

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**“Sistemas de evaluación tomográfica de neumonía por COVID-19
como predictores de mortalidad en el Hospital General de Mexicali”**

TRABAJO TERMINAL

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN

IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

PRESENTA

ANA GEORGINA QUINTERO TINOCO

CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACION ESCRITA DEL EXAMEN DE GRADO

Mexicali, B.C. a, 26 de abril de 2022.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del documento escrito
Denominado: Sistemas de evaluación tomográfica de neumonía
por COVID-19 como predictores de mortalidad en el Hospital
General de Mexicali

Que para obtener el Diploma de la Especialidad en Imagenología Diagnóstica y
Terapéutica, presenta:

Ana Georgina Quintero Tinoco

Realizada la evaluación resolvimos: Aprobarla por unanimidad

Plácido

Dr. Plácido Domínguez Sánchez
Presidente

L. Michelle Paramo García
Sinodal

Dr. Marco Alberto Muñoz Martín
Sinodal

Dr. Cristian German Malinda Torres
Sinodal

Dr. Roberto Hernández Keyva
Secretario

FIRMAS DE AUTORIZACIÓN



Dr. Miguel Bernardo Romero Flores
DIRECTOR GENERAL DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI



Dr. Manuel Eduardo Caballero Mexia
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN



Dr. Mario Alberto Muñoz Martín
JEFE DEL SERVICIO DE RADIOLOGÍA



Dr. Cristian Germán Malvido Torres
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA



Dr. Plácido Domínguez Sánchez
ASESOR TEMÁTICO



Dr. David Rafael Cañez Martínez
ASESOR METODOLÓGICO



Dra. Ana Georgina Quintero Tinoco
SUSTENTANTE DEL EXAMEN PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

CONTENIDO

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	8
ANTECEDENTES	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
HIPÓTESIS	13
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
METODOLOGÍA.....	16
Diseño del estudio	16
Lugar de realización.....	16
Población de referencia	16
Muestra	16
Tipo de muestra	16
Muestreo	16
Selección.....	16
Criterios de inclusión	17
Criterios de exclusión	17
Criterios de eliminación	17
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

ANEXOS.....	30
ANEXO 1. Acta de Aprobación del Comité de Ética en Investigación	30
ANEXO 2. Mapa de procedimientos	31
ANEXO 3. Índice de tablas.....	32
ANEXO 4. Índice de figuras.....	37

RESUMEN

Antecedentes: La enfermedad por COVID-19 actualmente es considerada un problema de salud pública mundial. A la fecha las publicaciones predictivas de mortalidad en pacientes con daño pulmonar son pocas y solo evalúan características de imagen tomográfica mediante patrones de repetición o solo un sistema de evaluación.

Objetivos: Calcular el valor predictivo para mortalidad de los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19, correlacionar los diferentes sistemas con la mortalidad, determinar la relación entre tiempo de evolución/estadios y asociar el puntaje tomográfico con el tiempo de estancia.

Metodología: Estudio de cohorte, retrospectivo, analítico y transversal en 596 pacientes vivos y fallecidos, con tomografía computarizada de tórax durante las primeras 72 horas a su ingreso, reporte radiológico y prueba de PCR positiva. Se realiza registro de datos y análisis estadístico mediante tablas cruzadas, obteniendo como resultado el nivel de asociación y la medida del efecto como razón de momios.

Resultados: CoRADS 5, afectación de más del 50% (puntaje ≥ 21) y estadio severo se asocian a mortalidad y pueden ser considerados factores de riesgo con OR 2.33 (IC95% [1.41-3.85]), 2.57 (IC95% [1.82-3.63]) y 3.21 (IC95% [1.91-5.37]) respectivamente. Existe correlación entre el grado de afectación y la escala CoRADS ($\rho = 0.161$ $p < 0.001$) y el estadio de gravedad ($\rho = 0.780$ $p < 0.001$), así como entre el CoRADS y el estadio de gravedad ($\rho = 0.149$ $p < 0.001$), además de una correlación muy baja ($p = 0.004$) entre la afectación cuantitativa de INER y mortalidad durante la primera semana de estancia intrahospitalaria.

Conclusiones: Los sistemas CORADS e INER son factores predictores fiables de mortalidad. La afectación cuantitativa de INER y mortalidad mantienen correlación baja directa durante la primera semana de estancia intrahospitalaria. El sistema de la RSNA y cuantificación cualitativa del INER no aportan información pronóstica en informes radiológicos tomográficos.

INTRODUCCIÓN

A finales del 2019, tras el brote por un nuevo tipo de coronavirus (COVID-19) en Asia, se ha registrado una rápida propagación de la enfermedad a escala comunitaria, regional e internacional, con un aumento exponencial del número de casos y muertes secundario al daño pulmonar provocado. El 30 de enero del 2020, la OMS declaró que el brote de COVID-19 era una emergencia de salud pública internacional de conformidad con el Reglamento Sanitario Internacional (2005).

La pandemia por COVID-19 exige un alto precio a la población mundial. Las vidas cotidianas se han transformado significativamente, con las economías en recesión y presión sobre las redes sociales, económicas y de sanidad pública tradicionales.

Ante la saturación hospitalaria de los sistemas de salud, es importante otorgar la atención oportuna a los pacientes infectados para evitar un desenlace fatal, mediante la identificación de factores agravantes o predictores de letalidad y peor pronóstico.

A medida que la transmisión de COVID-19 ha aumentado, el principal objetivo del sistema de salud en México ha sido la detección temprana y aislamiento oportuno para un control esencial de la pandemia, además de la determinación del estadio de la enfermedad que nos permite orientar la terapéutica que recibirá el paciente con neumonía por COVID-19.

A nivel mundial y en el contexto del diagnóstico radiológico, las tres escalas aceptadas actualmente para el reporte estructurado son: el Lenguaje estandarizado de notificación COVID-19 de la Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA), el Sistema de Datos e Informes sobre la enfermedad del Coronavirus-19 (CO-RADS) por la Sociedad Radiológica Holandesa (NVvR) y la Escala de severidad cuantitativa y cualitativa del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER), mismas que han mostrado ser de gran utilidad en la detección de COVID-19, sin embargo, se desconoce si tienen la misma utilidad como predictores de letalidad o mal pronóstico.

MARCO TEÓRICO

La enfermedad por COVID-19 es causada por un virus de reciente aparición de la familia de coronavirus, denominado SARS-CoV-2, que se identificó por vez primera en Wuhan, China en diciembre de 2019. Su secuenciación genética indica que se trata de un betacoronavirus estrechamente relacionado con el causante del síndrome respiratorio agudo severo (SRAS-CoV) ^[1].

Las pruebas radiológicas son importantes en la detección de neumonía por COVID-19, siendo la tomografía de tórax sobre los rayos X simples, una herramienta eficaz indicada para demostrar hallazgos desde etapas tempranas siempre y cuando el paciente se considere un caso sospechoso con antecedentes claros de exposición y síntomas respiratorios de moderados a severos ^[2], aun cuando la prueba de reacción inversa en cadena de la polimerasa (RT-PCR) sea negativa, y en cualquier paciente para el que no se realice una prueba RT-PCR o no esté disponible fácilmente ^[3], con una sensibilidad del 94,6% y una especificidad agrupada del 46,0% ^[4, 5]. No obstante, el diagnóstico etiológico definitivo de COVID-19 siempre será necesario en todos los casos con una prueba de RT-PCR positiva en tiempo real o por secuenciación viral génica de muestras con muestras respiratorias o sanguíneas adecuadas ^[6].

El COVID-19 por tomografía tiene características de imagen pulmonar similares a diferentes contextos patológicos como infecciones, procesos autoinmunes, toxicomanías entre otros ^[7], por lo que se han propuesto sistemas de evaluación para estandarizar los reportes radiológicos en pacientes sospechosos, con el fin de disminuir la variabilidad del lenguaje y mejorar la comunicación con los médicos tratantes.

La Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA) plantea y recomienda una clasificación de cuatro categorías: apariencia típica, apariencia indeterminada, apariencia atípica y negativa para neumonía por COVID-19 ^[8] [Tabla1].

La Sociedad Radiológica Holandesa (NVvR) desarrolló el Sistema de Datos e Informe sobre la enfermedad del Coronavirus-19 (CO-RADS), que proporciona una

base similar al resto esquemas propuestos basándose en 7 categorías que progresan del 0 al 6 según las características de afectación pulmonar ^[9] [Tabla 2].

El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) propone escalas de evaluación de severidad cuantitativa y cualitativa basadas en metodología de los estudios con mayor marco muestral relacionados con patrones tomográficos, temporalidad y mortalidad publicados a la fecha ^[10] [Tabla 3].

La enfermedad se ha propagado rápidamente a una escala mundial con un aumento exponencial del número de casos y muertes que a la fecha continua. Para el 30 de enero del 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que el brote de COVID-19 era una emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII) de conformidad con el vigente Reglamento Sanitario Internacional del 2005. El primer caso en América se confirmó en Estados Unidos el 20 de enero del 2020; siendo México el tercer país de la Región en notificar un caso el 28 de febrero de 2020, seguido de Brasil ^[11,12].

La muerte por COVID-19 es definida por la OMS como: fallecimiento resultante de una enfermedad clínicamente compatible en un caso probable o confirmado de COVID-19, a menos que exista una clara causa alternativa de muerte que no pueda relacionarse con la COVID-19 (por ejemplo, un traumatismo) y no debe haber un periodo de recuperación completa entre la enfermedad y la muerte ^[13].

Al 31 de agosto de 2020, se confirmaron 29,155,581 casos y 926, 544 muertes en todo el mundo, de los cuales 651,334 casos confirmados (2.2%) y 72,188 muertes corresponden a México ^[14,15], con una letalidad bruta que supera el 3%, aumentando con la edad hasta en un 15% o más en mayores de 80 años ^[16], que es inferior a la del síndrome respiratorio agudo grave (SARS) ^[17] y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) ^[18].

Así también, la mortalidad se incrementa pacientes en estado crítico con COVID-19 (62%) y los pacientes mayores con comorbilidades corren un mayor riesgo de desarrollar complicaciones y muerte ^[18].

Específicamente en Baja California, a la fecha mencionada, se registraron 18, 067 casos confirmados y 3,310 muertes, ubicando a Mexicali con la mayor proporción de 8,848 casos y 1,536 muertes, con 16.1 muertes en promedio por día desde el primer caso confirmado en Baja California situando al estado en los primeros diez lugares a nivel nacional, sin embargo, ante el aumento exponencial de casos y muertes al 31 de diciembre del 2020 se sitúa en el segundo lugar a nivel nacional [15].

ANTECEDENTES

Actualmente las publicaciones predictivas de mortalidad en pacientes con daño pulmonar por COVID-19 son pocas y con marcos muestrales extranjeros, evaluando las características de imagen tomográfica mediante patrones de repetición o solo un sistema de evaluación tomográfica.

Seyed Tabatabaei *et al* (Eur J Radiol. Nov 2020) en su trabajo *“Valor predictivo de la TC en la mortalidad a corto plazo de la neumonía por enfermedad coronavirus 2019 (COVID-19) en pacientes jóvenes: Un estudio de casos-contróles”* demostró que la puntuación de gravedad de la tomografía computada de tórax es un factor predictor confiable de mortalidad en individuos jóvenes previamente sanos con neumonía COVID-19 y que la evaluación de la extensión de la enfermedad además del patrón morfológico es necesaria para reportes de imagen ^[19].

Yan Li *et al* (Eur J Radiol. Nov 2020) en su estudio *“Asociación de hallazgos de TC inicial con mortalidad en adultos mayores con enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19)”* muestra que las puntuaciones de tomografía de tórax inicial pueden ser útiles para especular sobre el pronóstico y estadificación de pacientes, y que las manifestaciones graves tempranas pueden indicar un mal pronóstico para los pacientes mayores con COVID-19, haciendo hincapié en que los radiólogos deben prestar atención al intervalo de tiempo entre el inicio de los síntomas y la indicación de estudios de imagen ^[17].

Ghufran Saeed *et al* (Rad RP. Ene 2021) en su artículo *“Correlación entre las puntuaciones de gravedad de la TC torácica y los parámetros clínicos de pacientes adultos con neumonía COVID-19”* concluye que la puntuación de gravedad por tomografía se relaciona directamente con marcadores de laboratorio inflamatorios, duración de las estancias hospitalarias, requerimiento de oxígeno y un incremento en la tasa de mortalidad entre los pacientes con hallazgos graves de tomografía ^[20].

Marco Francone *et al* (Eur Radiol Jul 2021) en su trabajo *“Puntuación de TC torácica en pacientes con COVID-19: correlación con la gravedad de la enfermedad y pronóstico a corto plazo”* precisa la utilidad de la cuantificación visual del daño

pulmonar por tomografía como predictor pronóstico a corto plazo y que su correlación con datos clínicos y de laboratorio proporciona un valor predictivo mayor, avalando el impacto diagnóstico de la misma ^[21].

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Mexicali, Baja California se encuentra en el primer lugar a nivel estatal en casos de COVID-19 y su Hospital General se ha convertido en un centro concentrador para el diagnóstico y tratamiento de pacientes infectados.

Las imágenes por tomografía computarizada de tórax desempeñan un papel valioso en la detección y estadificación de la enfermedad pulmonar. La mayoría de los pacientes tienen características típicas por imagen, sin embargo, dichas características y los cambios dinámicos podrían servir como un biomarcador importante para la estratificación del riesgo, predicción de pronóstico y decisión terapéutica en sus diferentes presentaciones.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19 pueden predecir el riesgo de mortalidad?

HIPÓTESIS

Hipótesis nula: Los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19 no pueden predecir el riesgo de mortalidad.

Hipótesis alterna: Los sistemas de evaluación de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19 pueden predecir el riesgo de mortalidad.

JUSTIFICACIÓN

La enfermedad por COVID-19 es considerada actualmente un problema de salud mundial debido a su rápida propagación y carencia de tratamiento específico; por lo que desde el punto de vista radiológico, en el Hospital General de Mexicali, la identificación temprana factores de mal pronóstico en las tomografías torácicas iniciales que permitirían evaluar la severidad de la enfermedad con mayor precisión y modificar la terapéutica empleada, distribuyendo eficientemente los recursos humanos y financieros destinados a cada paciente y de esta manera incidir en la mortalidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Calcular el valor predictivo para mortalidad de los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19.

Objetivos Específicos

- Determinar correlación entre los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19 y mortalidad.
- Determinar si el tiempo de evolución se asocia con los diferentes estadios de la enfermedad por tomografía.
- Buscar asociación entre el puntaje tomográfico y el tiempo de estancia.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Estudio de Cohorte. Retrospectivo. Analítico y Transversal.

Lugar de Realización

Ámbito Central. Hospital General de Mexicali. Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Población de Referencia

968 pacientes ingresados al Hospital General de Mexicali como casos probables o confirmados de enfermedad por COVID-19 y a los cuales se les realizó tomografía computarizada de tórax durante su estancia.

Muestra

596 pacientes.

Tipo de Muestra

No probabilística.

Muestreo

Por conveniencia.

Selección

Aleatorio. Simple.

Criterios de Inclusión

Pacientes vivos y fallecidos en el Hospital General de Mexicali por COVID-19, con tomografía computarizada de tórax durante las primeras 72 horas del ingreso (del 15 marzo al 31 agosto 2020), reporte radiológico correspondiente y prueba de PCR positiva.

Criterios de Exclusión

- Pacientes con tomografía de tórax posterior a 72 horas del ingreso.
- Pacientes sin prueba de PCR.
- Pacientes con prueba de PCR Negativa.

Criterios de Eliminación

- Pacientes vivos con alta voluntaria y o traslado a otra unidad médica.
- Pacientes con causa principal de muerte subyacente.
- Expedientes incompletos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Durante el pico máximo de ingresos hospitalarios con diagnóstico de sospecha o confirmado de neumonía por COVID-19, comprendido del domingo 15 de marzo al lunes 31 de agosto del 2020 en el Hospital General de Mexicali Baja California, se efectuó un registro detallado de los pacientes con estudio de imagen diagnóstico-complementario de tomografía de tórax durante su estancia. Posteriormente, de dicho listado, se seleccionaron para este estudio los casos que contaran con reporte radiológico correspondiente y prueba de RT-PCR positiva para SARS-Cov-2 y se excluyó a los pacientes que egresaron con alta voluntaria y/o traslado a otra unidad médica, pacientes con prueba de PCR Negativa o sin prueba de RT-PCR, pacientes con tomografía realizada posterior a las 72 hrs del ingreso y expedientes incompletos.

Debido a que solo se utilizó información concentrada en bitácoras del servicio de Imagenología y en el expediente clínico, y al no haber una intervención fuera del protocolo diagnóstico de los servicios médicos tratantes, se renunció al consentimiento informado específico, haciendo válido el formulario de consentimiento informado/permiso general de ingreso al Hospital General de Mexicali.

Durante el tiempo de estudio y como parte del protocolo diagnóstico de los servicios de Urgencias, Pediatría y Medicina Interna, se indicó la tomografía de tórax a todos los pacientes que ingresaran como casos sospechosos, probables o confirmados para COVID-19 según definiciones operacionales, que pudieran ser trasladados a la sala de tomografía, con peso tolerado por el equipo tomográfico menor a 130 kg y que no contaran con estudio de tomografía externo.

Las tomografías fueron realizadas utilizando un escáner de tercera generación SIEMENS Somatom Emotion de 16 cortes, con el paciente en decúbito supino o

prono e inspiración profunda a tolerancia, sin contraste intravenoso, explorando desde el opérculo torácico hasta la base del cuerpo vertebral de L2; la adquisición se ejecutó con 130 kV (voltaje del tubo) y ~75 mA (Smart mA; corriente de tubo) con reconstrucciones multiplanares (axial, coronal y sagital) con un espesor de corte de 1,5 mm en ventana de pulmón y mediastino. Las imágenes fueron transferidas de la consola central al sistema digital de imágenes y comunicación en medicina (DICOM) para su evaluación.

Cada estudio fue interpretado al momento de su realización de forma aleatoria según rol de guardias por alguno de los 9 médicos residentes y con revisión de este por alguno de los 6 médicos radiólogos adscritos al servicio. De cada estudio se evaluaron las características pulmonares, componentes mediastinales, caja y pared torácica, así como los cortes visibles de abdomen superior, y para concluirlos se utilizaron en cada reporte los tres sistemas de evaluación de hallazgos tomográficos para el reporte estructurado: el Lenguaje estandarizado de notificación COVID-19 de la Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA), el Sistema de Datos e Informes sobre la enfermedad del Coronavirus-19 (CO-RADS) por la Sociedad Radiológica Holandesa (NVvR) y la Escala de severidad cuantitativa y cualitativa del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se creó una base Excel para el registro de datos y análisis posterior de resultados: paciente, numero de historia clínica, edad, sexo, fecha de inicio de síntomas, síntomas al ingreso (anosmia, disnea, tos, cefalea, mialgias, artralgias, hiporexia, odinodinia, diarrea, fiebre), comorbilidades (Hipertensión arterial sistémica, Diabetes Mellitus Tipo 2, Obesidad, Asma, Cirrosis, Enfermedad Renal Crónica, Virus de Inmunodeficiencia Adquirida, Tabaquismo, Toxicomanías), fecha de ingreso, egreso/defunción y realización de tomografía computarizada de tórax, puntaje/estadificación según sistemas de evaluación RSNA, CORADS, Afectación, Estadio, Patrón.

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante el software IB SPSS Statistics versión v.25.0, con grados de libertad variables según muestra global y calculando asociaciones mediante tablas cruzadas y desarrollo posterior de tablas/gráficos correspondientes.

ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realiza con apego a los Principios Bioéticos y al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud (última reforma publicada DOF 02-04-2014, vigente al 2020), respetando la confidencialidad y acceso a la información debido a que solo se han recabado y analizado datos anónimos del proceso de diagnóstico y evolución mencionado en el formulario de consentimiento informado/permiso general de ingreso al Hospital General de Mexicali.

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de sectores públicos, comerciales o sin fines de lucro, por lo que no existe conflicto de interés alguno.

RESULTADOS

Se obtuvieron 968 registros de ingreso al Hospital General de Mexicali como casos probables o confirmados de enfermedad por COVID-19 a los que se les realizó tomografía computarizada de tórax durante su estancia, incluyendo a este estudio a 596 pacientes (61.5%) que cumplieron con los criterios de inclusión.

Dentro de las características generales, la mayoría corresponden al sexo masculino (53%) [Fig. 1], con edades comprendidas entre los 0 y 96 años, para una media 56.08 años, con picos de edad 48 y 70 años en pacientes vivos y muertos respectivamente [Fig. 2]. El 25% de la muestra (n=150) no presentó comorbilidades y mientras que la restante presentó patologías de fondo, siendo las más frecuentes Hipertensión (41%), Obesidad (41%) y Diabetes Mellitus Tipo 2 (33%) [Fig. 3].

El 100% de los pacientes ingresaron con sintomatología de los cuales destaca la disnea con 85%, tos con 59% y fiebre 60% [Fig. 4], con pico de ingreso a los 7 días (19%), realización de tomografía a los 7 días (17%), fallecimiento a los 8 días (3%) y egreso a casa a los 18 días (3%) [Fig. 5], todos respecto a la fecha de inicio de los síntomas; y fallecimiento a los 3 días (8%) y egreso a casa en las primeras 24 horas (7%) respecto al ingreso [Fig. 6].

Tras el análisis de imágenes tomográficas, el 93% (n=560) de los pacientes resultó con patrón Típico según la RSNA, el 88% (n=523) con clasificación CORADS 5 y según la escala del INER el 23% (n=135) presentó afección de 21-25 puntos, 86% (n=513) estadio severo y 40% (n=239) patrón tipo C (Consolidación) [Fig. 7].

Mediante tablas cruzadas se calculó el nivel de asociación con mortalidad para los diferentes grados o estadios de la clasificación de cada método, obteniendo como resultado el nivel de asociación y la medida del efecto como razón de momios. CoRADs 5, Afectación de más del 50% en 4 lóbulos con al menos uno mayor de 75% (puntaje 21 o superior) y un Estadio Severo se asocian a mortalidad por COVID-19 y pueden ser considerados factores de riesgo con OR 2.33 (IC95% [1.41-3.85]), 2.57 (IC95% [1.82-3.63]) y 3.21 (IC95% [1.91-5.37]) respectivamente [Tabla 4].

Existe correlación entre el grado de afectación y la escala CoRADS ($\rho = 0.161$ $p < 0.001$) y el Estadio de gravedad ($\rho = 0.780$ $p < 0.001$), y entre el CoRADS y el Estadio de gravedad ($\rho = 0.149$ $p < 0.001$), aunque la correlación más fuerte es entre el grado de afectación y el estadio de gravedad [Tabla 5].

Se analizó la asociación entre el Estadio de Gravedad de la Enfermedad y los diferentes tiempos registrados, desde el inicio de los síntomas hasta la tomografía y tiempo de estancia (ingreso a defunción) sin encontrar correlación entre el tiempo de evolución, tiempo de estancia y el estadio tomográfico de la enfermedad [Tabla 6].

Entre el estadio tomográfico y la estancia hospitalaria existe una correlación estadísticamente significativa al nivel $p = 0.004$, sin embargo, la correlación es muy baja (0.120) [Tabla 7].

DISCUSIÓN

Este estudio es el primero en su tipo realizado en pacientes con Neumonía por COVID-19 dentro del territorio nacional que se centra en los sistemas de evaluación tomográfica como predictores de mortalidad, y no en los patrones clásicos de imagen con los que se presenta la enfermedad.

El análisis estadístico presentado muestra la relación existente entre mortalidad y los sistemas CORADS e INER, específicamente el estadio 5, afectación mayor al 50% y/o estadio severo respectivamente, dejando de lado el sistema RSNA, muy probablemente a que este último va ligado a la valoración cualitativa del aspecto de las lesiones al igual que el subgrupo ABC del INER, que tampoco figura estadísticamente; por lo tanto la cantidad de daño se superpone a la características morfológicas aisladas cuando de mortalidad se trata.

Así también el sistema CORADS y la valoración cuantitativa de INER demostraron correlación entre ellas, con mayor interdependencia entre los grados de afectación y severidad, demostrando la importancia de plasmarlo en cada uno de los reportes radiológicos para establecer un precedente de comportamiento patológico, independientemente del tiempo de evolución de los síntomas, tiempo de estancia y el estadio tomográfico, ya que la mortalidad no mostró relación con la temporalidad de la enfermedad.

Pese a que la mortalidad no se relaciona con aspectos de temporalidad, si se encontró una muy baja correlación entre el estadio de afectación cuantitativa de INER y la probabilidad de mortalidad durante la primera semana de estancia intrahospitalaria.

En definitiva, la tomografía de tórax no se recomienda de forma rutinaria en el diagnóstico de neumonía por COVID-19, sin embargo, ante la demanda clínica y la falta de recursos a la que se enfrentaron los centros COVID durante el pico de la pandemia, su uso nos ha dado información importante para conocer el comportamiento de la enfermedad.

Como lo muestra el estudio, la población en la tercera década de la vida con comorbilidades y sintomatología severa al ingreso son los más afectados y con mayor probabilidad de fallecer. Por lo tanto, los sistemas de evaluación tomográfica aplicados a los estudios iniciales constituyen un elemento significativo en el diagnóstico y manejo de este grupo de pacientes vulnerables y podrían beneficiarse de cuidados específicos no importando la sintomatología o el tiempo de evolución, si no según la cantidad de daño pulmonar.

También con este estudio abre a discusión la utilización de la radiografía simple de tórax como estudio inicial en los protocolos de centros COVID, debido a la exposición a la radiación con la tomografía y considerando que la afectación severa se puede identificar fácilmente en una radiografía con la técnica apropiada y con menor dosis de radiación absorbida ^[10].

La limitación más importante de este estudio fue la falta de datos en los expedientes clínicos, dejando fuera del mismo al 38.4% de la población admitida durante el tiempo establecido, lo que pudiera haber inferido en mayor significancia estadística.

CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que los sistemas CORADS e INER son factores predictores fiables de mortalidad, específicamente el estadio 5, afectación mayor al 50% y/o estadio severo respectivamente. Existe correlación directa, aunque muy baja, entre la afectación cuantitativa de INER y la probabilidad de mortalidad durante la primera semana de estancia intrahospitalaria. El sistema de evaluación de la RSNA y cuantificación cualitativa del INER no aportan información pronóstica en los informes radiológicos tomográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. 2020. Manejo clínico de la COVID-19. *Organización Mundial de la Salud*.(5):1-68.
2. Yicheng, Fang *et al.* 2020. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 296:2, E115-E117.
3. Rubin, Geoffrey *et al.* 2020. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner society. *Radiology*.158(1):106–116.
4. Adams, Hugo *et al.* 2020. Systematic Review and Meta-Analysis on the Value of Chest CT in the Diagnosis of Coronavirus Disease (COVID-19): Sol Scientiae, Illustra Nos. *American Journal of Roentgenology*. 215:6, 1342-135.
5. Raptis, Constantine *et al.* 2020. Chest CT and coronavirus disease (COVID-19): A Critical Review of the Literature to Date. *American Journal of Roentgenology*. 215:4, 839-84.
6. Zu, Zi Yue *et al.* 2020. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Perspective from China. *Radiology*. 296:2, E15-E25.
7. Harrison, Bai *et al.* 2020. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology*. 296:2, E46-E54.
8. Simpson, Scott *et al.* 2020. Radiological Society of North America expert consensus statement on reporting chest CT findings related to COVID-19: Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2(2):e200152.
9. Prokop, Matias *et al.* 2020. CO-RADS: A Categorical CT Assessment Scheme for Patients Suspected of Having COVID-19—Definition and Evaluation. *Radiology*. 296(2):E97-E104.
10. Juárez, Fortunato. 2020. "COVID-19 Diagnóstico por imagen y espectro radiológico Departamento de Imagenología". <https://www.gob.mx/salud/iner/videos/covid-19-diagnostico-por-imagen-y-espectro-radiologico?idiom=es> .(Consultada 01/09/2020).

11. Organización Panamericana de la Salud. 2020. "Covid-19 En La Región De Las Américas". https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52454/paho-response-covid-19-americas_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y. (Consultada 12/01/2021).
12. Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud de México. 2020. "Información referente a casos COVID-19 en México". <https://datos.gob.mx/busca/dataset/informacion-referente-a-casos-covid-19-en-mexico>. (Consultada 18/01/2021).
13. Organización Panamericana de la Salud. 2020. "Definiciones de casos para la vigilancia COVID-19 – 16 de diciembre de 2020". <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19/definiciones-casos-para-vigilancia>. (Consultada 12/01/2021).
14. World Health Organization. 2020. "Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard". <https://covid19.who.int/>. (Consultada 01/12/2020).
15. Secretaría de Salud. 2021. "Datos abiertos Dirección General de Epidemiología México". <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127>. (Consultada 18/01/2021).
16. World Health Organization. 2020. 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV): Strategic Preparedness and Response Plan. *Who*. (February):28.
17. Li, Yan et al. 2020. Association of "initial CT" findings with mortality in older patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *European Radiology*. (11):6186-6193.
18. World Health Organization Website. 2019. "Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)". [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-\(mers-cov\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-(mers-cov)). (Consultada 01/12/2020).
19. Tabatabaei, Seyed et al. 2020. Predictive value of CT in the short-term mortality of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pneumonia in nonelderly patients: A case-control study. *European Journal of Radiology*. 132:109298.

20. Saeed, Ghufra *et al.* 2021. Correlation between Chest CT Severity Scores and the Clinical Parameters of Adult Patients with COVID-19 Pneumonia. *Radiology Research and Practice*. ID 6697677.
21. Francione, Marco *et al.* 2020. Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. *European Radiology*. 30, 6808–6817.

ANEXOS

Anexo 1. Acta de aprobación del Comité de Ética en Investigación

	Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali	HGMXL-CEI-2018-001
Unidad Administrativa: Departamento de Enseñanza		Área Responsable: Comité de Enseñanza e Investigación

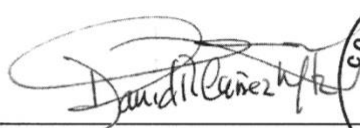
Asunto: **DICTAMEN DE EVALUACIÓN DE PROTOCOLO**

Mexicali, B. C., a martes, 10 de agosto de 2021

Dra. Ana Georgina Quintero Tinoco
Médico Residente de Imagenología
Diagnóstica y Terapéutica
Hospital General de Mexicali
PRESENTE

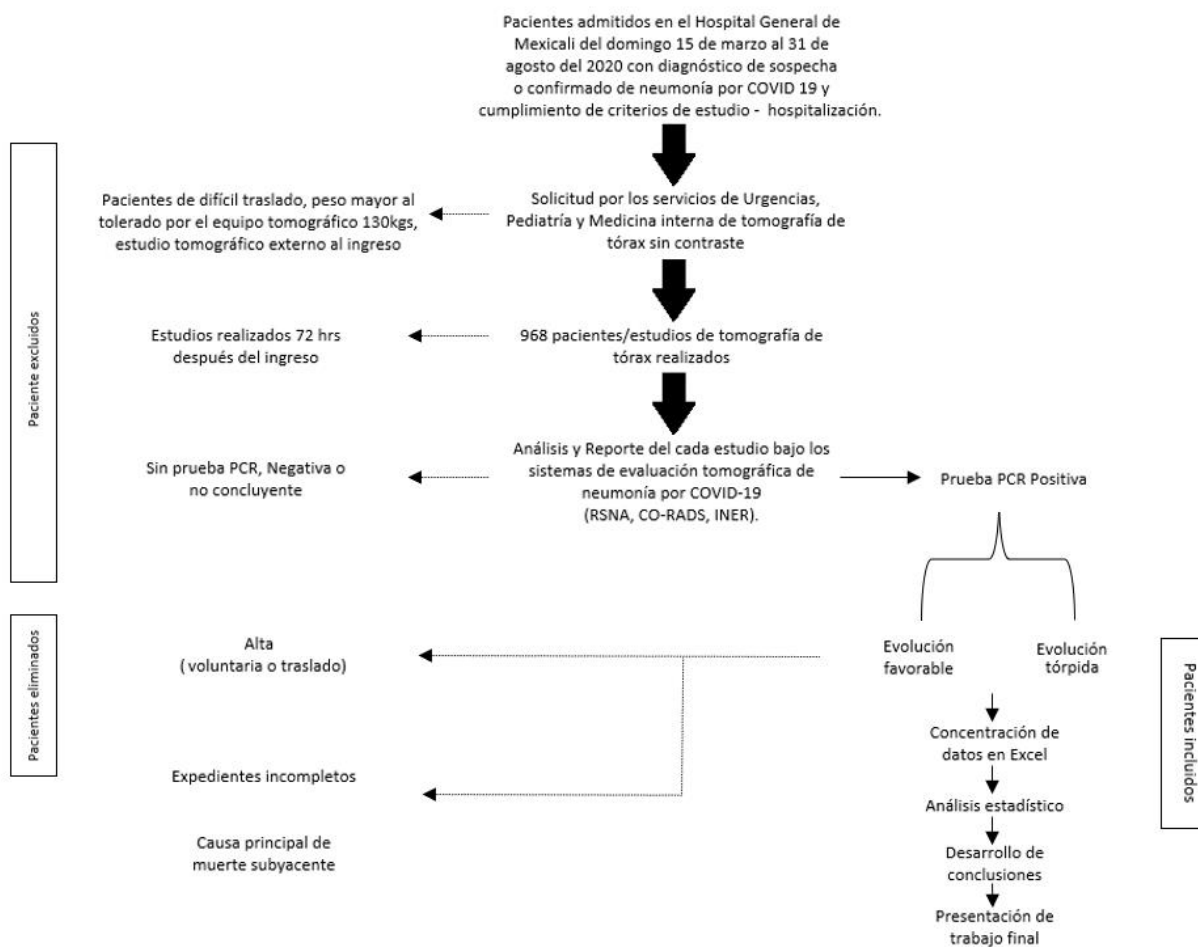
Por medio de la presente, nos complace informar que el protocolo **"SISTEMAS DE EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DE NEUMONÍA POR COVID-19 COMO PREDICTORES DE MORTALIDAD EN EL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI"**, presentado ante el Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali con No. de Registro: **02-01-HGMXL/IM/ / 2021-05-26-289** ha sido:

APROBADO



Dr. David Rafael Cañez Martínez
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI

ANEXO 2. Mapa de procedimientos



ANEXO 3. Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación por imágenes y características tomográficas de la neumonía por COVID-19 por la Sociedad Radiológica de Norteamérica.

Clasificación	Definición	Características tomográficas
Apariencia típica	Hallazgos de imagen de mayor especificidad comúnmente reportados en neumonía por COVID-19	Opacidades en vidrio deslustrado, periféricas, bilaterales con o sin consolidación o engrosamiento interlobulillar visible (patrón empedrado). Opacidades multifocales en vidrio deslustrado de morfología redonda con o sin consolidación o engrosamiento interlobulillar visible (patrón empedrado). Signo de halo inverso u otros hallazgos de neumonía organizada (etapas tardías)
Apariencia indeterminada	Hallazgos de imagen inespecíficos de neumonía por COVID-19	Ausencia de hallazgos típicos Y presencia de alguno de los siguientes hallazgos: Opacidad en vidrio deslustrado, multifocal, difusa, perihiliar, o unilateral con o sin consolidación y sin distribución específica y no redondeada o no periférica. Pocas opacidades pequeñas en vidrio deslustrado, con distribución no redonda o no periférica.
Apariencia atípica	Hallazgos de imagen infrecuentes o no reportados en neumonía por COVID-19	Ausencia de hallazgos típicos o indeterminados Y la presencia de alguno de los siguientes hallazgos: Consolidación segmentaria o lobar aislada sin opacidades en vidrio deslustrado, pequeños nódulos discretos (centrilobulillares, en árbol en brote); cavitación, engrosamiento septal interlobulillar suave con derrame pleural.
Negativo a neumonía	Sin hallazgos de neumonía	Sin hallazgos tomográficos que sugieran neumonía.

Tabla 2. Descripción general de las categorías de CO-RADS y el nivel correspondiente de sospecha de afectación pulmonar en COVID-19

Categoría CO-RADS	Nivel de sospecha de compromiso pulmonar por COVID-19	Resumen
0	No interpretable	Escaneo técnicamente insuficiente para asignar una puntuación
1	Muy bajo	Normal o no infeccioso
2	Bajo	Típico para otras infecciones, pero no para COVID.19
3	Dudoso	Hallazgos compatibles con COVID-19 pero también para otras enfermedades
4	Alto	Sospechoso para COVID-19
5	Muy alto	Típico para COVID-19
6	Confirmado	RT-PCR positivo para SARS-CoV-2

Nota: **CO-RADS** (Sistema de Datos e Informe sobre la enfermedad del COVID-19), **COVID-19** (Enfermedad por Coronavirus 2019), **RT-PCR** (Prueba de reacción inversa en cadena de la polimerasa), **SARS-CoV-2** (síndrome respiratorio agudo severo por Coronavirus 2).

Tabla 3. Descripción general de las categorías de valoración por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

Valoración semicuantitativa de extensión de lesiones por lóbulos pulmonares		
Puntuación	Rangos	Interpretación
1	≤5%	<u>Afectación leve:</u> 1 a 5 puntos
2	> 5 – 25%	
3	25 – 50 %	
4	> 50 – 75 %	<u>Afectación moderada:</u> > 5 a 15 puntos
5	> 75 %	
25 (Máxima)		<u>Afectación severa:</u> > 15 puntos
Valoración cualitativa del aspecto y atenuación de las lesiones pulmonares		
Categoría	Patrón predominante	Fase de la enfermedad
A	Vidrio deslustrado	Inicial
B	Empedrado	Progresión de la enfermedad
C	Consolidación	Enfermedad Avanzada

Tabla 4. Cálculo del valor predictivo para mortalidad de los sistemas de evaluación tomográficos de neumonía por COVID-19

SISTEMA	CLASES		VIVOS	%	MUERTOS	%	OR	IC95-L	IC95-U	χ^2	p
RSNA	Typ	Típica	232	38.93%	328	55.03%	1.41	0.72	2.77	0.04	0.384
	Ind	Indeterminada	4	0.67%	16	2.68%	2.98	0.98	9.03	3.21 ^a	0.073
	Aty	Atípica	4	0.67%	1	0.17%	0.17	0.01	1.6	-	0.1670 ^b
	Neg	Negativa	10	1.68%	1	0.17%	0.06	0.008	0.547	-	0.0010 ^b
CORADS	0	No interpretable	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	Muy baja sospecha	10	1.68%	0	0.00%	-	-	-	-	-
	2	Baja Sospecha	4	0.67%	1	0.17%	-	-	-	-	-
	3	Incierta	3	0.50%	10	1.68%	-	-	-	-	-
	4	Alta	2	0.34%	7	1.17%	2.56	0.52	12.43	-	0.3158 ^b
	5	Muy Alta	206	34.56%	317	53.19%	2.33	1.41	3.85	11.48	7E-04
	6	Probada	25	4.19%	11	1.85%	0.29	0.14	0.61	11.9	5E-04
AFECTACIÓN	LSD 0-5 +	0 - 5	18	3.02%	3	0.50%	0.11	0.03	0.38	15.31^a	< 0.0001
	LMD 0-5 +	6 - 10	13	2.18%	7	1.17%	0.37	0.15	0.96	4.52^a	0.034
	LID 0-5 +	11 - 15	25	4.19%	20	3.36%	0.52	0.28	0.97	4.3	0.038
	LSI 0-5 +	16 - 20	66	11.07%	69	11.58%	0.65	0.44	0.96	4.57	0.033
	LII 0-5	21 - 25	118	19.80%	247	41.44%	2.57	1.82	3.63	29.79	< 0.0001
ESTADIO	Leve		17	2.85%	3	0.50%	0.11	0.03	0.39	16.61^a	< 0.0001
	Moderado		31	5.20%	22	3.69%	0.45	0.25	0.81	7.41	0.006
	Severo		192	32.21%	321	53.86%	3.21	1.91	5.37	21.2	< 0.0001
PATRÓN	A		65	10.91%	68	11.41%	0.65	0.44	0.97	4.46	0.035
	B		77	12.92%	137	22.99%	1.38	0.98	1.96	3.45	0.063
	C		98	16.44%	141	23.66%	0.99	0.71	1.39	0	1

Tabla 5. Correlación entre los métodos de estadificación/clasificación del daño por COVID-19.

Resultado	Variables	Medidas	AFECTACIÓN	CORADS	ESTADIO
OUTCOME	AFECTACIÓN	Correlación	1.000	0.161	0.780
		p	-	0.000	0.000
		grados de libertad	0	582	582
	CORADS	Correlación	0.161	1.000	0.149
		p	0.000	-	0.000
		grados de libertad	582	0	582
	ESTADIO	Correlación	0.780	0.149	1.000
		p	0.000	0.000	-
		grados de libertad	582	582	0

Tabla 6. Determinación de la asociación del tiempo de evolución con los diferentes estadios de la enfermedad clasificados por tomografía.

Variables de control			AFECTACIÓN
OUTCOME	INGRESO DEFUNCIÓN	Correlación	0.120
		Significación (bilateral)	0.004
		gl	582

Tabla 7. Determinación de la correlación entre el estadio tomográfico y la estancia hospitalaria (tiempo ingreso - defunción).

Variables de control	OUTCOME		
	ESTADIO		
	Correlación	Significación (bilateral)	gl
ESTADIO	1.000		0
INICIO DE SINTOMAS INGRESO	-0.035	0.404	582
INICIO DE SINTOMAS TOMOGRFÍA	-0.029	0.484	582
INICIO DE SÍNTOMAS DEFUNCIÓN	0.052	0.213	582
INGRESO A TC	0.064	0.123	582
INGRESO A DEF	0.081	0.051	582
TC A DEF	0.078	0.061	582

ANEXO 4. Índice de figuras

Figura 1. Gráfico de distribución de la población de estudio por sexo.

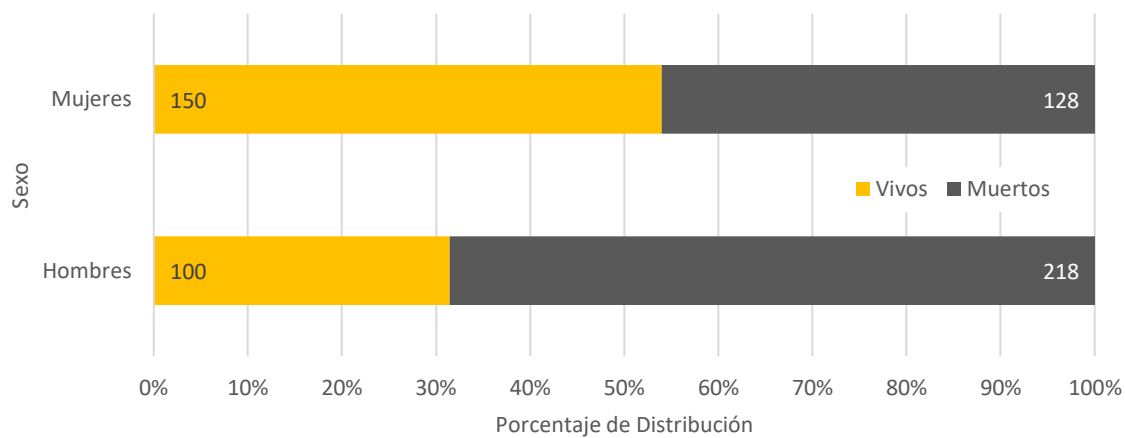


Figura 2. Gráfico de distribución de la población de estudio por edad.

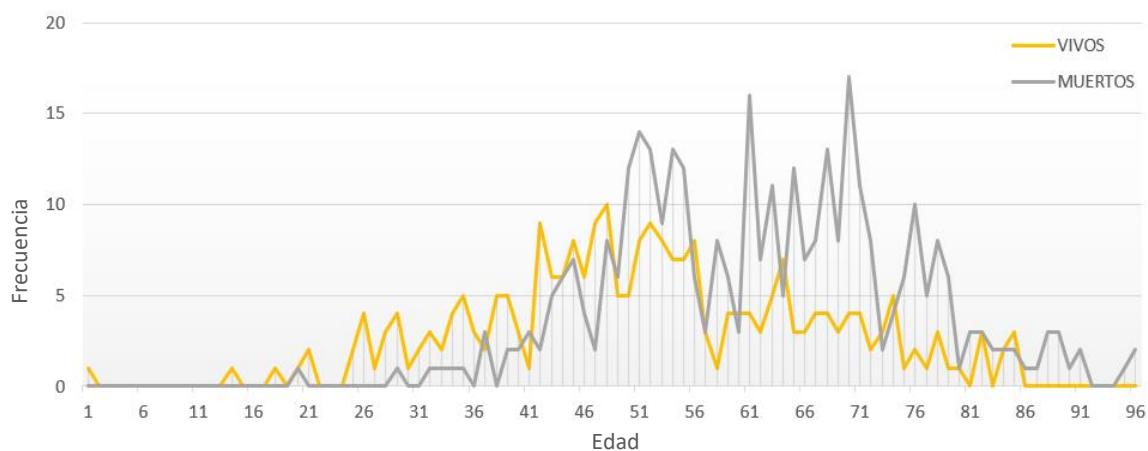


Figura 3. Gráfico de frecuencia de comorbilidades.

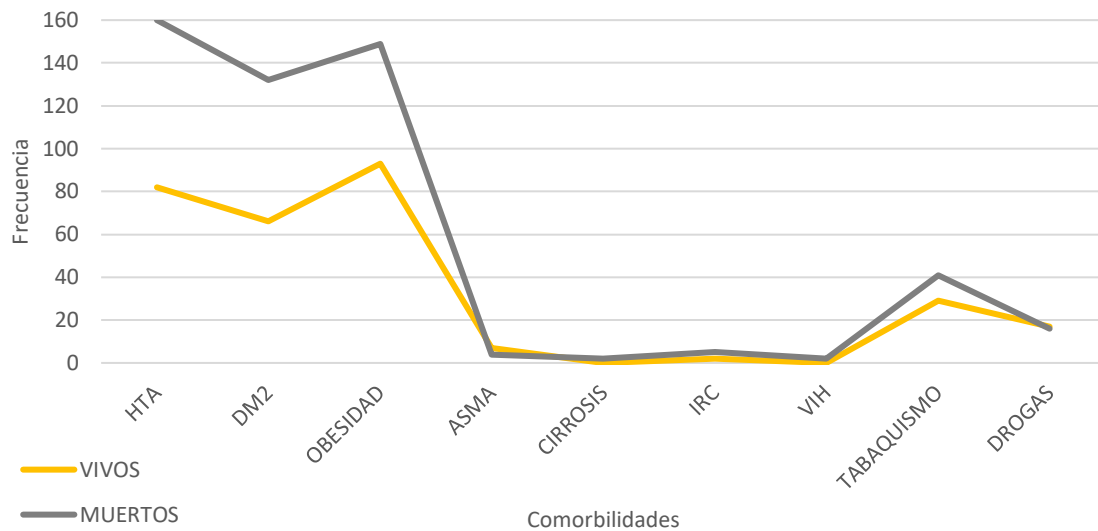


Figura 4. Gráfico de frecuencia de síntomas al ingreso hospitalario.

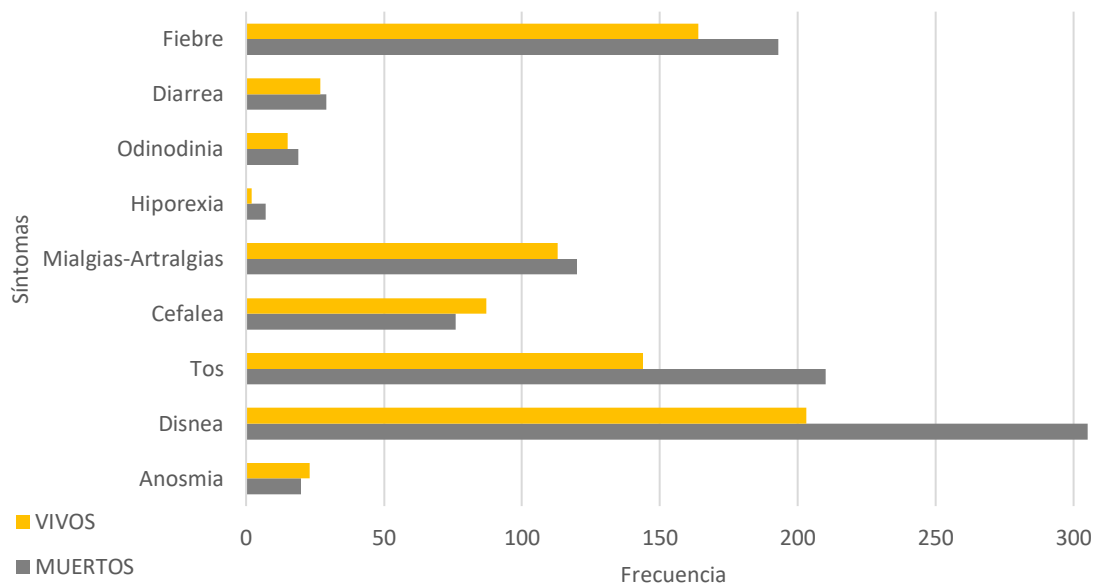


Figura 5. Gráfico de frecuencia de días de evolución de los síntomas respecto al ingreso, realización de tomografía y egreso.

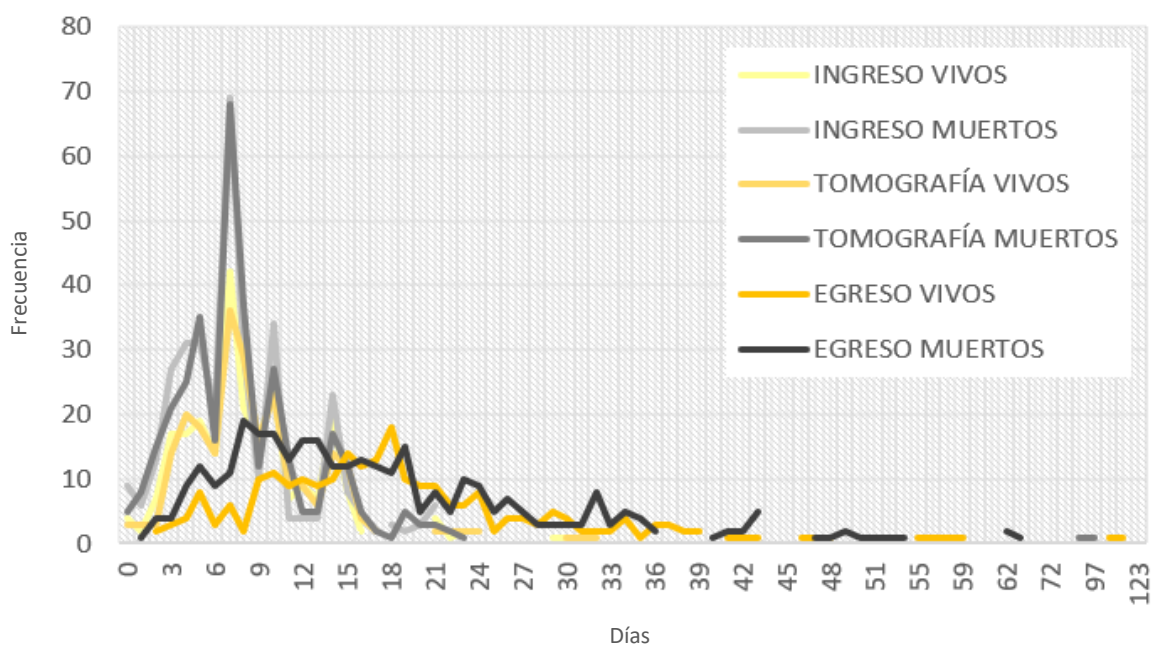


Figura 6. Gráfico de frecuencia de eventos respecto al ingreso (realización de tomografía y alta/defunción).

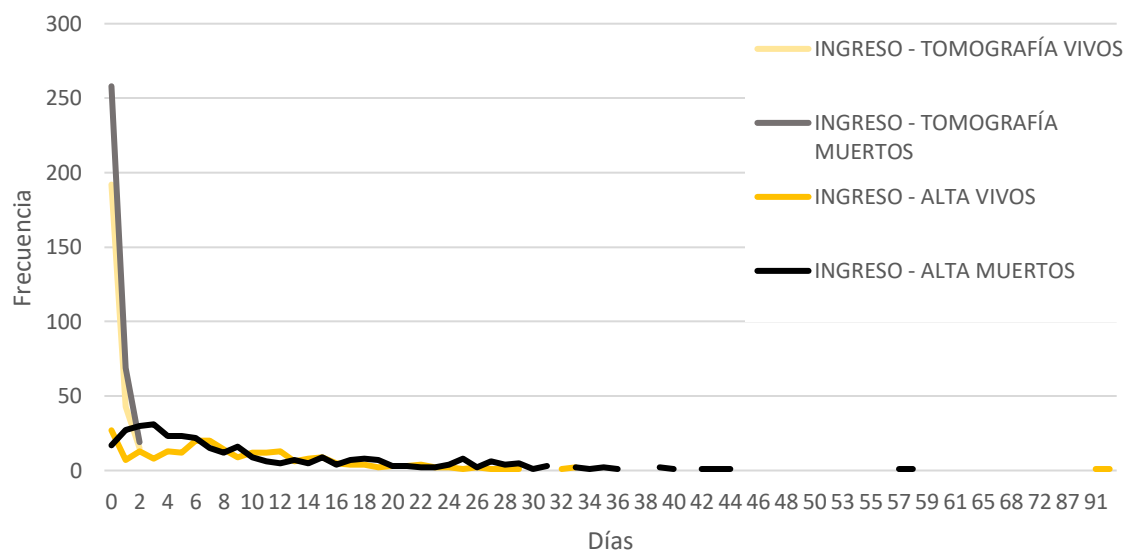


Figura 7. Gráfico de frecuencia de clasificación por imagen por la Sociedad Radiológica de Norte América (RSNA), Sistema de Datos e Informes sobre la enfermedad del Coronavirus-19 (CO-RADS) y Escala de severidad cuantitativa y cualitativa del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).

