I, Ferrer M, Menéndez R, et al. Neumonía intrahospitalaria. Normativa de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Actualización 2020 [Internet]. Arch Broncon.eumol. 2020; 5611–9. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.01.015>.
11. Aliberti S, De la Cruz CS, Amati F, Sotgiu G, Restrepo MI. Community-acquired pneumonia. *Lancet*. 2021;398(10303):906–19.
12. Torres A, Cillóniz C, Blasi F, Chalmers JD, Gaillat J, Dartois N, et al. Burden of pneumococcal community-acquired pneumonia in adults across Europe: a literature review [Internet]. *Respir. Med*. 2018;137:6–13. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.02.007>.
13. Gürtler C, Wirz B, Christ-Crain M, Zimmerli W, Müller B, Schuetz P. Inflammatory response predicts long-term mortality risk in community-acquired pneumonia. *Eur Respir J*. 2011;37(6):1439–46. <https://doi.org/10.1183/09031936.00121510>.
14. Ramirez JA. Overview of community-acquired pneumonia in adults. Uptodate. [consultado 29 May 2022]. Disponible en: https://www.uptodate.com/contents/overview-of-community-acquired-pneumonia-in-adults?search=neumonia&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3#H1270121591.
15. Salas-Lopez JA, Llanos-Tejada FK, Herrera-Flores EH, Venero-Cáceres M, Saavedra-Leveau CA. Neumonía adquirida de la comunidad. *Diagnóstico*. 2019;58(4):181–5.
16. Reissig A, Gramnegna A, Aliberti S. The role of lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. *Eur J Intern Med*. 2012;23(5):391–7.
17. Senniappan K, Sreedhar R, Babu MSS, Dash PK, Gadhwajkar SV, Sukesan S. Bedside lung ultrasound for postoperative lung conditions in cardiothoracic intensive care unit: diagnostic value and comparison with bedside chest roentgenogram. *Anesth Essays Res*. 2019;13(4):649–53.
18. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2004;100(1):9–15.
19. Mongodi S, Orlando A, Arisi E, Tavazzi G, Santangelo E, Caneva L, et al. Lung ultrasound in patients with acute respiratory failure reduces conventional imaging and health care provider exposure to COVID-19. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(8): 2090–3.
20. Ianniello S, Piccolo CL, Buquicchio GL, Trinci M, Miele V. First-line diagnosis of paediatric pneumonia in emergency: lung ultrasound (LUS) in addition to chest-X-ray (CXR) and its role in follow-up. *Br J Radiol*. 2016;89(1061):20150998.
21. WHO. Coronavirus [Internet]. [consultado 10 Dic 2022]. Disponible en: https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1.
22. Gil R, Bitar P, Deza C, Dreyse J, Florenzano M, Ibarra C, et al. Cuadro clínico del COVID-19. *Rev Méd Clín Condes*. 2021;32(1):20–9.
23. Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. [Internet]. [consultado 10 Dic 2022]. Disponible en: <https://www.semfc.es/wp-content/uploads/2021/12/Abordaje.pdf>.
24. Vertrugno L, Bove T, Orso D, Barbariol F, Bassi F, Boero E, et al. Our Italian experience using lung ultrasound for identification, grading and serial follow-up of severity of lung involvement for management of patients with COVID-19. *Echocardiography*. 2020;37(4):625–7.
25. Volpicelli G, Gargani L, Perlini S, Spinelli S, Barbieri G, Lanotte A, et al. Lung ultrasound for the early diagnosis of COVID-19 pneumonia: an international multicenter study. *Intensive Care Med*. 2021;47(4):444–54.
26. Mateos González M, de Casasola García, Sánchez G, Muñoz FJT, Proud K, Louredo D, et al. Comparison of lung ultrasound versus chest x-ray for detection of pulmonary infiltrates in COVID-19. *Diagnostics (Basel)* [Internet]. 2021;11(2):373. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11020373>.
27. Pare JR, Camelo I, Mayo KC, Leo MM, Dugas JN, Nelson KP, et al. Point-of-care lung ultrasound is more sensitive than chest radiograph for evaluation of COVID-19. *West J Emerg Med*. 2020;21(4):771–8.
28. Falgarone G, Pamoukdjian F, Caillol J, Giocanti-Auregan A, Guis S, Bousquet G, et al. Lung ultrasound is a reliable diagnostic technique to predict abnormal CT chest scan and to detect oxygen requirements in COVID-19 pneumonia. *Aging*. 2020;12(20):19945–53.
29. Chardoli M, Sabbaghian Kermani S, Abdollahzade Manqoutaei S, Loesche MA, Duggan NM, Schulwolf S, et al. Lung ultrasound in predicting COVID-19 clinical outcomes: a prospective observational study. *J Am Coll Emerg Phys Open*. 2021;2(6), e12575.
30. Yasukawa K, Minami T, Boulware DR, Shimada A, Fischer EA. Point-of-care lung ultrasound for COVID-19: findings and prognostic implications from 105 consecutive patients. *J Intensive Care Med*. 2021;36(3):334–42.
31. Bock A, Lassen AT, Laursen CB, Posth S. Lung ultrasound as a prognostic tool in emergency patients clinically suspected of COVID-19. *Dan Med J* [Internet]. 2021;68(2), A07200551.
32. Calvo-Cebrián A, Alonso-Roca R, Rodriguez-Contreras FJ, las Nieves M de R, del Pino MC. Usefulness of lung ultrasound examinations performed by primary care physicians in patients with suspected COVID-19. *J Ultrasound Med*. 2021;40(4):741–50. <https://doi.org/10.1002/jum.15444>.
33. Guzmán-García MB, Mohedano-Moriano A, González-González J, Morales-Cano JM, Campo-Linares R, Lozano-Suárez C, et al. Lung ultrasound as a triage method in primary care for patients with suspected SARS-CoV-2 pneumonia. *J Clin Med*. 2022;11:6420. <https://doi.org/10.3390/jcm11216420>.
34. Gargani L, Soliman-Abouramie H, Volpicelli G, Corradi F, Pastore MC, Cameli M. Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21:941–8. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa163>.
35. Demi L, Mento F, Di Sabatino A, Fiengo A, Sabatini U, Macioce VN, et al. Lung ultrasound in COVID-19 and post-COVID-19 patients, an evidence-based approach. *J Ultrasound Med*. 2022;41(9):2203–15.
36. Havelock T, Teoh R, Laws D, Gleeson F, on behalf of the BTS Pleural Disease Guideline Group. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax*. 2010;i61–76. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.137026>.
37. Fraile Gutiérrez V, Ayuela Azcarate JM, Pérez-Torres D, Zapata L, Rodríguez Yakushev A, Ochagavía A. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa. *Med Intensiva*. 2020;44(9):551–65.
38. Portal fuenterebollo. El Modelo de Regresión Logística. [consultado 10 Dic 2022]. Disponible en: <https://www.fuenterebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/LOGISTICA/regresion-logistica.pdf>.
39. Narváez VPD. Regresión logística y decisiones clínicas. *Nutr Hosp*. 2017;34:6. <https://doi.org/10.20960/nh.1468>.