

REVISIÓN (E)

RADIOLOGÍA Y COVID-19: UN REPASO A UNA ACTUACIÓN

RADIOLOGY AND COVID-19: A REVIEW OF AN ACTION

Carlos F. Muñoz-Núñez¹; Pilar Calvillo-Batlles¹; Pilar Estellés¹; Anca Oprisan¹; Ángel Alberich-Bayarri²; Luis Martí-Bonmatí^{1,3,4}

¹ Área Clínica de Imagen Médica. Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

² Quantitative Imaging Biomarkers in Medicine (QUIBIM SL). Valencia, España.

³ Grupo de Investigación Biomédica en Imagen (GIBI230). Instituto de Investigación Sanitaria La Fe. Valencia.

⁴ Académico de Número de la Real Academia Nacional de Medicina de España - Radiología

Palabras clave:

Infecciones por coronavirus;
Inteligencia Artificial;
Radiología;
Servicio de Radiología en Hospital.

Keywords:

Coronavirus
Infections;
Artificial Intelligence;
Radiology;
Hospital Radiology Service.

Resumen

El papel de la Radiología en la infección por SARS-CoV-2 ha sido relevante pero marginal. Pese a generar información importante sobre la afectación pulmonar y vascular en estos pacientes, sus contribuciones no deben considerarse diagnósticas para la COVID-19 pese a los patrones característicos de afectación, dado que esta misma afectación puede observarse en otras entidades. Principalmente debe considerarse que la Radiología contribuye en la gradación de la severidad de la afectación, su extensión, sus complicaciones, su seguimiento y en la valoración pronóstica en estos pacientes. En esta revisión se tratarán estas contribuciones junto al papel de la imagen en los ensayos clínicos y en la valoración de nuevas situaciones epidémicas mediante la creación de Biobancos de Imágenes Médicas capaces de utilizar el potencial estimativo de la Inteligencia Artificial.

Abstract

The role of Radiology in SARS-CoV-2 infection has been relevant but marginal. Even though it offers important information on pulmonary and vascular involvement in these patients, its contributions should not be considered diagnostic for COVID-19. Although there are characteristic patterns of involvement, these same radiological findings can be observed in other entities. Mainly it should be considered that Radiology contributes to the disease severity gradation, extension, complications, follow-up and in the prognostic evaluation of these patients. In this review, these contributions will be discussed together with the role of imaging in clinical trials and in the evaluation of new epidemic situations through the creation of Medical Imaging Biobanks capable of using the estimating potential of Artificial Intelligence.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

COVID-19: Enfermedad del Coronavirus 2019.
SARS-CoV-2: Coronavirus tipo 2 del Síndrome Respiratorio Agudo Grave.

INTRODUCCIÓN

Toda nueva situación en Medicina, y la COVID-19 lo ha sido sin duda, requiere de una aproximación científica para conocer su expresión y profundizar en el tratamiento y pronóstico más adecuados. La Radiología se ha enfrentado a esta nueva situación maximizando los aspectos organizativos que garantizaran los mayores niveles de seguridad para los pacientes y los profesionales, principalmente técnicos y enfermeros. Además, ha establecido los patrones más característicos que pueden observarse en la

radiografía simple de tórax y la tomografía computarizada (TC) en estos pacientes. Este conocimiento se ha basado en el análisis de la experiencia obtenida con la observación de casos. Este conocimiento empírico ha sido muy rápido y, en la actualidad, son numerosas las publicaciones que los recogen. En este trabajo se tratarán de forma sistematizada y se comentarán sus presentaciones más frecuentes y los diagnósticos diferenciales que deben considerarse. Este conocimiento inductivo debemos reconocer que presenta un claro sesgo asociado al tamaño muestral, ya que durante la recogida inicial de información se indagan los patrones más frecuentes y las observaciones repetidas, pero puede haber otras presentaciones y manifestaciones menos reconocidas que requieren de muestreos más generales. La Radiología también ha contribuido mediante su apoyo a la experimentación, ya que la mayoría de los ensayos clínicos y estudios de intervención terapéutica evalúan los cambios y modificación que los fármacos estudiados generan sobre el paciente, su perfil analítico y sus manifestaciones radioló-

Autor para la correspondencia

Luis Martí-Bonmatí

Real Academia Nacional de Medicina de España

C/ Arrieta, 12 · 28013 Madrid

Tlf.: +34 91 159 47 34 | E-Mail: luis.marti@uv.es

gicas. Finalmente, la Radiología también ha colaborado mediante su capacidad de estimar predicciones pronósticas, tales como la evolución clínica y la gravedad de la afectación. Estas parcelas del trabajo radiológico, seguridad, valor diagnóstico, control terapéutico y estimación pronóstica forman la base de este trabajo.

¿CÓMO SE HAN ADECUADO LOS SERVICIOS DE RADIOLOGÍA?

En situaciones de alto contagio, tanto los pacientes como los profesionales deben seguir instrucciones de seguridad muy bien establecidas. Las administraciones y los profesionales involucrados en los Comités de Seguridad y Riesgos Laborales han establecido medidas dirigidas a minimizar la capacidad de contagio y mantener la actividad asistencial necesaria.

Los Servicios de Radiología han establecido salas de exploración exclusiva para pacientes COVID-19, tanto sospechosos como confirmados. Estas salas incluyen radiografía convencional para pacientes del área de Urgencias y sala de TC dedicada. Además, se han habilitado equipos de radiografía portátil digitales para pacientes COVID-19 ingresados en planta y en cuidados intensivos. De esta forma, y mediante la delimitación de circuitos diferenciales para pacientes COVID-19, se han mantenido separados los pacientes confirmados o sospechosos de padecer COVID-19 de los pacientes no infectados para minimizar la capacidad de infección de los primeros y proteger a los segundos.

Los equipos de radiografía convencional y los portátiles, así como los TC y los ecógrafos, se han protegido mediante elementos plásticos aislantes, desechables o esterilizantes. Todos los equipos y las salas de exploración se limpiaban con soluciones hidroalcohólicas.

Los profesionales en contacto con pacientes confirmados o sospechosos de padecer COVID-19 se protegían con ropa impermeable desechable, cascos con viseras o gafas, mascarillas adecuadas al nivel de posibilidad de contagio y guantes (Figura 1). Todos los pacientes sospechosos o confirmados de estar infectados por SARS-CoV-2 debían identificarse para garantizar que se pudieran establecer las máximas medidas de seguridad en tiempo y forma adecuados.

Tanto los profesionales expuestos por su mayor contacto con los pacientes (técnicos, enfermeros, ecografistas y radiólogos intervencionistas) como los menos expuestos (radiólogos informando estudios en las salas de informe) se protegían con limpieza frecuente y constante de las manos y la cara.

El distanciamiento entre personas y el confinamiento de parte del personal, con medidas de teletrabajo, fueron medidas que disminuyeron también la infección intrahospitalaria.



Figura 1. Equipos de protección personal empleados por el personal del Área Clínica de Imagen Médica del Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia durante la pandemia de COVID-19 en 2020.

Para favorecer y agilizar la recogida de datos y la comunicación eficiente, desde Radiología se establecieron listas de trabajo para informes COVID-19 y también unas plantillas definidas como informe estructurado para recoger la información relevante a esta entidad (Figuras 2 y 3). Estas plantillas incluyen la significación diagnóstica y pronóstica de los hallazgos y formaron la base de datos de recogida de casos para analizar las presentaciones más frecuentes y estimar la gravedad de la afectación.

¿CÓMO SE COMPORTA LA ENFERMEDAD?

La fase inicial se considera desde la inoculación hasta el establecimiento temprano de la enfermedad. El periodo de incubación es de 1 a 8 días, con síntomas leves frecuentemente inespecíficos que incluyen fiebre, tos seca y malestar general. En esta fase no hay disnea ni hipoxia (1-3). Durante este periodo, el virus SARS-CoV-2 se multiplica en el interior de las células. La puerta de entrada suele ser el sistema respiratorio a través del receptor de membrana de la enzima convertidora de la angiotensina (ACE2) (1). Este receptor está presente no sólo en los alveolos sino también en otros órganos como el intestino delgado, riñón, miocardio, hígado, cerebro y en el endotelio vascular. Dada la transmisión por el aire y la afinidad por los receptores ACE2, la infección suele debutar con síntomas respiratorios y sistémicos leves, pudiendo observarse también diarrea y pérdida del olfato o del gusto (2). El diagnóstico se establece por reconocimiento del virus mediante la RT-PCR (reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa). Los estudios serológicos para la detección de anticuerpos IgM e IgG indican exposición al virus, pero no necesariamente enfermedad. Las radiografías de tórax pueden ser normales en esta fase inicial (4). Es frecuente la linfopenia

Informe estructurado de Radiografía de tórax en caso sospechoso COVID-19

RADIOGRAFÍA DE TÓRAX (PA y lat / AP / portátil)

Calidad óptima / regular / no óptima.

HALLAZGOS:

Patrones radiológicos: Opacidad de baja densidad / Consolidación / Otros.

Campos pulmonares afectados: Superior D / Medio D / Inferior D / Superior I / Medio I / Inferior I

Extensión: Leve (menos de 1 campo) / Moderada (1-2 campos) / Extensa (3-4 campos) / Muy extensa (5-6 campos). Puntuación (0-12).

CONCLUSIÓN:

Muy probable / Probable / Hallazgos indeterminados / Hallazgos no típicos de COVID-19 / Sin hallazgos de infección pulmonar.

Afectación leve / moderada / extensa / muy extensa. Puntuación.

NOTAS:

PROBABILIDAD COVID-19

- Muy probable COVID-19: a) Opacidad de baja densidad periférica, o difusa tocando la periferia (única o múltiple). b) Consolidación con patrón característico periférico bilateral.
- Probable COVID-19: a) Opacidad/es de baja densidad sin claro contacto con la periferia. B) Consolidación periférica característica pero unilateral.
- No típica: Otros hallazgos que sugieren un diagnóstico diferente.
- Indeterminada: Opacidades que no entran en las otras categorías; normalmente opacidades difíciles de caracterizar o sutiles.

EXTENSIÓN

- Definición de campos: superior o suprahiliar / medio o hilar / inferior o infrahiliar.
- Definición de grados de extensión: Leve (menos de 1 campo) / Moderada (1-2 campos) / Extensa (3-4 campos) / Muy extensa (5-6 campos).
- Definición de puntuación de extensión:
Suma de la puntuación de los 6 campos. Máximo total de 12 puntos.
Cada campo tiene una puntuación de 0 (no afectado), 1 (afectación de menos del 50%) y 2 (afectación de más del 50%).

Figura 2. Informe estructurado de la Radiografía de Tórax en pacientes con sospecha clínica o confirmación de COVID-19.

ANGIO TC DE ARTERIAS PULMONARES. TC ABDOMINOPÉLVICO CON CONTRASTE IV.

HALLAZGOS PULMONARES:

Hallazgos: Vidrio esmerilado, empedrado, consolidación, broncograma aéreo, dilataciones bronquiales, bronquiectasias, signo del halo inverso, signo perilobulillar, engrosamiento de septos interlobulillares, reticulación, bandas subpleurales, atelectasias pleuropulmonares, quistes, infartos pulmonares, nódulos en vidrio o de densidad mixta.

Distribución: Unilateral/Bilateral, Difusa/Parcheada, Central/Periférica.

Lóbulos afectados: LSD, LM, LID, LSI, LII.

Extensión: Leve (<25%), Moderada (25-50%), Extensa (51-75%), Muy extensa (>75%).

ARTERIAS PULMONARES Y REPERCUSIÓN HEMODINÁMICA:

Arterias pulmonares: Defectos de repleción / No se observan defectos de repleción.

Distribución TEP: Principal, lobar, segmentaria, subsegmentaria, derecha, izquierda.

Diámetro de la arteria pulmonar (mm):

Ratio VD/VI:

OTROS:

Calcificaciones coronarias:

Derrame pericárdico:

Derrame pleural:

Adenopatías:

Dilatación de aorta torácica (mm):

Aorta torácica (mm):

Otros hallazgos:

CONCLUSIÓN:

Hallazgos característicos / indeterminados / no típicos COVID-19. Sin hallazgos de infección pulmonar.

Fase inicial (predomina vidrio o empedrado) / Fase establecida (predominan las consolidaciones o hallazgos característicos de neumonía organizada / Afectación pulmonar grave bilateral (distrés).

Grado de extensión:

TEP:

Figura 3. Informe estructurado de la TC torácica o angio-TC torácica de arterias pulmonares en pacientes con sospecha clínica o confirmación de COVID-19.

inicial con neutropenia. El tratamiento es sintomático y con antivirales, con pronóstico y recuperación usualmente excelente (1). Desafortunadamente, cerca del 10% de pacientes presentan un curso clínico incierto con evolución a formas de mayor gravedad y empeoramiento progresivo. Es difícil determinar que pacientes tendrán una forma grave, aunque la edad avanzada, las comorbilidades (enfermedad cardiovascular, diabetes, hipertensión y neoplasias malignas) y ciertos factores genéticos son los factores de riesgo más importantes (1-3).

La respuesta inflamatoria empieza durante la segunda semana de infección y se caracteriza por la proliferación viral y la inflamación localizada en el pulmón. En esta fase los pacientes pueden desarrollar neumonía viral con tos, fiebre e hipoxia (1-3). Las alteraciones radiológicas consisten en opacidades pulmonares de distribución periférica, generalmente en vidrio deslustrado (4). La linfopenia y las transaminasas aumentan. La mayoría de los pacientes necesitan hospitalización para seguimiento cercano, ya que alrededor del 10% desarrollan una enfermedad grave con hipoxia, extensa afectación pulmonar y ventilación mecánica (1). La respuesta inflamatoria conduce a la activación de los macrófagos y a la liberación de citoquinas que pueden llegar a destruir el alveolo (2). La imagen radiológica es la de consolidaciones pulmonares extensas (4) con distrés respiratorio (SDRA) y afectación multiorgánica (1-3).

El virus predispone a la enfermedad trombótica, favorecida por la inflamación excesiva, la disfunción endotelial, la hipoxia y la inmovilización prolongada (5,6). Las complicaciones más frecuentes son la trombosis pulmonar de arterias segmentarias o subsegmentarias, la trombosis venosa en miembros y los accidentes cerebrovasculares (5-7). Otras complicaciones son las trombosis microvasculares distales en dedos de pies, la trombosis de catéteres y la de grandes vasos (5). Asocian niveles elevados de dímero D que aumentan con la gravedad de la enfermedad, disminución de plaquetas y prolongación del tiempo de protrombina. Esta respuesta inflamatoria exagerada conduce además a miocarditis, fallo renal, fallo hepático y encefalopatía necrotizante (2). El pronóstico de recuperación es muy pobre y hasta un 10% de los casos acaban en shock y muerte.

¿QUÉ SE OBSERVA EN LA ENFERMEDAD TORÁCICA?

La imagen pulmonar con radiografía simple o TC tiene una alta relevancia en el diagnóstico y estimación de gravedad en estos pacientes.

Apariencia en Radiografía Simple

La radiografía de tórax es la primera prueba de imagen que se realiza de urgencia a los pacientes con sospecha de COVID-19. Durante la pandemia, esta exploración ha demostrado la afectación pulmonar en un elevado porcentaje de los casos sintomáticos (hasta

en un 81% en nuestro hospital). Existen todavía pocas publicaciones que evalúen los principales hallazgos en la radiografía simple (8,9), pero todos confirman una clara correlación con los hallazgos descritos en la TC. El patrón más observado en la radiografía basal inicial son las opacidades parenquimatosas de baja atenuación (Figura 4). Cuando asocian consolidaciones pulmonares normalmente refleja una mayor evolución de la enfermedad (Figura 5). La distribución de las opacidades es predominantemente periférica, en campos pulmonares inferiores y con mayor frecuencia es bilateral. Hay que tener en cuenta que cuando sólo se dispone de una proyección radiológica anteroposterior, como ocurre con las exploraciones portátiles, estas opacidades periféricas pueden parecer centrales cuando son de predominio anteroposterior. El derrame pleural es infrecuente y cuando está presente es pequeño.



Figura 4. Opacidades parenquimatosas de baja atenuación de distribución predominantemente periférica, en campos pulmonares inferiores y bilateral. Se trata del patrón más observado en la radiografía basal inicial en COVID-19.



Figura 5. Consolidaciones pulmonares de distribución predominantemente periférica, en campos pulmonares inferiores y bilateral como evolución de las opacidades parenquimatosas de baja atenuación.

Si la enfermedad progresa puede observarse en las radiografías de control una mayor afectación parenquimatosa con aumento del tamaño y la densidad de las opacidades. La aparición de una insuficiencia respiratoria brusca acompañada de nuevas consolidaciones pulmonares bilaterales debe hacer sospechar un cuadro de distrés respiratorio. Un porcentaje muy pequeño de pacientes (<1% en publicaciones y en nuestro hospital) sufren un neumotórax como complicación del daño pulmonar (10) (Figura 6).

Con el tiempo, la evolución esperable es la reabsorción de las consolidaciones, dejando opacidades tenues y consolidaciones de aspecto laminar. Esta reabsorción puede ser más lenta que la

evolución clínica, por lo que para la decisión de alta hospitalaria del paciente se considera suficiente la ausencia de progresión de las consolidaciones en la radiografía de control (Figura 7).

Apariencia en TC

La afectación pulmonar ocasionada por el SARS-CoV-2 en los alveolos se manifiesta en la fase inicial (0-4 días tras el inicio de los síntomas) como áreas de densidad en vidrio deslustrado puro, pequeñas y parcheadas, de distribución preferentemente periférica. Es característica la afectación de múltiples lóbulos de forma bilateral, observándose un predominio de opacidades en los lóbulos

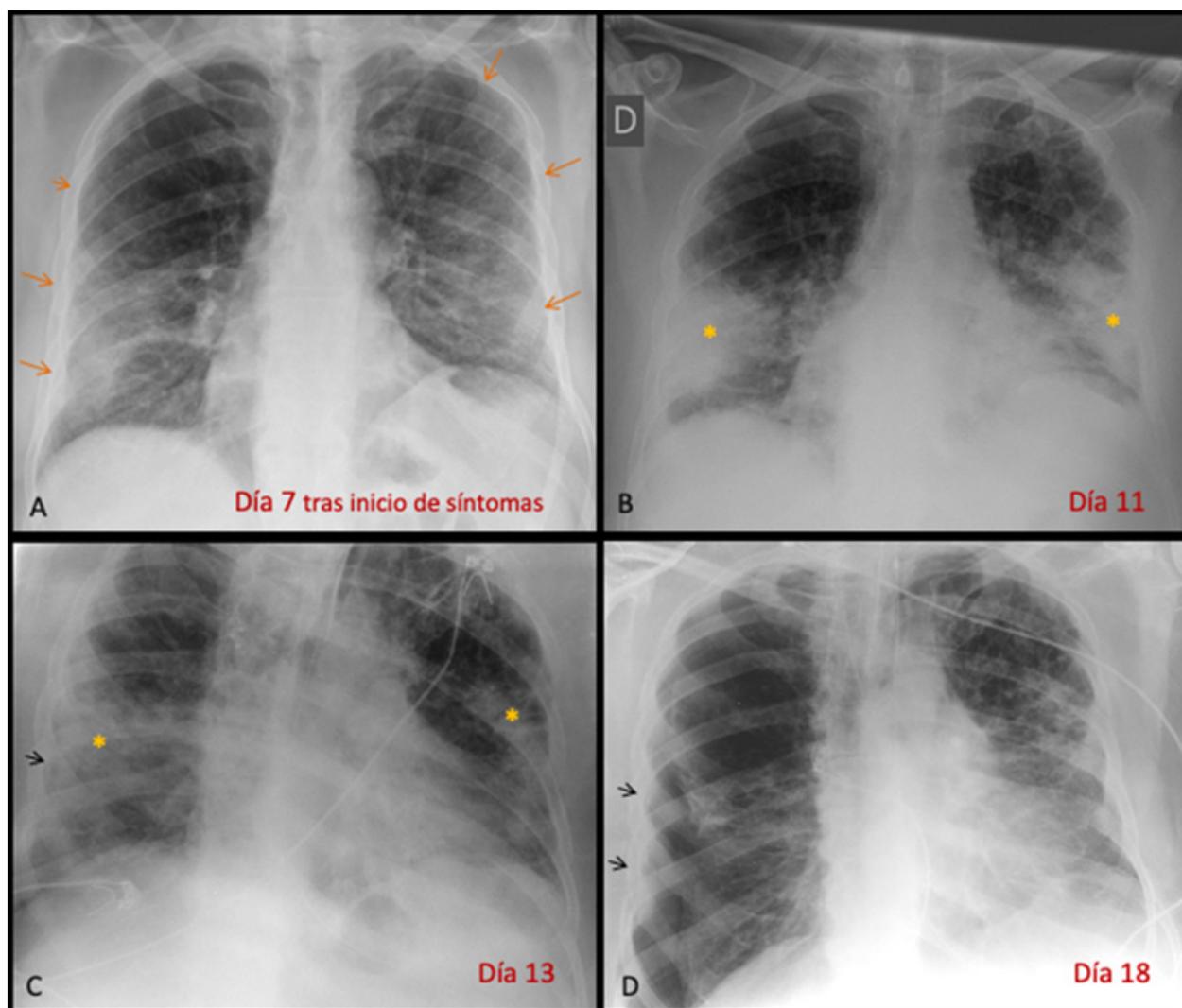


Figura 6. Varón de 62 años con fiebre, tos e importante astenia. Afectación pulmonar por SARS-CoV-2. Radiografías de Tórax. A. Basal (urgencias). Enfermedad en progresión: Opacidades tenues bilaterales (flechas) que alcanzan la periferia, muy extensas en todos los campos pulmonares, excepto únicamente periférica en campo superior derecho. Evolución a consolidación periférica en campos medio e inferior derechos. Conclusión: Muy probable COVID-19. Afectación muy extensa. Enfermedad en fase de progresión. PCR-RT positiva para COVID-19. B. Pico de enfermedad (hospitalizado). Consolidación densa de las áreas previamente tenues (asterisco). Requirió posterior intubación. C (portátil en UCI). Disminución de tamaño y densidad de las consolidaciones (asterisco), organizadas; lámina de neumotórax derecho (flecha). D (portátil en UCI). Progresión del neumotórax derecho (flechas). Aumento de densidad Patrón intersticial bilateral. Posterior fallecimiento.

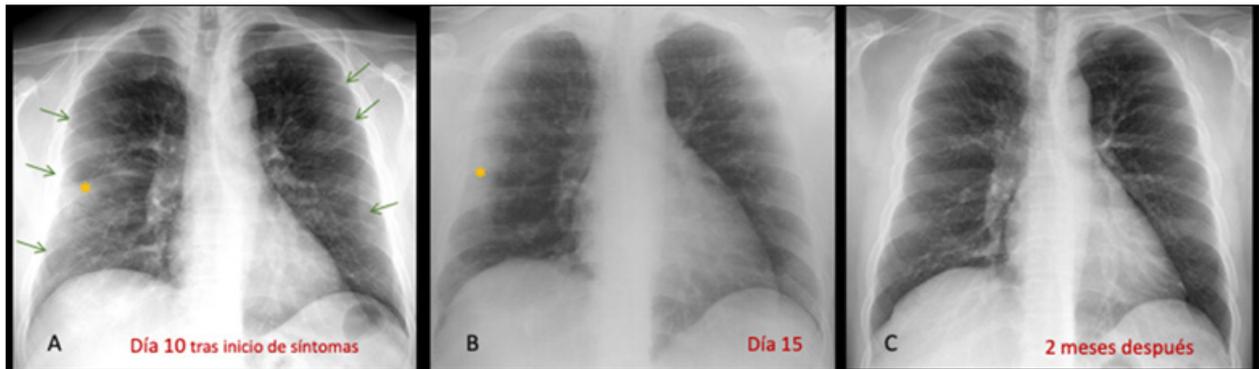


Figura 7. Varón de 48 años con fiebre, tos, cefalea. Afectación pulmonar por SARS-CoV-2. Radiografías de tórax. A. Basal (urgencias). Opacidades tenues bilaterales centrales y periféricas (flechas), en campos superiores, medios e inferior derecho con consolidación periférica en campo medio derecho (asterisco). Conclusión: Muy probable COVID-19. Afectación parcheada extensa. Enfermedad en fase de progresión. B. Control previo al alta hospitalaria. Resolución de las opacidades tenues, persistencia de la consolidación periférica en campo medio derecho (asterisco). Ausencia de progresión. C. Control desde consultas externas. Resolución de las opacidades; RX tórax normal.

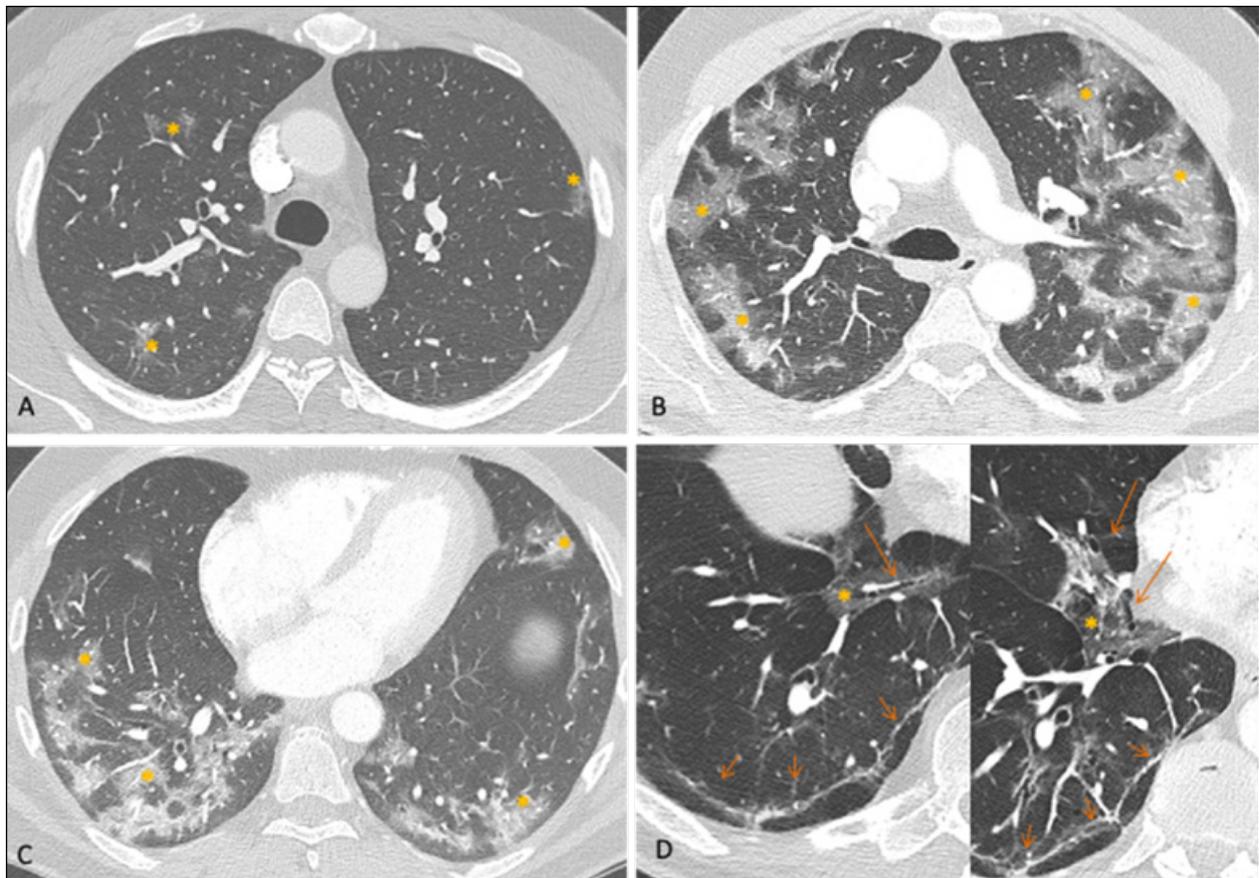


Figura 8. Angio-TC de arterias pulmonares. Afectación pulmonar por SARS-CoV-2. A. Fase inicial. Escasas opacidades periféricas y centrales de densidad en vidrio esmerilado. B y C. Fase progresiva o pico de la enfermedad con extensión de las áreas de densidad en vidrio esmerilado bilaterales con predominio periférico (asterisco). D. Fase de resolución. Disminución de las opacidades (asterisco). Dilataciones bronquiales en el interior de algunas de las áreas de densidad en vidrio (flechas largas). Formación de bandas periféricas paralelas a la superficie pleural (flechas cortas) correspondientes a neumonía organizada. No se observó trombosis pulmonar.

inferiores y los segmentos posteriores (11,12). Con menor frecuencia estas áreas de densidad en vidrio deslustrado presentan una distribución central con morfología redondeada e incluso nodular (Figura 8).

Durante la fase de progresión, que suele presentarse a la semana del inicio de los síntomas, las áreas de densidad en vidrio deslustrado se extienden y añaden líneas que conforman así un patrón en empedrado

que suele evolucionar a la consolidación. Cuando se alcanza el pico de la enfermedad, generalmente sobre las dos semanas tras el inicio de los síntomas, predominan las consolidaciones densas sobre el patrón en empedrado. Un hallazgo característico son las dilataciones bronquiales en el seno de las áreas de densidad en vidrio y de las consolidaciones. Las adenopatías son infrecuentes, pero se han descrito asociadas a la neumonía grave y la afectación crítica (12) (Figura 8).

Posteriormente, ya en la fase de reabsorción a las semanas del inicio de los síntomas, en la mayoría de los pacientes se observa como las consolidaciones disminuyen gradualmente de tamaño y atenuación, dejando áreas de densidad en vidrio y bandas subpleurales curvilíneas parenquimatosas (13,14). Tanto la reticulación como el engrosamiento de septos interlobulillares se pueden observar en estas fases tardías, aunque también en las más iniciales (15,16). La neumonía organizada se observa en esta fase de reabsorción con un patrón perilobulillar, habiéndose descrito también su apariencia con el signo del halo inverso o del atolón (área focal redondeada de densidad en vidrio esmerilado rodeada de un anillo de consolidación, completo o parcial) (Figura 8).

Como en cualquier daño pulmonar, las lesiones pueden evolucionar a una fibrosis irreversible con opacidades en vidrio deslustrado, consolidaciones o áreas de reticulación crónicas que se acompañan de una distorsión de la arquitectura pulmonar y bronquiectasias/bronquiolectasias por tracción, incluso patrón en panal en la fase más avanzada. Se requieren estudios de seguimiento a largo plazo para conocer su apariencia, frecuencia y su repercusión clínica.

Gradación de la afectación pulmonar

Es muy interesante relacionar la extensión de la afectación pulmonar en la radiografía de tórax de pacientes COVID-19 realizada en el momento de su visita a Urgencias con su evolución posterior. Parece ser que una valoración semicuantitativa de la extensión de la afectación parenquimatosa en ese momento es un buen predictor del riesgo de hospitalización e intubación en pacientes entre 21 y 50 años (17).

En la TC también se ha observado que las métricas de extensión de la afectación permiten objetivar una relación con la progresión posterior de la enfermedad (18). Así, el índice de extensión propuesto por Yang para pacientes COVID-19 permite descartar una evolución a formas graves o críticas de la enfermedad cuando es menor de 19,5 con un alto valor predictivo negativo (19). Estas gradaciones de la extensión de la afectación pulmonar deberían incluirse en el informe radiológico dado su alto valor predictivo. Veamos ahora cómo debe completarse un informe radiológico estructurado en pacientes COVID-19.

Informe Estructurado

El informe radiológico debe aportar todos los datos considerados como relevantes para establecer un diagnóstico y estimar el pronóstico de la enfermedad, con una terminología y una organización que faciliten

la comprensión y eviten la variabilidad entre diferentes radiólogos. En nuestro hospital se han desarrollado modelos de plantilla como informes estructurados específicos para los casos de sospecha, confirmación y seguimiento de pacientes COVID-19 (Figuras 2 y 3). En ellos se definieron categorías de probabilidad de padecer infección por SARS-CoV-2. Esta categorización diagnóstica es útil para el manejo de los pacientes cuando todavía no se dispone del resultado de la RT-PCR o cuando persiste una alta sospecha clínica pese a un resultado RT-PCR negativo.

Diversas sociedades científicas han propuesto modelos de informe en el que se recomiendan las siguientes categorías diagnósticas para COVID-19:

- apariencia típica: presencia de áreas en vidrio deslustrado de distribución periférica, bilateral o redondeadas multifocales; hallazgos de neumonía organizada en la fase tardía;
- apariencia indeterminada: presencia de áreas en vidrio deslustrado multifocales, difusas, perihiliares, o unilaterales pero no redondeadas ni periféricas;
- apariencia atípica: ausencia de los hallazgos anteriores y presencia de consolidaciones lobares o segmentarias aisladas, sin áreas en vidrio deslustrado, nódulos centrolobulillares, árbol en brote, cavitación pulmonar o engrosamiento de los septos interlobulillares con derrame pleural;
- sin hallazgos de neumonía.

Esta clasificación estratifica la probabilidad de presentar la enfermedad con una concordancia interobservador entre moderada y alta. Hay que tener en cuenta que un número no despreciable de pacientes SARS-CoV-2 positivos se etiquetan como “apariencia atípica” o “sin hallazgos de neumonía” (20).

En la conclusión del informe radiológico también debe definirse la fase evolutiva de la enfermedad y una gradación de la extensión de las opacidades pulmonares, incluyendo índices semicuantitativos con valor pronóstico.

Fiabilidad Diagnóstica

Las áreas de densidad en vidrio deslustrado y el patrón en empedrado, propios de la fase inicial y progresiva respectivamente, pueden observarse también en otras neumonías víricas (como las producidas por influenza virus A H1N1, adenovirus y citomegalovirus), en neumonitis por toxicidad asociada a ciertos fármacos (inmunomoduladores y quimioterápicos principalmente) y en la hemorragia pulmonar.

La presencia de consolidaciones pulmonares puede hacer indistinguible esta afectación por SARS-CoV-2 de la coexistencia de una bronconeumonía bacteriana; su distribución periférica es la característica que probablemente confiere la mayor especificidad para el diagnóstico de COVID-19 (21). Por otro lado, la aparición brusca de opacidades en vidrio deslustrado o consolidaciones pulmonares bilaterales asociada a un empeoramiento respiratorio puede deberse a edema pulmonar o

a daño pulmonar agudo provocado por una infección, coagulación intravascular diseminada o toxicidad. La neumonía organizada, propia de la fase de reabsorción, puede deberse también a otras infecciones, fármacos o radioterapia, aunque su presentación como opacidades curvilíneas periféricas paralelas a la superficie pleural es muy característica de COVID-19.

Los infartos pulmonares pueden verse en cualquier tromboembolia pulmonar, aunque la coexistencia de áreas de densidad en vidrio deslustrado o de neumonía organizada apoya el diagnóstico de COVID-19.

La patología pulmonar residual puede plantear el diagnóstico alternativo de una enfermedad pulmonar intersticial difusa crónica cuando no se dispone de imágenes previas a la infección o de un seguimiento que permita establecer una relación causal.

Dado que la afectación pulmonar no es específica, debe describirse la fiabilidad diagnóstica de las pruebas radiológicas en esta entidad. Así, se han descrito sensibilidades del 69% para la radiografía de tórax (8) y del 92% para la TC torácica en el diagnóstico de la COVID-19, con una baja especificidad del 25-33% (15). Estos datos deben interpretarse con cautela dado que la cohorte estudiada

tenía una alta probabilidad pretest durante la expansión de la pandemia. Si bien la radiografía es una prueba menos sensible que la TC para detectar opacidades pulmonares, en la práctica clínica ha demostrado ser una herramienta fiable y complementaria al resto de parámetros clínicos y analíticos para decidir el ingreso y el tratamiento de pacientes sintomáticos. Hay que tener en cuenta que la identificación de las opacidades pulmonares puede adelantarse al diagnóstico por RT-PCR (11) y ayudar a la toma de decisiones en pacientes sintomáticos que acuden al centro sanitario. No obstante, en el caso de pacientes oligosintomáticos una prueba de imagen pulmonar normal no descarta la afectación COVID-19.

Trombosis Vascular y Angiografía por TC

La trombosis pulmonar es una afectación vascular frecuente, habiéndose detectado hasta en un 30% de pacientes COVID-19 a los que se les realizó una angiografía por TC (angio-TC) de las arterias pulmonares durante su hospitalización (22, 23). Esta afectación se distribuye mayoritariamente en las arterias pulmonares segmentarias y subsegmentarias, siendo menos frecuente la afectación central (Figura 9). La carga trombótica total, medida semicuantitativamente con índices como

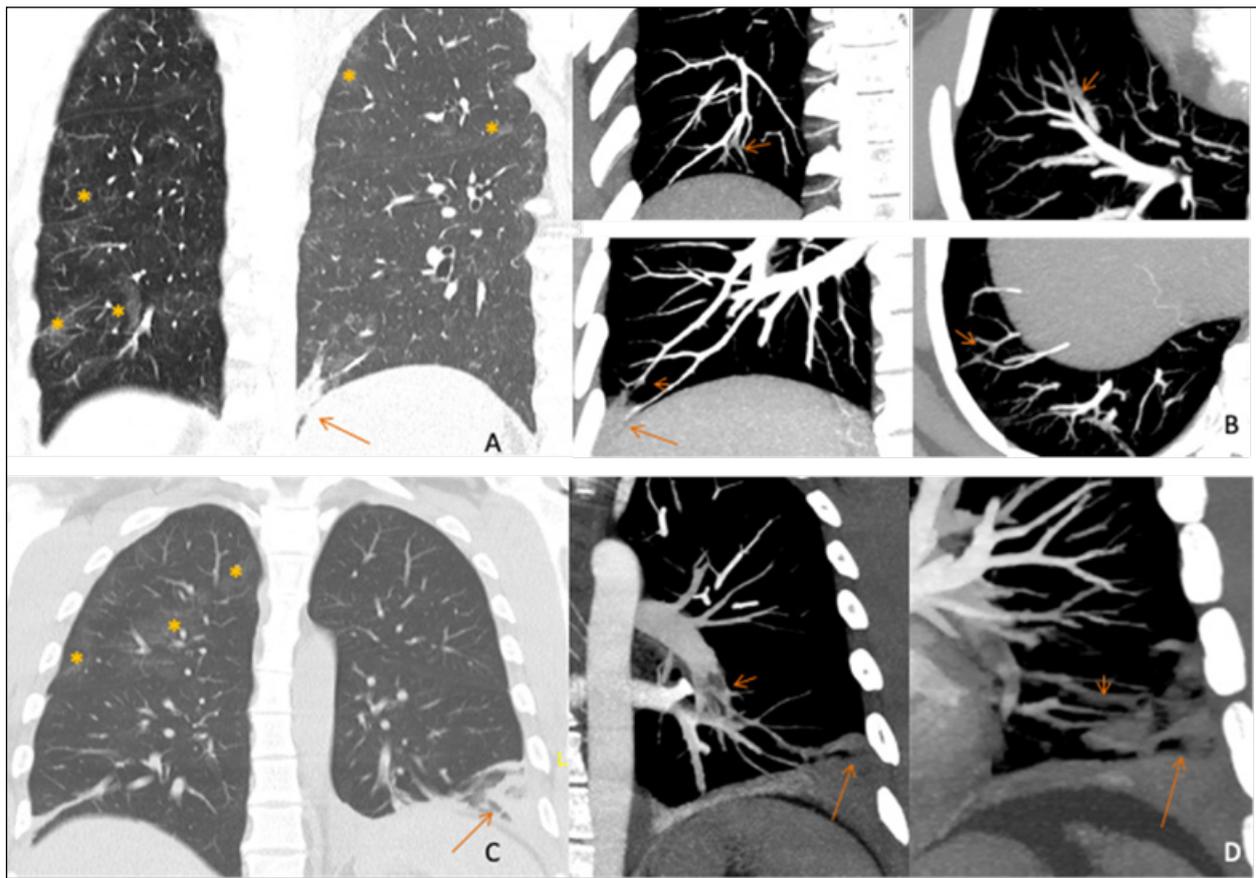


Figura 9. Angio-TC de arterias pulmonares. Trombosis pulmonar en pacientes con afectación pulmonar por SARS-CoV-2. A la izquierda imágenes coronales con filtro y ventana de pulmón. A la derecha reconstrucciones multiplanares MIP (máxima intensidad de proyección) con filtro y ventana de partes blandas. A y B. Paciente con focos de aumento de densidad en vidrio esmerilado, de predominio periférico (asterisco); infarto pulmonar (flecha larga) y trombos en arterias pulmonares subsegmentarias del lóbulo inferior derecho (flechas cortas). C y D. Paciente con focos de aumento de densidad en vidrio esmerilado, de predominio periférico (asterisco); infarto pulmonar (flecha larga) y trombos en arterias pulmonares segmentarias y subsegmentarias del lóbulo inferior izquierdo (flechas cortas).

el de Qanadli, y la sobrecarga ventricular derecha, medida como la ratio entre los diámetros ventriculares derecho e izquierdo (VD/VI), son menores en estos pacientes respecto a la tromboembolia pulmonar de otras causas. Tal vez esta menor repercusión es posible que sea debida a la anticoagulación profiláctica administrada a estos enfermos (24). Es de destacar que no se ha demostrado una correlación entre la presencia de trombosis pulmonar y la extensión de la afectación parenquimatosa en la TC (22).

¿QUÉ SE OBSERVA EN OTROS ÓRGANOS DIANA?

Aunque las manifestaciones clínicas son predominantemente respiratorias, la afectación por SARS-CoV-2 es sistémica y es por ello por lo que puede afectar a otros órganos. Los pacientes de edad avanzada con comorbilidades cardíacas previas tienen un mayor riesgo de infectarse y los que padecen enfermedades cardiovasculares crónicas sufren con mayor frecuencia formas severas de neumonía (25). En cuanto a la realización de estudios de imagen cardíaca, las sociedades internacionales más reconocidas recomiendan realizar solo los estudios que se consideren imprescindibles para el manejo clínico de estos enfermos (26-29). En el curso de la COVID-19 puede producirse fibrilación auricular y otras arritmias y en estos casos se recomienda utilizar la TC cardíaca en lugar de la ecocardiografía transesofágica para descartar trombos intracardiacos y en la orejuela izquierda antes de cardioversión con el objetivo de reducir los riesgos de transmisión por aerosoles. En pacientes con dolor torácico agudo, la TC cardíaca permite excluir enfermedad coronaria o existencia de variantes anatómicas de alto riesgo y así evitar el ingreso de pacientes y la exposición del personal sanitario durante la angiografía coronaria invasiva.

En los casos severos de COVID-19 puede producirse un daño miocárdico agudo caracterizado por la elevación de los niveles de troponina cardíaca I de alta sensibilidad (hs-cTnI) (30). En casos de daño miocárdico agudo, la resonancia magnética cardíaca (RMC) puede diagnosticar la miocarditis asociada al SARS-CoV-2 y diferenciarla del infarto agudo de miocardio con arterias coronarias no obstruidas (MINOCA) y de la miocardiopatía por estrés (síndrome de Tako-Tsubo) (26,31). La RMC en estos pacientes se realiza con protocolos de adquisición rápidos que incorporan secuencias de cine para la valoración funcional, secuencias para detección de edema con STIR y secuencias con realce tardío de gadolinio para diferenciar las causas de daño miocárdico isquémico del no isquémico (26,31).

Por otro lado, la afectación del sistema nervioso central (SNC) no es infrecuente. Entre las rutas de migración del virus al SNC se considera tanto la diseminación hematogena por paso de leucocitos infectados a través de una barrera hematoencefálica dañada como la propagación retrógrada directa a través de los nervios del tracto olfatorio que justifica la anosmia/hiposmia e hipogeusia/disgeusia presentes en la COVID-19 (32). Dado que

los receptores ACE2 se encuentran ampliamente distribuidos en el cerebro humano, principalmente en la glía y en los núcleos del tronco de encéfalo que regulan el sistema cardiorrespiratorio, su afectación justificaría el deterioro respiratorio en estos pacientes (32). La afectación endotelial por el virus produce una endotelitis difusa, coagulopatía y trombosis arterial y venosa que ocasiona diversas enfermedades cerebrovasculares, principalmente ictus isquémico de grandes vasos y, menos frecuentemente, trombosis venosa cerebral, hemorragia cerebral y hemorragia subaracnoidea (33-35). También se ha observado en estos pacientes encefalopatía necrotizante aguda hemorrágica, síndrome de hipoperfusión frontal, meningitis, encefalitis, mielitis y síndrome de Guillain-Barré (33-35). Las enfermedades cerebrovasculares pueden detectarse y evaluarse con TC en la mayoría de los casos, lo que facilita el manejo de estos pacientes con tiempos de exploración cortos. La RM tiene mayor capacidad diagnóstica y debe emplearse cuando la TC no ofrezca la información necesaria, si bien los tiempos de exploración serán más prolongados y los pacientes deberán portar equipos de monitorización compatibles.

LA IMAGEN MÉDICA MÁS ALLÁ DE LA PRÁCTICA CLÍNICA

La radiografía de tórax y la TC pueden emplearse como criterio de inclusión en los ensayos clínicos con pacientes COVID-19. Su mayor interés es definir el grado de afectación inicial para poder valorar la respuesta al tratamiento testeado. Es importante reconocer que en este aspecto debe también ser útil para excluir pacientes con complicaciones asociadas o con manifestaciones pulmonares inusuales que puedan estar relacionadas con comorbilidades.

En la predicción de la gravedad de la afectación y para cuantificar el grado de respuesta al tratamiento evaluado puede emplearse la imagen computacional. En ella se puede segmentar la afectación parenquimatosa con métodos como la umbralización e incluso la inteligencia artificial con redes neuronales convolucionales. Con este tipo de redes neuronales se pueden diferenciar automáticamente los pacientes COVID-19 de aquellos que presentan una coinfección bacteriana (36). Para garantizar su adecuación y exactitud en COVID-19, es necesario etiquetar los datos, tanto mediante la confirmación de los casos COVID-19 en aquellos en los que se ha obtenido resultado positivo en RT-PCR como mediante la segmentación de las regiones de vidrio deslustrado en los estudios de TC. Con un conjunto de datos etiquetados lo suficientemente grande, es posible entrenar las redes para que puedan proporcionar la probabilidad de ser un caso COVID-19 positivo como el porcentaje de afectación del parénquima (Figura 10). Estos métodos permiten valorar la extensión de la afectación, comprobar el estado del pulmón aparentemente normal pero tal vez mínimamente afectado, valorar objetivamente los cambios asociados con un tratamiento concreto e incluso extraer características de las consolidaciones mediante análisis radiómico que puedan ayudar a predecir la evolución de la enfermedad. Así, se

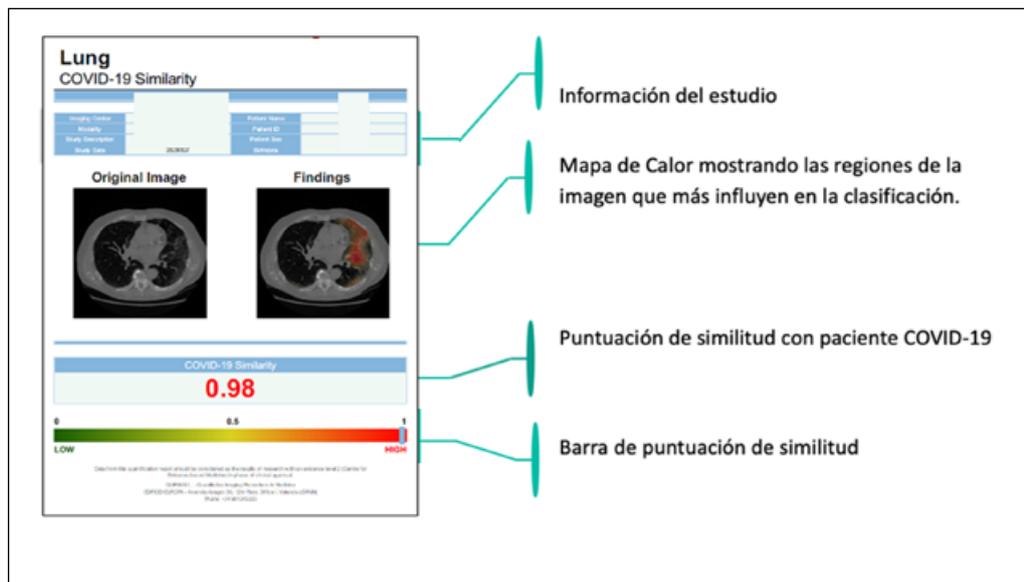


Figura 10. Informe estructurado para TC en COVID-19 realizado por sistema de inteligencia artificial.

conoce por ejemplo que la cuantificación del volumen pulmonar afectado por umbralización mediante unidades Hounsfield permite predecir la necesidad de oxigenoterapia y es un factor de riesgo significativo para la muerte en el hospital (37). La inclusión de información pronóstica en el etiquetado de estos datos permite también el entrenamiento y validación de las redes neuronales convolucionales y su posterior implementación en práctica clínica con un enfoque eminentemente clínico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en COVID-19.

La imagen computacional, la radiómica y la inteligencia artificial están ayudando a mejorar la especificidad de los estudios de radiografía simple y TC en la evaluación de estos pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Siddiqi HK, Mehra MR. COVID-19 illness in native and immunosuppressed states: A clinical-therapeutic staging proposal. *J Heart Lung Transplant.* 2020;39(5):405–407.
- Wan Y, Shang J, Graham R, Baric RS, Li F. Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: An Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *J Virol.* 2020;94(7):e00127-20.
- Miller R, Englund K. Clinical presentation and course of COVID-19. *Cleve Clin J Med.* 2020;87(7):384–388.
- Koo HJ, Choi S-H, Sung H, Choe J, Do K-H. RadioGraphics Update: Radiographic and CT Features of Viral Pneumonia. *Radiographics.* 2020;40(4):E8–15.
- Bikdeli B, Madhavan MV, Jimenez D, et al. COVID-19 and Thrombotic or Thromboembolic Disease: Implications for Prevention, Antithrombotic Therapy, and Follow-Up: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(23):2950–2973.
- Driggin E, Madhavan MV, Bikdeli B, et al. Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During the COVID-19 Pandemic. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(18):2352–2371.
- Klok FA, Kruip MJHA, van der Meer NJM, et al. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19. *Thromb Res.* 2020;191:145–147.
- Wong HYE, Lam HYS, Fong AH-T, et al. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in COVID-19 Positive Patients. *Radiology.* 2019 Mar 27;201160. doi: 10.1148/radiol.2020201160. Online ahead of print.
- Jacobi A, Chung M, Bernheim A, Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin Imaging.* 2020;64:35–42.
- Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: A descriptive study. *Lancet.* 2020;395(10223):507–513.
- Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology.* 2020;200642. doi: 10.1148/radiol.2020200642. Online ahead of print.
- Ye Z, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review. *Eur Radiol.* 2020;30(8):4381–4389.
- Pan F, Ye T, Sun P, et al. Time Course of Lung Changes at Chest CT during Recovery from Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiology.* 2020;295(3):715–721.
- Bernheim A, Mei X, Huang M, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology.* 2020;295(3):200463. doi: 10.1148/radiol.2020200463. Epub 2020 Feb 20.
- Xu B, Xing Y, Peng J, 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. Online ahead of print.

16. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamreza-zhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *AJR*. 2020;215(1):87-93.
17. Toussie D, Voutsinas N, Finkelstein M, et al. Clinical and Chest Radiography Features Determine Patient Outcomes In Young and Middle Age Adults with COVID-19. *Radiology*. 2020 May 14;201754. doi: 10.1148/radiol.2020201754. Online ahead of print.
18. Zhou Z, Guo D, Li C, et al. Coronavirus disease 2019: initial chest CT findings. *Eur Radiol*. 2020;30(8):4398-4406.
19. Yang R, Li X, Liu H, et al. Chest CT Severity Score: An Imaging Tool for Assessing Severe COVID-19. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2020 Mar 30;2(2):e200047.
20. Simpson S, Kay FU, 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 - Secondary Publication. *J Thorac Imaging*. 2020;35(4):219-227.
21. Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, et al. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT. *Radiology*. 2020;200823. doi:10.1148/radiol.2020200823. Online ahead of print.
22. Grillet F, Behr J, Calame P, Aubry S, Delabrousse E. Acute Pulmonary Embolism Associated with COVID-19 Pneumonia Detected by Pulmonary CT Angiography. *Radiology*. 2020;201544. doi: 10.1148/radiol.2020201544. Online ahead of print.
23. Leonard-Lorant I, Delabranche X, Severac F, et al. Acute Pulmonary Embolism in COVID-19 Patients on CT Angiography and Relationship to D-Dimer Levels. *Radiology*. 2020;201561. doi: 10.1148/radiol.2020201561. Online ahead of print.
24. van Dam LF, Kroft LJM, van der Wal LI, et al. Clinical and computed tomography characteristics of COVID-19 associated acute pulmonary embolism: A different phenotype of thrombotic disease? *Thromb Res*. 2020;193:86-89.
25. Zheng Y-Y, Ma Y-T, Zhang J-Y, Xie X. COVID-19 and the cardiovascular system. *Nat Rev Cardiol*. 2020;17(5):259-260.
26. Beitzke D, Salgado R, Francone M, et al. Cardiac imaging procedures and the COVID-19 pandemic: recommendations of the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020;1-10. doi: 10.1007/s10554-020-01892-8. Online ahead of print.
27. Skulstad H, Cosyns B, Popescu BA, et al. COVID-19 pandemic and cardiac imaging: EACVI recommendations on precautions, indications, prioritization, and protection for patients and healthcare personnel. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(6):592-598.
28. ESC Guidance for the Diagnosis and Management of CV Disease during the COVID-19 Pandemic [Internet]. [cited 2020 Jul 9]. Available from: <https://www.escardio.org/Education/COVID-19-and-Cardiology/ESC-COVID-19-Guidance>
29. Choi AD, Abbara S, Branch KR, et al. Society of Cardiovascular Computed Tomography guidance for use of cardiac computed tomography amidst the COVID-19 pandemic Endorsed by the American College of Cardiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2020;14(2):101-104.
30. Cosyns B, Lochy S, Luchian ML, et al. The role of cardiovascular imaging for myocardial injury in hospitalized COVID-19 patients. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(7):709-714
31. Cau R, Bassareo P, Saba L. Cardiac Involvement in COVID-19—Assessment with Echocardiography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *SN Compr Clin Med*. 2020;1-7. doi:10.1007/s42399-020-00344-7 [Epub ahead of print].
32. Mankad K, Perry MD, Mirsky DM, Rossi A. COVID-19: A primer for Neuroradiologists. *Neuroradiology*. 2020;62(6):647-648.
33. Román GC, Spencer PS, Reis J, et al. The neurology of COVID-19 revisited: A proposal from the Environmental Neurology Specialty Group of the World Federation of Neurology to implement international neurological registries. *J Neurol Sci*. 2020;414:116884.
34. Pons-Escoda A, Naval-Baudín P, Majós C, et al. Neurologic Involvement in COVID-19: Cause or Coincidence? A Neuroimaging Perspective. *Am J Neuroradiol*. 2020. doi:10.3174/ajnr.A6627. Online ahead of print.
35. Asadi-Pooya AA, Simani L. Central nervous system manifestations of COVID-19: A systematic review. *J Neurol Sci*. 2020;413:116832.
36. Das D, Santosh KC, Pal U. Truncated inception net: COVID-19 outbreak screening using chest X-rays. *Phys Eng Sci Med*. 2020 Jun 25; 1-11. doi:10.1007/s13246-020-00888-x. Online ahead of print.
37. Lanza E, Muglia R, Bolengo I, et al. Quantitative chest CT analysis in COVID-19 to predict the need for oxygenation support and intubation. *Eur Radiol*. 2020 Jun 26; 1-9. doi: 10.1007/s00330-020-07013-2. Online ahead of print.

DECLARACIÓN DE TRANSPARENCIA

Los autores/as de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses respecto a lo expuesto en el presente trabajo.

Si desea citar nuestro artículo:

Martí-Bonmatí L.

Radiología y Covid-19: un repaso a una actuación

ANALES RANM [Internet]. Real Academia Nacional de Medicina de España;

An RANM · Año 2020 · número 137 (02) · páginas 121-132

DOI: 10.32440/ar.2020.137.02.rev05