

COVID-19: desarrollo y utilidad de un Puntaje-TC valor predictivo de la tomografía de ingreso

Covid-19: development and results of a CT puntaje admission chest CT predictive value

Sebastián Pérez Espinosa¹
Rodolfo Fernández²
Nicolás Bonini³
José Campo Torrenegra⁴
Paola Rojas Ibáñez⁵
Carolina Delgado⁶
Claribel Balsano⁷



Palabras clave (DeCS)

Infecciones por coronavirus
Tomografía computarizada multidetector
Neumonía
Evaluación de procesos resultados en atención de salud

Key words (MeSH)

Coronavirus infections
Multidetector computed tomography
Pneumonia
Outcome and process assessment, health care

Resumen

Propósito: Crear un puntaje-TC para predecir de manera objetiva y cuantitativa la gravedad y evolución de la neumonía por COVID-19 en concordancia con los hallazgos de la TC de tórax sin medio de contraste al ingreso. **Métodos y materiales:** Se evaluaron retrospectivamente 98 pacientes con diagnóstico de SARS-CoV-2 confirmados por RT-PCR internados en sala general. Se desarrolló un puntaje tomográfico para cuantificar el compromiso imagenológico de la enfermedad al ingreso al hospital, valorando tipo de opacidades y volumen del parénquima afectado. Se realizó un análisis de Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) como prueba de exactitud diagnóstica del puntaje desarrollado. **Resultados:** Se analizaron 98 pacientes, utilizando como punto de corte un puntaje-TC 14, no se detectaron pacientes con evolución desfavorable (VPN 100 %, sensibilidad 38 % y especificidad 100 % para predecir una buena evolución). Un puntaje-TC < a 22 (valor predictivo negativo [VPN] de 91,2 % para máscara con reservorio de oxígeno y de 94,7 % para evolución desfavorable). Un puntaje-TC 22 (valor predictivo positivo [VPP] de 92,6 % para necesidad de utilización de oxígeno) se asoció a mala evolución (sensibilidad del 80 % y especificidad del 65 %). El área bajo la curva fue de 0,8197, lo que lo constituye en una prueba con buena capacidad discriminadora diagnóstica. **Conclusión:** El puntaje-TC desarrollado es un método sencillo, reproducible y sumamente útil en la valoración de pacientes con diagnóstico de infección por SARS-COV-2, ya que caracteriza el compromiso pulmonar tomográfico en leve, moderado y grave, con una marcada correlación con las variables de evolución clínica. Puede tener un importante valor pronóstico y adecuar conductas terapéuticas precoces y oportunas en la evolución de la enfermedad.

Summary

Purpose: To create a CT Score to objectively and quantitatively predict the severity and evolution of COVID-19 pneumonia in concordance with unenhanced upon admission chest CT findings. **Material and Methods:** We retrospectively evaluated 98 patients with a diagnosis of SARS-CoV-2 confirmed by RT-PCR admitted to the general ward. We developed a CT score to quantify the imaging involvement of the disease at hospital admission. This score values the type of patterns and the total burden of the lesion (expressed as a percentage of the parenchymal involvement). A Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis was performed as a test of diagnostic accuracy of the developed Score. **Results:** 98 patients were analyzed, using as cut-off point a CT score puntaje \leq 14. No patients with unfavourable evolution were detected (100 % Negative Predictive Value, 80 % sensitivity, 100 % specificity to predict favourable development). CT Score < 22 (91.2 % Negative Predictive Value for the need of oxygen reservoir masks and 94.7 % for unfavourable outcome). A CT Score \geq 22 predicted a need for oxygen therapy and unfavourable development. (92.6 % Positive Predictive Value, 80 % sensitivity and 65 % specificity). The area under curve (AUC) was 0.8197, which makes it a test with a high diagnostic discriminatory capacity. **Conclusion:** CT Score is useful to determine the radiological assessment of pulmonary involvement in three grades: minor, moderate and severe. The imaging findings are highly correlated with clinical evolution variables. It can be considered an important tool for prognostic value and to adapt early and timely therapeutics behaviours in the development of this illness.

¹Médico especialista en Diagnóstico por imágenes, Jefe de División Diagnóstico por imágenes, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

²Médico especialista en Medicina Interna, Jefe de División "A" Clínica Médica, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

³Médico especialista en Medicina Interna, Jefe de sección "A2" Clínica Médica, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

⁴Médico especialista en Diagnóstico por imágenes, Jefe de Residentes, diagnóstico por imágenes, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

⁵Médica especialista en Diagnóstico por imágenes, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

⁶Médica especialista en Medicina interna, sala "A2" Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

⁷Médica residente 4 año, Diagnóstico por imágenes, Hospital Ramos Mejía. Buenos Aires, Argentina.

1. Introducción

En diciembre de 2019 se informó una serie de casos de neumonía, aparentemente originados en un mercado de venta de animales y mariscos en Wuhan, Ubei, China. Rápidamente la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), causada por el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), se extendió a varios países del mundo, llegando a una etapa de pandemia en marzo del 2020 (1,2). La humanidad se encuentra ante una grave crisis, declarada como emergencia de la salud pública por la OMS el 20 de enero de 2020 (3).

La propagación de COVID-19 ha sido heterogénea. Esto lo que ha provocado que algunas regiones tengan transmisión esporádica y relativamente pocos pacientes hospitalizados con COVID-19, y otros, transmisión comunitaria, lo que ha provocado un número abrumador de casos graves (4). Aunque los casos leves imitan las infecciones virales de vías respiratorias superiores, la disfunción respiratoria se convierte en la principal fuente de morbilidad y mortalidad en los casos graves (5).

Si bien a la fecha existen diferentes vacunas contra el COVID-19, aún no se cuenta con un tratamiento efectivo (6). Cabe aclarar que al momento del desarrollo y análisis del presente estudio, las vacunas se encontraban en proceso de investigación, por lo que las medidas de prevención aplicadas mediante políticas públicas y el diagnóstico precoz eran las únicas herramientas que se encontraban a disposición. Entre ellas, el diagnóstico por imágenes tuvo un papel clave en la valoración y seguimiento de esta entidad, con especial interés en la tomografía computarizada (TC), dada su alta sensibilidad en las fases iniciales de la enfermedad, su amplia disponibilidad y su velocidad de adquisición (1,7).

Debido al incremento exponencial de casos y a la marcada demanda de camas en salas de aislamiento, se buscó utilizar la TC de ingreso como predictor de gravedad en la evolución de la enfermedad, con el objetivo de tomar medidas anticipadas, como definir la posibilidad de aislamiento domiciliario, internación en sala general o predecir la necesidad de unidad de cuidados intensivos.

Teniendo en cuenta que las opacidades en “vidrio esmerilado”, la alteración del intersticio y el desarrollo de consolidación están presentes en pacientes con compromiso pulmonar por SARS-CoV-2 (8,9), se desarrolló un puntaje-TC para valorar el tipo de opacidades y la magnitud del parénquima comprometido, con el cual se alcanzó un valor para cada paciente comprendido entre 0 y 54.

En el presente trabajo se resumen las características clínicas, radiológicas y evolución de 98 pacientes con diagnóstico confirmado de infección por COVID-19. Se consideraron como variables de evolución = indicación de oxigenoterapia, requerimiento de máscara con reservorio de oxígeno y necesidad de traslado a unidad de terapia intensiva por hipoxemia o por alto riesgo de muerte.

Se valoró la TC de ingreso de cada paciente con el puntaje-TC previamente desarrollado. Se confeccionó una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para evaluar la utilidad de la prueba diagnóstico y el valor predictivo de la misma respecto a las variables de evolución consideradas.

2. Objetivos

- Describir las características clínicas, antecedentes y evolución de la población.
- Analizar los hallazgos en la TC de tórax de ingreso.

- Desarrollar un puntaje-TC y evaluar su utilidad como pronóstico de evolución.

3. Materiales y métodos

3.1. Población

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, de 98 pacientes internados con diagnóstico confirmado de infección por COVID-19 (mediante RT-PCR), durante el período comprendido entre el 15 de junio y el 31 de julio de 2020, a quienes se les realizó una TC de tórax al ingreso hospitalario, luego de consultar en las unidades febriles de urgencia (UFU).

3.2. Criterios de inclusión

- Edad: mayores 18 años
- Internación con diagnóstico reciente de COVID-19 por RT-PCR.
- Realización de TC al ingreso. Criterios de realización de TC al ingreso: semiología respiratoria y/o desaturación y comorbilidades (diabetes, obesidad, HTA, EPOC, o edad mayor a 65 años).

3.3. Criterios de exclusión

Comorbilidad o enfermedad concomitante al COVID-19 que condiciona el pronóstico y/o la limitación de medidas terapéuticas (senectud avanzada, demencia, complicación de otra patología preexistente).

3.4. Definiciones

- Diagnóstico de HTA: Pacientes con diagnóstico conocido o necesidad de tratamiento durante la internación.
- Diagnóstico de diabetes: Pacientes con diagnóstico conocido o necesidad de tratamiento farmacológico durante la internación.
- Diagnóstico de obesidad: IMC > 30 kg/m²
- Comportamiento febril: Registros térmicos mayores a 37,5° durante la internación.
- Oxigenoterapia convencional: Uso de cánula nasal o máscara de Venturi.
- Refractariedad a la oxigenoterapia convencional: Necesidad de máscara de reservorio.
- Evolución desfavorable: Necesidad de traslado a unidad cerrada por hipoxemia refractaria o alto riesgo de muerte.
- UFU: Unidades febriles de urgencia.

3.5. Tratamiento

Los pacientes internados fueron tratados según protocolos vigentes que incluyen: antibioticoterapia, dexametasona, oxigenoterapia y terapéuticas indicadas según criterio del equipo médico tratante.

3.5.1. Variables de evolución

- Estabilidad clínica sin compromiso en la gasometría.
- Necesidad de oxigenoterapia por métodos convencionales (cánula nasal o máscara de Venturi).

- Requerimiento de oxigenoterapia con reservorio de oxígeno.
- Evolución desfavorable y traslado a unidad de terapia intensiva por hipoxemia refractaria al tratamiento o alto riesgo de muerte.

3.6. Técnica de adquisición por TC

Las tomografías se realizaron en un equipo Siemens de 16 cortes con reconstrucciones de alta resolución de 2,5 mm de espesor con un intervalo de 2 mm; se obtuvieron imágenes en los planos axial, coronal y sagital. Todos los exámenes se realizaron con pacientes en decúbito supino y con inspiración máxima, sin la administración de medio de contraste intravenoso. Se utilizó ventana para valoración de mediastino (L:50 W:400) y de parénquima pulmonar (L: -600 W: 1070).

Las imágenes estuvieron disponibles para consulta en tiempo real a través de un sistema PACS que provee la visualización de las mismas en la sala de radiología, en los consultorios de las UFU y en las salas de aislamiento.

Las imágenes de TC se evaluaron para determinar la presencia y distribución de anomalías parenquimatosas como patrón en “vidrio esmerilado” o empedrado (también conocido como crazy-paving) y consolidación. Adicionalmente, se evaluó la presencia de adenomegalias mediastinales y derrame pleural. No se evaluaron adenomegalias hiliares debido a que los estudios se realizaron sin medio de contraste.

Se tomó en consideración la distribución de las lesiones como centrales, periféricas o ambas y su distribución en lóbulos superiores, inferiores, medios o múltiples.

Las imágenes características se muestran en la figura 1.

4. Categorización de las imágenes (puntaje-TC)

Los informes radiológicos de TC realizados en la actualidad son meramente descriptivos. Si bien permiten vincular los hallazgos imagenológicos característicos a la infección por SARS-CoV-2, lo hacen de manera cualitativa; de este modo, ofrecen una limitada utilidad para definir pronóstico y adecuar conductas terapéuticas.

Se desarrolló un puntaje-TC en función del tipo de hallazgos radiológicos observados en cada lóbulo pulmonar de manera independiente, y en sumatoria con el porcentaje que estos ocupaban dentro del parénquima. La escala sobre la gravedad de las lesiones fue categorizada en 4 variables, tomando como valor 0 al parénquima normal, 1 a las opacidades en “vidrio esmerilado” (OVE), 2 a las opacidades con patrón de tipo empedrado y 3 a las consolidaciones. Así mismo, se le adjudicó un puntaje al porcentaje que cada una de estas lesiones ocupa dentro de un lóbulo pulmonar, con una escala de 4 puntos, donde < 25 % equivale a 1 punto; del 25 % al 50 %, 2 puntos; 50 % al 75 %, 3 puntos; > 75 %, 4 puntos. Este puntaje se resume en tabla 1.

Tabla 1. Puntuación Score-TC

Puntuación		Porcentaje	
Normal	0	< 25 %	1
“Vidrio esmerilado”	1	25 - 50 %	2
Empedrado	2	50 - 75 %	3
Consolidación	3	> 75 %	4

Los patrones radiológicos comúnmente presentes según la cronología de la enfermedad se ejemplifican en la figura 2.

Los hallazgos iniciales esperados corresponden exclusivamente a opacidades de tipo “vidrio esmerilado”. Considerando que las TC fueron realizadas al ingreso al hospital la detección precoz de opacidades diseminadas, compromiso del intersticio y consolidación podrían vincularse a indicadores de severidad.

Finalmente, se sumaron los valores obtenidos de cada uno de los lóbulos de ambos pulmones y se obtuvo un puntaje final. La escala de valores posibles fue de 0 a 54 puntos. Las imágenes obtenidas se evaluaron de manera conjunta por dos médicos especialistas en diagnóstico por imágenes, quienes, desconociendo los parámetros clínicos de los mismos y basándose en un consenso, adjudicaron un puntaje a cada TC. Los ejemplos se grafican en las figuras 3, 4 y 5.

5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa EPI Info Version 3.3.2. Las variables continuas se expresaron como mediana (rango intercuartílico, IQR) y se compararon con la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de Wilcoxon; las variables categóricas se expresaron como número (%) y se compararon mediante la prueba de χ^2 o la prueba exacta de Fisher, si corresponde. Un α bilateral de menos de 0,05 se consideró estadísticamente significativo. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el SPSS (versión 16.0). Los análisis de datos están sujetos a lo estipulado en los códigos de Nuremberg y Helsinki sobre la investigación biomédica en seres humanos.

6. Resultados

Se evaluaron 102 pacientes, pero incluidos solo 98. Fueron excluidos 4 pacientes que presentaban patologías concomitantes que condicionaban el pronóstico de forma independiente (linfoma de Hodgkin, demencia, herida de arma blanca abdominal y crisis miasténica).

La media de edad fue de 51,7 años +/- 16,5. Sexo masculino 74,5 %.

El 61,2 % de los pacientes presentaban alguna comorbilidad. Las prevalentes fueron = obesidad (29,6 %); hipertensión arterial (27,6 %); diabetes (23,5 %); asma (6,1 %), y EPOC (3,1 %). El 32,7 % de los pacientes tuvo comportamiento febril durante la internación.

La mediana de inicio de síntomas al momento de la consulta y realización de TC fue de 5 días (R:0-14).

Las características de la población se resumen en las tabla 2 y figura 6.

Tabla 2. Características de la población estudiada

Variables	Pacientes (n = 98)
Edad	51,7 (+/- 16,5) %
Sexo masculino	74,5 %
Comorbilidades	61,2 %
Obesidad	29,6 %
Hipertensión arterial	27,6 %
Diabetes mellitus	23,5 %
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3,1 %
Asma	6,1 %



Figura 1. a) Opacidades con patrón “vidrio esmerilado”: incremento en los valores de atenuación, sin borramiento de las estructuras vasculares. b) Opacidades con patrón de empedrado: opacidad en “vidrio esmerilado” asociada con un engrosamiento de los septos interlobulillares. c) Consolidación sobre el segmento posterior del lóbulo superior derecho, se aprecia un borramiento de las estructuras vasculares asociado broncograma aéreo sobre un área de opacidad en “vidrio esmerilado”.

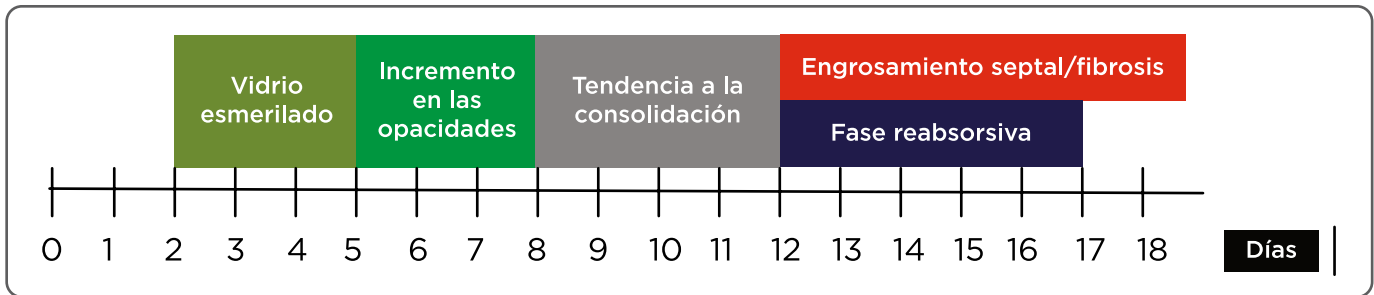


Figura 2. Evolución cronológica de las imágenes tomográficas en la infección por COVID-19.



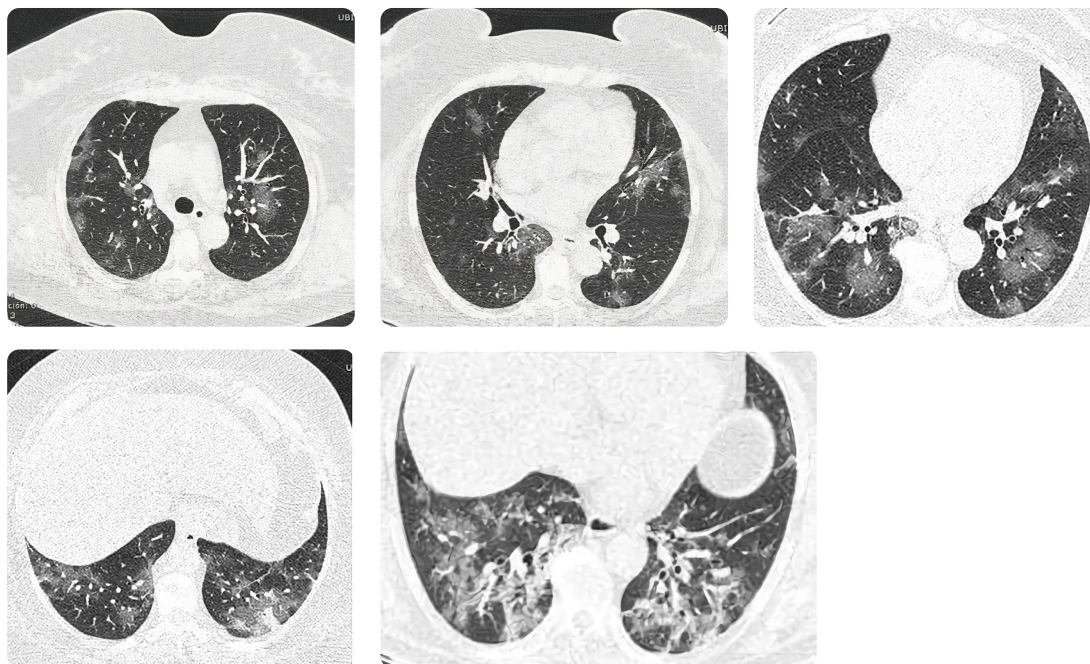
Pulmón izquierdo

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior	0						
Medio		1	1				
Inferior		1	1				

Pulmón derecho

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior		1	1				
Língula		1	1				
Inferior		1	1				

Figura 3. Puntaje-TC en paciente masculino de 32 años de edad. Se visualiza en el lóbulo superior derecho ausencia de opacidades. Patrón en “vidrio esmerilado” en los lóbulos medio e inferior derecho, en ambos < 25 %. En el lóbulo superior izquierdo y la língula se observa opacidad en “vidrio esmerilado” < 25 % y finalmente en lóbulo inferior izquierdo, opacidad en “vidrio esmerilado” del 25 %-50 %. Puntuación total 11.



Pulmón izquierdo

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior		1	1				
Medio		1	1				
Inferior		1	2				

Pulmón derecho

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior		1	1				
Língula		1	2				
Inferior		1	3			3	1

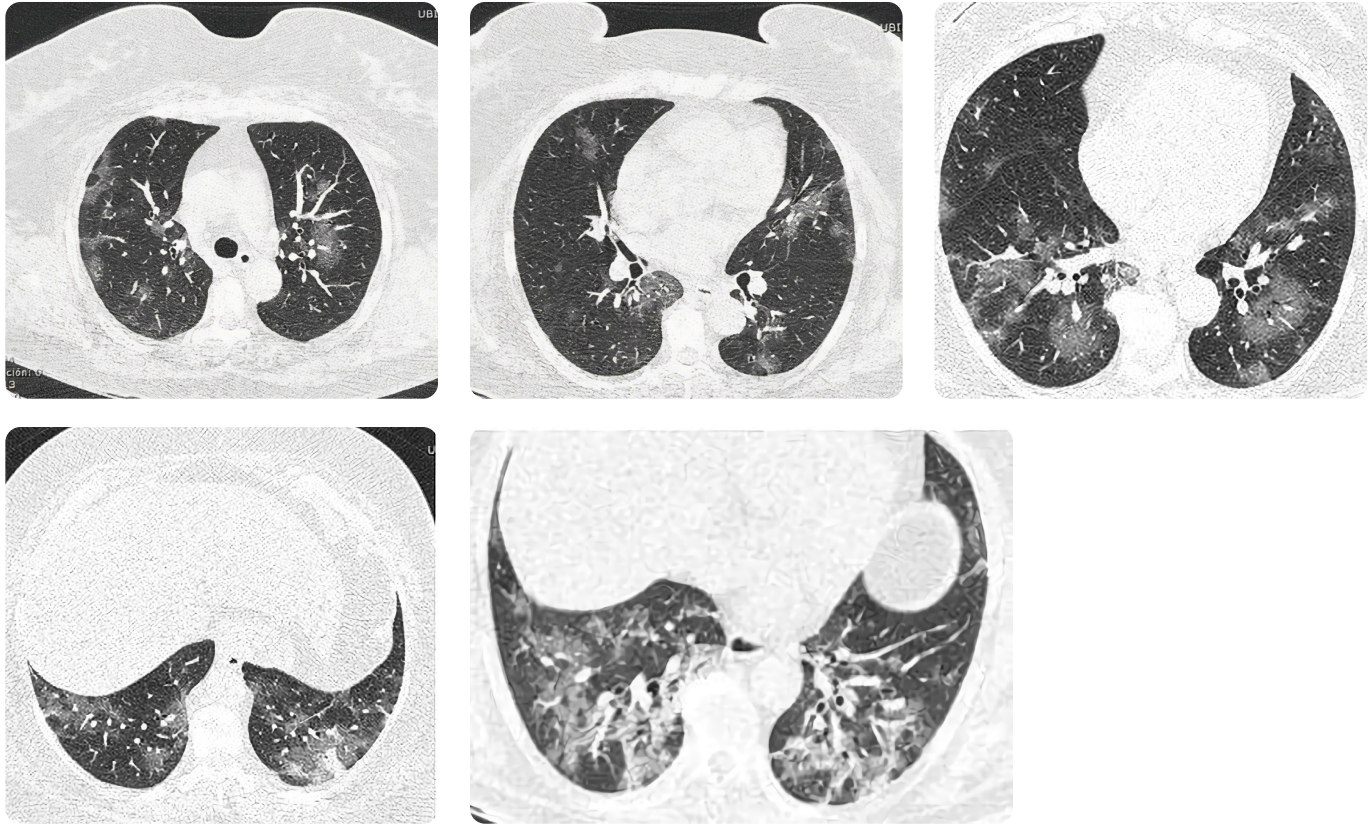
Figura 4. Puntaje-TC en paciente femenina de 50 años de edad. Se visualiza opacidad en "vidrio esmerilado" < 25 % en los lóbulos superior derecho y medio. El lóbulo inferior derecho evidencia también opacidad en "vidrio esmerilado", pero ocupando el 25 %-50 %. En el lóbulo superior izquierdo se observa opacidad en "vidrio esmerilado" en < 25 %, mientras que en la língula y el lóbulo inferior se observa opacidad en "vidrio esmerilado" en 25 %-50 %. Además, el lóbulo inferior izquierdo asociaba una consolidación < 25 %. Puntuación total 19.

6.1. Evolución

- Se determinaron 4 grupos de evolución (n = 98):
- Estabilidad clínica sin compromiso en la gasometría (36,7 %).
- Uso de oxigenoterapia por métodos convencionales (cánula nasal o máscara de Venturi) (38,7 %).
- Requerimiento de máscara con reservorio de oxígeno (9,1 %).
- Evolución desfavorable y traslado a unidad de terapia intensiva por hipoxemia refractaria al tratamiento o por alto riesgo de muerte (15,3 %) (tabla 3).

Tabla 3. Grupos de evolución

Variable	Sin necesidad oxígeno	Oxígeno convencional	Reservorio	Mala evolución	Análisis estadístico
	n = 36	n = 38	n = 9	n = 15	
Sexo masculino	25 (69,4 %)	28 (73,7 %)	8 (88,9 %)	12 (80 %)	N5
Edad	48,4 +/- 19,9	54,9 +/- 16,1	49,1 +/- 9,5	52,9 +/- 10,2	N5
Comorbilidad	17 (47,2 %)	27 (71,1 %)	6 (66,7 %)	10 (60 %)	
Comorbilidad por grupos	47,20 %	69,40 %			Fisher: $p = 0,025$
Diabetes	9 (25 %)	9 (23,7 %)	7 (77,8 %)	3 (20 %)	
Hipertensión	12 (33,3 %)	10 (26,3 %)	1 (11,1 %)	4 (26,7 %)	
Obesidad	4 (11,1 %)	14 (36,8 %)	6 (66,7 %)	5 (33,3 %)	



Pulmón izquierdo

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior		1	3			3	2
Medio		1	2				
Inferior		1	2				

Pulmón derecho

Lóbulo	Normal	V-E	%	CP	%	CONS	%
Superior		1	2				
Língula		1	2			3	1
Inferior		1	3			3	1

Figura 5. Puntaje-TC en paciente masculino de 48 años de edad. Se visualizan opacidades en “vidrio esmerilado” en el pulmón derecho, con un compromiso del 50 %-75 % en el lóbulo superior; este lóbulo presenta también una consolidación que compromete el 25 % - 50 %. En los lóbulos medio e inferior, opacidad en “vidrio esmerilado”, pero del 25 % - 50 %. En el pulmón izquierdo, opacidad en “vidrio esmerilado” que compromete el 25 %-50 % del lóbulo superior y língula y 50 %-75 % del lóbulo inferior. Así mismo, la língula y el lóbulo inferior presentan áreas de consolidación < 25 %. Puntuación total 33.

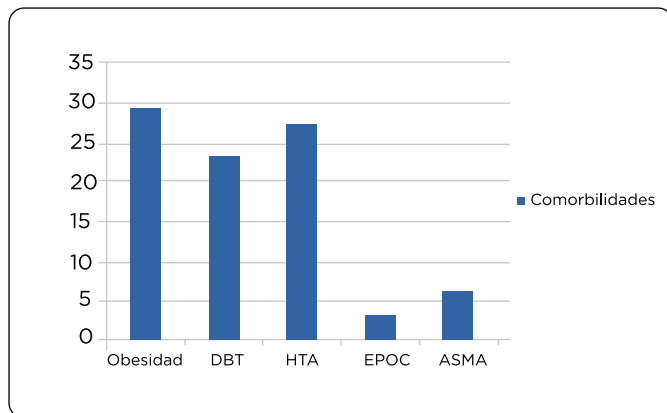


Figura 6. Comorbilidades de la población estudiada

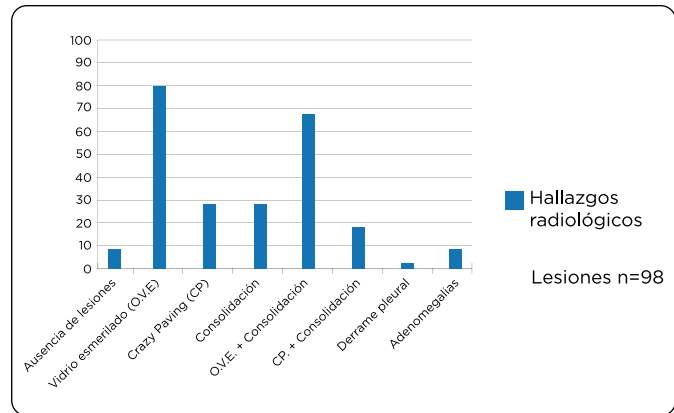


Figura 7. Hallazgos radiológicos de la población estudiada.

Se evaluó la edad como variable independiente, respecto a la evolución de los pacientes. No se hallaron diferencias significativas.

Los pacientes con requerimiento de oxígeno (grupos B, C y D) tuvieron una mayor prevalencia de comorbilidades respecto de aquellos que no necesitaron oxígeno (69,4 % vs. 47,2 %; $p=0,025$). La obesidad fue prevalente en aquellos pacientes con necesidad de oxígeno (grupos B, C y D vs. grupo A) (40,3 % vs. 11,1 %; $p=0,0016$); al igual que en el grupo de pacientes con requerimiento de máscara de reservorio en comparación con quienes no la necesitaron (grupos C y D vs. A y B) (37,9 % vs. 18,8 %; $p=0,042$) (tabla 4).

Tabla 4. Prevalencia de obesidad en pacientes con mala evolución

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Obesidad por grupos	11,10 %	40,30 %		
Obesidad por grupos	18,80 %		37,90 %	

6.2. Score-TC

Se evaluó la población con el puntaje-TC desarrollado. La mediana fue de 20, rango 0-46, P25-75, 11-26; n 98) (tabla 5).

Tabla 5. Puntuación mediante puntaje TC en la población estudiada

Puntaje-TC	Mínimo	P25	Mediana	P75	Máximo
Puntaje-TC	0	11	20	26	46
Puntaje-TC en no obesos	0	6	17	23	46
Puntaje-TC en obesos	10	20	22	28	42
Kruskal-Wallis: $p = 0,0016$					

En el grupo de pacientes con obesidad se registraron valores más elevados de Puntaje-TC respecto de la población de no obesos. Se interpretó como una expresión de mayor compromiso pulmonar de la enfermedad (mediana 22, R: 10-42 vs. mediana 17, R: 0-46; $p = 0,0016$).

Este hallazgo no se evidenció en el resto de las comorbilidades de manera individual ni en la suma de las mismas.

6.3. Hallazgos radiológicos

Los hallazgos más frecuentes en la población estudiada ($n = 98$) fueron las opacidades en “vidrio esmerilado” (82,7 %), empedrado (30,6 %) y consolidación (29,4 %).

La asociación de “vidrio esmerilado” más consolidación fue la más frecuente, 67,9 % y en menor medida el patrón de empedrado más consolidación (21,4 %) (figura 7).

La presencia de opacidades no tuvo una afección preferencial, se observó afectación de lóbulos superiores, medios, inferiores o con compromiso múltiple en el 72,4 % de los casos (figura 7), en el 17,4 % no se hallaron lesiones agudas en parénquima pulmonar ($n = 98$) (figura 7).

La localización de las lesiones fue de distribución periférica, 46 % o mixta 54 %. No se hallaron lesiones de distribución puramente central ($n = 98$) (figura 8).

Las adenomegalias mediastinales y el derrame pleural fueron infrecuentes (figura 7).

6.4. Indicadores de evolución

• **Evaluación de acuerdo con hallazgos tomográficos convencionales:** En pacientes con necesidad de oxígeno respecto a quienes no requirieron prevaleció la opacidad en “vidrio esmerilado” (90,3 % vs. 69,3 %); empedrado (43,5 % vs. 8,3 %); consolidación (69,4 % vs. 47,2 %); y compromiso de múltiples lóbulos (90,3 % vs. 41,7 %) con significancia estadística. Se interpreta el hallazgo como un indicador de enfermedad por COVID-19 con compromiso clínico de mayor jerarquía (tabla 6).

Tabla 6. Características y distribución de los hallazgos tomográficos

Opacidad en vidrio esmerilado	25 (69,3 %)	34 (89,5 %)	8 (88,9 %)	14 (93,3 %)	
	69,30 %		90,30 %		Test de Fisher: $p = 0,01$
Empedrado	3 (8,3 %)	13 (34,2 %)	5 (55,6 %)	6 (60 %)	
	8,30 %		43,50 %		Test de Fisher: $p = 0,00015$
Consolidación	17 (47,2 %)	25 (65,8 %)	7 (77,8 %)	11 (73,3 %)	
	47,20 %		69,40 %		Test de Fisher: $p = 0,025$
Múltiples lóbulos	15 (41,7 %)	33 (86,8 %)	9 (100 %)	14 (93,3 %)	
	41,70 %		90,30 %		Test de Fisher: $p = 0,00000035$

Evaluación de acuerdo con Puntaje-TC: La puntuación del puntaje-TC fue significativamente más elevada entre cada grupo de evolución (A: sin necesidad de oxígeno; B: uso de oxigenoterapia convencional; C: requerimiento de máscara con reservorio; D: evolución desfavorable). De este modo, el puntaje-TC se consideró un indicador de gravedad de la enfermedad por COVID-19 (tabla 7 y figura 9).

Tabla 7. Evaluación por grupos según puntaje-TC

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Puntaje-TC (Mediana/Rango)	9 (0-26)	20,5 (0-41)	24 (14-39)	28 (15-46)
Puntaje-TC (oxígeno sí o no)	9 (0-26)	22,5 (0-46)		
Puntaje-TC (reservorio sí o no)	17,5 (0-41)		28 (14-46)	
Puntaje-TC (mala evolución sí o no)	19 (0-41)			28 (15-46)
				(K. Wallis < 0,00001)

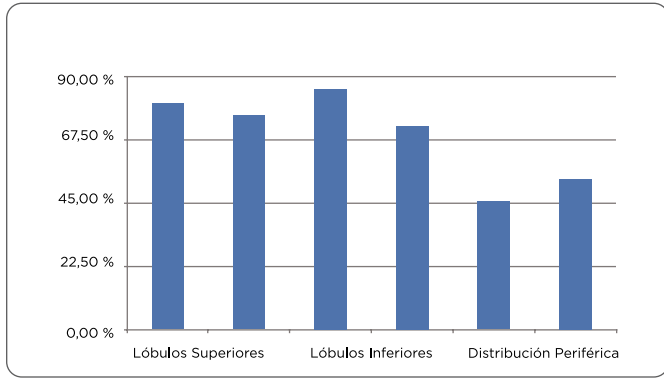


Figura 8. Distribución de las lesiones en TC de tórax.

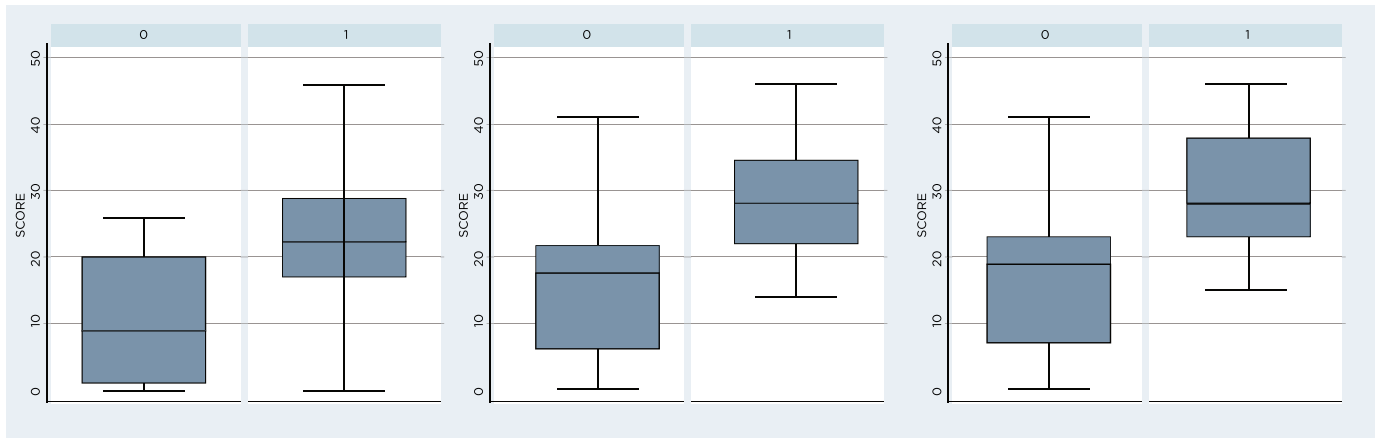


Figura 9. Score-TC en pacientes con necesidad de oxígeno, máscara reservorio y mala evolución vs. control.

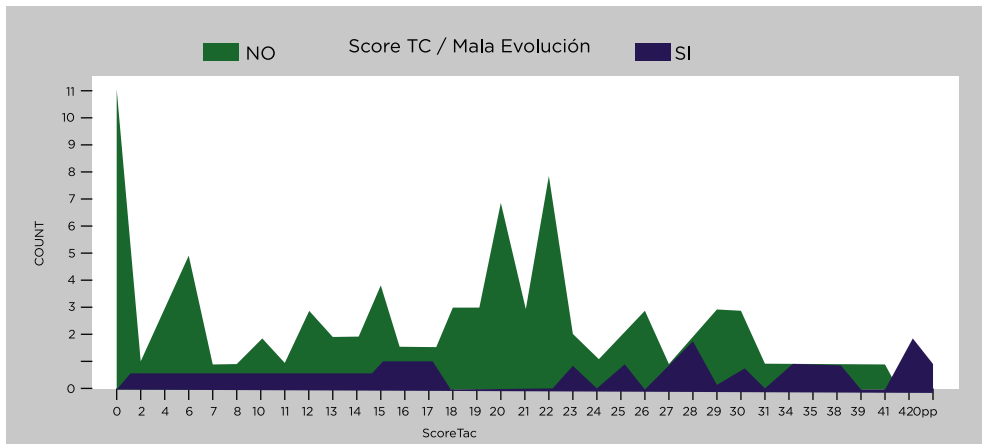


Figura 10. Score-TC en pacientes con evolución favorable (verde) y desfavorable (azul).

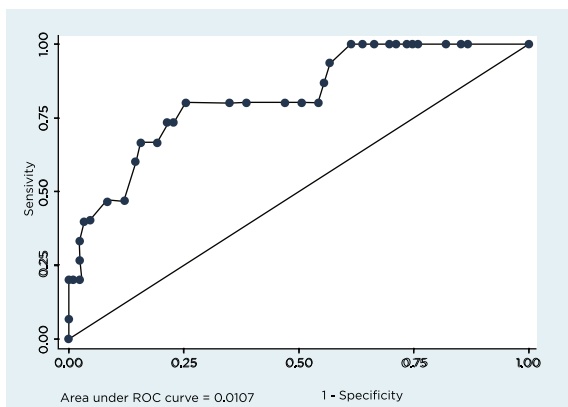


Figura 11. Representación gráfica de la curva ROC de la prueba diagnóstica.

El valor del puntaje-TC fue significativamente más elevado en los pacientes con evolución desfavorable respecto del resto de la población. Mediana 28 (R: 15-46) vs. 19 (R: 0-41) ($p < 00001$) (figura 10).

6.5. Utilidad del puntaje-TC

Se realizó un análisis de curva ROC como prueba de exactitud diagnóstica del puntaje desarrollado. El área bajo la curva fue de 0,8197, lo cual lo constituye en una prueba con buena capacidad discriminativa diagnóstica (figura 11).

7. Indicadores de evolución (evaluación convencional de TC vs. puntaje-TC)

7.1. Indicadores de enfermedad leve

- **Evaluación convencional de TC:** No se encontró consolidación en la TC del 38,7 % de los pacientes. En este grupo la necesidad de oxígeno reservorio alcanzó un VPN de 75,5 %. En el 27,5 % de los casos no se halló compromiso de múltiples lóbulos. En estos pacientes el VPN de necesidad de reservorio de oxígeno fue de 96,2 %. En este grupo de pacientes no hubo casos de evolución desfavorable.
- La ausencia de consolidación y compromiso de múltiples lóbulos se interpretó como expresión de enfermedad leve por COVID-19, por el manejo con oxigenoterapia convencional y al no registrarse ningún caso de evolución desfavorable (VPN = 100 %). Esta situación se evidenció en el 17,3 % de los pacientes, con una sensibilidad pobre (22,9 %) para detectar pacientes con buena evolución.
- **Valoración con puntaje-TC:** Valores de puntaje-TC ≤ 14 se hallaron en el 32,7 % de los pacientes, alcanzando sensibilidad del 38,5 % y especificidad del 100 % de evolución favorable. Solamente un paciente de este grupo tuvo necesidad de máscara con reservorio de oxígeno (VPN 95,8 %).
- Considerando los indicadores de evolución favorables mencionados, el puntaje-TC alcanzó mayor sensibilidad respecto a la evaluación tomográfica convencional, permitiendo la detección de una mayor cantidad de pacientes con evolución favorable.

7.2. Indicadores de enfermedad moderada a grave

- **Evaluación convencional de TC:** Los hallazgos tomográficos en “vidrio esmerilado”, empedrado, consolidación y compromiso de múltiples lóbulos estuvieron asociados cada uno de manera independiente a la necesidad de oxígeno como indicador de enfermedad al menos moderada (tabla 8).

Entre quienes necesitaron oxígeno ($n = 62$) vs. el grupo A ($n = 36$) la presencia de opacidad en “vidrio esmerilado” fue de 90,3 % vs. 69,3 %; consolidación 69,4 % vs. 47,2 % y compromiso de múltiples lóbulos 90,3 % vs. 41,7 %, con un VPP (valor predictivo positivo) de necesidad de oxígeno de 69,1 %; 71,6 % y 78,8 %, respectivamente.

La presencia de empedrado (3,5 % vs. 8,3 %) entre los usuarios de oxígeno fue el indicador con mayor VPP de necesidad de oxigenoterapia, arrojando un 91,6 %. Sin embargo, estos hallazgos se encontraron solo en el 30,6 % de los pacientes, por lo que presenta una sensibilidad de 43,5 %.

Valoración con puntaje TC: Valores de puntaje TC ≥ 22 se encontraron en 41,8 % de los pacientes. Evaluando necesidad de oxígeno como expresión de enfermedad grave, se determinó sensibilidad: 59,6 %, con un VPP de 90,2 %.

El requerimiento de reservorio en el grupo de pacientes con Score-TC ≥ 22 alcanzó sensibilidad: 79,1 % y especificidad: 70,2 %. Evaluando evolución desfavorable, sensibilidad: 80 % y especificidad: 65 %.

El hallazgo de un Score-TC < 22 se asoció a un VPN de necesidad de máscara reservorio de 91,2 % y de evolución desfavorable de 94,7 % como indicadores de enfermedad no crítica.

8. Discusión

Los coronavirus (CoV) corresponden a una gran familia de virus respiratorios que pueden causar desde cuadros banales hasta enfermedades graves, como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) en 2002, o como el síndrome respiratorio del oriente medio (MERS-CoV) en 2012. El nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) corresponde a una cepa que no había sido identificada previamente en humanos (10,11) y que cursa con similares síntomas al SARS según datos clínicos recientes (2,12). Se trata de una patología que en la actualidad no cuenta con tratamiento específico (6).

En concordancia con publicaciones recientes, los resultados del presente estudio sugieren que el SARS-CoV-2 tiene más probabilidades de cursar con mala evolución y muerte en pacientes con comorbilidades crónicas como resultado de las funciones inmunes más débiles de estos (2,10,12). Se resalta que los pacientes con obesidad presentaron valores mayores en el puntaje-TC que aquellos con otras comorbilidades.

Los hallazgos tomográficos en el diagnóstico precoz de la enfermedad juegan un papel clave en la categorización de los pacientes infectados con neumonía por COVID-19. Los resultados aquí descritos mostraron que las manifestaciones habituales fueron opacidades predominantes en “vidrio esmerilado” (82,7 %) mezcladas con consolidaciones (67,9 %), principalmente con distribución periférica (46 %) o combinadas periféricas y centrales (54 %).

Tabla 8. Valoración convencional de hallazgos en TC

Hallazgo	Pacientes sin oxígeno (36)	Pacientes con oxígeno (62)	Sensibilidad	Especificidad	VPP	Test de Fisher
Opacidad en “vidrio esmerilado”	69,3 %	90,3 %	90,3 %	30,5 %	69,1 %	0,01
Empedrado	8,3 %	43,5 %	43,5 %	91,6 %	90 %	0,00015
Consolidación	47,2 %	69,4 %	69,4 %	52,7 %	71,6 %	0,025
Múltiples lóbulos	41,7 %	90,3 %	88,7 %	58,3 %	58,3 %	0,00000036

El compromiso pulmonar fue ligeramente más frecuente en lóbulos inferiores (85,7 %), con multiplicidad de lóbulos (72,4 %). Se observó una escasa prevalencia de derrame pleural y/o adenomegalias mediastinales. En aquellos que presentaron derrame pleural, los mismos fueron de características leves; y en cuanto a las adenomegalias mediastinales, presentaban una media de 12 mm en su eje corto. Dada la baja prevalencia de dichos hallazgos, se podría inferir la baja asociación de dichas entidades con infección pulmonar aguda causada por SARS-CoV-2.

La distribución extensa de las opacidades, la existencia de consolidación temprana, así como la presencia de múltiples zonas pulmonares involucradas fueron más comunes en el grupo de pacientes con mala evolución. Esto sugiere un curso clínico más grave para estas anomalías, hallazgo que puede ser correlacionado con daño alveolar difuso, y que podrían ser similares en otras infecciones virales (como en neumonía H1N1, neumonía H5N1, neumonía H7N9 y SARS) (2,13).

Si bien no se puede alcanzar un diagnóstico definitivo de neumonía por COVID-19 utilizando solo las imágenes de TC, la mayoría de los patrones de imágenes de neumonía viral comparten similitudes. Las características resumidas anteriormente podrían ser útiles para diferenciar varios patógenos de neumonía en la clasificación de pacientes (2,9,14).

Las opacidades en “vidrio esmerilado”, alteraciones del intersticio, consolidación y compromiso de múltiples lóbulos se encontraron con frecuencia en los pacientes con neumonía por COVID-19 (15). Esta situación dificultó el uso de los mismos como indicador de gravedad de la enfermedad. De la misma manera, la ausencia de lesiones no pudo asociarse a buena evolución, ya que en la población estudiada prácticamente no había pacientes sin lesiones pulmonares.

El desarrollo de un puntaje-TC tuvo la finalidad de predecir de manera objetiva y cuantitativa el comportamiento clínico de los pacientes y específicamente el requerimiento de oxígeno, necesidad de terapia intensiva o muerte.

Se evaluaron de manera exhaustiva las características radiológicas de la neumonía por COVID-19, mediante un puntaje-TC. Las puntuaciones del grupo con mala evolución fueron significativamente más elevadas respecto al grupo de evolución favorable (28 [R: 15-46] vs. 19 [R: 0-41], $p=0,0001$).

Con el desarrollo de una curva ROC y análisis de las variables de evolución de acuerdo con diversos puntos de corte del puntaje-TC, se definieron tres grupos de compromiso pulmonar tomográfico de la neumonía por COVID-19:

- Enfermedad leve: puntaje-TC: 0-14.
- Enfermedad moderada: puntaje-TC: 15-21.
- Enfermedad grave: puntaje-TC: 22.

Los pacientes con enfermedad leve por puntaje-TC tuvieron buena evolución en la totalidad de los casos, y fueron detectados con una sensibilidad mayor a la que ofrece la evaluación convencional de TC.

En los pacientes con enfermedad moderada por puntaje-TC se determinó un grupo heterogéneo con alto VPN de necesidad de máscara con reservorio como indicador de enfermedad crítica.

Los pacientes con enfermedad grave por puntaje-TC tuvieron un alto VPP respecto a la necesidad de uso de oxígeno y alta sensibilidad

para detección de requerimiento de máscara de reservorio y evolución desfavorable.

Valorar las TC a partir de un puntaje-TC fue superior al informe descriptivo convencional por practicidad y precisión para predecir la evolución de los pacientes. Una simple puntuación en la TC de ingreso de los pacientes podría categorizar a los mismos como leves-moderados-graves desde el punto de vista radiológico.

La correlación entre el puntaje-TC y las variables de evolución definidas como necesidad de oxígeno, máscara de reservorio o mala evolución provee información que se puede usar junto a los parámetros clínicos con la finalidad de decidir conductas terapéuticas más precoces y oportunas.

9. Conclusión

El puntaje-TC desarrollado es un método cuantitativo, sencillo y sumamente útil en la valoración de pacientes con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 superior a la evaluación convencional de TC.

A través del mismo se puede caracterizar el compromiso pulmonar tomográfico en leve, moderado y grave, con una marcada correlación con las variables de evolución clínica. De esta manera, puede tener importante valor pronóstico y adecuar conductas terapéuticas precoces y oportunas en la evolución de la enfermedad.

Referencias

1. Rubin G, Ryerson C, Haramati L, Sverzellati N, Kanne J, Raouf S, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: A multinational consensus statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2020;296:172-80.
2. Simpson S, Kay F, Abbara A, Bhalla S, Chung J, Chung M, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *Radiology*. 2020;2(2).
3. Organización Mundial de la Salud. COVID-19; cronología de la actuación de la OMS [internet]. 2020, 27 de abril [citado: 2021 ene. 10]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
4. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia. *Radiology*. 2020;200370.
5. Manli Wang, Ruiyuan Cao, Leike Zhang, Xinglou Yang, Jia Liu, Mingyue Xu; Zhengli Shi, Zhihong Hu, Wu Zhong, Gengfu Xial Remdesivir and chloroquine effectively inhibit the recently emerged novel coronavirus (2019-nCoV) in vitro. *Cell Research* (2020) 30:269–271; <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0282-0>
6. Ramirez Cotrina CA. La radiología y pandemia COVID-19. *Rev Per Radiol*. 2020;20:1.
7. Yuan M, Yin W, Tao Z, Tan W, Hu Y. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PLoS ONE*. 2020;15(3):e0230548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230548>
8. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020.
9. Song F, Shi N, Shan F, Zhang Z, Shen J, et al. Novel coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology*. 2020;295:210-7.
10. Dawei Wang, MD1; Bo Hu, MD1; Chang Hu, MD1; et. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China
11. WHO. Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV) [internet]. 2020, enero 30 [citado: 2021 ene, 20]. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)).
12. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. *Radiology*. 2020;20:200463.
13. Feng F, Jiang Y, Yuan M, Shen J, Yin H, Geng D, et al. Association of radiologic findings with mortality in patients with avian influenza H7N9 pneumonia. *PLoS one*. 2014.

14. Shi H, Han X, Zheng C. Evolution of CT manifestations in a patient recovered from 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia in Wuhan, China. *Radiology*. 2020;200269.
15. Li K, Wu J, Wu F. The clinical and chest CT features associated with severe and critical COVID-19 pneumonia. *Invest Radiol*. 2020;55(6).

Correspondencia

Sebastián Facundo Pérez Espinosa
Avenida del Libertador 7766, piso 11, depto 01 CABA
Buenos Aires, Argentina
sebastian.perez@imat.com.ar
diagnostico.ramosmejia@gmail.com

Recibido para evaluación: 10 de febrero de 2021

Aceptado para publicación: 18 de abril de 2021