

Utilidad de la tomografía de tórax en el diagnóstico de la COVID-19

Zarrelli Ramón¹, Hernández Marbelys², Martínez Antonio³, Pérez María J¹, Andonaegui Luis G⁴, Meléndez Anna⁵, Segovia María G⁵, Guzmán Omar⁵

RESUMEN

Un gran número de pacientes con la COVID-19 son evaluados en los servicios de emergencia. Es vital que se realice un diagnóstico precoz de la enfermedad. Si bien es cierto, que la prueba de referencia para el diagnóstico es la técnica de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR), en nuestro medio, su resultado demora más de 14 días, retrasando un diagnóstico oportuno, por lo que la Tomografía (TC) de tórax puede ayudar al diagnóstico precoz de los pacientes sintomáticos con alta sospecha clínica, así como permite evaluar la extensión del compromiso pulmonar en pacientes hospitalizados con enfermedad moderada a severa y en pacientes con deterioro clínico y alteración de los parámetros de laboratorio, o en los que tienen sospecha de embolia pulmonar, sobreinfección bacteriana y/o hay aparición de derrame pleural. Se resaltan algunas consideraciones del rol de la TC de tórax, la rapidez de su realización y la no necesidad de contraste endovenoso, adicional al correcto proceso de diagnóstico clínico. Se describen las principales características de las lesiones pulmonares, los términos actualizados por la Sociedad Fleischner, así como las clasificaciones según el patrón tomográfico con el fin de disponer de una nomenclatura unificada, precisa, sencilla y de fácil consulta para la interpretación de los hallazgos para la COVID-19, lo cual permite un reporte uniforme de los hallazgos. Aún no existe un protocolo establecido para el manejo imagenológico de los pacientes en el pos-COVID.

Palabras clave: Tomografía de tórax; COVID-19; Opacidad en vidrio deslustrado; Diagnóstico precoz; Hallazgos imagenológicos.

SUMMARY

Large numbers of COVID-19 patients are evaluated in emergency services. It is vital that an early diagnosis of the disease is made. Although it is true that the reference test for diagnosis is the real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) technique, in our environment, its result takes more than 14 days, delaying a timely diagnosis, for what the chest tomography (CT) can help the early diagnosis of symptomatic patients with high clinical suspicion, as well as to evaluate the extent of pulmonary involvement in hospitalized patients with moderate to severe disease and in patients with clinical deterioration and alteration of the lungs. laboratory parameters, or those with suspected pulmonary embolism, bacterial superinfection and / or the appearance of pleural effusion. Some considerations of the role of chest CT are highlighted, the speed of its performance and the non-need for intravenous contrast, in addition to the correct clinical diagnosis process. The main characteristics of lung lesions, the terms updated by the Fleischner Society, as well as the classifications according to the tomographic pattern are described in order to have a unified, precise, simple and easy-to-consult nomenclature for the interpretation of the findings for COVID-19, allowing for uniform reporting of findings. There is still no established protocol for the imaging management of post-COVID patients.

Key words: Chest tomography; COVID-19; Opacity in ground glass; Early diagnostic; Imaging findings.

¹Médico Radiólogo, Servicio de Imagenología, Del Sur Policlínica, El Tigre, Anzoátegui.

²Internista Infectólogo, Clínica de la Mujer, Del Sur Policlínica, El Tigre, Anzoátegui.

³Neumólogo, Clínica de la Mujer, Del Sur Policlínica, El Tigre, Anzoátegui.

⁴Médico Radiólogo Intervencionista, Director Médico, Del Sur Policlínica, El Tigre, Anzoátegui.

⁵Médico Residente, Del Sur Policlínica, El Tigre, Anzoátegui.

Responsable: Dr. Ramón Zarrelli.
Correo electrónico: ramonzarrelli@gmail.com

Historia del artículo: Recibido el 20 de abril de 2021.
Aceptado el 17 de mayo de 2021. On-line el 08 de junio de 2021.

INTRODUCCIÓN

Los coronavirus (CoV) son una gran familia de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves, en los seres humanos y en una variedad de animales, incluyendo aves y mamíferos como camellos, gatos y murciélagos^{1,2}. Los que afectan al ser humano han tenido un patrón estacional leve en invierno hasta otros más graves como los producidos por los virus del Síndrome Respiratorio Agudo Grave (por sus siglas en inglés, SARS) y del Síndrome Respiratorio de Oriente Próximo (MERS-CoV)³.

El 31 de diciembre de 2019, la Comisión Municipal de Salud y Sanidad de Wuhan (provincia de Hubei, China) informó sobre un grupo de 27 casos de neumonía de etiología desconocida¹, con una exposición común a un mercado mayorista de mariscos, pescados y animales vivos^{3,4}. Posteriormente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró para el 11 de marzo de 2020, al brote de la enfermedad del Coronavirus 19 (la COVID-19)^{5,6} causada por el SARS-CoV2, como Pandemia. Desde entonces, los casos se han multiplicado exponencialmente diseminándose por el mundo^{7,8}.

Hasta el momento de la redacción de este artículo (07/05/2021), el "Coronavirus COVID-19 Global Cases by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)" reportó 156 465 211 casos positivos para SARS-CoV2, con 3 264 509 fallecidos, en 192 de los 197 países del mundo⁸. En Venezuela, el 13 de marzo, una mujer de 41 años que estuvo de viaje en España, Italia y Estados Unidos, resultó positiva a la prueba de SARS-CoV2 en el Hospital Clínico Universitario de Caracas, actualmente se reportan 204 057 casos positivos^{8,9}.

La COVID-19 es una infección viral producida por el SARS-CoV-2, que afecta principalmente las vías respiratorias bajas; en los casos severos podría producir una respuesta inflamatoria sistémica masiva y fenómenos trombóticos en diferentes órganos.

En la viremia el RNA del virus pasa de las glándulas salivales y membranas mucosas, especialmente nasal y laringe, a los pulmones y a otros órganos con los mismos receptores ACE-2: corazón, hígado e incluso, al sistema nervioso central (SNC); luego llega a los intestinos, lo que puede explicar los síntomas gastrointestinales, detectándose en las heces desde el inicio de la infección^{9,10}.

Dos procesos fisiopatológicos interrelacio-

nados, se han descrito: el efecto citopático directo resultante de la infección viral, que predomina en las primeras etapas de la enfermedad y la respuesta inflamatoria no regulada del huésped, que predomina en las últimas etapas¹¹. La superposición de estos dos procesos fisiopatológicos se traduce fenotípicamente en una evolución en 3 etapas de la enfermedad: Estadio I (fase temprana), Estadio II (fase pulmonar) y Estadio III (fase hiperinflamatoria)^{11,12}.

Entender la fisiopatogenia de la infección por SARS-CoV-2 es la piedra angular para establecer el diagnóstico oportuno e implementar el tratamiento adecuado y limitar la propagación del virus y, en última instancia, eliminarlo^{12,13}.

Es vital que se realice un diagnóstico precoz de la enfermedad con el fin de identificar inmediatamente a los pacientes de alto riesgo que necesitarán ser ingresados a las áreas de aislamiento de UCI o no UCI y por supuesto, para realizar un correcto despistaje de los pacientes que presenten otras enfermedades agudas.

Si bien es cierto que la prueba de referencia para el diagnóstico de la enfermedad es la técnica de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR), la cual se puede realizar utilizando hisopos para obtener muestras nasofaríngeas o mediante la obtención de otras muestras del tracto respiratorio superior usando un hisopo de garganta o saliva^{13,14}, en nuestro medio, su resultado demora entre 2 a 3 semanas, retrasando un diagnóstico oportuno. Además, se ha identificado, en la práctica clínica, que la RT-PCR presenta una alta frecuencia de falsos negativos que, dependiendo del tiempo de enfermedad, puede variar del 38 % al 66 %, lo cual provocaría un abordaje inadecuado y un diagnóstico tardío de los enfermos, exponiendo a otras personas a un potencial contagio^{15,16}.

Los factores que pueden conducir a un resultado falso negativo incluyen; mala calidad de la muestra; recolectar la muestra demasiado pronto (p. ej., entre la exposición al SARS-CoV-2 y la aparición de los síntomas, que puede tardar hasta 1 semana) o tardíamente en el curso de la infección (p. ej., estimada en la semana 4 después de la aparición de los síntomas, manejo y envío inadecuado de la muestra; y razones técnicas inherentes a la prueba¹³⁻¹⁶.

Muchos estudios señalan que el rendimiento diagnóstico de la RT PCR no es el mejor¹⁷. Wang y col., evaluaron, mediante la RT PCR, a 1 070 muestras provenientes de 205 pacientes con la COVID-19 confirmado y encontraron un resultado positivo en el 63 % de las muestras provenientes de hisopado nasal y en el 32 % de las de hisopado faríngeo¹⁸; resultados que se

asemejen a lo reportado por Ai y col., quienes evaluaron a 1 014 pacientes hospitalizados con sospecha de la COVID-19 y en los que la prueba RT-PCR inicial resulto positiva solo en el 59 %¹⁹. Asimismo, Vidal-Anzardo y col., evidenciaron un rendimiento diagnóstico bajo de la RT PCR, lo cual explicaron por problemas con la calidad de la muestra, el transporte o hasta con la técnica de procesamiento²⁰.

En este sentido, la tomografía computarizada de tórax (TC) asumiría un rol importante para coadyuvar al diagnóstico precoz y evaluar la extensión del compromiso pulmonar en pacientes hospitalizados con la COVID 19. Las tasas de positividad de la RT PCR y la TC de tórax fueron de 59 % (601/1014) y 88 % (888/1014) respectivamente; con la RT PCR como referencia, la sensibilidad de la TC de tórax llegó hasta el 97 % (580/601). Es por ello, que se planteó realizar una revisión del papel que tiene este estudio de imágenes en el diagnóstico de la COVID 19¹⁹.

REQUERIMIENTOS DE LOS SERVICIOS DE RADIOLOGÍA Y PREPARACIÓN DEL PERSONAL

En vista de que el SARS-Cov2 puede transmitirse a través de contacto directo, indirecto o estrecho con secreciones contaminadas emitidas por una persona infectada²¹, la realización de procedimientos radiológicos en los pacientes con diagnóstico probable o confirmado de la COVID-19 supone un riesgo para el personal, ya que esto puede ocurrir durante el registro del paciente o de la historia, el examen físico, el transporte, el examen radiológico o en el área de espera. Es fundamental capacitar al personal sanitario encargado del área en el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) a fin de prevenir la infección^{4,22,23}.

El personal sanitario que realice los estudios radiológicos de tórax debe utilizar EPP, incluidas batas de manga larga, protectores oculares o caretas protectoras, guantes, mascarillas²³. El proceso de vestimenta y remoción del equipo protector debe realizarse de acuerdo con los procedimientos establecidos y bajo supervisión.

Posterior a la utilización del área destinada para estudios tomográficos, debe desinfectarse la superficie de los objetos contaminados, suelo, equipos utilizados, y camillas, con desinfectante y cloro, en promedio cada 4 horas, en el caso de contaminación visible debe realizarse de forma inmediata. El equipo de TC debe limpiarse con etanol al 75 % cada 4 horas²⁴. Para la desinfección del aire debería ventilarse por 30 minutos mínimo luego de la desinfección y

antes de realizar el siguiente estudio (paciente sospechoso o confirmado)²⁵. La distribución del espacio destinado para realizar TC debe estar previamente identificado, considerando áreas limpia y contaminadas²⁶, si se dispone de más de 1 equipo de TC, se sugiere destinar un único equipo para pacientes con la COVID-19 confirmados o sospechosos (con asepsia adecuada entre los mismos). Si solamente se dispone de 1 equipo de tomografía se divide el horario de atención de pacientes a fin de disminuir el riesgo de contacto²⁵.

PROTOCOLO DE TC DE TÓRAX

En la actualidad no se recomienda usar a la tomografía (TC) de tórax como una técnica de detección o diagnóstico precoz ni como primera línea en el diagnóstico de la infección por la COVID-19 en personas asintomáticas, puesto que los hallazgos no son específicos y se superponen con otras infecciones^{25,27}. El Colegio Americano de Radiología recomienda que la TC puede utilizarse en pacientes sintomáticos, con alta sospecha clínica, con criterios de ingreso u hospitalizados y en aquellos con PCR negativa y radiografía de tórax sospechosa. También considera su indicación, para aquellos pacientes con la COVID-19 confirmado con deterioro clínico y alteración de los parámetros de laboratorio, o en los que tienen sospecha de embolia pulmonar, sobreinfección bacteriana o hay aparición de derrame pleural²⁷. La Federación Ecuatoriana de Radiología sugiere seguimiento tomográfico en pacientes que desarrollaron complicaciones para detallar secuelas permanentes del proceso²⁴.

Se bien es cierto que el Colegio Americano de Radiología²⁷ ha recomendado no realizar TC de tórax de rutina para identificar a la enfermedad, el consenso multinacional e interdisciplinario publicado por Rubin y col., emite recomendaciones que serían más afines con la realidad de muchos países latinoamericanos, en donde los recursos son limitados, con una carga de transmisión comunitaria elevada y por ende una alta probabilidad pretest; es por ello que en dicha revisión proponen que los estudios de imagen están recomendados para aquellos pacientes con características clínicas de enfermedad moderada o severa compatibles con la COVID-19, para ayudar a su triaje oportuno y a la rápida toma de decisiones²⁸.

La TC de tórax debe ser indicada sin contraste endovenoso ya que este puede afectar la interpretación de los patrones tomográficos como opacificación de vidrio esmerilado; a diferencia de si se sospechan complicaciones como un tromboembolismo pulmonar donde se utiliza la

administración de contraste EV y la realización de un proctólogo de Angio-TAC de las arterias pulmonares^{25,27}.

Al momento de realizar el estudio de imagen el paciente se traslada a una sala de espera, si este puede subirse y bajarse de la plataforma del equipo de manera independiente, si por alguna causa necesita apoyo se le permite a la persona que lo acompaña asistirlo. Usando un sistema de intercomunicador, el técnico verifica la información del paciente y le pide que se remueva cualquier objeto de metal para evitar artefactos, en posición supino, posteriormente se indica que contenga la respiración, se puede utilizar la técnica de tomografía a dosis baja que permite obtener una adecuada visualización del parénquima pulmonar y minimizar la dosis de radiación sobre el paciente^{29,30}.

La exploración tomográfica deberá incluir la totalidad del volumen pulmonar, donde la adquisición volumétrica debe tener cortes con espesor de 1mm, el tiempo de rotación más corto posible (0,3-0,5 s) y un Pitch de 1 mm, por otra parte el potencial y corriente del tubo adecuado al

tamaño del paciente generalmente, son 120 kVp y 120 mAs, respectivamente. Los potenciales del tubo más bajos (por ejemplo, 100 kVp) con ajuste recomendado para pacientes delgados y obesos, la reconstrucción de imágenes de TAC pueden ser contiguas, superpuestas o multiplanares, usando un algoritmo de alta resolución espacial, también pueden incluirse imágenes en 3D. Finalmente debe usarse un rango de ventana pulmonar apropiada de -600 -700 UH / 1 000-1 500 UH), ideal -600-1 200, y de ventana para tejidos blandos de 50 / 350 UH³¹.

HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE AFECTACIÓN PULMONAR POR COVID-19

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

La definición de términos para la imagen torácica que actualizó la Sociedad Fleischner en el año 2008 se considera útil para disponer de una nomenclatura unificada, precisa, sencilla y de fácil consulta para la interpretación de los hallazgos en tomografía de los pacientes³¹. Los principales términos usados en este contexto se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Definición de términos en la imagen torácica

Apanalamientos:	Espacios quísticos aéreos, comparables en diámetro, generalmente entre 0,3 a 1,0 cm, con paredes gruesas definidas.
Atelectasia:	Disminución en el volumen pulmonar acompañada de un incremento en la opacidad (Rx) o atenuación (TC) en la parte afectada del pulmón.
Broncograma aéreo:	Patrón de baja atenuación (bronquio con aire) sobre un fondo de alta atenuación (pulmón sin aire).
Bronquiectasia:	Dilatación bronquial irreversible localizada o difusa.
Centrolobulillar:	Región del centro de un lóbulo pulmonar secundario. Dista al bronquio terminal.
Consolidación:	Incremento homogéneo en la atenuación del parénquima pulmonar.
Crazy Paving:	Engrosamiento interlobulillar de los septos y líneas intralobulillares, con fondo de vidrio esmerilado.
Enfisema:	Sobredistensión del espacio aéreo distal al bronquiolo terminal con destrucción de las paredes alveolares, áreas focales de baja atenuación sin paredes visibles.
Engrosamiento septal interlobulillar:	Opacidades lineales que forman ángulos rectos y que están en contacto con la superficie pleural, cerca de las bases pulmonares.
Fibrosis pulmonar:	Opacidades reticulares y apanalamiento, con una distribución predominantemente basal y periférica.
Neumotórax:	Presencia de aire en el espacio pleural, el borde de la pleura visceral es visible.
Opacidad en vidrio deslustrado:	Aumento en la opacidad pulmonar, con preservación de los bordes bronquiales y vasculares.
Patron de árbol en brote:	Representa las estructuras centrolobulillares ramificadas que semejan un árbol en gemación.
Patron Miliar:	Opacidades pequeñas discretas, redondeadas (≤ 3 mm) de tamaño uniforme.
Signo del anillo de sello:	Bronquio dilatado adyacente a una arteria pulmonar.
Signo de Halo:	Opacidad en vidrio deslustrado rodeando un nódulo o masa.

Fuente: Sociedad Fleischner, 2008

TC DE TÓRAX CON HALLAZGOS NORMALES

Durante los días 0 – 2 de la infección lo predominante es una **TC de tórax normal** en algo más de la mitad de los casos, dado estos reportes de TC normales en los períodos iniciales de la enfermedad, no se recomienda su uso como herramienta de tamizaje o diagnóstico temprano, además que podría conllevar a contagio y congestión de las salas de radiología³². Se ha demostrado una prevalencia agrupada de TC de tórax con resultados normales hasta en el 10,6 % lo que implica que una tomografía negativa no puede excluir la COVID-19 con suficiente certeza, ni siquiera en pacientes sintomáticos³³.

UBICACIÓN DE LAS ALTERACIONES PULMONARES

Las revisiones sistemáticas de grandes series de casos brindan información sobre las características iniciales y de seguimiento de la enfermedad a través de TC de tórax, observando que en la mayoría de los pacientes existe afectación de múltiples lóbulos (hasta en un 75 %), en particular de los lóbulos inferiores con distribución periférica y posterior. Los hallazgos indicativos de progresión de la enfermedad son más prominentes alrededor del día 10 y se destaca un aumento en el número de lóbulos afectados (Figura 1). La disminución del número de lóbulos afectados es indicativa de mejoría clínica y generalmente se observa después de la semana 2^{34,35}.



Figura 1. Ubicación y distribución de las alteraciones pulmonares en TC de tórax. Cortes axiales de TC de tórax. La imagen A muestra afectación pulmonar leve por múltiples opacidades en vidrio deslustrado con distribución periférica y posterior. En la imagen B se observan lesiones de mayor tamaño que se extienden a varios lóbulos pulmonares. En la imagen C la afectación pulmonar es más extensa comprometiendo gran parte del parénquima pulmonar.

ANORMALIDADES ALVEOLARES

Los hallazgos típicos de la TC de tórax en pacientes con COVID-19 incluyen la presencia de **opacidades en vidrio deslustrado (OVD)** (Figura 2), multifocales, de morfología redondeada, con distribución periférica y bilateral. Dichas lesiones pueden fusionarse y condensarse conformando

áreas de **consolidación del parénquima** (Figura 3) o bien evolucionar y organizarse progresivamente, a menudo de una manera lineal asociados a engrosamiento de los tabiques inter e intralobulillares lo que se denomina **patrón en "crazy paving"**^{35,36} (Figura 4).

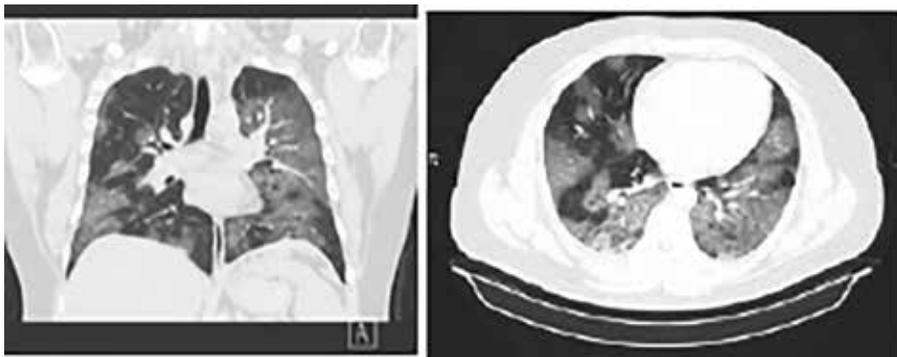


Figura 2. Tomografía de tórax en corte axial y reconstrucción coronal. Parénquima con múltiples OVD, confluentes, de distribución a predominio periférico.

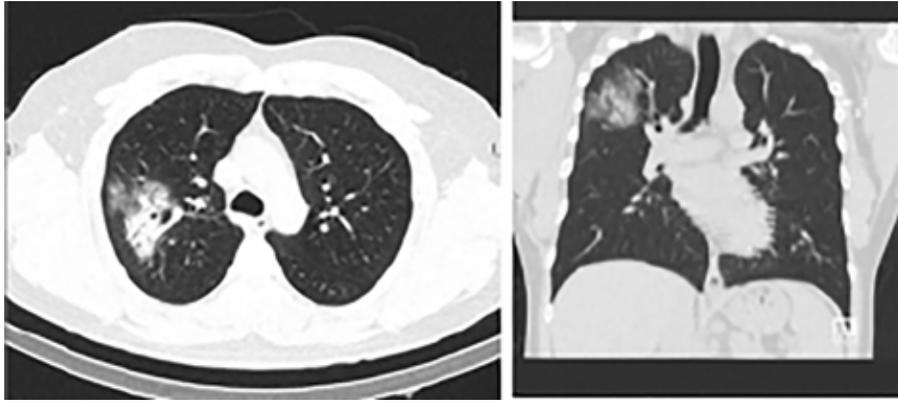


Figura 3. Imágenes de opacidades en vidrio deslustrado que se acompañan de consolidado alveolar con broncograma aéreo en el segmento posterior del lóbulo superior derecho.

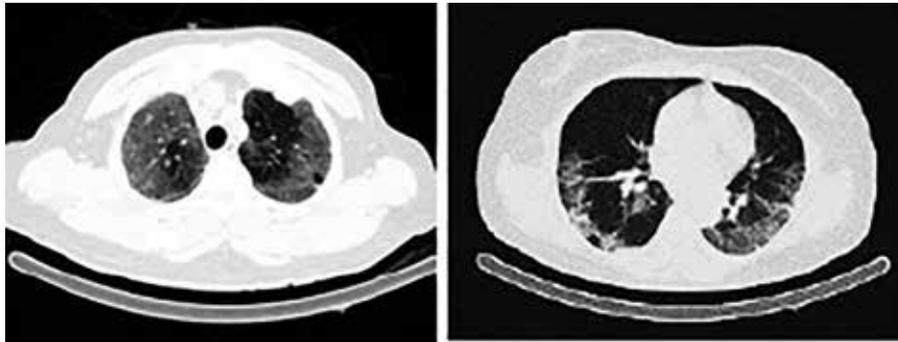


Figura 4. Múltiples zonas de OVD que se acompañan de engrosamiento del intersticio interlobulillar, configurando patrón en "crazy paving".

Aunque las OVD se han considerado un "sello distintivo" de la afectación pulmonar por la COVID-19, su aparición puede relacionarse con múltiples patologías que pueden simularlo (otras neumonías virales, bacterianas atípicas, por *Pneumocystis jiroveci* (PJP), neumonía intersticial, neumonitis por hipersensibilidad, edema pulmonar inducido por fármacos, cardiogénico y no cardiogénico, entre otras). La TC de tórax ofrece una sensibilidad razonable con baja especificidad para diferenciar las OVD por la COVID-19 de otras patologías que las producen por lo que es importante el enfoque multidisciplinario e individualizado de los casos, los cuales deben incluir una evaluación clínica detallada, así como datos de laboratorio y estudios imagenológicos de adecuada calidad e interpretación, para llegar a un diagnóstico preciso y reducir el número de falsos positivos por TC^{36,37}.

Se han reportado otras anomalías parenquimatosas con moderada y baja incidencia tales como la presencia de nódulos irregulares, los cuales pueden aumentar de tamaño y número con la progresión de la enfermedad y estar presentes hasta en el 20 % de los pacientes. Los nódulos centrolobulillares o distribución en árbol en brote pueden observarse en escasas ocasiones (Figura 5A). El signo del halo invertido o del atolón, se visualiza en el 4-5 % y su aparición se relaciona con vasculitis u otras lesiones microangiopáticas. Otros hallazgos como las lesiones pulmonares cavitadas y cambios quísticos (Figura 5B) observadas en menos del 10 % de los casos pueden manifestarse secundarias al daño de las paredes alveolares o en pacientes con lesión pulmonar inducida por ventilador mecánico³⁴⁻³⁸.

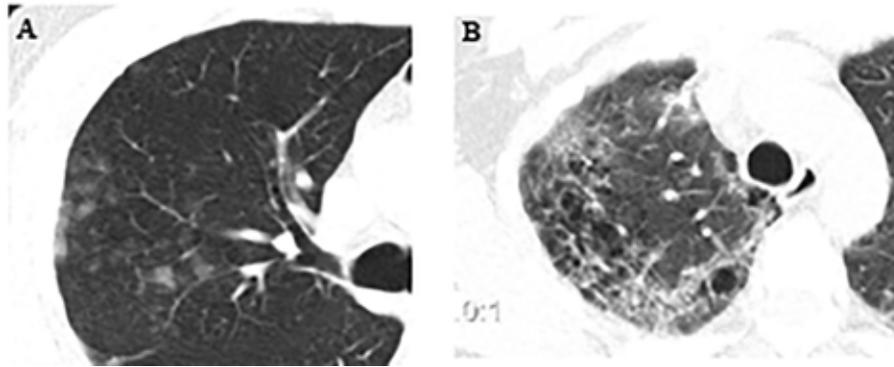


Figura 5. A. Nódulos subsólidos de ubicación central y periférica en el campo pulmonar derecho. B. Paciente con múltiples OVD y cambios quísticos en el lóbulo superior derecho.

ANOMALÍAS INTERSTICIALES, BRONCOVASCULARES Y PLEURALES

Dentro de los cambios visualizados en el intersticio pulmonar, se observa el **engrosamiento de los septos inter e intralobulillares**, los cuales aumentan con el curso prolongado de la

enfermedad y pueden estar presentes en casi la mitad de los pacientes^{35,39}.

Las alteraciones de la vía aérea (Figura 6A) pueden estar dadas por la presencia de **broncograma aéreo** asociado a consolidados, observando en menor medida la aparición de **bronquiectasias** (Figura 6B).^{38,40}

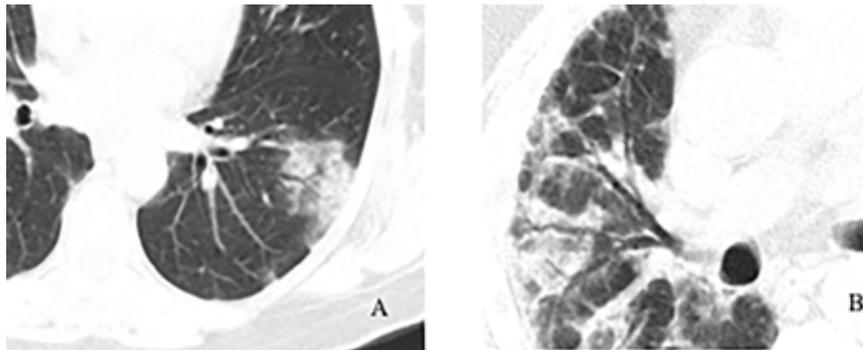


Figura 6. A. Consolidado con broncograma aéreo en su interior. B. Múltiples bronquiectasias cilíndricas.

También puede observarse **engrosamiento de la pared pleural**, hallazgo condicionado por inflamación local. La aparición de líneas finas subpleurales se relaciona con edema o fibrosis incipiente, el engrosamiento de las

mismas, configurando la formación de bandas parenquimatosas, refleja la presencia de **fibrosis** y se asocia habitualmente a distorsión de la arquitectura pulmonar^{39,40} (Figura 7).

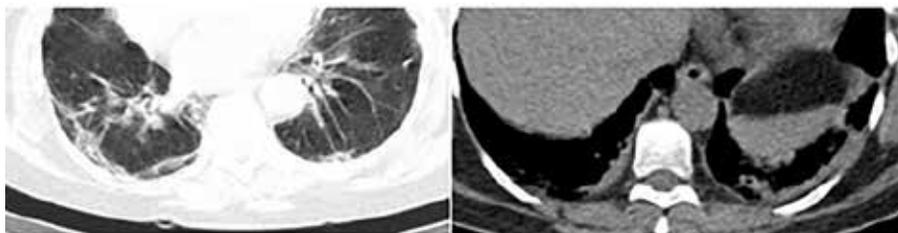


Figura 7. A. Líneas finas subpleurales. B. Engrosamiento Pleural basal bilateral.

Un signo frecuentemente presente es el **engrosamiento vascular** (Figura 8), observado en algunas series hasta con un 70 % de incidencia, dicha dilatación de los vasos pulmonares peri

o intralesionales puede estar dada por daño de la pared capilar en respuesta a factores inflamatorios^{35,37,40}.



Figura 8. Engrosamiento vascular bilateral.

OTROS HALLAZGOS

Algunas alteraciones imagenológicas como el **derrame pleural, derrame pericárdico, adenopatías mediastinales, neumotórax y**

neumomediastino, son cambios poco comunes, pero descritos, apareciendo generalmente con la progresión de la enfermedad a cuadros severos^{43,48} (Figura 9).



Figura 9. Paciente con extensa afectación pulmonar por la COVID-19 quien en el transcurso de su hospitalización presentó neumotórax espontáneo.

HALLAZGOS DE TC DE TÓRAX SEGÚN EL ESTADIO DE LA ENFERMEDAD

Existe una relación entre los hallazgos radiológicos y el tiempo transcurrido desde el inicio de los síntomas, por lo que se han descrito hallazgos característicos de la TC de tórax en pacientes con la COVID-19 siguiendo cuatro etapas o fases temporales.

En la Figura 10 se muestra un caso que ilustra los hallazgos imagenológicos correspondientes a cada fase^{34,35,36,40}.

Fase temprana (0 a 5 días después del inicio de los síntomas): Se caracteriza por hallazgos normales hasta en 50 % de los casos o con

hallazgos positivos como opacidades en vidrio deslustrado con afectación uni o bilateral y multifocal.

Fase de progresión (5-8 días después del inicio de los síntomas): Aumento de las opacidades en vidrio esmerilado (OVD) de distribución difusa, con afectación multilobar. Pueden aparecer áreas con patrón en empedrado y consolidaciones.

Fase pico (9 a 13 días después del inicio de los síntomas): Se caracteriza por una consolidación progresiva, puede verse broncograma aéreo, patrón en empedrado y el signo de halo invertido. Es la etapa donde se observa máxima afectación.

Fase de resolución (≥ 14 días después del inicio de los síntomas): Se observa disminución gradual de los focos de consolidación y de las opacidades en vidrio esmerilado, mientras que

pueden manifestarse signos de fibrosis. La evolución de estas lesiones es de presentación asincrónica, con áreas que muestran reabsorción mientras que otras presentan progresión.

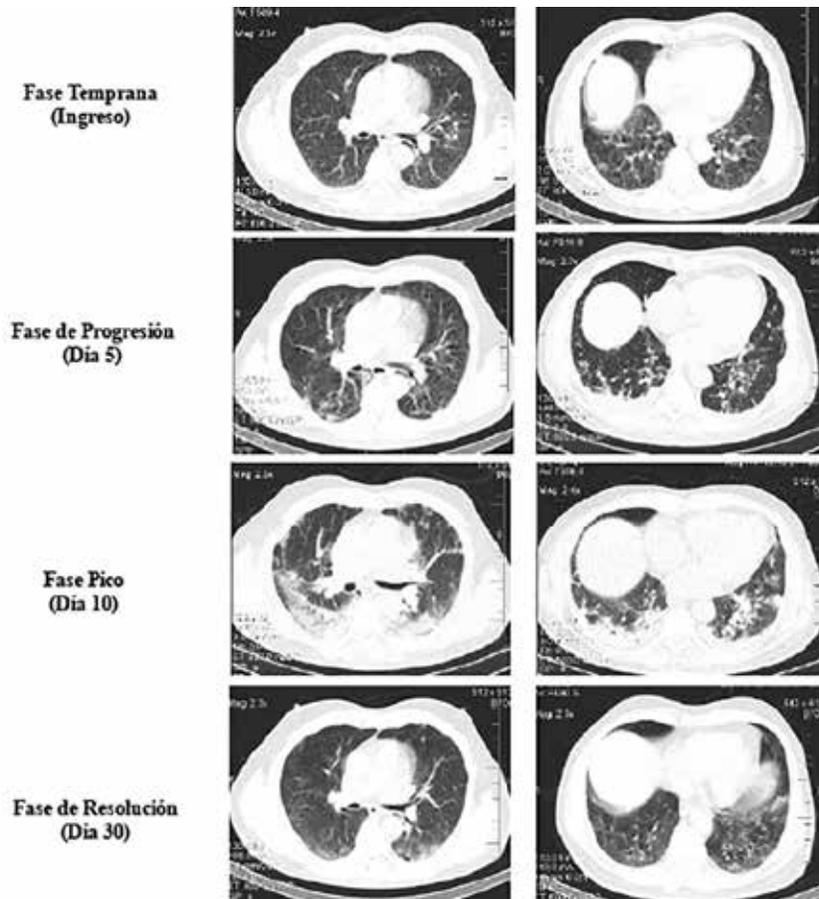


Figura 10. Hallazgos en la TC de tórax según el estadio de la COVID-19.

SEGUIMIENTO TOMOGRAFICO DEL PACIENTE POS-COVID 19

Los pacientes que presentaron formas clínicas moderadas y graves de enfermedad pulmonar por la COVID-19 requieren un adecuado seguimiento clínico y radiológico para monitorizar su evolución y por el riesgo de aparición de complicaciones pulmonares (Fibrosis y Tromboembolismo pulmonar)⁴¹.

En la actualidad, aún está por definirse con precisión a qué pacientes y en qué momento se debe realizar una TC de tórax de seguimiento, debido a la ausencia de protocolos estandarizados, sin embargo, existen criterios como los de la Sociedad Torácica Británica, quienes recomiendan realizar

una evaluación tomográfica con reconstrucciones de alta resolución y administración de contraste con protocolo de tromboembolismo pulmonar en aquellos pacientes que a los 3 meses del alta hospitalaria, presenten clínica respiratoria, alteraciones en las pruebas de función respiratoria y/o en la radiografía de tórax. Otros autores recomiendan un estudio de base con secuencias de alta resolución sin contraste, y repetir la TC a los 6 y 12 meses, y si persisten las alteraciones fibróticas, también a los 24 y 36 meses^{42,43}.

Los hallazgos radiológicos descritos más frecuentemente se observan en la periferia de ambos pulmones, particularmente a los campos medios e inferiores y vienen dados por la presencia

de **bandas parenquimatosas, reticulación subpleural sin panalización, opacidades en vidrio deslustrado, signos de atrapamiento aéreo y dilataciones bronquiales.**

Los cambios fibróticos coinciden con las zonas donde previamente existían opacidades en vidrio deslustrado durante el curso agudo de la enfermedad⁴¹ (Figura 11).

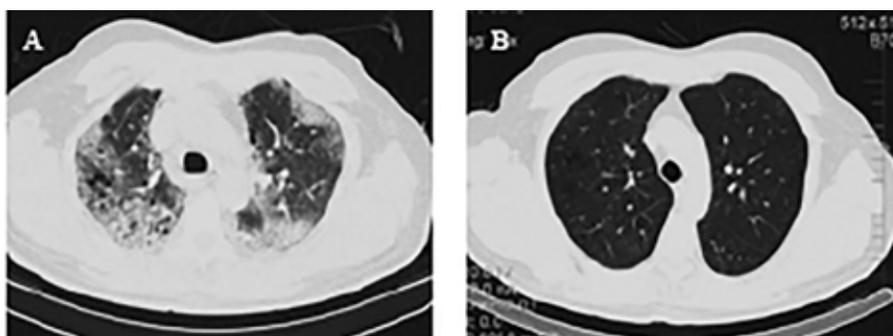


Figura 11. A. Paciente con afectación pulmonar por SARS-COV2 en fase pico, donde se observan múltiples opacidades en vidrio deslustrado con consolidación en los segmentos posteriores. B. Durante el control a los 6 meses se evidencia marcada mejoría con regresión de las lesiones previas.

PAPEL DE LA TC DE TÓRAX EN LA TOMA DE DECISIONES CLÍNICAS

El valor de un estudio de imágenes se asocia a la posibilidad de que los resultados sean clínicamente útiles, ya sea para establecer un diagnóstico o para guiar el manejo, la clasificación o la terapia.

En relación con ello, se considera el uso adecuado de la TC de tórax según escenarios. La elección de la modalidad de imagenología se deja a criterio de los equipos clínicos al momento de la atención, teniendo en cuenta los diferentes atributos de la radiografía de tórax y la TC, los recursos locales y la experiencia⁴⁴.

ESCENARIOS CLÍNICOS

Los escenarios se aplican solo a los pacientes que presentan características compatibles con la infección por la COVID 19 y ayudan a distinguir la enfermedad respiratoria leve de la enfermedad respiratoria moderada a grave sobre la base de la ausencia versus la presencia de disfunción o daño pulmonar significativo.

Dentro del área de radiología de diagnóstico, comúnmente las exposiciones son de bajo riesgo, porque la interacción es breve (unos minutos o menos) con un paciente infectado siempre que el imagenólogo y el personal expuesto usen medidas preventivas, entre ellas el EPP^{45,46}.

Todos los escenarios clínicos que se mencionan a continuación comienzan caracterizando el estado de la COVID-19 en función de la disponibilidad de los resultados de las pruebas de laboratorio. Identificar a un paciente como una persona de alto riesgo de progresión de la COVID-19 no es

necesariamente asociado a un solo factor de riesgo, sino más bien un juicio clínico basado en la combinación de comorbilidades subyacentes y estado de salud general que sugiere un mayor nivel de preocupación clínica.

ESCENARIO 1: CARACTERÍSTICAS LEVES DE LA COVID 19

El primer escenario se refiere a un paciente con manifestaciones pulmonares leves compatibles con la infección por la COVID-19, con cualquier probabilidad de prueba diagnóstica previa, sin limitaciones importantes de recursos. Cuando los resultados de la prueba diagnóstica para la COVID-19 no están disponibles, los pacientes con probabilidad (previa a la prueba) de moderada a alta, deben tratarse inicialmente como si la prueba de la COVID-19 fuera positiva, mientras que los pacientes con probabilidad baja (previa a la prueba) deben tratarse inicialmente como si la prueba de la COVID-19 fuera negativa. También se recomienda la obtención de imágenes para pacientes con factores de riesgo de progresión de la COVID-19⁴⁴.

Las imágenes proporcionan una línea de base para futuras comparaciones, también permiten evidenciar manifestaciones de comorbilidades importantes en pacientes con factores de riesgo para la progresión de la enfermedad y pueden influir en la toma de decisiones de evaluaciones futuras ante el empeoramiento clínico^{44,47}.

No se recomienda la obtención de imágenes para pacientes con características leves que son la COVID-19 positivos sin factores de riesgo para la progresión de la enfermedad⁴⁷.

Independientemente de los resultados de la prueba para la COVID-19 y los factores de riesgo, se recomienda la obtención de imágenes para los pacientes con características clínicas leves que posteriormente desarrollan un empeoramiento clínico. En ausencia de un empeoramiento clínico, el tratamiento implica seguir el caso, por telemedicina incluso con las medidas necesarias para su control y el aislamiento de los pacientes con pruebas positivas de la COVID-19 o pacientes con una probabilidad pre-prueba de moderada a alta sin resultados disponibles^{44,45}.

En presencia de carencia de recursos, no se consideraría la obtención de imágenes pulmonares en pacientes con la COVID-19 leve.

ESCENARIO 2: CARACTERÍSTICAS MODERADAS A SEVERAS DE LA COVID-19

El segundo escenario se refiere a un paciente que presenta manifestaciones clínicas de moderadas a graves, con cualquier probabilidad previa a la prueba de infección por la COVID-19 y sin limitaciones importantes de recursos. En estos casos, se recomienda la realización de la TC independientemente de los resultados o la disponibilidad de las pruebas diagnósticas, dado el impacto de las imágenes en ambas circunstancias^{46,47}.

Para los pacientes con la COVID-19, las imágenes establecen el estado pulmonar inicial y ayudan a identificar alteraciones cardiopulmonares subyacentes que pueden facilitar la progresión del espectro de la enfermedad⁴⁷.

Para los pacientes sin la COVID-19 o cualquier paciente en el que no se realicen pruebas, las imágenes pueden evidenciar un diagnóstico diferencial para explicar las manifestaciones clínicas del paciente. Esto debe orientar al médico en la atención del paciente de acuerdo a los protocolos existentes. Si no se revela un diagnóstico alternativo o las imágenes demuestran las características de la infección por la COVID-19, la evaluación clínica posterior dependerá de la probabilidad previa de estar enfermo y de la disponibilidad de la prueba de la COVID-19. Dependiendo de los hallazgos en la tomografía de tórax, se pueden realizar otros exámenes^{47,48}.

ESCENARIO 3: CARACTERÍSTICAS MODERADAS A SEVERAS DE LA COVID 19 EN UN ENTORNO CON RECURSOS LIMITADOS

El tercer escenario se dirige a un paciente que presenta manifestaciones moderadas a graves, en un entorno de elevada carga de enfermedad comunitaria y limitaciones críticas de recursos⁴⁴.

En estos casos, la recomendación de realizar la TC de tórax es similar al escenario 2, sobretodo cuando la prueba PCR RT para la COVID-19 en el lugar de atención no está disponible o los resultados son negativos. En función de los hallazgos imagenológicos y las características clínicas de los pacientes, recibirán apoyo posteriormente y serán monitoreados con frecuencia para conocer su evolución. Los controles imagenológicos están nuevamente indicados si los pacientes empeoran clínicamente. En caso, de que los hallazgos imagenológicos revelen un diagnóstico alternativo, el tratamiento se basa en pautas establecidas o en la práctica clínica estándar^{44,47,48}.

Múltiples estudios, no han mostrado diferencias en la mortalidad, duración de la hospitalización y días de ventilación para los pacientes a los que se les ha realizado una TC de tórax en la unidad de cuidados intensivos (UCI) a demanda en comparación con un protocolo de rutina diaria, por lo tanto se debe procurar evitar las solicitudes de estudios imagenológicos sin valor adicional⁴⁷⁻⁵⁰.

A los pacientes con deterioro de la función respiratoria después de la recuperación de la COVID-19 se le sugiere controles imagenológicos para diferenciar entre las anomalías morfológicas esperadas como secuelas de la infección (por ejemplo, fibrosis pulmonar), ventilación mecánica o ambas, frente a un proceso diferente y potencialmente tratable⁴⁹⁻⁵¹.

La presencia de hallazgos en la TC de tórax en un paciente asintomático o con síntomas respiratorios leves puede ser útil, en un entorno de transmisión comunitaria conocida, en particular si no existe un diagnóstico diferencial. De hecho, se han documentado casos de infección asintomática con hallazgos tomográficos que sugerían la COVID-19 en pasajeros de cruceros examinados (Figura 12)⁵¹.

PRECISIÓN DIAGNÓSTICA DE LA TC DE TÓRAX

La TC de tórax puede dar aproximadamente un resultado positivo en 86 % de pacientes con la infección y en caso de que los pacientes tengan una alta probabilidad, una TC de tórax con hallazgos sugestivos es una herramienta importante para solicitar la repetición de la prueba de detección viral, en caso de que haya sido negativa, previamente.^{52,53}

El rendimiento de la TC en la COVID-19 ha sido analizado desde el inicio de la pandemia. Los resultados de un meta-análisis demostraron valores de sensibilidad de 94 % y especificidad de 37 %. La sensibilidad de la

TC de tórax se vió afectada por el espectro de la y gravedad de la enfermedad así como de las comorbilidades ^{13-20,54,55}.

Según Tao y col.⁵⁴, en 1 014 pacientes estudiados, el 59 % (601/1 014) tuvo resultados positivos de RT-PCR y el 88 % (888/1 014) tuvo tomografías computarizadas de tórax positivas. La sensibilidad de la TC sugiriendo infección por la COVID-19 fue del 97 % (508/601) (IC 95 %, 95-98 %). En pacientes con resultados negativos de RT-PCR el 75 % (308/413) tuvieron hallazgos positivos de TC de tórax.

Yang y col.⁵⁶, evaluó el valor de la puntuación de gravedad de la TC de tórax en la diferenciación de formas clínicas de la COVID-19 y encontró una sensibilidad del 83,3 % y una especificidad del 94 % para identificar pacientes graves. Asimismo, en el estudio de Yuan y col.⁵⁷, se elaboró un sistema de puntuación pronóstica, aún no aceptada ampliamente, para estratificar a los pacientes; la mortalidad fue mayor en aquellos con puntuaciones altas. Por su parte, Buyun Xu y col.⁵⁸, publicaron un revisión sistemática y meta-análisis de 16 estudios de precisión diagnóstica de la TC de tórax para detectar la COVID-19; encontrando que la sensibilidad agrupada fue del 92 % (IC 95 %: 86 – 96 %) y concluyeron que esta, es un método rápido, conveniente y

efectivo para reconocer de forma temprana los casos sospechosos sobre todo en un medio de alta carga de enfermedad.

La TC de tórax por sí solo no es diagnóstica para la COVID-19, debido a su baja especificidad²². Pero cuando se combina con información epidemiológica, características clínicas y de laboratorio, los hallazgos típicos tomográficos son útiles para hacer el diagnóstico.

CONSENSOS Y CLASIFICACIONES DIAGNÓSTICAS Y DE SEVERIDAD POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX

Desde el inicio de la pandemia, diferentes sociedades han propuesto diversas formas de realizar el reporte de los hallazgos de la TC de tórax en los pacientes con la COVID-19, esto con el fin de estandarizar los reportes entre los equipos de trabajo en las unidades de radiología, disminuir la falta de precisión en el reporte, mejorar la comunicación con las demás especialidades y el médico tratante.

La Sociedad de Radiología de Norteamérica (Tabla 2) y la Sociedad Británica de imágenes torácicas (Tabla 3) recomiendan usar cuatro categorías para reportar la TC de tórax en pacientes con la COVID-19 conocido o sospechoso, estas categorías se basan en la tipicidad o atipicidad

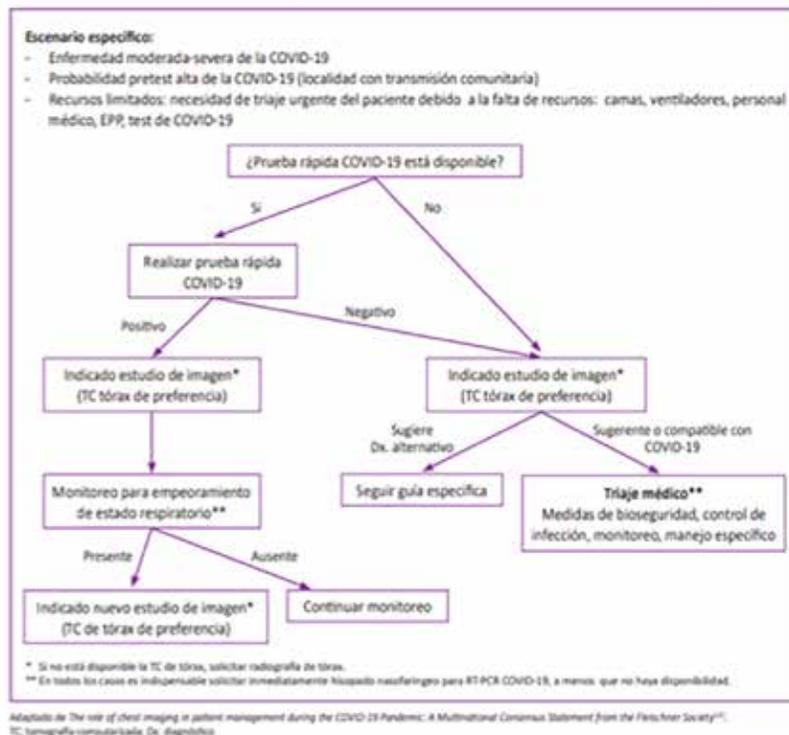


Figura 12. Algoritmo diagnóstico propuesto para pacientes con sospecha de la COVID-19 según los Escenarios Clínicos.

Tabla 2. Clasificación de los hallazgos Tomográficos de la Neumonía por la COVID-19 según la Sociedad de Radiología de Norteamérica (RSNA)

Patrón	Hallazgo	Interpretación
Típico	OVD de distribución bilateral y periférica, con o sin focos de consolidación o líneas intralobulares visibles (Patrón de empedrado ó "Crazy paving") OVD multifocales de morfología redondeada con o sin consolidación o líneas intralobulares visibles (Patrón de empedrado o "Crazy paving"). Signo del halo reverso u otro hallazgo de neumonía organizada	Hallazgos imagenológicos de gran especificidad para la COVID-19.
Indeterminado	Ausencia de hallazgos típicos y presencia de: OVP multifocal, difusa, perihiliar o unilateral, con o sin consolidación, sin una distribución específica, no redondeada no periférica. Pocas y pequeñas OVD sin una distribución periférica ni morfología redondeada.	Hallazgos imagenológicos no específicos para la COVID-19
Atípico	Ausencia de hallazgos típicos o indeterminados, con presencia de lo siguiente: Consolidación aislada lobar o segmentaria sin presencia de OVD; nódulos pequeños discretos (Centrolobulillares con morfología de árbol en brote); cavitación pulmonar; engrosamiento septal interlobulillar con derrame pleural	Hallazgos no comunes de la COVID-19
Negativo	No hallazgos tomográficos que sugieran presencia de neumonía	No hallazgos de neumonía.

Fuente: Sociedad de Radiología de Norteamérica (RSNA), 2020.

Tabla 3. Clasificación de los hallazgos Tomográficos de la Neumonía por la COVID-19 según la Sociedad Británica de imágenes torácicas (BSTI)

Patrón	Descripción
Clásico (100 % confianza para la COVID-19)	A predominio del lóbulo inferior, periférico, múltiple, bilateral, foco de OVD con o sin patrón en empedrado, consolidación periférica, halo reverso/patrón perilobulillar, broncograma aéreo
Probable (71-99 % confianza para la COVID-19)	Mezcla de consolidación bronco céntrica y periférica en el lóbulo inferior. Halo reverso/patrón perilobulillar. Escasos OVD
Indeterminado (< 70% confianza para la COVID-19)	No entra dentro de la definición, probable y no probable. Manifiesta los criterios anteriores, pero el contexto clínico está mal, o sugiere un diagnóstico alternativo (Ejemplo, enfermedad intersticial pulmonar en el contexto de una enfermedad del tejido conectivo).
No COVID-19 (70% confianza para COVID -19)	Neumonía Lobar. Infecciones cavitadas. Patrón de árbol en brote/nódulo centrolobulillares. Linfadenopatías. Derrame pleural. Fibrosis pulmonar establecida.

Fuente: Sociedad Británica de imágenes torácicas, 2020.

de los hallazgos encontrados^{43,55}.

La presencia de opacidad en vidrio deslustrado (OVD), su distribución, presencia de consolidados,

presencia de patrón en empedrado son fundamentales para el diagnóstico radiológico de la COVID-19, el patrón predominante por lo tanto

tienen que ser documentadas en el reporte. La presencia o ausencia de hallazgos no sugestivos de la COVID-19 también son importantes que se documenten: linfadenopatía, derrame pleural, neumotórax, empiema, consolidación lobar o segmentaria, patrón de árbol en brote^{43,55}. La severidad de los hallazgos de la tomografía dependerá de la clínica del paciente y su evolución. Las características imagenológicas que se correlacionan con mayor severidad son la presencia de consolidación y la extensión de

la opacidad en vidrio deslustrado.

La Sociedad Británica de imágenes torácicas ha hecho el intento de cuantificar la severidad de los hallazgos encontrados en la tomografía en leve, moderado/severo y severo (Tabla 4), tomando en cuenta en número de opacidades en vidrio deslustrado y el tamaño de las mismas, sin embargo, estas guías no han sido validadas hasta la fecha y aunque sea fácil de implementar no se sugiere su uso⁴³.

Tabla 4. Patrón Tomográfico y espectro de severidad de la enfermedad según clasificación BSTI

HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS		SEVERIDAD
Opacidad en vidrio deslustrado	Hasta 3 anormalidades focales < 3cm	Leve
Opacidad en vidrio deslustrado	Más de 3 anormalidades focales 3 > cm	Moderada/Severa
Opacidad en vidrio deslustrado focal	mezclado con consolidación temprana	Moderada/Severa
Opacidad en vidrio deslustrado difusa o consolidación con signos de distorsión de la arquitectura		Severa

Fuente: Sociedad Británica de imágenes torácicas, 2020

La Sociedad Holandesa de Radiología (Tabla 5) publicó de igual forma al comenzar la pandemia un sistema de clasificación para la COVID-19 denominado CO-RADS, que en base a hallazgos tomográficos establece una probabilidad de infección, desde muy bajo nivel de sospecha (CO-RADS 1) hasta muy alto (CO-RADS 5). Los valores

de CO-RADS 0 y 6 corresponden respectivamente a calidad insuficiente de la imagen o imágenes incompletas, y la COVID-19 confirmado mediante RT-PCR. Para el análisis de este sistema se utilizaron 105 tomografías de pacientes analizados por 8 observadores independientes, demostrando un buen rendimiento para predecir la presencia de la COVID-19 en pacientes con síntomas

Tabla 5. Clasificación del grupo de trabajo de la COVID-19 de la Sociedad de Radiología Holandesa (CO-RADS)

CORADS	Nivel de Sospecha para COVID-19	Hallazgos Tomográficos
0	No interpretable	Escaneo técnicamente insuficiente para asignar una puntuación
1	Muy baja o improbable	Normal o no infeccioso
2	Baja probabilidad	Anormalidades compatibles con infecciones no relacionadas con la COVID-19. No hay datos típicos de la COVID-19.
3	Intermedia	Hay anormalidades que indican infección, pero no está clara su relación con la COVID-19.
4	Alta probabilidad	Anormalidades que hacen sospechar de la COVID-19: OVD unilateral, consolidaciones multifocales sin ningún otro hallazgo típico. Cuadro clínico sospechoso de la COVID-19.
5	Muy alta probabilidad	Típica para la COVID-19: imágenes de OVD multifocales, distribución basal y periférica, adelgazamiento vascular, patrón en empedrado.
6	Confirmada	Hallazgos típicos de la COVID-19 y RT-PCR positivo para SARS-CoV-2.

Fuente: Sociedad de Radiología Holandesa, 2020.

moderados a severos^{56,59}.

EICO-RADS es usado para evaluar la sospecha del compromiso pulmonar en la tomografía, por lo que debe ser interpretado con la duración y tipo de síntomas, así como los hallazgos de laboratorio. Los reportes estandarizados, le dan a los radiólogos, la guía para realizar el reporte tomográfico de una forma clara que garantice una mejor comunicación con los médicos que refieren y con las demás especialidades, manejando los mismos términos radiológicos favoreciendo también una oportunidad para la educación y la investigación⁵⁹.

PAPEL DE LA TC DE TÓRAX PARA EL PRONÓSTICO

La severidad de la enfermedad se puede determinar de acuerdo al porcentaje de afectación pulmonar, considerando leve < 25 %, moderado de 25 %-75 % y severo >75 %. Con la estadificación de severidad en dicha escala, los pacientes categorizados como leve- moderado tendrán una baja probabilidad de muerte y los pacientes severos una alta probabilidad de muerte²⁷.

Actualmente no hay indicación de realizar estudios de imagen para evaluar la resolución de la enfermedad; sin embargo, se ha descrito que los pacientes con mejoría clínica muestran resolución gradual de las consolidaciones, así como disminución en el número, tamaño de las lesiones y lóbulos comprometidos, parámetros que se consideran determinantes para la evaluación de la gravedad de la enfermedad, lo cual indica la importancia de realizar la descripción de estos hallazgos de manera precisa desde los estudios imagenológicos iniciales. Por lo tanto, el uso de la información de la TC de tórax al ingreso para evaluar y predecir la gravedad de la enfermedad es útil y valioso para planificar estrategias de tratamiento y evaluar el pronóstico^{60,61}.

CONCLUSIONES

En la actualidad la tomografía de tórax en una herramienta con alta sensibilidad para detectar la presencia de afectación pulmonar por la COVID-19, de marcada utilidad para determinar el estadio de la enfermedad, la progresión o mejoría de la misma y diagnosticar la presencia de complicaciones.

Los escenarios clínicos y la probabilidad pretest de los pacientes con la COVID-19 es variable, por lo tanto la TC de tórax es importante en el diagnóstico sobre todo en contextos donde no se cuenta con RT-PCR o el resultado no está disponible en los días inmediatos, teniendo

presente además su valor pronóstico, la rapidez de su realización y que no es necesario el uso de contraste endovenoso, todo ello aunado al correcto proceso de diagnóstico clínico.

El uso de un léxico adecuado y de las clasificaciones diagnósticas y de severidad, permitirán un reporte uniforme de los hallazgos imagenológicos, lo cual es fundamental para la toma de decisiones clínicas y terapéuticas.

Aun no existe un protocolo uniforme que indique el manejo imagenológico de los pacientes pos-COVID.

Conflictos de intereses: Ninguno para declarar.

Agradecimientos: A todo el equipo de trabajo del Servicio de Radiología y de la Unidad de COVID-19 de Del Sur Policlínica, el Tigre, Anzoátegui, Venezuela. Es de hacer notar que todas las fotografías encontradas en este consenso son de nuestros pacientes.

REFERENCIAS

1. Who.int. Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020 [Internet]. 2020 [cited 28 April 2020]. Available from: <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>
2. BogochAW, Thomas-BachliA, Huber C, Kraemer M.U.G, Khan K. Pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: Potential for international spread via commercial air travel. *J Trav Med*. [Internet]. 2020 [Citado 18 mar 2020]. 2(1). Disponible en: URL <https://academic.oup.com/jtm/article/27/2/taaa008/5704418>
3. Lu H, Stratton CW, Tang YW. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan China: the mystery and the miracle. *J Med Virol* [Internet]. 2020 [citado 18 de mar 2020] 92 (4). Disponible en: URL 401-402, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25678>
4. Cheng V CC, Lau S KP, Woo P CY, Yuen KY. Severe acute respiratory syndrome coronavirus as an agent of emerging and reemerging infection. *Clin Microbiol Reviews*. [Internet] 2007 [citado 18 mar 2020]. 20(4) Disponible en: URL 660-694. <https://cmr.asm.org/content/20/4/660.long>
5. Andersen KG, RambautA, Lipkin WI, et al. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med*. [Internet] 2020 [citado 19 mar 2020] 2 (1). Disponible en: URL <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9#citeas>.
6. Who.int. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it [Internet]. 2020 [cited 28 April 2020]. [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
7. Who.int. Transcripto de conferencia de la OMS del 11 de marzo del 2020. [actualizado 20 marzo 2020, citado 20 marzo 2020] Disponible en URL <https://www.who>

- int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3_2
8. Coronavirus COVID-19 Global Cases by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). [actualizado 11/01/2021, citado 11/01/2021]. Guisanddata.maps. URL Disponible: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
 9. Vabret N, Britton G, Gruber C, Hegde S, Kim J, Kuksin M. Immunology of COVID-19: Current State of the Science. *Immunity*. 2020. Available on: [https://www.cell.com/immunity/fulltext/S1074-7613\(20\)30183-7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1074761320301837%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/immunity/fulltext/S1074-7613(20)30183-7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1074761320301837%3Fshowall%3Dtrue)
 10. Cecconi M, Forni G, Mantovani A. Ten things we learned about COVID-19 [published online ahead of print, 2020 Jun 5]. *Intensive Care Med*. 2020; 1-4. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7273118/>
 11. Moore JB. Cytokine release syndrome in severe COVID-19 *Science* 2020;368:473-474. Available on: <https://science.sciencemag.org/content/368/6490/473.long>
 12. McGonagle D, et al. Interleukin-6 use in COVID-19 pneumonia related macrophage activation syndrome *Autoimmunity Reviews* 2020. Available on: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568997220300926?via%3Dihub>
 13. Sethuraman N, Jeremiah SS, Ryo A. Interpretación de las pruebas de diagnóstico para el SARS-CoV-2. *JAMA*. Publicado en línea el 6 de mayo de 2020. [Citado el 6 de junio de 2020] disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2765837>
 14. Organización Panamericana para la Salud. Directrices de laboratorio para la detección y el diagnóstico de la infección por el virus responsable de la COVID-19 [Citado el 8 de julio de 2020] disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52471/OPSIMSPHECOVID-19200038_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 15. Kucirka LM, Lauer SA, Laeyendecker O, Boon D, Lessler J. Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction-based SARS-CoV-2 tests by time since exposure. *Ann of Intern Med*. 2020; M20-1495. doi: 10.7326/M20-1495. 2.
 16. Woloshin S, Patel N, Kesselheim AS. False negative tests for SARS-CoV-2 infection — challenges and implications. *N Eng J Med*. 2020 Jun 5. doi: 10.1056/NEJMp2015897
 17. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020 Feb 19;200432. doi: 10.1148/radiol.2020200432.
 18. Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens. *JAMA*. 2020;323(18):1843-1844. doi: 10.1001/jama.2020.3786.
 19. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A report of 1 014 cases. *Radiology*. 2020 Feb 26;200642. doi: 10.1148/radiol.2020200642.
 20. Vidal-Anzardo M, Solis G, Solari L, Minaya G, Ayala-Quintanilla B, Astete-Cornejo J, et al. Evaluación en condiciones de campo de una prueba rápida para detección de anticuerpos IgM e IgG contra SARS-CoV-2. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2020;37(2):203-209. doi: 10.17843/rpmesp.2020.372.5534.
 21. Organización Mundial de la Salud. Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones. 2020. [Internet] 2020. [Consultado 11 Nov 2020] Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333390/WHO-2019-nCoV-Sci_Brief-Transmission_modes-2020.3-spa.pdf
 22. Organización Mundial de la Salud. Manual de orientación rápida para la utilización de estudios radiológicos de tórax en el diagnóstico de la COVID-19. 2020. [Internet] 2020. [Consultado 11 Nov 2020]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333776/WHO-2019-nCoV-Clinical-Radiology_imaging-2020.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 23. Huang X, et al. La batalla contra la enfermedad del Coronavirus 2019 (COVID-19): Manejo de Emergencia y Control de Infecciones en un Departamento de Radiología. *J Am Coll Radiol*. [Internet]. [Consultado 11 Nov 2020]. 2020; 17(7): E-29-36. Disponible en: [https://www.jacr.org/article/S1546-1440\(20\)30529-9/pdf](https://www.jacr.org/article/S1546-1440(20)30529-9/pdf)
 24. Federación Ecuatoriana de Radiología e Imagen. Radiología e imagen frente a la pandemia por COVID-19/SARS-CoV-2. [Internet]. [Consultado 11 Nov 2020]. 2020. Disponible en: <https://www.webcir.org/docs/home/consensoFERI.pdf>
 25. Sociedad Española de Radiología. La radiología desde la aparición de la infección COVID-19. Análisis y recomendaciones. [Internet]. [Consultado 11 Nov 2020]. 2020 Disponible en: https://www.seram.es/images/site/Futuro_Radiologia_COVID_SERAM_2.pdf
 26. Rodríguez L, Barragán D, Martínez E, Chacón L. El verdadero papel de las imágenes diagnósticas en época de pandemia por COVID-19. *Neuronum*. 2020 [Internet]. [Consultado 10 Nov 2020]. 2020; 6(4): 408-27. Disponible en: <http://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/301>
 27. Dobranowski J, Sabri A. COVID-19: Computed Tomography (CT). *McMaster Textbook of Internal Medicine*. Kraków: Medycyna Praktyczna. [Internet]. [Consultado 10 Nov 2020]. Available on: <https://empendium.com/mcmtxtbook/chapter/B31.1269.1>.
 28. Rubin GD, Haramati LB, Kanne JP, Schluger NW, Yim J-J, Anderson DJ, 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;S0012-3692(20)30673-5. doi: 10.1016/j.chest.2020.04.003.
 29. Hernandez F, et al. COVID-19. Diagnóstico por imagen y espectro radiológico. [Internet]. [Consultado 11 Nov 2020] Disponible en: <https://saluddigital.com/wp-content/uploads/2020/04/Correos-elect%C3%B3nicos-COVID-19-Dx-Imagen-y-Espectro-radiolo%CC%81gico.pdf>.
 30. Villafuerte Delgado, et al. (2020). Aspectos imagenológicos útiles en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con COVID-19. *MediSur*, 18(5), 886-898. [Consultado 25 abril 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X202000500886&lng=es&tng=es
 31. Hansell DM, MD et al. Fleischner Society: Glossary of terms for thoracic imaging *Radiology* (publicado marzo 2008); 246: 697-722 Available on: https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2462070712?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed&
 32. Adams HJA, et al. Chest CT Imaging Signature of Coronavirus Disease 2019 Infection: In Pursuit of the Scientific Evidence. *Chest* Published online June

- 25, 2020. [Accessed June 6, 2020]. Available on: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369220317335>
33. Sana Salehi, et al. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *American Journal of Roentgenology* 2020 215:1, 87-93. [Accessed June 18, 2020] Available on: <https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.20.23034>
 34. Kwee TC, Kwee RM. Chest CT in COVID-19: what the radiologist needs to know. *RadioGraphics* 2020;40(7):1848-1865. [Accessed september 14, 2020] available on: https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2020200159#_i9
 35. Bernheim A, et al (2020) CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Radiology* 295(1):200463. [Accessed october 10, 2020] Available on: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200463>
 36. Elmokadem AH, Bayoumi D, Abo-Hedibah SA, et al. Diagnostic performance of chest CT in differentiating COVID-19 from other causes of ground-glass opacities. *Egypt J Radiol Nucl Med* 52, 12 (2021). [Accessed april 10, 2021] Available on: <https://ejrnm.springeropen.com/articles/10.1186/s43055-020-00398-6>
 37. Pan Y, Guan H, Zhou S, et al. Hallazgos iniciales de TC y cambios temporales en pacientes con neumonía por el nuevo coronavirus (2019-nCoV): un estudio de 63 pacientes en Wuhan, China. *Eur Radiol.* 2020;30:3306–3309. [Acceso 02 de diciembre, 2020] disponible en: <https://cbseram.com/2020/04/02/tc-en-neumonia-por-coronavirus-hallazgos-iniciales-y-temporales-estudio-de-63-pacientes-en-wuhan-china/>
 38. Prado A F, Oviedo C V, et al. Interpretación de patrones radiológicos sugerentes de COVID-19 en pediatría. *Neumología Pediátrica.* 2020;15(2):330-338. [Acceso 20 de enero, 2021] Disponible en: <https://www.neumologia-pediatria.cl/index.php/NP/article/view/66> Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19.
 39. Martínez Chamorro E, Díez Tascón A, et al. Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19. *Radiología.* 2021;63(1):56-73. [Citado 04 de abril, 2021] Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-avance-resumen-diagnostico-radiologico-del-paciente-con-S003383382030165X>
 40. Molina-Molina M. Secuelas y consecuencias de la COVID-19. *Medicina Respiratoria.* 2020;13:71-77. [Citado 04 de enero, 2021] Disponible en: <http://www.neumologiaysalud.es/descargas/R13/R132-8.pdf>.
 41. Casan Clarà P, Martínez González C. Post-COVID-19 pneumology. *Arch Bronconeumol.* 2020;56(Suppl 2):3-4, [accessed february 04, 2021], available on: <https://www.archbronconeumol.org/en-linkresolver-la-neumologia-pos-covid-19-S0300289620301630>
 42. Raghu G, Wilson KC. British Thoracic Society guidance on respiratory follow up of patients with a clinic-radiological diagnosis of COVID-19 pneumonia. *British Thoracic Society*, May 11, 2020. 32. COVID-19 Interstitial pneumonia monitoring the clinical course in survivors. *Lancet Respir Med.* 2020;8:839-42, [Accessed March 09, 2021], available on: [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(20\)30349-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30349-0/fulltext).
 43. Geoffrey D, Rubin MD, MBA, 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;296:172-180. [Accessed January 03, 2021], Available on: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369220306735>
 44. Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Public Health Recommendations for Community-Related Exposure. [Accessed February 20, 2021], Updated March 30, 2020. Available on: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/public-health-recommendations.html>
 45. Centers for Disease Control and Prevention. Interim U.S. Guidance for Risk Assessment and Public Health Management of Healthcare Personnel with Potential Exposure in a Healthcare Setting to Patients with Coronavirus Disease (COVID-19). [Accessed February 20, 2021], Updated March 7, 2020. Available on: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/guidance-risk-assessment-hcp.html>
 46. American College of Radiology. ACR Recommendations for the use of Chest Radiography and Computed Tomography (CT) for Suspected COVID-19 Infection. [Accessed April 01, 2020], Updated March 22, 2020. Available on: <https://www.acr.org/Advocacy-and-Economics/ACR-Position-Statements/Recommendations-for-Chest-Radiography-and-CT-for-Suspected-COVID19-Infection>
 47. Lakhai K, Serveaux-Delous M, et al. Chest radiographs in 104 French ICUs: Current prescription strategies and clinical value (the RadioDay study) *Intensive Care Med* 2012;38(11):1787–1799. [Accessed April 08, 2020], Available on: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-012-2650-9>
 48. Suh RD, Genshaft SJ, Kirsch J, et al. ACR Appropriateness Criteria® Intensive Care Unit Patients. *J Thorac Imaging* 2015;30(6):W63–W65. [Accessed March 18, 2020], Available on: https://journals.lww.com/thoracicimaging/Abstract/2015/11000/ACR_Appropriateness_Criteria__Intensive_Care_Unit.7.aspx
 49. Xu Z, Shi L, Wang Y, et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *The Lancet Respir Med* 2020;8(4):420–422 [Accessed November 30, 2020], Available on: [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(20\)30076-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30076-X/fulltext)
 50. Inui S, Fujikawa A, Jitsu M, et al. Findings in Cases from the Cruise Ship “Diamond Princess” with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020;2(2):e200110. [Accessed November 21, 2020], Available on: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/ryct.2020200110>
 51. Salameh J, et al. Pruebas diagnósticas por imágenes de tórax para la Covid-19. *Cochrane Systematic Review – Diagnostic.* [Internet]. [Consultado 12 Nov 2020]. 2020. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013639.pub2/full/es>
 52. Calvo I, et al. Tomografía digital y COVID-19: un avance en la valoración de opacidades pulmonares. *Arch Bronconeumol.* 2020; [Internet]. [Consultado 13 Nov 2020]. 2020;56(11):747–763. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-pdf-S0300289620302209>
 53. Castillo F, Bazaes N, Huete A. Radiología en la Pandemia COVID-19: Uso actual, recomendaciones para la estructuración del informe radiológico y experiencia de nuestro departamento. *Rev Chil Radiol* [Internet]. [Consultado 10 Nov 2020]. 2020;26(3):88-99. Disponible en: https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2020/8_agosto/chi/1_radiologia_en_la_pandemia_covid19.pdf
 54. Tao A, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology* 2020; [Internet]. [Accessed November 13, 2020]. 2020;296(2):E32–40. Available on: <https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/>

- radiol.2020200642
55. Simpson S, Kay FY, Abbara S, 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. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020;2(2):e200152. [Accessed December 13, 2020]. Available on: https://journals.lww.com/thoracicimaging/Fulltext/2020/07000/Radiological_Society_of_North_America_Expert.2.aspx
 56. Prokop M, van Everdingen W, et al. CORADS-A categorical CT assessment scheme for patients with suspected COVID-19: definition and evaluation. *Radiology*. 2020 Apr 27; 201473. [Accessed October 13, 2020]. Available on: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2020201473>
 57. Yang R, Li X, Liu H, Zhen Y, Zhang X, Xiong Q, et al. Chest CT severity score: an imaging tool for assessing severe COVID-19. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2020;2(2):e200047. doi: 10.1148/ryct.2019180009.
 58. 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. doi: 10.1371/journal.pone.0230548.
 59. Xu B, Xing Y, Peng J, Zheng Z, Tang W, Sun Y, et al. Chest CT for detecting COVID-19: A systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Eur Radiol*. 2020;1-8. doi: 10.1007/s00330-020-06934-2.
 60. Richardson J, Vergara S, Salcedo J, Ruiz C, Cabarca C. Hallazgos imagenológicos y correlación con la escala de gravedad de la COVID-19. *Rev. Colomb. Radiol*. [Internet]. [Consultado 11 Nov 2020]. 2020;31(1):5269-5276. Disponible en: [http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR31-1/03-RCR-31-1-Covid%20\(para%20publicar\).pdf](http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR31-1/03-RCR-31-1-Covid%20(para%20publicar).pdf).
 61. Li Y, Yang Z, Ai T, Wu S, Xia L. Association of "initial CT" findings with mortality in older patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Eur. Radiol* 2020. [Internet]. [Accessed November 13, 2020]. 2020;30:6186-6193. Available on: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-020-06969-5#article-info>