



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE POSGRADO**

**HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DE  
IXTAPALUCA  
CORRELACIÓN ENTRE LOS HALLAZGOS REPORTADOS  
EN LA TOMOGRAFÍA DE TÓRAX Y LAS PRUEBAS DE RT-  
PCR PARA LA ENFERMEDAD POR CORONAVIRUS 2019  
(COVID-19) EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ALTA  
ESPECIALIDAD DE IXTAPALUCA DURANTE EL PERIODO  
DE ABRIL 2020 - JUNIO 2020**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MEDICO ESPECIALISTA EN  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y  
TERAPEÚTICA**

**P R E S E N T A:**

**DR. EDWIN DAVID ARAUZ MARTÍNEZ**

**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. MARIBEL SERRALDE VÁZQUEZ**

**ASESORA METODOLÓGICA:  
DRA. MARÍA GUADALUPE FRÍAS DE LEÓN**

**IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2022.**

Facultad de Medicina





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## AUTORIZACIONES

---

Dr. Gustavo Acosta Altamirano  
Director de Planeación, Enseñanza e Investigación.

---

Dr. Pedro Curi Curi  
Responsable de la Unidad de Posgrado.

---

Dr. Omar Esteban Valencia Ledezma  
Responsable de la Subdirección de Enseñanza e Investigación

---

Dra. Maribel Serralde Vázquez  
Asesor clínico y Profesora Titular de la Especialidad de Imagenología Diagnóstica y  
Terapéutica

---

Dra. María Guadalupe Frías de León  
Asesora Metodológica.



## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.**

En primer lugar agradezco a Dios, mi esposa, mi familia y especialmente a mí padre, que me observa desde el cielo, que sin el apoyo de ellos, este sueño no habría sido posible.

En segundo lugar agradezco a éste país y a esta institución por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de prepararme para poder desarrollar mis habilidades como radiólogo.

Finalmente agradezco a mis maestros y compañeros con los cuales compartí todos estos años, muchas gracias.



## ÍNDICE

<b>1 RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
2.1 Fisiopatología de la COVID-19.....	2
2.2 Presentación clínica.....	3
2.3 Definiciones de casos de la OMS de COVID-19 y pruebas RT-PCR.....	3
2.4 Consideraciones de la RT-PCR.....	8
2.5 Pacientes repositivos.....	9
2.6 Protocolo de TC de tórax.....	9
2.7 Hallazgos normales de la TC de tórax.....	10
2.8 Anomalías en la TC de tórax con alta incidencia (>70 %).....	10
2.9 Anomalías en la TC de tórax con incidencia intermedia (10 % – 70 %).....	11
2.10 Anomalías en la TC de tórax con baja incidencia (<10 %).....	14
2.11 Evolución temporal de las anomalías pulmonares en la TC de tórax.....	16
2.12 Informe radiológico.....	18
2.13 Gravedad y pronóstico.....	21
<b>3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>23</b>
<b>4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>24</b>
<b>5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....</b>	<b>25</b>
<i>General</i> .....	25
<i>Específicos</i> .....	25
<b>6 HIPÓTESIS.....</b>	<b>26</b>
<b>7 METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
7.1 Tipo y diseño del estudio.....	27



7.2 Población estudiada .....	28
7.3 Criterio de inclusión .....	29
7.4 Criterios de exclusión .....	29
7.5 Criterios de eliminación .....	29
<b>9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>10 RECURSOS .....</b>	<b>32</b>
<b>11 ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>33</b>
<b>12 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>34</b>
<b>13 RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>14 DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>15 CONCLUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>16 BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>47</b>
<b>17 ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>55</b>
<b>18 ÍNDICE DE GRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>19 ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 RESUMEN

Un nuevo virus, SARS-CoV-2, agente etiológico de la enfermedad COVID-19, emergió en Wuhan, China en diciembre de 2019. Se reportó en 190 países, con más de 300,000 casos confirmados. La evaluación del riesgo por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para COVID-19 a nivel mundial, se considera “muy alto”, cursando con un periodo de incubación corto, pero con un curso clínico largo, con pacientes que tardan muchas semanas en morir o recuperarse (1). Se ha observado en estudios a pequeña escala que las pruebas actuales de RT-PCR tienen una sensibilidad limitada, mientras que la TC de tórax puede revelar anomalías pulmonares compatibles con COVID-19 en pacientes con resultados iniciales negativos de RT-PCR (2,3). En la emergencia actual, la baja sensibilidad de RT-PCR implica que muchos pacientes con COVID-19 pueden no ser identificados y no recibir el tratamiento adecuado a tiempo; dichos pacientes constituyen un riesgo de infectar a una población más grande dada la naturaleza altamente contagiosa del virus.

Objetivo: determinar la correlación entre los hallazgos reportados en la tomografía de tórax y las pruebas de RT-PCR para la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca durante el periodo de abril 2020 - junio 2020.

Conclusión: La tomografía de tórax es más sensible para el diagnóstico de COVID-19, por lo que podría ser una herramienta útil en el abordaje inicial de los pacientes con sospecha de COVID-19, en lugar de la prueba RT-PCR, sin embargo, se recomienda que su uso sea de manera prudente.

## **2 MARCO TEÓRICO**

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) es una enfermedad infecciosa causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Los primeros casos humanos de COVID-19 fueron informados por primera vez por funcionarios en Wuhan, China, en diciembre de 2019 (1, 2). Hasta el 10 de mayo de 2020, se habían notificado 3,917,366 casos confirmados de enfermedad COVID-19 en 215 países, con 274,361 defunciones reportadas (3).

La enfermedad se propagó rápidamente por todo el mundo y fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 12 de marzo de 2020. Los hallazgos de imágenes de tórax de COVID-19 se publicaron por primera vez en enero de 2020 e incluyeron afectación pulmonar bilateral y opacidades en vidrio esmerilado en la mayoría de los pacientes hospitalizados (1).

### **2.1 Fisiopatología de la COVID-19**

Los coronavirus tienen un genoma de ARN monocatenario de sentido positivo de ~30 kb. La entrada de los coronavirus en las células depende de la unión de las proteínas de la espiga viral (S) a los receptores celulares y del cebado de la proteína S por las proteasas de la célula huésped. El SARS-CoV-2 utiliza el receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) del coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) para la entrada celular y la proteasa transmembrana de serina 2 (TMPRSS2) para el cebado de la proteína S. ACE2 se expresa en gran medida en las células epiteliales de la mucosa oral y los pulmones, pero también en el corazón, los vasos sanguíneos, el intestino, los riñones, la vejiga y el cerebro. TMPRSS2 se expresa en gran medida con una distribución más amplia, lo que sugiere que ACE2 en lugar de TMPRSS2 puede ser un

factor limitante para la entrada viral en la etapa inicial de infección. El epitelio nasal es uno de los primeros sitios de infección por SARS-CoV-2 (4-10).

## **2.2 Presentación clínica**

Los signos y síntomas de la COVID-19 no son específicos y no pueden distinguirse clínicamente de otras infecciones respiratorias virales, aunque el desarrollo de disnea varios días después del inicio de los síntomas sugiere la presencia de la COVID-19 (11).

Los síntomas asociados más comunes incluyen: tos, fiebre subjetiva o fiebre superior a 38°C, mialgia, dolor de cabeza, disnea, dolor de garganta, diarrea, náuseas/vómitos, anosmia, ageusia, disgeusia, dolor abdominal y secreción nasal, siendo la tos, la fiebre y las mialgias encontrados hasta en la mitad de los casos (11,12).

Se han informado anomalías del olfato y/o del gusto principalmente en pacientes con COVID-19 de leve a moderado (11).

## **2.3 Definiciones de casos de la OMS de COVID-19 y pruebas RT-PCR**

La OMS ha proporcionado definiciones de casos sospechosos, probables y confirmados de COVID-19 (1,13).

Caso sospechoso: (a) Un paciente con enfermedad respiratoria aguda (fiebre y al menos un signo o síntoma de enfermedad respiratoria, como tos, dificultad para respirar) Y antecedentes de viaje o residencia en un lugar que informa transmisión comunitaria de COVID-19 durante los 14 días previos al inicio de los síntomas; Ó

(b) Un paciente con cualquier enfermedad respiratoria aguda y que ha estado en contacto con un caso confirmado o probable de COVID-19 en los últimos 14 días antes del inicio de los síntomas; Ó (c) Un paciente con enfermedad respiratoria aguda grave (fiebre y al menos un signo o síntoma de enfermedad respiratoria, como tos, dificultad para respirar y que requiere hospitalización) y en ausencia de un diagnóstico alternativo que explique completamente la presentación clínica.

Caso probable (a) Un paciente sospechoso para quien los resultados de las pruebas informadas por el laboratorio para el virus COVID-19 no son concluyentes; Ó (b) Un paciente sospechoso al que no se le pudo realizar la prueba por cualquier motivo.

Caso confirmado. Una persona con resultados de pruebas de laboratorio confirmados de COVID-19, independientemente de los signos y síntomas clínicos (1, 13).

Estas definiciones se pueden utilizar como guía para emprender las acciones apropiadas, incluidas las medidas de control de infecciones. Un caso confirmado se define como un paciente con COVID-19 comprobado por prueba de la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (RT-PCR), independientemente de los signos y síntomas clínicos (1, 13).

La prueba de RT-PCR se puede realizar usando hisopos nasofaríngeos para obtener muestras nasofaríngeas u obteniendo otras muestras del tracto respiratorio superior usando un hisopo de garganta o saliva (1, 2).

Lamentablemente, la sensibilidad de las pruebas de RT-PCR es imperfecta, con una estimación combinada del 89 % (IC del 95 %: 81 %, 94 %), y uno o más resultados negativos no descartan la presencia de COVID-19 (1,14,15).

Varios factores pueden conducir a un resultado falso negativo, incluidos (a) mala calidad de la muestra; (b) recolectar la muestra demasiado pronto (p. ej., entre la exposición al SARS-CoV-2 y el inicio de los síntomas, lo que puede demorar hasta 1 semana) o tarde en el curso de la infección (p. ej., estimado en términos generales en la semana 4 después del inicio de los síntomas y más allá; (c) manipulación y envío inadecuados del espécimen; y (d) razones técnicas inherentes a la prueba. Si se obtiene un resultado negativo de un paciente con un alto índice de sospecha de COVID-19, se deben recolectar y analizar muestras adicionales (1, 2, 16).

La especificidad de la mayoría de los resultados de las pruebas de RT-PCR es teóricamente del 100 % porque el diseño del cebador es específico para la secuencia del genoma del SARS-CoV-2. Sin embargo, pueden ocurrir resultados falsos positivos ocasionales debido a errores técnicos y contaminación de reactivos. Además, debe tenerse en cuenta que un resultado positivo de la prueba de RT-PCR refleja solo la detección de ARN viral y no indica necesariamente la presencia de virus viable (1, 17,18).

Otra desventaja de la prueba RT-PCR es que toma algún tiempo antes de que los resultados estén disponibles (1, 19, 20), con tiempos de prueba estimados que van de 50 minutos a 4 horas para ensayos semiautomáticos a completamente automatizados, y de 6 a 14 horas para ensayos realizados manualmente (1, 21).

El SARS-CoV-2 está optimizado para diseminarse rápida y ampliamente, principalmente a través del tracto respiratorio por gotitas, secreciones respiratorias y contacto directo (1, 22-24).

Se ha descrito que pequeñas partículas que contienen el virus pueden difundirse en ambientes interiores cubriendo distancias de hasta 10 m desde la fuente de emisión (1, 35). Además, el SARS-CoV-2 puede permanecer viable en aerosoles durante 3 horas y en plástico y acero inoxidable hasta 72 horas (1, 25).

La TC de tórax debe realizarse con precauciones estrictas para minimizar la exposición peligrosa de los pacientes y los profesionales de la salud al SARS-CoV-2. Cuando es posible, la TC de tórax se realiza en sitios con menos tráfico para evitar la exposición de otros pacientes y el personal. Cuando se dispone de más de un escáner de TC fijo, el uso exclusivo de un solo escáner de TC para pacientes con COVID-19 puede ser ideal (1, 26, 27).

Los pacientes que son remitidos para una TC de tórax deben ser examinados para detectar síntomas de COVID-19, y los pacientes sintomáticos deben recibir una máscara quirúrgica y colocarse en una sala de aislamiento. Lo mismo se aplica a los pacientes con COVID-19 comprobado. También se puede presentar un caso sólido para que todos los pacientes usen máscaras faciales, ya sea que presenten síntomas o no. Deben maximizarse las distancias entre los pacientes en las áreas de espera cerca del escáner CT; se ha informado que mantener una distancia interpersonal de 2 m en combinación con el uso de una máscara facial es una protección eficaz (1, 26-28).

El personal de radiología debe utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado, incluidas máscaras faciales, protección para los ojos, bata y guantes. Es esencial seguir los procedimientos correctos para ponerse y quitarse el EPP. El aumento del intercambio de aire por hora o el uso de filtración de aire de partículas de alta eficiencia en las salas de

examen de TC son posibles medidas de mitigación complementarias. Es necesaria una limpieza profunda de la sala de examen de TC antes de obtener imágenes del próximo paciente (1, 26, 27).

Todo el material que entre en contacto o esté cerca de un paciente con sospecha de COVID-19 debe desinfectarse. Después de realizar la TC de tórax, el tiempo de inactividad de la sala de examen de TC puede ser de 30 minutos a 1 hora para permitir la descontaminación de la sala y el intercambio de aire pasivo (1, 26, 27).

Se recomienda que los pacientes con TC de tórax positivo y RT-PCR negativo, sean analizados con PCR repetida hasta tres veces. De acuerdo con las recomendaciones de la OMS, la TC de tórax debe ser parte del trabajo de diagnóstico en un paciente sospechoso de COVID-19 cuando la prueba de RT-PCR no está disponible, los resultados se retrasan o en caso de una prueba negativa pero con alta sospecha clínica. También aconsejan la TC de tórax para decidir la hospitalización, el ingreso en la unidad de cuidados intensivos y el manejo terapéutico en determinadas circunstancias (29-31).

En general, una mayor proporción de pulmón dañado se asocia con una prueba positiva para todas las pruebas de laboratorio. La correlación más fuerte es entre la linfocitopenia, el aumento del dímero "D" y el aumento del daño de los pulmones en el examen de TC de tórax. También se identificó una correlación positiva y significativa en las pruebas de LDH, PCR y fibrinógeno (32).

## 2.4 Consideraciones de la RT-PCR

Las pruebas de diagnóstico basadas en la RT-PCR, que detectan ácidos nucleicos virales, se consideran el estándar de oro para detectar la infección actual por SARS-CoV-2. La infección por SARS-CoV-2 plantea varios desafíos de diagnóstico. Sin embargo, muchos estudios informaron la menor sensibilidad de las recomendaciones actuales sobre el diagnóstico de COVID-19 y aún se cuestiona el diagnóstico preciso. Los pacientes con alta sospecha clínica de COVID-19 a veces pueden tener múltiples pruebas negativas. El resultado falso negativo de la PCR ha llamado mucho la atención y ha confundido a los médicos, ya que el diagnóstico final se basa en la positividad de la RT-PCR para detectar la presencia de SARS-CoV-2 en cantidad suficiente (33).

Los resultados falsos negativos de la RT-PCR pueden tener como consecuencia la imposibilidad de poner en cuarentena al paciente infectado, aumentar el riesgo de transmisión y posiblemente provocar la mortalidad. Los resultados falsos negativos de la RT-PCR podrían dificultar la prevención y el control de la pandemia, especialmente porque esta prueba es la referencia para decidir continuar con el aislamiento médico observado o el alta (33).

El diagnóstico de COVID-19 debe realizarse mediante la combinación de RT-PCR, radiografía de tórax, tomografía, manifestaciones clínicas, prueba de anticuerpos e historial de exposición de los pacientes. Esta consideración se requiere con urgencia para identificar, aislar y tratar a los pacientes lo antes posible para reducir las tasas de mortalidad y el riesgo de transmisión (34).

## **2.5 Pacientes repositivos**

Algunos estudios han reportado que los paciente que tuvieron COVID-19, aún dieron positivo después del alta (repositivos); sin embargo, todavía son importantes estudios adicionales para dilucidar la infectividad de los individuos que son positivos para el ARN (33).

## **2.6 Protocolo de TC de tórax**

Los pacientes remitidos para TC debn someterse a una TC de tórax con contraste, a menos que se requiera una angiografía pulmonar por TC para detectar una embolia pulmonar (EP). Los pacientes de todas las edades pueden infectarse con SARS-CoV-2 y es posible que deban someterse a pruebas de diagnóstico por imágenes del tórax. Además, aunque la radiografía de tórax se usa con mayor frecuencia para las imágenes de seguimiento, es posible que algunos pacientes con COVID-19 deban someterse a una TC de tórax de seguimiento. Por lo tanto, la TC de tórax sin contraste debe realizarse preferentemente mediante el uso de un protocolo de dosis de radiación baja para minimizar la carga de radiación (1, 35-37).

Las imágenes de TC de baja dosis de radiación se pueden obtener mediante el uso de configuraciones de kilovoltaje más bajas, reconstrucciones iterativas o más recientemente desarrolladas basadas en el aprendizaje profundo para la reducción de ruido y la conformación espectral del haz de rayos "X" para reducir el componente de baja energía de del espectro de rayos "X" (1, 35,36,37).

Se ha demostrado que la TC de tórax de baja dosis de radiación realizada sobre la base de estos principios es factible para obtener imágenes de pacientes con COVID-19, con una

calidad diagnóstica no inferior y una reducción de la dosis de radiación de alrededor del 90% en comparación con la adquisición de una TC estándar. Por lo tanto, realizar una TC de dosis baja de radiación en lugar de una TC de dosis completa de radiación como estándar para la evaluación del parénquima pulmonar en COVID-19 se puede defender sobre la base del principio ALARA (tan baja como sea razonablemente posible) (1, 35-37).

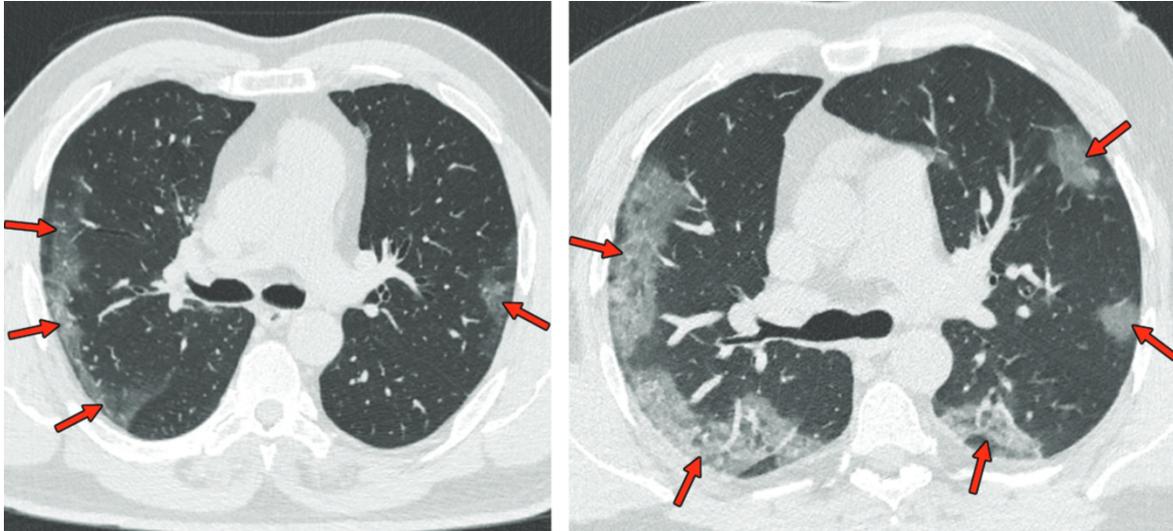
### **2.7 Hallazgos normales de la TC de tórax**

Se estima que la incidencia de resultados normales en la TC de tórax en pacientes sintomáticos con COVID-19 es de alrededor del 10,6 %. Aunque los hallazgos de TC de tórax normales se visualizan con mayor frecuencia durante los primeros 4 a 5 días después del inicio de los síntomas, se observa un número no despreciable de casos sintomáticos con hallazgos de TC de tórax normales durante la última etapa de la infección. (en 1,2 % – 4,0 % de los pacientes). La incidencia de hallazgos normales en la TC de tórax en pacientes asintomáticos con COVID-19 es considerablemente alta (un estimado del 46 % de los pacientes) (1, 17,18,38-41).

### **2.8 Anomalías en la TC de tórax con alta incidencia (>70 %)**

Se han informado varios hallazgos de TC de tórax en más del 70 % de los casos de COVID-19 comprobados con la prueba de RT-PCR, incluidas opacidades en vidrio esmerilado, agrandamiento vascular, anomalías bilaterales, afectación del lóbulo inferior, y predilección posterior (Fig. 1) (1, 38).

En las regiones endémicas de COVID-19, la observación de estos hallazgos en la TC de tórax debe generar la sospecha de un posible diagnóstico de COVID-19 (1, 38).

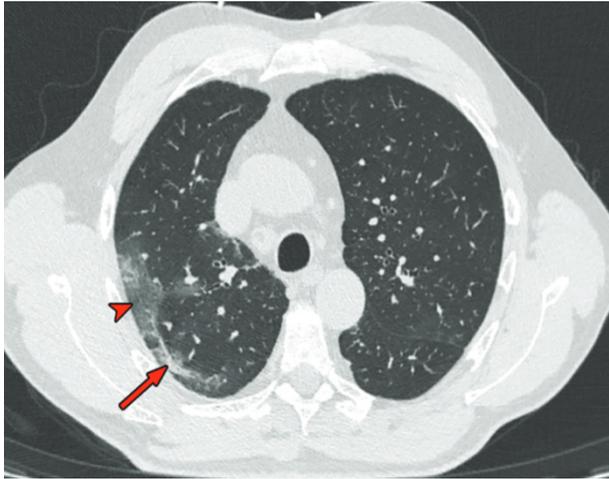


**Fig. 1.** Neumonía por COVID-19 con características de imagen típicas según el sistema de clasificación de TC de tórax de la Sociedad Radiológica de América del Norte (RSNA, por sus siglas en inglés). Imágenes axiales de tomografía computarizada de tórax sin contraste (ventana de pulmón) en un hombre de 59 años **(a)** y un hombre de 47 años **(b)** , cada uno con resultados positivos de la prueba RT-PCR para SARS-CoV-2, muestran áreas bilaterales de opacidades en vidrio esmerilado (flechas) en una distribución periférica. (Tomada de: T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know, RadioGraphics 2020; 40:18-48-1865).

### **2.9 Anomalías en la TC de tórax con incidencia intermedia (10 % – 70 %)**

Se han informado varios hallazgos de TC de tórax en el 10 % al 70 % de los casos de COVID-19 comprobados con la prueba de RT-PCR, que incluyen consolidación (51,5 %), opacidad lineal (40,7 %), engrosamiento y/o reticulación del tabique (49,6%), patrón en empedrado (34,9%), broncograma aéreo (40,2%), engrosamiento pleural (34,7%), signo del halo (34,5%), bronquiectasias (24,2%), nódulos (19,8 %), engrosamiento de la pared bronquial (14,3 %) y signo del halo invertido (11,1 %). Se han informado las siguientes

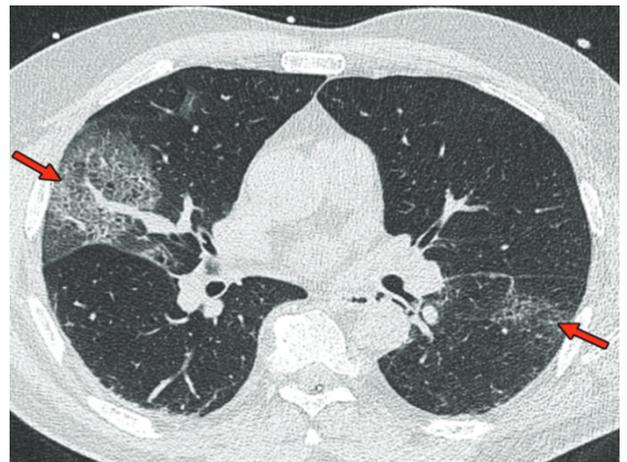
distribuciones de lesiones: unilateral (15,0 %), multifocal (63,2 %), difusa (26,4 %), única y/o focal (10,5 %), afectación del lóbulo medio o superior (49,3 % – 55,4 %), periférica ubicación (59,0 %) y ubicación central y periférica (36,2 %) (Figs. 2 - 4) (1, 38).



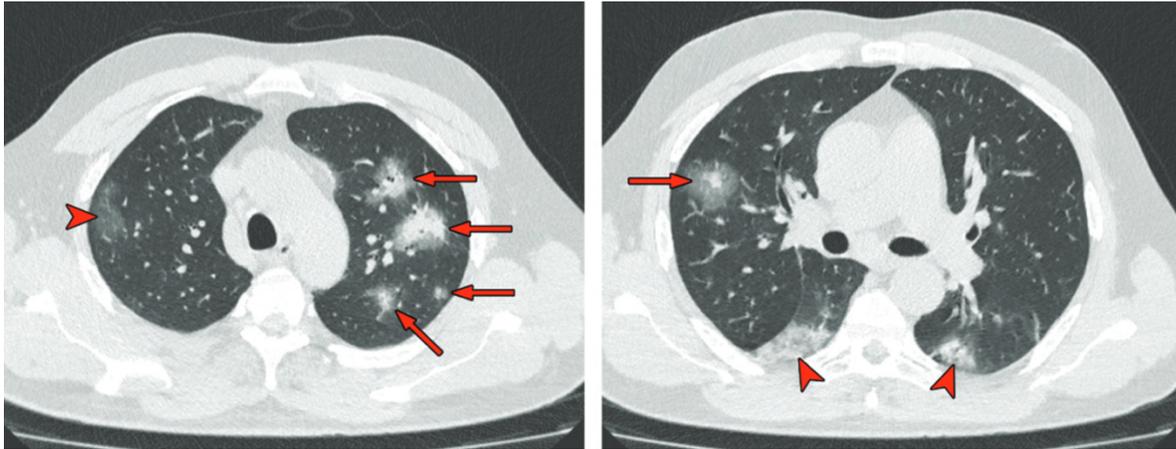
**Fig. 2.** Anomalías en la TC de tórax de prevalencia relativamente intermedia en COVID-19, que se muestran en un hombre de 63 años con resultados positivos en la prueba de RT-PCR para SARS-CoV-2. Imagen axial de TC de tórax sin contraste que muestra una opacidad curvilínea subpleural (flecha) y un área de opacidad en vidrio esmerilado (punta de flecha) en el lóbulo superior derecho. (Tomada de:

T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know, RadioGraphics 2020; 40:18-48-1865).

**Fig. 3.** Patrón de pavimento loco en un hombre de 66 años con COVID-19. Imagen axial de TC de tórax sin contraste que muestra opacidades en vidrio esmerilado, con engrosamiento septal superpuesto (flechas) en el lóbulo medio y el lóbulo inferior izquierdo. (Tomada de: T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19:



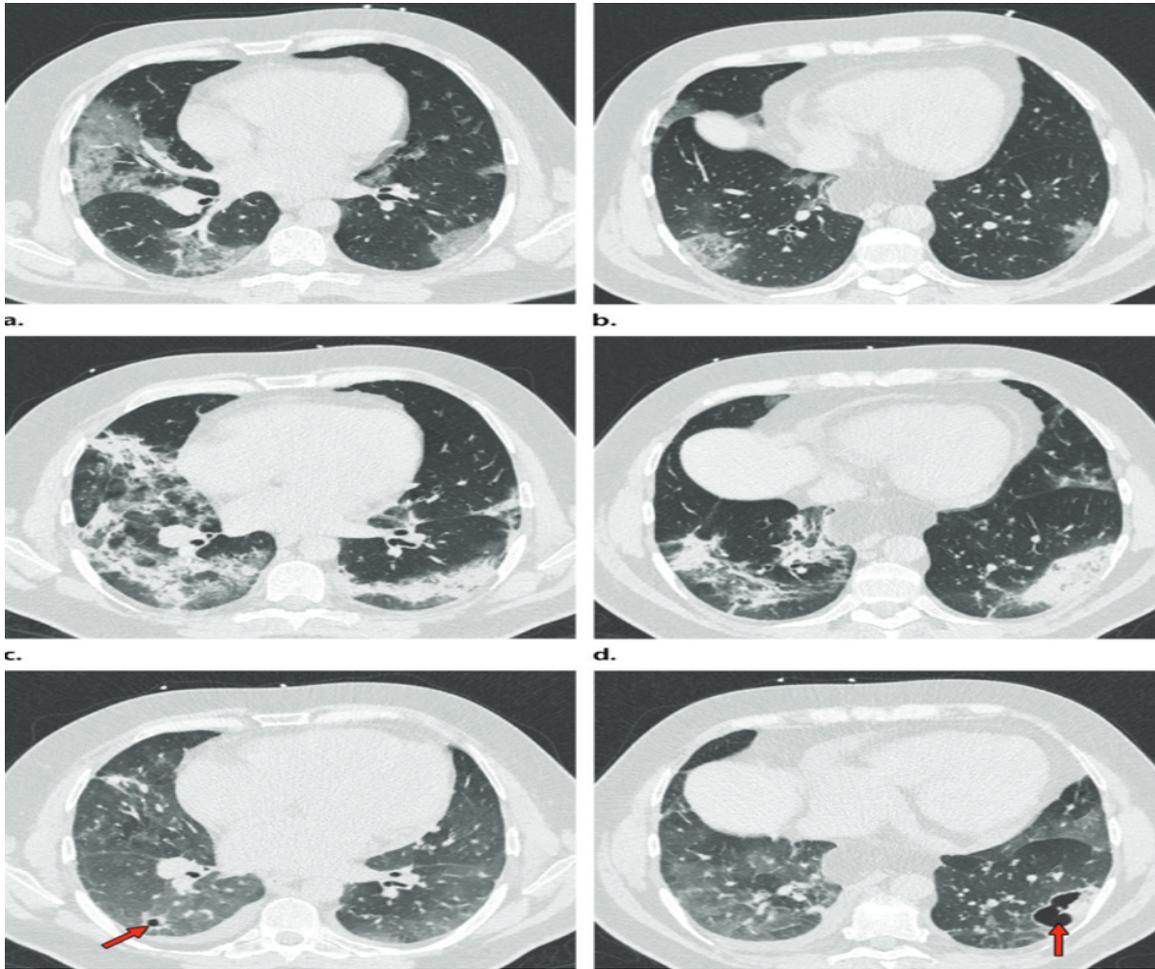
What the radiologist needs to know, RadioGraphics 2020; 40:18-48-1865).



**Fig. 4.** Signo de halo en un hombre de 55 años con COVID-19 comprobado por prueba de RT-PCR. Las imágenes axiales de CT de tórax sin contraste muestran consolidaciones rodeadas por opacidades en vidrio deslustrado (flechas) en ambos lóbulos superiores, hallazgos compatibles con el signo del halo. Hay una opacidad en vidrio esmerilado en el lóbulo superior derecho (punta de flecha en **a**) y consolidación en ambos lóbulos inferiores (puntas de flecha en **b**). (Tomada de: T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know, *RadioGraphics* 2020; 40:18-48-1865).

### **2.10 Anomalías en la TC de tórax con baja incidencia (<10 %)**

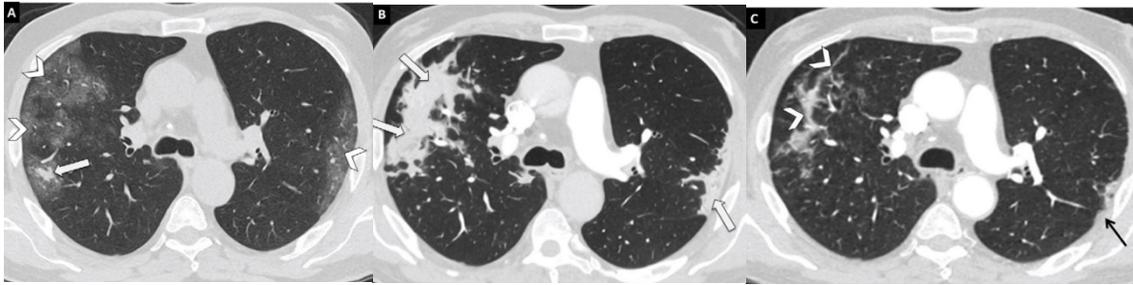
Se ha informado que varios hallazgos de TC de tórax son poco comunes en los casos de COVID-19 comprobados con la prueba de RT-PCR, y estos incluyen derrame pleural (5,2 %), linfadenopatía (5,1 %), signo del árbol en brote (4,1 %), enfermedad central distribución de las lesiones (3,6 %), derrame pericárdico (2,7 %) y lesiones pulmonares cavitadas (0,7 %). La observación aislada de uno o más de estos hallazgos es más sugestiva de otro diagnóstico que de COVID-19, aunque la COVID-19 no puede eliminarse por completo del diagnóstico diferencial. Además, algunos de estos hallazgos de la TC de tórax solo pueden ocurrir en algunos pacientes más tarde en el curso de la enfermedad (Fig. 5) (1, 38,42).



**Fig. 5.** Desarrollo de lesiones pulmonares cavitantes en un hombre de 47 años con COVID-19. **(a, b)** Las imágenes axiales de TC sin contraste (ventana de pulmón) obtenidas al ingreso en el hospital muestran opacidades en vidrio deslustrado en ambos pulmones (etapa progresiva temprana). **(c, d)** Las imágenes axiales de TC sin contraste (ventana de pulmón) obtenidas después de 10 días muestran consolidación organizativa progresiva (etapa máxima). **(e, f)** Imágenes axiales de TC sin contraste (ventana de pulmón) obtenidas 40 días después de las imágenes de TC basales **(a, b)** muestran lesiones cavitadas en ambos lóbulos inferiores (flecha) (etapa tardía). (Tomada de: T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know, RadioGraphics 2020; 40:18-48-1865).

### **2.11 Evolución temporal de las anomalías pulmonares en la TC de tórax**

Se han descrito aproximadamente cuatro etapas de COVID-19 en la TC de tórax: (a) etapa temprana (0 a 5 días después del inicio de los síntomas), que se caracteriza por hallazgos normales o principalmente opacidades en vidrio deslustrado; (b) etapa progresiva (5 a 8 días después del inicio de los síntomas), que se caracteriza por un aumento de las opacidades en vidrio esmerilado y una apariencia de pavimento loco; (c) etapa máxima (9 a 13 días después del inicio de los síntomas), que se caracteriza por una consolidación progresiva; y (d) etapa tardía ( $\geq 14$  días después del inicio de los síntomas), que se caracteriza por una disminución gradual de la consolidación y opacidades en vidrio esmerilado, mientras que pueden manifestarse signos de fibrosis (incluidas bandas parenquimatosas, distorsión arquitectónica y bronquiectasias por tracción) (39,43-46).



**Fig. 6.** Evolución de neumonía COVID-19 en mujer de 56 años. Imágenes axiales de tomografía computarizada (TC) de tórax de 1 mm de espesor a la altura de la carina. A) Estudio a los 10 días del comienzo de los síntomas. Opacidades en vidrio deslustrado periféricas y bilaterales (puntas de flecha) y pequeña consolidación en formación en el segmento posterior del lóbulo superior derecho (flecha). B) TC a los 15 días después de realizarse la primera. Evolución de las opacidades en vidrio deslustrado a consolidaciones (flechas). C) TC a los 32 días después realizarse de la primera. Reabsorción parcial de las consolidaciones (puntas de flecha) y engrosamiento pleural focal en el segmento ápico-posterior del lóbulo superior izquierdo (flecha negra). (Tomada de: T. G. kwee, R. M. Kwee. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know, *RadioGraphics* 2020; 40:18-48-1865).

## 2.12 Informe radiológico

El informe estructurado ofrece un lenguaje estandarizado que puede ser comprendido por toda la comunidad médica (4,7).

La Radiological Society of North America (RSNA) propone cuatro categorías: apariencia típica, indeterminada, atípica y negativo para neumonía COVID-19 (Tabla 1). La Sociedad Holandesa de Radiología propone un consenso para el informe estructurado de los hallazgos en la TC torácica de los pacientes con sospecha de COVID19, la clasificación CO-RADS, con una escala de sospecha de cinco puntos, desde muy bajo (CO-RADS 1) hasta muy alto (CO-RADS 5), desarrollada para pacientes con síntomas moderados a graves en un entorno de prevalencia moderada a alta (Tabla 2) (4, 47).

**Tabla 1.** Sistema de clasificación de los hallazgos de la neumonía COVID-19 en la tomografía computarizada (TC) de tórax, consenso avalado por el American College of Radiology (ACR) y por la Radiological Society of North America (RSNA).

<b>Clasificación por imagen de neumonía COVID-19</b>	<b>Hallazgos de la TC</b>	<b>Lenguaje recomendado para el informe</b>
<b>Hallazgos típicos</b>	Opacidades en vidrio deslustrado con o sin consolidaciones o patrón en empedrado bilaterales, periféricas, multilobares, signo del halo invertido u otros hallazgos de neumonía organizada	Los hallazgos sugieren neumonía COVID-19, diagnóstico diferencial: otras neumonías virales (influenza), neumonía organizativa, toxicidad y enfermedades del tejido conectivo.
<b>Hallazgos indeterminados</b>	Ausencia de hallazgos típicos y presencia de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opacidades en vidrio deslustrado y consolidaciones no periféricas, no redondas.</li> <li>• Afectación unilateral.</li> <li>• Escasas opacidades en vidrio deslustrado.</li> </ul>	Los hallazgos pueden observarse en neumonía COVID-19, pero no son específicos y pueden ocurrir en otros procesos infecciosos o no infecciosos.
<b>Hallazgos atípicos</b>	Ausencia de hallazgos típicos o indeterminados y presencia de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidaciones segmentarias o lobares.</li> <li>• Nódulos centrolobulillares o distribución en árbol en brote.</li> <li>• Cavitación.</li> </ul>	Hallazgos atípicos para neumonía COVID-19; considerar diagnóstico alternativo.
<b>Hallazgos negativos</b>	No hallazgos en TC que sugieran neumonía	No hallazgos en TC que sugieran neumonía

Tomada de: Martínez Chamorro et al. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19. Radiología 2021;63:56-73.

**Tabla 2.** Clasificación CO-RADS del Grupo de trabajo COVID de la Sociedad Holandesa de Radiología: propuesta de sistema de informe estandarizado de TC para pacientes con sospecha de infección COVID-19 en un entorno de prevalencia moderada o alta.

CO-RADS	Nivel de sospecha de infección COVID-19	Hallazgos en TC
<b>CO-RADS 0</b>	No interpretable	Técnicamente insuficiente para asignar una puntuación.
<b>CO-RADS 1</b>	Muy bajo	Normal o patología no infecciosa (ICC, neoplasia, etc).
<b>CO-RADS 2</b>	Bajo	Típico para otra infección, pero no COVID-19. Ejemplo: bronquiolitis típica con árbol en brote, TBC.
<b>CO-RADS 3</b>	Indeterminado	Características compatibles con COVID-19, pero también con otras enfermedades. Ejemplo: Opacidad en vidrio deslustrado unilateral. Neumonía lobar.
<b>CO-RADS 4</b>	Alto	Sospechoso para COVID-19. Ejemplo: Vidrio deslustrado unilateral. Consolidaciones multifocales sin ningún otro hallazgo típico. Hallazgos sospechosos de COVID-19 en enfermedad pulmonar subyacente.
<b>CO-RADS 5</b>	Muy alto	Típico de COVID-19.
<b>CO-RADS6</b>	Probado	PCR positiva para SARS CoV2

ICC: insuficiencia cardíaca congestiva, PCR: reacción en cadena de la polimerasa; TBC: tuberculosis; TC tomografía computarizada

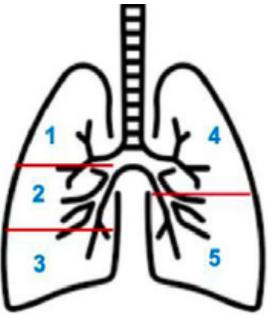
Tomada de: Martínez Chamorro et al. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19. Radiología 2021;63:56-73.

### **2.13 Gravedad y pronóstico**

La mayoría de los pacientes infectados por SARS-CoV-2 tienen síntomas leves y buen pronóstico. Pero en ocasiones el virus ocasiona una enfermedad grave en forma de neumonía, edema pulmonar, SDRA o fallo multiorgánico que puede conducir a la muerte (4,47).

La TC de tórax se considera una de las herramientas principales para evaluar la gravedad de la infección . Permite estratificar a los pacientes en categorías de riesgo y estimar su pronóstico ayudando a la toma de decisiones clínicas . El hallazgo de imagen más comúnmente asociado a la gravedad clínica es la extensión de la afectación pulmonar. Se han propuesto varias escalas semicuantitativas para TC que de forma visual calculan el alcance de las alteraciones (Tabla 3) (4, 47).

**Tabla 3.** Escala semicuantitativa para valorar la extensión de las lesiones pulmonares por neumonía COVID-19 con tomografía computarizada. Regiones superiores (1 y 4) encima de la carina; región media (2) entre la carina y vena pulmonar inferior; regiones inferiores (3 y 5) debajo de vena pulmonar inferior.

Regiones a valorar	Criterios de puntuación		
	Extensión del daño para cada zona.	Puntos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada uno de los 5 lóbulos es puntuado de 0 a 5.</li> <li>• La puntuación final es la suma de las puntuaciones individuales para cada lóbulo y oscila entre 0 y 25.</li> </ul>
	0%	0	
	< 5%	1	
	5-25%	2	
	26-49%	3	
	50-75%	4	
	>75%	5	

Tomada de: Martínez Chamorro et al. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19. Radiología 2021;63:56-73.

### 3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial la pandemia por coronavirus ha aumentado exponencialmente las tasas de morbi-mortalidad de los pacientes por infección por neumonía viral, debido a que éstos evolucionan a enfermedad grave en el 13.8 % de los casos. Generalmente la prueba RT-PCR puede demorar un tiempo prudencial en confirmar el diagnóstico, en comparación con la tomografía de tórax que puede ser un método más práctico y rápido para diagnosticar y evaluar la COVID-19, además la RT-PCR puede dar falsos negativos en etapas tempranas de la enfermedad, aún cuando se pueden observar hallazgos compatibles con COVID-19 en la tomografía, debido a estos inconvenientes, a nivel internacional y específicamente los países del reino unido, se han planteado la posibilidad de utilizar la tomografía como método diagnóstico inicial en lugar de la RT-PCR, sin embargo, deben tomarse en cuenta muchos factores antes de considerar este método de imagen como abordaje inicial, como lo es la exposición a la radiación. En México y específicamente en el HRAEI, el diagnóstico oportuno del SARS-CoV-2, es necesario para lograr contener las fuentes de infección y la progresión de la enfermedad, ya sea mediante RT-PCR ó por hallazgos típicos en la tomografía de tórax que confirmen el diagnóstico.

Entonces vale la pena plantearse la interrogante de cual método diagnóstico es más adecuado, la tomografía versus la prueba RT-PCR ó usar los dos como complemento uno del otro, es decir, correlacionar los hallazgos de imagen con los de laboratorio, para aumentar la sensibilidad y especificidad del diagnóstico y así tomar decisiones, ya sea para aislar a los casos sospechosos y/o ayudar a evitar complicaciones y un desenlace fatal de los pacientes.

#### **4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Conocer el diagnóstico de SARS CoV-2 mediante la realización de tomografía de tórax en pacientes con datos clínicos sospechosos, evitarían posibles complicaciones así como contagios del personal tratante.

De acuerdo con los criterios de diagnóstico actuales, las pruebas de ácido nucleico viral por medio del ensayo RT-PCR juegan un papel vital en la determinación de la hospitalización y el aislamiento de pacientes individuales. Sin embargo, su falta de sensibilidad, estabilidad insuficiente y tiempo de procesamiento relativamente largo son, hasta cierto punto perjudiciales para el control de la pandemia; esto justificaría la realización de la tomografía como método diagnóstico inicial, y evitaría posibles complicaciones así como desenlaces fatales.

## 5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

### General

- Determinar la relación que existe entre los hallazgos reportados por tomografía torácica y el reporte de la RT-PCR para SARS-CoV-2.

### Específicos

- Determinar la utilidad de la tomografía torácica para el diagnóstico de COVID-19.
- Establecer la proporción de casos reportados positivos para COVID-19 mediante RT-PCR, en relación con la categoría CO-RADS.
- Determinar cuáles son los hallazgos imagenológicos más tempranos sugestivos para el diagnóstico COVID-19.

## 6 HIPÓTESIS

- Hipótesis nula: El grupo de pacientes que se sospechaba COVID-19 por hallazgos en la tomografía de tórax, resultó con reporte de RT-PCR negativa en más del 50 %.
- Hipótesis alterna: El grupo de pacientes que se sospechaba COVID-19 por hallazgos en la tomografía de tórax, resultó con reporte de RT-PCR positivo en más del 40%.

## **7 METODOLOGÍA**

### **7.1 Tipo y diseño del estudio**

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional y transversal, con pacientes con reporte de RT-PCR para COVID-19 en el periodo de abril 2020 – junio de 2020 en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca y los hallazgos en la tomografía torácica, a través del uso de la base de datos del expediente electrónico SALUDNESS y Sistema de almacenamiento y distribución de imágenes – PACS (Picture Archiving and Communications System).

Seguidamente se revisaron los reportes e imágenes de las reconstrucciones multiplanares de las TC de tórax adquiridas por el servicio de imagenología del hospital de alta especialidad de Ixtapaluca. Posteriormente se recolectaron los datos positivos para comparar con los hallazgos tempranos encontrados en la tomografía sugestivos de COVID-19 y su relación con la RT-PCR, para así determinar la utilidad, sensibilidad y especificidad de los hallazgos de la TC de tórax con los reportes positivos de laboratorio.

## 7.2 Población estudiada

Pacientes con estudio de tomografía torácica, que presentaron reporte RT-PCR para COVID-19, durante el periodo de abril – junio del año 2020 en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca.

A los pacientes objeto del estudio, se les realizó tomografía computada de tórax en fase simple, utilizando un tomógrafo Revolution Evo de General Electric, 128 cortes, con protocolo de técnica de baja dosis, espesor de corte a 1 mm, adquisiciones en ventana para pulmón y para mediastino, las imágenes posteriormente fueron analizadas por médicos radiólogos adscritos, en el sistema RIS/PACS, quienes de acuerdo a los hallazgos encontrados, determinaron el tipo de patrón radiológico y la clasificación CORADS por tomografía computarizada.

### **7.3 Criterio de inclusión**

- Pacientes diagnosticados por el servicio de laboratorio con COVID-19 y que cuenten con estudio de tomografía de tórax.

### **7.4 Criterios de exclusión**

- Pacientes con RT-PCR positiva pero que no cuenten con tomografía de tórax.
- Pacientes con hallazgos sugestivos de COVID-19 en la tomografía de tórax pero que no cuenten con RT-PCR institucional.

### **7.5 Criterios de eliminación**

- Pacientes con enfermedades intersticiales establecidas que simulan hallazgos similares de los pacientes con COVID-19.
- Pacientes oncológicos con actividad metastásica pulmonar que afectan la correcta interpretación de los hallazgos por COVID-19.
- Pacientes con sobre infección por microorganismos bacterianos, micóticos o virales que simulen hallazgos por COVID-19



## 8 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
RT-PCR	Cualitativa (nominal)	1. Positiva. 2. Negativa.
Patrón radiológico para COVID-19.	Cualitativo (ordinal)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indeterminado.</li><li>• Atípico.</li><li>• Típico.</li></ul>
Clasificación CORADS.	Cualitativo (ordinal)	<ul style="list-style-type: none"><li>• CORADS 1.</li><li>• CORADS 2.</li><li>• CORADS 3.</li><li>• CORADS 4.</li><li>• CORADS 5.</li><li>• CORADS 6.</li></ul>
Género	Cualitativo (nominal)	1. Masculino. 2. Femenino.
Edad	Cuantitativo (escala)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0-18</li><li>• 18-25</li><li>• 26-35</li><li>• 36-45</li><li>• 46-55</li><li>• 56-65</li><li>• 66-75</li><li>• 76-85</li></ul>

## 9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La recolección de datos se realizó mediante la revisión en sistema RIS/PACS de los estudios de tomografía de tórax realizados en el departamento de Imagenología, en el periodo del 1 de marzo al 30 de junio del 2020, posteriormente se obtuvo información del expediente electrónico de cada paciente por medio de una revisión del sistema Saludness para observar el resultado de la prueba RT-PCR. Para el análisis de los datos, se realizó una base de datos en el programa estadístico SPSS, donde se incluyeron las variables escogidas para el presente trabajo.

## **10 RECURSOS**

Recursos Humanos: Personal del servicio de Imagen (técnicos radiólogos, médicos radiólogos y residentes de la especialidad de imagenología diagnóstica y terapéutica), Asesora metodológica y asesor clínico. Recursos materiales: Sistema RIS/PACS, Expediente clínico electrónico de pacientes, Equipo de cómputo y oficina, Recursos financieros a cargo del investigador.

## 11 ASPECTOS ÉTICOS

La información recabada será para uso exclusivo de personal médico y administrativo del HRAE de Ixtapaluca y se publicará solo con autorización de los mismos. Se revisó el reglamento de la Secretaria de Salud con lo referente a investigación de tipo retrospectivas así como la declaración de bioética internacionales. Dado que en esta investigación solo se consideró, como estudio retrospectivo, esta investigación se clasifica sin riesgo, de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación.

## 12 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Descripción de actividades	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Búsqueda de bibliografía	X						
	X						
Redacción del proyecto		X					
		X					
Revisión del proyecto			X				
			X				
Presentación al comité de ética				X			
Recolección de datos				X			
					X		
Organización y tabulación							
					X		
Análisis e interpretación						X	
						X	
Redacción de informe final							
						X	
Aprobación del informe final							X
Impresión del informe final							X

### 13 RESULTADOS

Durante los meses de abril - junio de 2020, de la pandemia por COVID-19, se realizaron 602 tomografías de tórax a los pacientes que ingresaron al HRAEI con síntomas sospechosos de la infección pulmonar por Coronavirus, de los cuales se descartaron 130 pacientes por no contar con prueba RT-PCR institucional, siendo éste un criterio de exclusión para este estudio, por lo cual se seleccionaron 472 pacientes a los que sí se les realizó la prueba RT-PCR, 357 con resultado positivo (75.6 %) y 115 con resultado negativo (24,4 %), 307 (65 %) fueron del sexo masculino y 165 (35 %) del sexo femenino tablas 4 y 5.

**Tabla 4.** Distribución por género.

Género	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Masculino	307	65.0	65.0
Femenino	165	35.0	100.0
Total	472	100.0	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5.** Resultado de las pruebas RT-PCR.

RT-PCR	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Positivo	357	75.6	75.6
Negativo	115	24.4	100.0
Total	472	100.0	

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la edad, la mayoría corresponde a pacientes con edades entre 46-55 años (134 pacientes, 28,4%), los cuales presentan comorbilidades y alto riesgo para infección por COVID-19 (tabla 6).

**Tabla 6.** Distribución por edad.

Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0-18	9	1.9	1.9
18-25	14	3.0	4.9
26-35	47	10.0	14.8
36-45	80	16.9	31.8
46-55	134	28.4	60.2
56-65	118	25.0	85.2
66-75	56	11.9	97.0
76-85	14	3.0	100.0
<b>Total</b>	472	100.0	

Fuente: elaboración propia

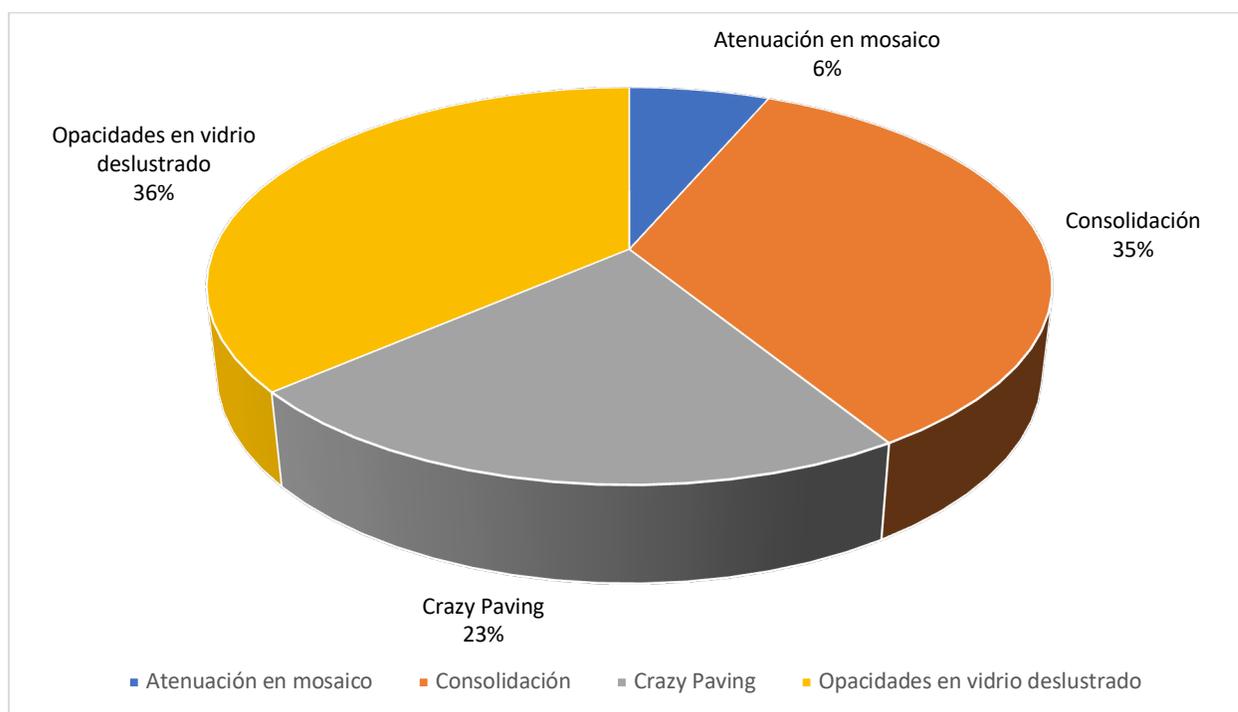
Los hallazgos más frecuentes encontrados en la tomografía de tórax (Tabla 7 y Gráfico 1) fueron opacidades en vidrio deslustrado (36,3%), consolidaciones (34,7%), patrón en mosaico (6,4%), patrón en Crazy paving (22,4%), y halo inverso (0,3%). Estos hallazgos corresponden con el patrón típico para infección pulmonar por COVID-19.

**Tabla 7.** Hallazgos encontrados en la tomografía de tórax.

Hallazgos radiológicos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Atenuación en mosaico	75	6.4	6.4
Consolidación	410	34.7	41.1
Crazy paving	264	22.4	63.4
Halo inverso	0.3	0.3	63.7
Opacidades en vidrio deslustrado	429	36.3	100.0

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 1.** Hallazgos tomográficos en COVID-19



**Gráfico 1.** Hallazgos tomográficos más frecuentes encontrados en el parénquima pulmonar de los pacientes con COVID-19; Las opacidades en vidrio deslustrado y las zonas de consolidación del espacio aéreo se encontraron más frecuentemente.

El American College of Radiology (ACR) y la Radiological Society of North America (RSNA), propusieron un sistema de clasificación según los hallazgos en la tomografía de tórax, que se encuentran con más frecuencia en los pacientes con infección pulmonar por coronavirus, estos se clasificaron como patrón típico, atípico, indeterminado y negativo para COVID-19. En el presente estudio el patrón típico representó el 73,9 %, el patrón atípico 2,3 %, el patrón indeterminado y 2,5 % para un patrón negativo. Al mismo tiempo se llevó a cabo la correlación que existe entre éstos patrones y los resultados de las pruebas RT-PCR (Tablas 8,9 y gráfico 2), con un ods ratio de 0,25.

**Tabla 8.** Patrón radiológico por tomografía.

<b>Patrones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Negativo para COVID</b>	12	2.5	2.5
<b>Indeterminado para COVID</b>	100	21.2	23.7
<b>Atípico para COVID</b>	11	2.3	26.1
<b>Típico para COVID</b>	349	73.9	100.0
<b>Total</b>	472	100.0	

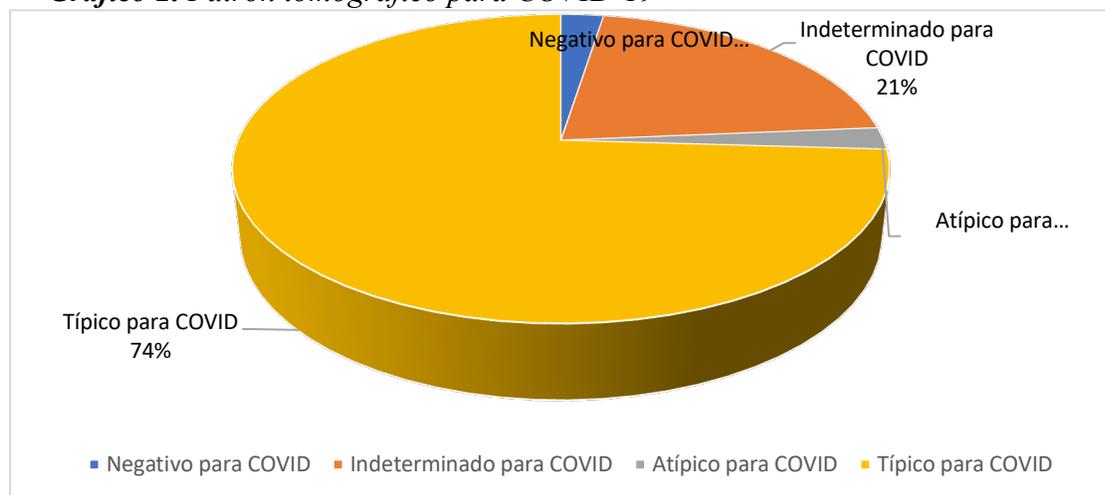
Fuente: elaboración propia

**Tabla 9.** Correlación del patrón radiológico y los resultados de la RT-PCR.

Patrón COVID			RT-PCR		Total
			Positivo	Negativo	
Negativo para COVID	Recuento	12	0	12	
	% del total	2.5%	0.0%	2.5%	
Indeterminado para COVID	Recuento	100	0	100	
	% del total	21.2%	0.0%	21.2%	
Atípico para COVID	Recuento	11	0	11	
	% del total	2.3%	0.0%	2.3%	
Típico para COVID	Recuento	234	115	349	
	% del total	49.6%	24.4%	73.9%	
Total	Recuento		357	115	472
	% del total		75.6%	24.4%	100.0%

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 2.** Patrón tomográfico para COVID-19



**Gráfico 2.** Distribución de los pacientes con el sistema de clasificación del patrón tomográfico para COVID-19, propuestos por la ACR y la RSNA, donde se proponen cuatro tipos de patrones posibles (patrón negativo, indeterminado, atípico y típico para COVID-19); El patrón típico fue el más frecuente.

En cuanto a la clasificación CORADS, que sugiere la probabilidad de que los hallazgos encontrados en la tomografía de tórax correspondan con COVID-19, fue de la siguiente manera, CORADS 1 (2,1 %), CORADS 2 (1,9 %), CORADS 3 (7,0 %), CORADS 4 (32,0 %), CORADS 5 (53,8 %), CORADS 6 (3,2 %) (Tabla 10 y gráfico 3). Las pruebas RT-PCR y la correlación con el CORADS se expresan en la tabla 11. El resultado del Chi cuadrado resultó de 142.99 que es mayor que el valor crítico de 11.07 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

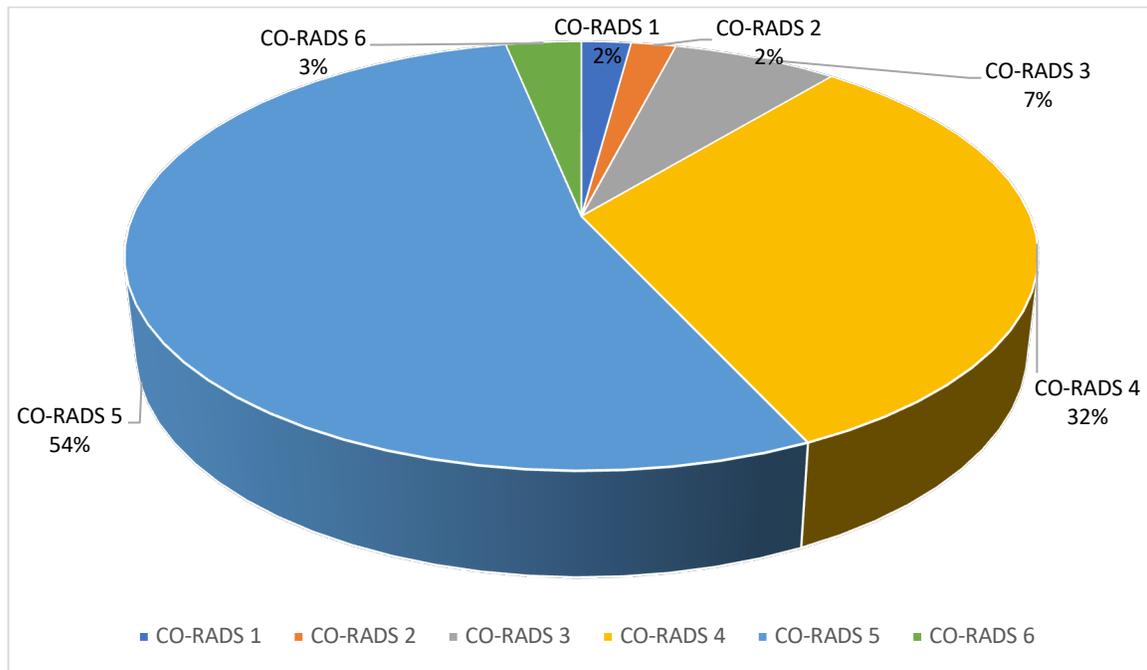
**Tabla 10.** Clasificación del sistema CO-RADS por tomografía.

CO-RADS	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
CO-RADS 1	10	2.1	2.1
CO-RADS 2	9	1.9	4.0
CO-RADS 3	33	7.0	11.0
CO-RADS 4	151	32.0	43.0
CO-RADS 5	254	53.8	96.8
CO-RADS 6	15	3.2	100.0

Fuente: elaboración propia



**Gráfico 3.** Distribución del sistema de clasificación CO-RADS



**Gráfico 3.** Distribución de los pacientes con el sistema de clasificación CORADS propuesto por la sociedad Holandesa de radiología, que ayuda a determinar la sospecha de que un paciente presente COVID-19, según los hallazgos encontrados en la tomografía. La clasificación CORADS 5, que indica muy alta sospecha de infección por COVID-19, se encontró con más frecuencia.



**Tabla 11.** Correlación del sistema CORADS y el resultado de la RT-PCR.

Clasificación CORADS		RT-PCR		Total
		Positivo	Negativo	
<b>CORADS 1</b>	Recuento	10	0	10
	% del total	2.1%	0.0%	2.1%
<b>CORADS 2</b>	Recuento	9	0	9
	% del total	1.9%	0.0%	1.9%
<b>CORADS 3</b>	Recuento	33	0	33
	% del total	7.0%	0.0%	7.0%
<b>CORADS 4</b>	Recuento	151	0	151
	% del total	32.0%	0.0%	32.0%
<b>CORADS 5</b>	Recuento	154	100	254
	% del total	32.6%	21.2%	53.8%
<b>CORADS 6</b>	Recuento	0	15	15
	% del total	0.0%	3.2%	3.2%
<b>Total</b>	Recuento	357	115	472
	% del total	75.6%	24.4%	100.0%

Fuente: elaboración propia

## 14 DISCUSIÓN

La infección pulmonar por COVID-19, puede desarrollar un curso leve hasta complicaciones como la muerte, el diagnóstico oportuno puede ayudar evitar el contagio y la propagación de la pandemia, aislando los casos sospechosos (1).

Para llegar al diagnóstico de COVID-19, se pueden realizar estudios de imagen y de laboratorio, como lo son las pruebas de RT-PCR, pero estas últimas tienen dificultades inherentes, como el procesamiento de la muestra, que pueden llevar a falsos negativos y falsos positivos, además que el resultado puede llevar un periodo de tiempo considerable, que puede retrasar la atención, así como el aislamiento de los pacientes (1).

Los principales hallazgos de la tomografía de tórax encontrados en los pacientes estudiados, coinciden con los reportados en la bibliografía internacional, es decir, las opacidades en vidrio deslustrado de distribución subpleural con afectación multilobar, las zonas de consolidación, el patrón en crazy paving y el signo del halo, éstos constituyen un patrón radiológico típico del american college of radiology, por lo que se puede asignar una puntuaje de CORADS 4 ó 5, lo que indica una alta sospecha de infección pulmonar por COVID-19 (11).

En cuanto a la correlación entre éstos hallazgos de la tomografía de tórax y la RT-PCR, se encontró que la TC de tórax presentó un patrón típico en el 24.4 % de los pacientes con RT-PCR negativa y un 49.6 % con RT-PCR positiva.

La sensibilidad de la RT-PCR y de la tomografía para el diagnósticos de COVID-19, fue de 75.6 % y de 96.6 % respectivamente, muy similar a lo reportado en la bibliografía internacional, en cuanto a la especificidad, la la RT-PCR y la tomografía fueron de 89 % y 58 % respectivamente.

Éstos hallazgos son similares a los encontrados entre la correlación de la clasificación CORADS y los resultados de las pruebas RT-PCR, en donde el 32.0 % de los pacientes con CORADS 4 y el 32.6 % de los pacientes con CORADS 5 tuvieron RT-PCR positiva y solamente el 21.2 % de los pacientes con CORADS 5, tuvieron RT-PCR negativa, esto confirma que sí existe correlación entre los hallazgos imagenológicos de la tomografía y las pruebas RT-PCR, lo que indica que la tomografía podría usarse como abordaje inicial o como complemento útil de la RT-PCR para llegar al diagnóstico de COVID-19.

Kim H. y colaboradores realizaron un metaanálisis con pacientes COVID-19 en China, donde valoraron el rendimiento diagnóstico de la tomografía de tórax y la prueba RT-PCR, encontrando que la combinación de la tomografía y la prueba RT-PCR tienen una alta sensibilidad de hasta 94 % para diagnosticar COVID-19, sin embargo, se hace referencia que esta sensibilidad, solo es posible en áreas de alta prevalencia, es decir, que en otro contexto epidemiológico la tomografía podría dar muchos falsos positivos (14).

De similar manera, Karam M. y colaboradores (16), realizaron un metaanálisis de estudios comparativos donde se pone a prueba la tomografía versus la RT-PCR, para la detección de COVID-19 y de igual forma se encontraron hallazgos similares al estudio de Kim H. y colaboradores, recomendando que la TC de tórax se limite a un papel diagnóstico complementario para COVID-19 en pacientes con síntomas sospechosos o en ciertos pacientes hospitalizados en el contexto de pandemia, pero que han tenido al menos una o preferiblemente más pruebas de RT-PCR negativas (16).

Ya que el hospital regional de alta especialidad de Ixtapaluca, es centro de referencia nacional de pacientes COVID-19, debido a la alta prevalencia de casos positivos encontrados en el estado de

México y sus alrededores, convierten a la tomografía de tórax en una herramienta útil para el apoyo diagnóstico, sin embargo, y concordando con la bibliografía internacional, el uso de la tomografía de tórax solo es beneficioso en el contexto de pandemia, por lo que la RT-PCR debe seguir siendo la principal herramienta de diagnóstico y que la TC de tórax solo se considere si existe una fuerte sospecha clínica de COVID-19 con resultados negativos repetidos en la prueba de RT-PCR, siempre que se puedan mantener las medidas de control y prevención de infecciones (16).

## 15 CONCLUSIÓN

Los datos encontrados en los análisis estadísticos de la correlación entre los hallazgos tomográficos compatibles para COVID-19, que se traducen en el patrón radiológico típico así como con la clasificación CORADS 4 ó 5 y los hallazgos de la RT-PCR, indican que tanto la tomografía como la prueba RT-PCR, son estudios diagnósticos con alta sensibilidad, y que la tomografía puede demostrar hallazgos tempranos asociados con COVID-19, incluso cuando la RT-PCR da resultados negativos, esto confirma la hipótesis alterna en la cual se plantea que el grupo de pacientes que se sospechaba COVID-19 por hallazgos en la tomografía de tórax, resultó con reporte de RT-PCR positivo en más del 40%.

En el presente estudio se demostró que la tomografía es más sensible que la RT-PCR para el diagnóstico de COVID-19, por lo que podría sustituir en ciertas ocasiones a las pruebas de laboratorio; Así también corroborado por el Ods ratio en este caso de 0.25 para la realización de tomografía y diagnóstico de COVID-19.

Sin embargo, y a pesar de que la tomografía de tórax se puede utilizar tanto de forma individual para el abordaje inicial en el diagnóstico de COVID-19, así como de manera conjunta con la RT-PCR, se recomienda que su uso sea de manera prudente para evitar exponer al paciente a dosis de radiación innecesaria, quedando la prueba RT-PCR como la principal herramienta en el diagnóstico de COVID-19.

## 16 BIBLIOGRAFÍA:

1. Kwee TC, Kwee RM. Chest CT in COVID-19: What the radiologist needs to know. *Radiographics* [Internet]. 2020;40(7):1848–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/rg.2020200159>
2. Ai T, Yang Z, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A report of 1014 cases. *Radiology* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];296(2):E32–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020200642>
3. González VC, Arias MRE, et al. Correlación de carga viral con prueba RT-PCR en infección por SARS-CoV-2 y hallazgos en tomografía computarizada de tórax et al. Correlación de carga viral con prueba RT-PCR en infección por SARS-CoV-2 y hallazgos en tomografía computarizada de tórax. *Acta Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];18(4):382–9. Available from: <http://medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=97264&id2>
4. Yuki K, Fujiogi M, et al. COVID-19 pathophysiology: A review. *Clin Immunol* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];215(108427):108427. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clim.2020.108427>
5. Hoffmann M, Kleine-Weber H, et al. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];181(2):271-280.e8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>
6. Xu H, Zhong L, et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];12(1):8. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41368-020-0074-x>

7. Verdecchia P, Cavallini C, et al. The pivotal link between ACE2 deficiency and SARS-CoV-2 infection. *Eur J Intern Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];76:14–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejim.2020.04.037>
8. Sungnak W, Huang N, et al. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nat Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];26(5):681–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-0868>
9. Patel AB, Verma A. Nasal ACE2 levels and COVID-19 in children. *JAMA* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];323(23):2386–7. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2766522>
10. Bunyavanich S, Do A, et al. Nasal gene expression of angiotensin-converting enzyme 2 in children and adults. *JAMA* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];323(23):2427–9. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2766524>
11. Martínez Chamorro E, Díez Tascón A, et al. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19. *Radiol (Engl Ed)* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];63(1):56–73. Available from: <https://www.elsevier.es/en-revista-radiologia-english-edition--419-articulo-radiologic-diagnosis-patients-with-covid-19-S2173510721000033>
12. Guillo E, Bedmar Gomez I, et al. COVID-19 pneumonia: Diagnostic and prognostic role of CT based on a retrospective analysis of 214 consecutive patients from Paris, France. *Eur J Radiol* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];131(109209):109209. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109209>
13. World Health Organization. Global surveillance for COVID-19 caused by human infection with COVID-19 virus. [cited 2022 May 17]. Available from:

[https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/2020-03-20-surveillance.pdf?sfvrsn=e6be6ef1\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/2020-03-20-surveillance.pdf?sfvrsn=e6be6ef1_2).

14. Kim H, Hong H, et al. Diagnostic performance of CT and reverse transcriptase polymerase chain reaction for Coronavirus disease 2019: A meta-analysis. *Radiology* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];296(3):E145–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020201343>
15. Communicable Diseases. Laboratory testing for 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in suspected human cases [Internet]. Who.int. World Health Organization; 2020 [cited 2022 May 17]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/10665-331501>
16. Karam M, Althuwaikh S, et al. Chest CT versus RT-PCR for the detection of COVID-19: systematic review and meta-analysis of comparative studies. *JRSM Open* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];12(5):20542704211011836. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/20542704211011837>
17. Sethuraman N, Jeremiah SS, et al. Interpreting diagnostic tests for SARS-CoV-2. *JAMA* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];323(22):2249–51. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2765837>
18. Wölfel R, Corman VM, et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];581(7809):465–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2196-x>
19. Döhla M, Boesecke C, et al. Rapid point-of-care testing for SARS-CoV-2 in a community screening setting shows low sensitivity. *Public Health* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];182:170–2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2020.04.009>

20. Headquarters WHO. Advice on the use of point-of-care immunodiagnostic tests for COVID-19: scientific brief [Internet]. Who.int. World Health Organization; 2020 [cited 2022 May 17]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-point-of-care-immunodiagnostic-tests-for-covid-19-scientific-brief>
21. Ching L, Chang SP, et al. COVID-19 special column: Principles behind the technology for detecting SARS-CoV-2, the cause of COVID-19. *Hawaii J Health Soc Welf.* 2020;79(5):136–42.
22. Klompas M. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Protecting hospitals from the invisible. *Ann Intern Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];172(9):619–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.7326/M20-0751>
23. Guo Y-R, Cao Q-D, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];7(1):11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>
24. Li Q, Guan X, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel Coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];382(13):1199–207. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
25. Van Doremalen N, Bushmaker T, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];382(16):1564–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
26. Mossa-Basha M, Medverd J, et al. Policies and guidelines for COVID-19 preparedness: Experiences from the University of Washington. *Radiology* [Internet]. 2020;296(2):E26–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020201326>

27. Mossa-Basha M, Meltzer C, et al. Radiology department preparedness for COVID-19: Radiology scientific expert review panel. *Radiology* [Internet]. 2020;296(2):E106–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020200988>
28. Lee JK, Jeong HW. Wearing face masks regardless of symptoms is crucial for preventing the spread of COVID-19 in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];42(1):115–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/ice.2020.202>
29. Mehta V, Jyoti D, et al. Correlation between chest CT and RT-PCR testing in India's second COVID-19 wave: a retrospective cohort study. *BMJ Evid Based Med* [Internet]. 2022 [cited 2022 May 17];bmjebm-2021-111801. Available from: <https://ebm.bmj.com/content/early/2022/01/19/bmjebm-2021-111801>
30. Khatami F, Saatchi M, et al. A meta-analysis of accuracy and sensitivity of chest CT and RT-PCR in COVID-19 diagnosis. *Sci Rep* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];10(1):22402. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-80061-2>
31. Xu B, Xing Y, et al. Chest CT for detecting COVID-19: a systematic review and meta-analysis of diagnostic accuracy. *Eur Radiol* [Internet]. 2020;30(10):5720–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-020-06934-2>
32. Orlacchio A, Gasparrini F, et al. Correlations between chest-CT and laboratory parameters in SARS-CoV-2 pneumonia: A single-center study from Italy. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];100(14):e25310. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000025310>
33. Huang K, Liu W, et al. Repositive RT-PCR test in discharged COVID-19 patients during medical isolation observation. *Int J Med Sci* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];18(12):2545–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.7150/ijms.58766>

34. Soedarsono S, Febriani A, et al. Management of severe COVID-19 patient with negative RT-PCR for SARS-CoV-2: Role of clinical, radiological, and serological diagnosis. *Radiol Case Rep* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];16(6):1405–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radcr.2021.03.049>
35. Rodrigues JCL, Hare SS, et al. An update on COVID-19 for the radiologist - A British society of Thoracic Imaging statement. *Clin Radiol* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];75(5):323–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2020.03.003>
36. Kang Z, Li X, et al. Recommendation of low-dose CT in the detection and management of COVID-2019. *Eur Radiol* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];30(8):4356–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-020-06809-6>
37. Agostini A, Floridi C, et al. Proposal of a low-dose, long-pitch, dual-source chest CT protocol on third-generation dual-source CT using a tin filter for spectral shaping at 100 kVp for CoronaVirus Disease 2019 (COVID-19) patients: a feasibility study. *Radiol Med* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];125(4):365–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11547-020-01179-x>
38. Adams HJA, Kwee TC, et. Chest CT imaging signature of Coronavirus disease 2019 infection: In pursuit of the scientific evidence. *Chest* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];158(5):1885–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2020.06.025>
39. Wang Y, Dong C, et al. Temporal changes of CT findings in 90 patients with COVID-19 pneumonia: A longitudinal study. *Radiology* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];296(2):E55–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020200843>

40. Bernheim A, Mei X, et al. Chest CT findings in Coronavirus disease-19 (COVID-19): Relationship to duration of infection. *Radiology* [Internet]. 2020;295(3):200463. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020200463>
41. Inui S, Gono W, et al. The role of chest imaging in the diagnosis, management, and monitoring of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Insights Imaging* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];12(1):155. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-021-01096-1>
42. McGuinness G, Zhan C, et al. Increased incidence of barotrauma in patients with COVID-19 on invasive mechanical ventilation. *Radiology* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];297(2):E252–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020202352>
43. Pan F, Ye T, et al. Time course of lung changes at chest CT during recovery from Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Radiology* [Internet]. 2020;295(3):715–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020200370>
44. Pan Y, Guan H, et al. Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China. *Eur Radiol* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];30(6):3306–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-020-06731-x>
45. Lei P, Fan B, et al. The progression of computed tomographic (CT) images in patients with coronavirus disease (COVID-19) pneumonia: Running title: The CT progression of COVID-19 pneumonia. *J Infect* [Internet]. 2020 [cited 2022 May 17];80(6):e30–1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.020>

46. Yu M, Xu D, et al. Thin-section chest CT imaging of COVID-19 pneumonia: A comparison between patients with mild and severe disease. *Radiol Cardiothorac Imaging* [Internet]. 2020;2(2):e200126. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/ryct.2020200126>
47. Murrieta-Peralta E, Chischitz-Condey AP, et al. Correlación del índice de severidad por tomografía y pronóstico de pacientes con neumonía por COVID-19. *Neumol Cir Torax* [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17];80(1):19–28. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=99450&id2=>

## 17 ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sistema de clasificación de los hallazgos de la neumonía COVID-19 por tomografía.....	14
<b>Tabla 2.</b> Clasificación CO-RADS.....	14
<b>Tabla 3.</b> Escala semicuantitativa para valorar la extensión de las lesiones pulmonares por neumonía COVID-19 con tomografía computarizada.....	15
<b>Tabla 4.</b> Distribución por género.....	23
<b>Tabla 5.</b> Resultados de las pruebas RT-PCT.....	23
<b>Tabla 6.</b> distribución por edad .....	24
<b>Tabla 7.</b> Hallzgos encontrados en la tomografía de tórax .....	24
<b>Tabla 8.</b> Patrón radiológico por tomografía .....	26
<b>Tabla 9.</b> Correlación del patrón radiológico y los resultados de la RT-PCR.....	26
<b>Tabla 10.</b> Clasificación del sistema CO-RADS por tomografía .....	28
<b>Tabla 11.</b> Correlación del sistema CO-RADS y el resultado de la RT-PCR.....	29



## 18 ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfico 1.</b> Hallazgos tomográficos más frecuentes encontrados en el parénquima pulmonar de los pacientes con COVID-19.....	25
<b>Gráfico 2.</b> Distribución de los pacientes con el sistema de clasificación del patrón tomográfico para COVID-19 .....	27
<b>Gráfico 3.</b> Distribución de los pacientes con el sistema de clasificación CORADS.....	28



## 19 ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Neumonía por COVID-19 con características típicas.....	9
<b>Figura 2.</b> Patrón de opacidad en vidrio deslustrado del COVID-19.....	10
<b>Figura 3.</b> Patrón de pavimento loco en COVID-19.....	10
<b>Figura 4.</b> Signo del Halo en COVID-19.....	11
<b>Figura 5.</b> Lesiones cavitadas en pacientes con COVID-19.....	12
<b>Figura 6.</b> Evolución de la neumonía por COVID-19.....	13