

Hid Felizardo Cordero-Franco^{1a}, Francisco Javier Guzmán-de la Garza^{1b}, Ana María Salinas-Martínez^{2c}

Resumen

Introducción: la letalidad de la COVID-19 mostró grandes variaciones durante el primer año de la pandemia y dichas discrepancias parecen indicar diferentes niveles de riesgo de muerte entre poblaciones. En muy pocos estudios se logró estratificar la letalidad por la presencia o ausencia de factores de riesgo.

Objetivo: identificar las tasas de letalidad de COVID-19 condicionadas por factores de riesgo.

Material y métodos: análisis secundario de una base de datos abiertos de la Secretaría de Salud de México, con pacientes estudiados del 1 de enero de 2020 al 6 de enero de 2021. Se incluyeron pacientes con prueba positiva de COVID-19; se excluyeron aquellos con 5 o más factores de riesgo y combinaciones de factores poco frecuentes. La muestra final estuvo conformada por 394,537 pacientes. Se segmentó la base de datos en grupos de 0, 1, 2, 3 y 4 factores de riesgo. Se estimó la tasa de letalidad condicionada por factores de riesgo (83 combinaciones).

Resultados: en los pacientes con 0 factores la tasa de letalidad fue de 2.1%. En aquellos con solamente la edad ≥ 50 años fue de 20.2%. La combinación de factores con la mayor letalidad fue edad ≥ 50 años + diabetes + obesidad (57.1%).

Conclusiones: las tasas de letalidad de COVID-19 condicionadas por factores de riesgo variaron de 1.7% hasta 57.1%, según la ausencia o presencia de ciertas comorbilidades. Estudios como este son necesarios para abordar con mayor precisión el riesgo de muerte entre subpoblaciones expuestas a diferentes factores de riesgo.

Abstract

Background: The COVID-19 fatality rate exhibited significant variations during the first year of the pandemic, and such divergences seem to show different levels of risk of death among populations. Very few studies stratified fatality based on the presence or absence of risk factors.

Objective: To identify COVID-19 fatality rates conditioned by risk factors.

Material and methods: Secondary analysis using an open health database from the Secretariat of Health of Mexico (*Secretaría de Salud*), covering patients studied from January 1, 2020, to January 6, 2021. Patients with confirmed COVID-19 result were included; those with 5 risk factors or more, or with rare combinations of factors were excluded. The final sample consisted of 394,537 patients. The database was segmented into groups based on 0, 1, 2, 3, and 4 risk factors. The fatality rate conditioned by risk factors was estimated (83 combinations).

Results: Among patients with 0 risk factors, the fatality rate was 2.1%. In those aged ≥ 50 years alone or more, the fatality rate was 20.2%. The combination of factors with the highest fatality rate was age ≥ 50 years + diabetes + obesity (57.1%).

Conclusions: COVID-19 fatality rates conditioned by risk factors ranged from 1.7% to 57.1%, according to the presence or absence of specific comorbidities. Studies like this are necessary to address more precisely the risk of death among subpopulations exposed to different risk factors.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro de Investigación Biomédica del Noreste, Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud. Monterrey, Nuevo León, México

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición, Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública. Monterrey, Nuevo León, México

ORCID: 0000-0002-8253-3403^a, 0000-0001-7925-6524^b, 0000-0001-9977-4193^c



Palabras clave
Mortalidad
Factores de Riesgo
Grupos de Riesgo
Pandemias
COVID-19

Keywords
Mortality
Risk Factors
Risk Groups
Pandemics
COVID-19

Fecha de recibido: 05/04/2024

Fecha de aceptado: 03/06/2024

Comunicación con:

Francisco Javier Guzmán de la Garza
 francisco.guzmand@imss.gob.mx,
 81 1098 3303

Cómo citar este artículo: Cordero-Franco HF, Guzmán-de la Garza FJ, Salinas-Martínez AM. Tasa de letalidad de COVID-19 condicionada por factores de riesgo en México en 2020. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2024;62(5):e6150. doi: 10.5281/zenodo.12668018

Introducción

La tasa de letalidad se utiliza ampliamente en el contexto del pronóstico de las enfermedades infecciosas agudas.^{1,2,3,4,5} Es importante porque expresa la gravedad de un problema de salud y sirve como indicador de la respuesta poblacional a las estrategias preventivas y terapéuticas orientadas a disminuir las muertes debidas a una enfermedad determinada.⁶ Sin embargo, su interpretación puede no reflejar completamente el riesgo de muerte, lo cual fue más evidente en la pandemia de COVID-19, principalmente porque:¹ 1) la tasa de letalidad depende del *total de casos confirmados de la enfermedad* y su estimación real se afectó porque muchos casos no se analizaron por prueba confirmatoria y, 2) la estimación depende enormemente del contexto individual de los pacientes, esto es, la edad, el sexo y las comorbilidades. El primer punto crítico se puede considerar parcialmente resuelto, ya que muchos pacientes sintomáticos fueron analizados para SARS-CoV-2. El segundo punto es el que se aborda aquí: la estimación de la *tasa de letalidad condicionada por factores de riesgo*. Esta se entiende como el número de muertes ocurridas a causa de una enfermedad dividido por el total de pacientes confirmados, pertenecientes a un *subgrupo con cierto factor o factores de riesgo*.³ Esta estimación del pronóstico basada en los factores preexistentes de riesgo se hace desde una perspectiva de salud pública de precisión: “la intervención correcta para la población correcta en el momento correcto”.⁷ A partir de su estimación sería posible: 1) evaluar el impacto real de la enfermedad en la población, 2) identificar grupos de mayor riesgo, 3) desarrollar estrategias de prevención y tratamiento más precisas, y 4) comunicar el riesgo de forma más efectiva a la población. Sin embargo, muchos estudios que reportaron tasas de letalidad durante la pandemia, se limitaron a ofrecerlas en forma general o, en el mejor de los casos, asociadas con algunos factores de riesgo.

Al respecto de COVID-19, desde el primer año de la pandemia se dieron a conocer aquellas comorbilidades que se asociaban a una mayor letalidad.^{8,9,10,11,12,13,14} Así, muchos países optaron por medidas de aislamiento social (sobre todo, de personas susceptibles),^{15,16,17} con las que, además del uso de cubrebocas, intentaron disminuir el riesgo de enfermar y morir en tanto se disponía de vacuna y tratamiento efectivos. No obstante, las oleadas de contagios y muertes se siguieron presentando a nivel mundial, sobre todo durante el primer año de la pandemia.¹ Por otra parte, aunque hubo variaciones individuales que influyeron en la probabilidad de morir (gravedad y tiempo de evolución de la enfermedad, estancia hospitalaria o en terapia intensiva), así como la presencia o ausencia de vacunas, el punto focal de este estudio fue analizar la tasa de letalidad en un nivel poblacional durante el primer año de la pandemia, con

la finalidad de que sirva como punto de partida para el análisis posterior de la letalidad condicionada a la distribución de vacunas.

Diversos estudios mostraron tasas de letalidad de COVID-19 en cifras muy discrepantes entre sí, las cuales variaban de 0.8 hasta 57.5%, dependiendo de la presencia de comorbilidades específicas.^{18,19,20,21,22,23,24} Dichas diferencias parecen indicar diferentes niveles de análisis del riesgo de muerte entre poblaciones, sobre todo debido a que en muy pocos estudios se logró estratificar a aquellas por la presencia de factores de riesgo.

Nuestro objetivo fue identificar las tasas de letalidad de COVID-19 condicionadas por factores de riesgo, a saber: edad ≥ 50 años, diabetes mellitus (DM), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, inmunosupresión (IMM), hipertensión (HTA), enfermedad cardiovascular (CV), obesidad (Ob), insuficiencia renal crónica (IRC), tabaquismo (Tab) y otras, con diferentes combinaciones. También se identificaron las frecuencias relativas y acumuladas de casos confirmados y muertes con base en el número y tipo de factores de riesgo (aislados y combinados), y se compararon las tasas entre sí y con la tasa de letalidad general de COVID-19. Todo esto, durante el primer año de la pandemia (de enero de 2020 a enero de 2021), momento en el cual no se disponía de vacunas para la población general.

Material y métodos

Se hizo un análisis secundario de una base de datos abiertos de la Dirección General de Epidemiología, publicados por la Secretaría de Salud del Gobierno de México, que tenía pacientes estudiados desde el 1 de enero de 2020 al 6 de enero de 2021.²⁵ Se eligió este periodo por corresponder al momento del cierre de datos históricos de 2020, disponible en su forma original en la página oficial de la Secretaría de Salud. Dichos pacientes están registrados de forma anónima y cada uno cuenta con un código alfanumérico aleatorio y único, además del sector de atención (público o privado), la entidad federativa, el municipio, la institución de atención, las fechas de importancia (de inicio de síntomas, de diagnóstico, de muerte y de ingreso a la base de datos), el tipo de atención (ambulatoria u hospitalaria), y si hubo presencia de neumonía, intubación y comorbilidades. La población de estudio era de pacientes con diagnóstico confirmado de COVID-19 por reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se decidió analizar solamente a los confirmados por laboratorio para tener más certidumbre diagnóstica, además de que estos representaron el 96.3% de los pacientes considerados “positivos” en la base de datos abiertos. El criterio de inclusión estuvo

constituido por personas con PCR positiva a COVID-19. Se excluyeron personas con registro de edad ≥ 100 años y mujeres embarazadas. Asimismo, se eliminaron pacientes con 5 o más factores de riesgo ($n = 5605$), así como registros incompletos ($n = 3088$). El tamaño de muestra final fue de 394,537 pacientes, que conformaron el 96.3% de la población elegible. La figura 1 muestra el diagrama de flujo de los criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

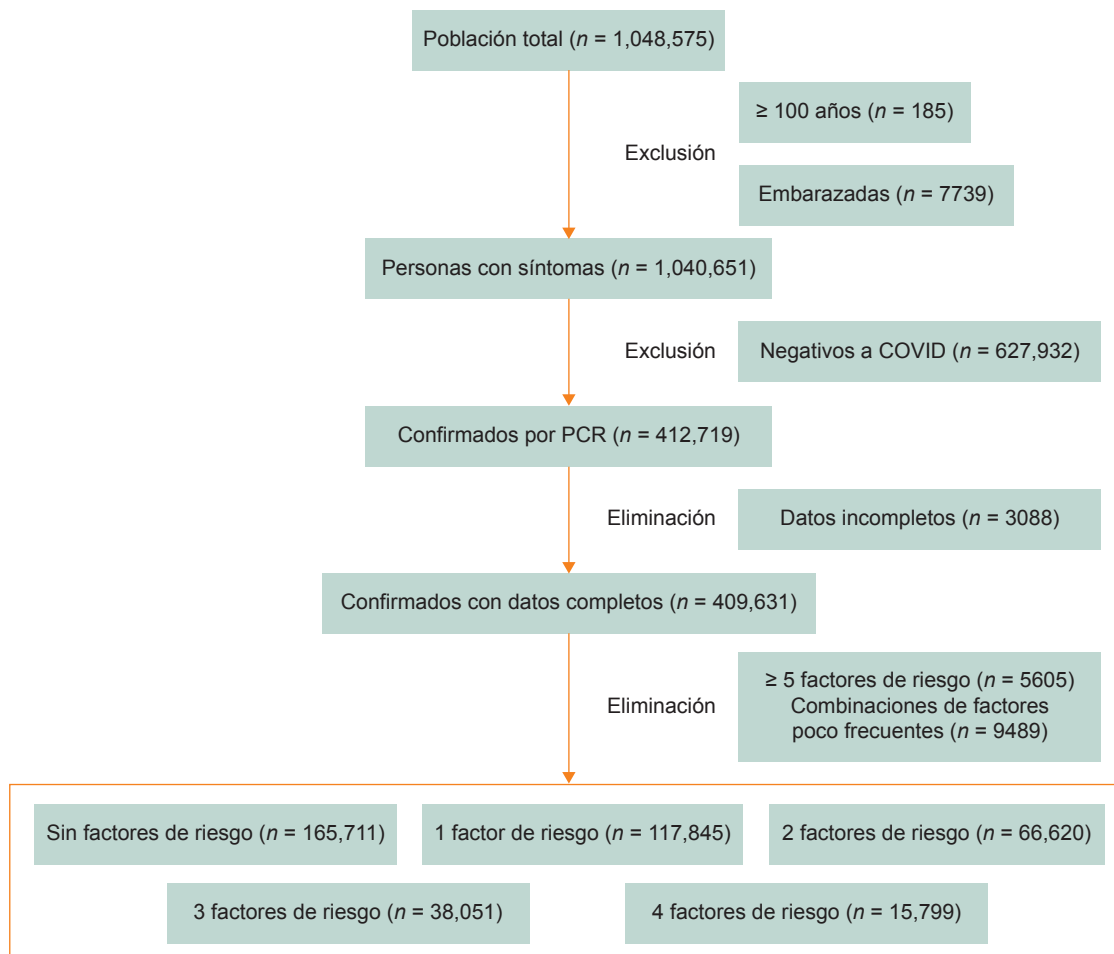
Combinación de factores de riesgo para la letalidad por COVID-19

Para realizar una combinación simple de factores, era necesario que cada uno estuviera dicotomizado en presente frente a ausente. Como la variable edad era continua en su escala original, se buscó aquel punto de corte que pudiera predecir la muerte con mayor sensibilidad y especificidad, a partir de una curva característica operativa del receptor. Derivado de esto, se obtuvieron las coordenadas de la curva (positivo si es igual o mayor que.. [edad], sensibilidad y especificidad), mismas que sirvieron para el cálculo

del índice de Youden (sensibilidad + especificidad - 1) para cada punto de corte de edad, y encontramos que ≥ 50 años era la edad con mejor sensibilidad y especificidad (79.4% y 70.8%, respectivamente). Así, la edad se dicotomizó en < 50 años y ≥ 50 años (Edad50, valores 0 y 1, respectivamente), dado que con este punto de corte se obtuvo un área bajo la curva de 0.830. El resto de los factores de riesgo correspondientes a las comorbilidades contenidas en la base de datos abiertos se encuentran originalmente publicados y codificados como 1 (presente) y 2 (ausente). Estas comorbilidades son: DM, EPOC, asma, IMM, HTA, CV, Ob, IRC, Tab y otras. Junto con la Edad50, las comorbilidades fueron recodificadas como 0 (ausente) y 1 (presente), lo cual permitió sumar los factores que estuvieran presentes en cada paciente, y obtener desde 0 hasta 11 factores. Los pasos para combinar los factores fueron los siguientes:

1. De la suma de factores de riesgo se obtuvieron aquellos pacientes con 0 factores ($n = 165,711$), un factor ($n = 117,845$), 2 factores ($n = 64,332$), 3 factores ($n = 34,421$) y 4 factores ($n = 12,228$), y se obtuvo un total de 394,537 pacientes con diagnóstico confirmado.

Figura 1 Diagrama de flujo de los criterios de selección de pacientes confirmados de COVID-19 en México durante 2020



2. El siguiente paso fue segmentar la base de datos en solamente aquellos pacientes con un factor, para determinar cuál era el factor único presente en esos pacientes.
3. Posteriormente, se analizaron por separado las bases de datos de pacientes con 2, 3 y 4 factores, para verificar las combinaciones posibles.

Análisis estadístico

Para cada combinación (desde 0 hasta 4 factores) se estimó el total de casos confirmados, el total de muertes, la tasa de letalidad condicionada por factores de riesgo (total de muertes / total de casos x 100), y las frecuencias relativas y acumuladas de casos confirmados y muertes. Asimismo, se estimó la tasa mediana de letalidad y el rango intercuartilar. Secundariamente, se estimaron los promedios y la desviación estándar de la edad, así como las proporciones de las comorbilidades y complicaciones en el total de la muestra. Finalmente, para el análisis bivariado se estimaron razones de letalidad condicionadas por factores de riesgo con intervalos de confianza de 95% (IC 95%); un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité Local de Ética e Investigación en Salud No. 1909 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), con el número de registro R-2020-1909-019. Dado que la base de datos abiertos solo incluye identificadores alfanuméricos anónimos y aleatorios, se pudo garantizar su confidencialidad y privacidad.

Resultados

Características generales de los pacientes con diagnóstico de COVID-19 en 2020

La edad promedio fue de 45.2 años (desviación estándar ± 16.4 años); el 53.5% eran hombres. El factor de riesgo más frecuente fue la hipertensión arterial, seguida de obesidad y diabetes mellitus (18.2, 17.2 y 14.8%, respectivamente [cuadro I]). Asimismo, se presentó neumonía en 21.4%, y el 5.8% fue intubado, mientras que 13.4% del total de los pacientes confirmados murieron.

Cuadro I Comorbilidades de los pacientes confirmados con COVID-19 en México, durante 2020

Variable	N = 394,537 (%)	Variable	N = 394,537 (%)
HTA	71,936 (18.2)	Otro	5981 (1.5)
Obesidad	67,891 (17.2)	CV	4610 (1.2)
DM	58,454 (14.8)	IRC	4578 (1.2)
Tabaquismo	25,306 (6.4)	EPOC	3485 (0.9)
Asma	7882 (2.0)	Inmunosupresión	1987 (0.5)

HTA: hipertensión arterial; DM: diabetes mellitus; CV: enfermedad cardiovascular; IRC: insuficiencia renal crónica; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Distribución de cantidad de factores de riesgo de muerte por COVID-19 en México durante 2020

Se encontró un total de 83 exposiciones (desde cero factores hasta 4 factores de riesgo). El 40.5% de los pacientes confirmados por PCR no tenía factor de riesgo alguno ($n = 165,711$), mientras que en orden de frecuencia le siguieron aquellos con 1 y 2 factores (29.5 y 16.1%, respectivamente; cuadro II).

Combinaciones de factores más frecuentes entre los pacientes con SARS-CoV-2 en 2020

Exceptuando el grupo de 0 factores que fue el más frecuente (42%), el 14.2% de los casos confirmados estuvo conformado por personas con edad ≥ 50 años como factor de riesgo único, seguido del 6.7% que solamente registraron obesidad, mientras que la edad ≥ 50 años + HTA fueron el grupo de 2 o más factores con mayor frecuencia de positividad a infección (4.4%).

Tasas de letalidad por COVID-19 condicionadas por factores de riesgo durante 2020

- **Pacientes con 0 y 1 factor de riesgo:** entre los pacientes con 0 factores de riesgo, la tasa de letalidad fue de 2.1%, mientras que entre aquellos con solamente la edad ≥ 50 años como factor de riesgo fue de 20.2% (este fue el factor aislado con la tasa de letalidad más alta); le siguieron IRC y DM aisladas con 14.6% y 11.8%, respectivamente. La frecuencia acumulada de casos positivos en pacientes con 0 y 1 factor de riesgo fue de 71.9%, con una frecuencia acumulada de muertes de 36.6%.
- **Pacientes con 2 factores de riesgo:** la combinación de

Cuadro II Distribución de cantidad de factores de riesgo de muerte por COVID-19 en México, durante 2020 (N = 394,537)

No. de factores	Casos positivos	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)	Muertes (%)
0	165,711	41.4	41.4	3546 (2.1)
1	117,845	29.5	70.9	14,762 (12.5)
2	64,332	16.1	86.9	15,016 (23.3)
3	34,421	8.6	95.5	11,860 (34.5)
4	12,228	3.1	98.6	4935 (40.4)

2 factores más letal fue edad \geq 50 años + IRC (tasa de letalidad de 40.6%), seguida de edad \geq 50 años + EPOC (40.4%). Los pacientes con 2 factores de riesgo representaron el 16.3% de los casos positivos, con una frecuencia acumulada de muertes de 29.9%.

- **Pacientes con 3 factores de riesgo:** el grupo de 3 factores con la mayor letalidad fue edad \geq 50 años + DM + obesidad (57.1%), seguido por el de edad \geq 50 años + HTA + obesidad (48.3%). Los pacientes con 3 factores de riesgo explicaron el 8.7% de los pacientes confirmados con SARS-CoV-2, con una frecuencia acumulada de muertes de 23.7%.
- **Pacientes con 4 factores de riesgo:** la combinación más letal de 4 factores (54.3%) fue edad \geq 50 años + DM + HTA + IRC, seguida de edad \geq 50 años + DM + EPOC + HTA (51.6%). Los pacientes con 4 factores de riesgo conformaron el 2.7% del total de confirmados. La frecuencia acumulada de muertes en este grupo fue de 9.8%.

Las combinaciones de factores con mayor letalidad condicionada se presentan en el **cuadro III**, mientras que las tasas de letalidad variaron desde 0.80 (IC 95% 0.69-0.92) para el tabaquismo aislado, hasta 26.7 (IC 95% 24.3-29.4) para edad \geq 50 + DM + IRC.

Tasa de letalidad general comparada con la condicionada por factores de riesgo

El total de muertes fue de 50,119 y la tasa de letalidad general en la muestra analizada fue de 12.7%. Sin embargo, fue altamente variable entre exposiciones (desde 1.7 hasta 57.1%). Así, la mediana de letalidad fue 28.2% (rango intercuartilar 27.3%). En 42 de las 83 exposiciones se encontró una letalidad igual o superior a la mediana de letalidad, de las cuales 39 combinaciones incluían la edad \geq 50 años, seguida por HTA y DM.

Discusión

En el presente estudio se analizó la letalidad de COVID-19 a partir de un enfoque condicionado a la presencia o ausencia de factores de riesgo. Lo anterior resulta pertinente y necesario, no solamente en el contexto de una pandemia como la de COVID-19, sino de las que puedan presentarse en el futuro. La razón de lo anterior estriba en que el riesgo de morir entre aquellos que enferman debería tomar en cuenta (al menos de forma aproximada) las características individuales de la población estudiada. Un ejemplo de esto es que al analizar la base de datos de este estudio, se obtuvo una tasa de letalidad general de 12.7%, similar a la repor-

Cuadro III Combinaciones de factores de riesgo de muerte por COVID-19 en México, durante 2020: tasas de letalidad condicionada

Combinación de factores	Positivos a COVID-19 (N = 394,537)	Muertes (n = 50,119)	Letalidad condicionada (%)
Ninguno	165,711	3546	2.1
Edad \geq 50	56,148	11,362	20.2
IRC	746	109	14.6
Edad \geq 50 + IRC	406	165	40.6
Edad \geq 50 + EPOC	881	356	40.4
Edad \geq 50 + DM + IRC	350	200	57.1

IRC: insuficiencia renal crónica; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; DM: diabetes mellitus

tada en 2021 por Monterrubio-Flores *et al.* en esta misma población (11.2%).²⁴ Sin embargo, esta medida distaba mucho de representar con mayor precisión la verdadera probabilidad de morir por COVID-19 con base en la presencia o ausencia de ciertos factores de riesgo. Lo anterior pudo evidenciarse al verificar la tasa de letalidad de aquellas personas sin comorbilidades, que en dicho estudio fue de 5.8%,²⁴ mientras que en este trabajo se encontró en 2.1%. A diferencia de Monterrubio-Flores *et al.*, el presente trabajo consideró la edad ≥ 50 años como una comorbilidad más, en virtud de la muy alta letalidad encontrada en este grupo (sin otras comorbilidades = 20.2%). Este hallazgo resulta de suma importancia en virtud de que este subgrupo de casos confirmados fue el segundo más frecuente, solo por debajo de aquel sin factores de riesgo (14.2 frente a 42%, respectivamente). Para este equipo de investigadores fue necesario analizar la frecuencia de cada combinación de factores de riesgo junto con su tasa de letalidad. Estos datos permiten obtener un panorama más completo del comportamiento epidemiológico de las comorbilidades poblacionales. Otro dato interesante aquí fue que la edad ≥ 50 años en forma aislada explicó por sí sola el 22.7% de las muertes ocurridas por COVID-19, y fue el subgrupo con mayor frecuencia relativa de defunciones. Este dato resulta revelador, en virtud de hacer notar que dicho subgrupo no tenía otras comorbilidades además de la edad. Incluso pudo observarse que la edad ≥ 50 años fue el factor que más se repitió entre las 83 exposiciones (55.3%) y fue más frecuente entre aquellas con mayor letalidad. Se sabía desde estudios previos que a mayor edad mayor el riesgo de complicaciones y muerte por COVID-19, lo cual puede explicarse por la inmunosenescencia que conlleva a una mayor susceptibilidad a un cuadro severo.^{26,27}

Las otras dos comorbilidades más frecuentemente encontradas entre las diferentes combinaciones fueron DM y HTA, mismas que estaban presentes en más de la mitad de las combinaciones más letales. Es bien sabido que ambas condiciones se han asociado con un pronóstico adverso de los pacientes enfermos.^{8,9,10,11,12,13,14} No obstante, a pesar de la consistencia y fuerza de las asociaciones ampliamente difundidas en gran cantidad de estudios, el punto focal de este trabajo fue examinar la letalidad condicionada a la presencia de cada uno, ya fuera por separado o en las diferentes combinaciones posibles presentes en la población. De manera similar a los resultados reportados por Monterrubio-Flores *et al.*,²⁴ la letalidad de cada comorbilidad se incrementó en forma notable al combinarse con la edad mayor. Este dato nos permitió determinar, por ejemplo, que alguien menor de 50 años que solamente padece HTA presenta una probabilidad de morir de 6%,

mientras que con una edad superior su riesgo sería cercano al 29%. Incluso la obesidad, condición altamente prevalente en nuestra población, experimenta un notable incremento en la letalidad al cambiar personas menores de 50 años a ≥ 50 años (5.5% frente a 23.7%, respectivamente). Así, este estudio representa un abordaje metodológico relativamente sencillo pero muy revelador sobre el análisis de las altamente variables tasas de letalidad, con base en la presencia de ciertas comorbilidades.

Entre las limitaciones del presente estudio cabe considerar que se trata de una base de datos predominantemente codificados en forma dicotómica, por lo que es imposible conocer detalles de las comorbilidades de los pacientes, por ejemplo, grado de control de las enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión, severidad de la EPOC, etapa del cáncer, estadio de la IRC, etcétera. Es claro que el impacto de dichas comorbilidades en la evolución clínica de un paciente enfermo varía en función del grado de deterioro que provocan. Sin embargo, este estudio tiene la fortaleza de contar con una población estudiada de gran tamaño, lo cual permite (al menos, inicialmente) conocer el impacto real de una enfermedad emergente como COVID-19 sobre la población expuesta a diferentes factores de riesgo. Otra limitación es la falta de mediciones clínicas detalladas de los pacientes, lo cual puede incidir en la letalidad de cada subgrupo. Es deseable continuar esta investigación de letalidad condicionada a factores de riesgo en estudios futuros, incluyendo (en lo posible) datos clínicos y paraclínicos relevantes.

Conclusiones

Las tasas de letalidad de COVID-19 condicionadas por factores de riesgo fueron muy variables, desde 1.7% hasta 57.1%, dependiendo de la ausencia y presencia de ciertas comorbilidades. Las combinaciones que incluyeron la edad ≥ 50 años, HTA y DM presentaron una alta tasa de letalidad. Estudios como este son necesarios para abordar con mayor precisión el riesgo de muerte entre diferentes subpoblaciones expuestas a diferentes factores de riesgo, con la finalidad de recomendar estrategias preventivas oportunas y pertinentes que conlleven a un mejor pronóstico en futuras pandemias.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

1. Mathieu E, Ritchie H, Rodés-Guirao L, et al. Mortality Risk of COVID-19. Our World Data Coronavirus; 2020. Disponible en: <https://ourworldindata.org/mortality-risk-covid>
2. Moreno-Altamirano A, López-Moreno S, Corcho-Berdugo A. Principales medidas en epidemiología. *Salud Publica Mex.* 2000;42:337-48.
3. Moreno-Altamirano A, García-García JJ, Palacios-Nava ME. Epidemiometría: medición de la frecuencia, la fuerza de asociación y el impacto potencial. En: Villa-Romero A, Moreno-Altamirano L, García-de la Torre GS, editores. *Epidemiología y estadística en salud pública.* Ciudad de México: McGraw-Hill; 2012, pp. 43-61.
4. Jia N, Feng D, Fang L, et al. Case fatality of SARS in mainland China and associated risk factors. *Trop Med Int Heal.* 2009;14:21-7. doi: 10.1111/j.1365-3156.2008.02147.x
5. Shu PY, Wei HY, Hung MN. Characteristics and risk factors for fatality in patients with dengue hemorrhagic fever, Taiwan, 2014. *Am J Trop Med Hyg.* 2016;95:322-7. doi: 10.4269/ajtmh.15-0905
6. Zhou C, Wheelock AM, Zhang C, et al. The role of booster vaccination in decreasing COVID-19 age-adjusted case fatality rate: Evidence from 32 countries. *Front Public Heal.* 2023;11. doi: 10.3389/fpubh.2023.1150095
7. Khoury MJ, Lademarco MF, Riley WT. Precision public health for the era of precision medicine. *Am J Prev Med.* 2016;50:398-401. doi: 10.1016/j.amepre.2015.08.031
8. Li X, Xu S, Yu M, et al. Risk factors for severity and mortality in adult COVID-19 inpatients in Wuhan. *J Allergy Clin Immunol.* 2020;146:110-8. doi: 10.1016/j.jaci.2020.04.006
9. Xu PP, Tian RH, Luo S, et al. Risk factors for adverse clinical outcomes with COVID-19 in China: a multicenter, retrospective, observational study. *Theranostics.* 2020;10:6372-83. doi: 10.7150/thno.46833
10. Hernández-Galdamez DR, González-Block MA, Romo-Dueñas DK, et al. Increased risk of hospitalization and death in patients with COVID-19 and pre-existing noncommunicable diseases and modifiable risk factors in Mexico. *Arch Med Res.* 2020;51:683-9. doi: 10.1016/j.arcmed.2020.07.003
11. Liu D, Cui P, Zeng S, et al. Risk factors for developing into critical COVID-19 patients in Wuhan, China: A multicenter, retrospective, cohort study. *EClinicalMedicine.* 2020;25:100471. Disponible en: doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100471
12. Wu R, Ai S, Cai J, et al. Predictive model and risk factors for case fatality of COVID-19: A cohort of 21,392 cases in Hubei, China. *Innov.* 2020;1:100022. doi: 10.1016/j.xinn.2020.100022
13. Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, et al. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. *Nature.* 2020;584(7821):430-6. doi: 10.1038/s41586-020-2521-4
14. Cordero-Franco HF, De La Garza-Salinas LH, Gomez-García S, et al. Risk factors for SARS-CoV-2 infection, pneumonia, intubation, and death in Northeast Mexico. *Front Public Health.* 2021;9. doi: 10.3389/fpubh.2021.645739
15. Auriemma V, Iannaccone C. COVID-19 pandemic: socio-economic consequences of social distancing measures in Italy. *Front Sociol.* 2020;5:575791. doi: 10.3389/fsoc.2020.575791
16. Haroon MZ, Khan SA, Khan SA, et al. Estimating the Possible Role of Testing Capacity and Social Distancing in Predicting the Growth Rate of Daily Covid-19 Cases. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2020;32(Suppl 1)(4):S686-90.
17. Testa PF, Snyder R, Rios E, et al. Who Stays at Home? The politics of social distancing in Brazil, Mexico, and the United States during the COVID-19 pandemic. *J Health Polit Policy Law.* 2021;46:929-58. doi: 10.1215/03616878-9349100
18. Girma D, Dejene H, Adugna L, et al. COVID-19 Case fatality rate and factors contributing to mortality in Ethiopia: A systematic review of current evidence. *Infect Drug Resist.* 2022;15:3491-501. doi: 10.2147/IDR.S369266
19. Sadeq A, Elnour A, Farah F, et al. Scoping review of six retrospective studies: risk factors associated with the case fatality rate of people infected with Coronavirus (COVID-19). *J Pharm Bioallied Sci.* 2022;14:81-92. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_460_21
20. Alimohamadi Y, Tola HH, Abbasi-Ghahramanloo A, et al. Case fatality rate of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Prev Med Hyg* 2021;62:E311-20. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2021.62.2.1627
21. Shi HJ, Yang J, Eom JS, et al. Clinical Characteristics and risk factors for mortality in critical COVID-19 patients aged 50 years or younger during omicron wave in Korea: comparison with patients older than 50 years of age. *J Korean Med Sci.* 2023;38(28):e217. doi: 10.3346/jkms.2023.38.e217
22. Ge Y, Sun S, Shen Y. Estimation of case-fatality rate in COVID-19 patients with hypertension and diabetes mellitus in the New York state: a preliminary report. *Epidemiol Infect.* 2021;149:e14. doi: 10.1017/S0950268821000066
23. Shestakova MV, Vikulova OK, Elfimova AR, et al. Risk factors for COVID-19 case fatality rate in people with type 1 and type 2 diabetes mellitus: A nationwide retrospective cohort study of 235,248 patients in the Russian Federation. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:909874. doi: 10.3389/fendo.2022.909874
24. Monterrubio-Flores E, Ramírez-Villalobos MD, Espinosa-Montero J, et al. Characterizing a two-pronged epidemic in Mexico of non-communicable diseases and SARS-Cov-2: factors associated with increased case-fatality rates. *Int J Epidemiol.* 2021;50:430-45. doi: 10.1093/ije/dyab008
25. Dirección General de Epidemiología. Datos Abiertos Bases Históricas. México: Secretaría de Salud; 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-bases-historicas-direccion-general-de-epidemiologia>
26. Zinatizadeh MR, Zarandi PK, Ghiasi M, et al. Immunosenescence and inflamm-ageing in COVID-19. *Ageing Res Rev.* 2023;84:101818. doi: 10.1016/j.arr.2022.101818
27. Ciarambino T, Crispino P, Minervini G, et al. COVID-19 and Frailty. *Vaccines.* 2023;11:606. doi: 10.3390/vaccines11030606