

# Características sociales, demográficas y de morbimortalidad de los casos atendidos por COVID-19 en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Un estudio transversal descriptivo

## Social, demographic and morbimortality characteristics of the cases treated for COVID-19 at the Ignacio Chávez National Institute of Cardiology. A descriptive cross-sectional study

Maite Vallejo<sup>1</sup>, Guadalupe Gutiérrez-Esparza<sup>2</sup>, Lucía Ríos-Núñez<sup>3</sup>, Rosalinda Altamira-Mendoza<sup>3</sup>, Lucero E. Groves-Miralrio<sup>1</sup>, Enrique Hernández-Lemus<sup>4</sup> y Mireya Martínez-García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigación Sociomédica, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez; <sup>2</sup>Cátedras CONACYT, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; <sup>3</sup>Subdirección de Planeación, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez; <sup>4</sup>División de Genómica Computacional, Instituto Nacional de Medicina Genómica. Ciudad de México, México

### Resumen

**Antecedentes y Objetivos:** La pandemia de enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) trajo aparejadas una gran cantidad de consecuencias adversas para la salud pública con serias repercusiones socioeconómicas. En este estudio caracterizamos las condiciones sociales, demográficas y de morbimortalidad de los casos atendidos por COVID-19 en uno de los hospitales de referencia de coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2) en la Ciudad de México. **Método:** Se llevó a cabo un estudio transversal descriptivo en 259 pacientes egresados del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, entre el 11 de abril de 2020 y el 14 de marzo de 2021. Se utilizó un modelo de regresión logística multivariante para identificar la asociación entre variables sociodemográficas y clínicas. Se realizó una optimización mediante cálculos de máxima verosimilitud para elegir el mejor modelo compatible con los datos. El modelo de máxima verosimilitud fue evaluado mediante curvas ROC, estimadores de bondad de ajuste y análisis de multicolinealidad. Se infirieron patrones de comorbilidades estadísticamente significativos mediante la evaluación de una prueba hipergeométrica en las frecuencias de coocurrencia de pares de condiciones. Se implementó un análisis de redes para determinar los patrones de conectividad basado en la centralidad de grado, entre algunas comorbilidades y las variables de desenlace. **Resultados:** Las principales desventajas sociales de la población estudiada se relacionan con la falta de seguridad social (96.5%) y el rezago en las condiciones de vivienda (81%). Las variables asociadas a la probabilidad de sobrevivir fueron tener una menor edad ( $p < 0.0001$ ), contar con más bienes materiales durables ( $p = 0.0034$ ) y evitar: la neumonía ( $p = 0.0072$ ), el choque séptico ( $p < 0.0001$ ) y la insuficiencia respiratoria aguda ( $p < 0.0001$ ); (AUROC: 91.5%). Las red de comorbilidades para los casos de supervivencia tienen un alto grado de conectividad entre padecimientos como las arritmias cardíacas e hipertensión arterial esencial (centralidad de grado: 90 y 78 respectivamente). **Conclusiones:** En vista de que entre los factores asociados a supervivencia existen variables clínicas, sociodemográficas y determinantes sociales de la salud, además de la edad, resulta imperativo considerar los diversos factores que puedan incidir o modificar el estado de salud de una población, sobre todo al abordar los fenómenos epidémicos emergentes como es el caso de la actual pandemia de COVID-19.

**Palabras clave:** COVID-19. Comorbilidades. Determinantes sociales de la salud. Factores socioeconómicos. Índice de desarrollo social. Teoría de redes.

### \*Correspondencia:

Mireya Martínez-García

E-mail: mireya.martinez@cardiologia.org.mx

1405-9940 / © 2022 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 11-03-2022

Fecha de aceptación: 17-05-2022

DOI: 10.24875/ACM.22000095

Disponible en internet: 30-08-2023

Arch Cardiol Mex. 2023;93(Supl 6):75-86

[www.archivoscardiologia.com](http://www.archivoscardiologia.com)

## Abstract

**Background and Objectives:** The COVID-19 pandemic brought with it a large number of adverse consequences for public health with serious socioeconomic repercussions. In this study we characterize the social, demographic, morbidity and mortality conditions of individuals treated for COVID-19 in one of the SARS-CoV-2 reference hospitals in Mexico City. **Method:** A descriptive cross-sectional study was carried out in 259 patients discharged from the Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, between April 11, 2020 and March 14, 2021. A multivariate logistic regression model was used to identify the association between sociodemographic and clinical variables. An optimization was performed using maximum likelihood calculations to choose the best model compatible with the data. The maximum likelihood model was evaluated using ROC curves, goodness-of-fit estimators, and multicollinearity analysis. Statistically significant patterns of comorbidities were inferred by evaluating a hypergeometric test over the frequencies of co-occurrence of pairs of conditions. A network analysis was implemented to determine connectivity patterns based on degree centrality, between comorbidities and outcome variables. **Results:** The main social disadvantages of the studied population are related to the lack of social security (96.5%) and the lag in housing conditions (81%). Variables associated with the probability of survival were being younger ( $p < 0.0001$ ), having more durable material goods ( $p = 0.0034$ ) and avoiding: pneumonia ( $p = 0.0072$ ), septic shock ( $p < 0.0001$ ) and acute respiratory failure ( $p < 0.0001$ ); (AUROC: 91.5%). The comorbidity network for survival cases has a high degree of connectivity between conditions such as cardiac arrhythmias and essential arterial hypertension (degree centrality = 90 and 78, respectively). **Conclusions:** Given that among the factors associated with survival to COVID-19 there are clinical, sociodemographic and social determinants of health variables, in addition to age; it is imperative to consider the various factors that may affect or modify the health status of a population, especially when addressing emerging epidemic phenomena such as the current COVID-19 pandemic.

**Keywords:** COVID-19. Comorbidities. Social determinants of health. Socioeconomic factors. Social development index. Network theory.

## Introducción

El coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), que causa la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), se extendió rápidamente por todo el mundo desde que se reconoció por primera vez a fines de 2019<sup>1</sup>. La pandemia por COVID-19 se convirtió en un desafío para autoridades sanitarias a nivel global, no solo en términos de propagación, tratamiento y prevención, sino también por el impacto psicosocial, laboral y económico derivado de esta<sup>2,3</sup>. La inminente llegada de la pandemia por COVID-19 y la consecuente carencia de planes estratégicos para mitigar sus efectos sobre la salud de la población, en especial de aquellos con enfermedades crónicas subyacentes, en condiciones de vida más vulnerables y mayormente amenazados por dicha situación, ha motivado el estudio del efecto de los llamados determinantes sociales de la salud (DSS) sobre la morbimortalidad por COVID-19<sup>4-8</sup>. Este tipo de estudio tiene mucho sentido y suma relevancia para proponer medidas de prevención y promoción de la salud que ayuden a mitigar el efecto socioeconómico derivado de pandemias como esta ahora y en el futuro<sup>9</sup>.

Existen varios mecanismos mediante los cuales las condiciones sociales pueden estar vinculadas a las causas iniciales de las enfermedades infecciosas

agudas<sup>10</sup>. Los marcos epidemiológicos sociales comunes sugieren que las personas que experimentan mayor desventaja social pueden tener más probabilidad de vivir y trabajar en entornos expuestos a infecciones, con menos recursos disponibles para hacer frente a estas<sup>11</sup>. Por otro lado, una vez superada la fase aguda de la enfermedad queda la cuestión de cómo la desventaja social puede afectar la reincorporación a la vida cotidiana de las poblaciones vulnerables y modificar la rehabilitación a una condición de salud óptima cuando además se suman otras enfermedades<sup>12,13</sup>.

Las condiciones sociales y demográficas se estudian con frecuencia utilizando indicadores socioeconómicos como el ingreso, la educación, la ocupación y el desarrollo social<sup>14-18</sup>. Sin embargo, recopilar esta información es un desafío porque se carece de datos sistemáticos a nivel individual que puedan capturar completamente la relación multidimensional entre estos y la salud<sup>19</sup>. Los problemas son aún más complicados cuando se pretende realizar una investigación de enfermedades infecciosas en medio de una emergencia sanitaria causada por una infección aguda novel, como es el caso de la COVID-19<sup>20</sup>. Por lo tanto, el propósito del presente estudio es caracterizar las condiciones sociales, demográficas y de morbimortalidad de los casos atendidos en el Instituto Nacional de

Cardiología Ignacio Chávez (INC-ICH) en la Ciudad de México (CDMX), por la enfermedad causada por el SARS-CoV-2.

## Materiales y métodos

### Población de estudio

Se llevó a cabo un estudio descriptivo y transversal de pacientes egresados del INC-ICH (uno de los hospitales de referencia SARS-CoV-2 en la CDMX) con diagnóstico confirmado de COVID-19, entre el 11 de abril de 2020 y el 14 de marzo de 2021. Los criterios de inclusión fueron casos de egreso hospitalario con diagnóstico confirmado de COVID-19, mayores a 18 años de edad, de cualquier sexo y nivel socioeconómico, en estado de supervivencia o mortalidad. Se excluyeron del estudio aquellos casos no residentes de la CDMX o aquellos con datos incompletos e irre recuperables.

### Recopilación de datos

Las variables se conformaron con información socioeconómica, el diagnóstico principal y de otras enfermedades, trastornos, afecciones o problemas de salud. Se utilizó la décima revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) para identificar y catalogar las principales comorbilidades. Los procedimientos de codificación, archivo y recuperación de los registros electrónicos de los casos estudiados fueron supervisados por el área de planeación de la institución y fueron proporcionados para el presente estudio. Dadas las características de este proyecto de investigación no se requirió del consentimiento informado por escrito y firmado por el paciente. Sin embargo, se aseguró la confidencialidad de la información de los casos analizados anonimizando los nombres y el número de registro hospitalario. Este estudio fue aprobado por el comité de investigación de la institución.

### Variables de estudio

Para el presente análisis consideraremos las variables de estudio como sigue:

- Morbimortalidad hospitalaria. Conjunto de enfermedades crónicas subyacentes reportadas al momento del egreso hospitalario y/o el reporte de la defunción hospitalaria.
- Nivel socioeconómico. Estima la posición económica del paciente ingresado al hospital.

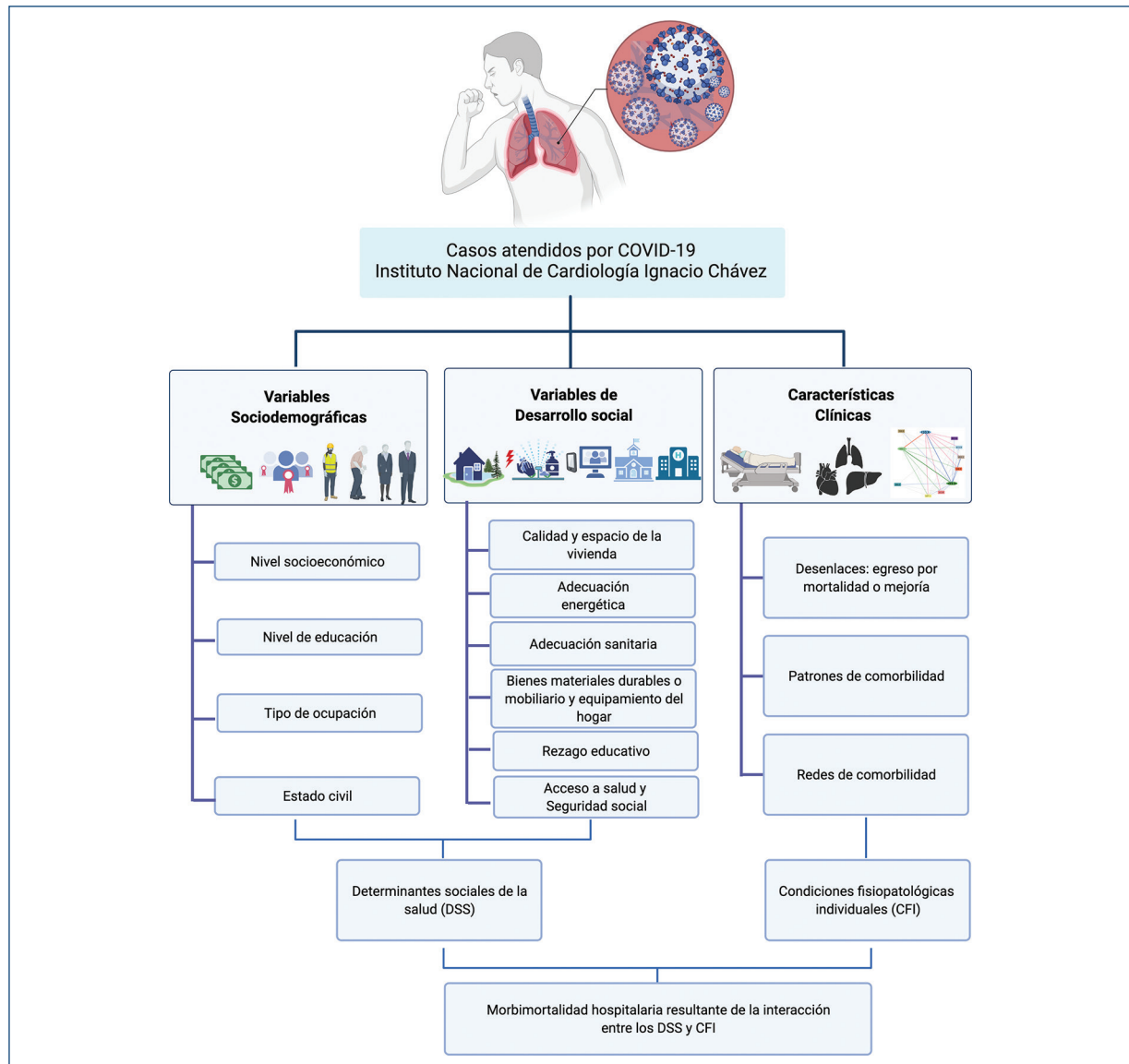
- Nivel de educación. Registrado en el expediente institucional y recategorizado para fines de esta investigación en conformidad con la organización del sistema educativo nacional.
- Tipo de ocupación. Registrado en el expediente institucional y recategorizado para fines de esta investigación en conformidad con la Clasificación Mexicana de Ocupaciones.
- Índice de desarrollo social de la Ciudad de México (IDS), instrumento del Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal (EVALÚA DF) que permite medir las carencias críticas en una población y caracterizar la pobreza en un momento y en un territorio determinados. El IDS está constituido por seis dimensiones: calidad y espacio de la vivienda, adecuación sanitaria, adecuación energética, bienes materiales durables o mobiliario y equipamiento del hogar, rezago educativo, acceso a salud y Seguridad Social<sup>21</sup> (Fig. 1).

### Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó con R/Rstudio versión 4.0.2. Las variables continuas se presentan como media (desviación estándar, DE) o mediana (rango intercuartílico, RIC) dependiendo de la distribución de los datos. Las variables cualitativas se expresan como porcentajes. Para el modelo univariante se consideraron todas las variables que mostraron correlación relevante o sugerente en los correlogramas correspondientes. Las variables seleccionadas fueron incorporadas a un modelo de regresión logística multivariante. Se utilizó un valor de  $p < 0.05$  para determinar significancia estadística. La selección del modelo óptimo (es decir, la eliminación de las variables no informativas) se realizó mediante el cálculo de máxima verosimilitud del criterio de información de Akaike. El modelo de máxima verosimilitud fue evaluado mediante diversas pruebas de bondad de ajuste descritas en la sección análisis estadístico en el material suplementario.

### Características clínicas y patrones de comorbilidad

Se construyó una red de comorbilidades para visualizar patrones de conexión entre los casos de supervivencia y mortalidad. Tales relaciones de comorbilidad ocurren cuando dos o más padecimientos están presentes en el mismo individuo con más frecuencia que en un modelo aleatorio<sup>22,23</sup>. Los nodos de origen y destino son enfermedades que se identifican con un



**Figura 1.** Características sociales, demográficas y de morbimortalidad estudiadas en los casos atendidos por COVID-19 en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

código predeterminado de CIE-10. El vínculo (arista) entre estos nodos está presente siempre que al menos dos enfermedades coocurren de manera estadísticamente significativa.

En la teoría de redes, uno de los parámetros utilizados para evaluar las conexiones en el gráfico es la centralidad de grado (CG), el número total de enlaces en un nodo o la suma de las frecuencias de las interacciones<sup>24</sup>. Para analizar la conectividad en este estudio se utilizó la CG de una enfermedad, o sea, el número de códigos CIE-10 asociados con esa enfermedad en un grupo de casos de supervivencia y en otro de mortalidad. Se utilizó el programa de código abierto

Cytoscape para el análisis y la visualización de las redes<sup>25</sup>. El código de programación para la construcción de redes de enfermedades utilizadas para este estudio está disponible en el siguiente repositorio de acceso público: [https://github.com/CSB-IG/Comorbidity\\_Networks](https://github.com/CSB-IG/Comorbidity_Networks). Se realizó una prueba hipergeométrica tomando en cuenta la frecuencia observada de las comorbilidades (frecuencias conjuntas) y las frecuencias observadas de las condiciones por separado (frecuencias marginales), se calcularon valores del grado de significación (p) y, tras realizar la corrección por pruebas múltiples, se reportaron aquellas comorbilidades con una tasa de descubrimiento falso menor que 0.05.

**Tabla 1.** Descripción de las características sociodemográficas

Variable sociodemográfica	Total	Mujeres	Hombres	Valor de p
	259	92	167	
Edad (años)	55 (47-66)	54.5 (48-66)	56 (47-67)	0.951
Estancia hospitalaria (días)	11 (7-17)	11 (7-14.5)	12 (8-19)	0.095
Estado civil (%)				< 0.001
Casado, unión libre	67.2	52.2	75.5	
Soltero, divorciado, viudo	32.8	47.8	24.6	
Nivel socioeconómico (%)				0.292
Bajo	71	73.9	69.5	
Medio	27.4	26.1	28.1	
Alto	1.5	0	2.4	
Nivel educativo (%)				0.056
Básica	48.7	58.7	43.1	
Media superior	21.2	17.4	23.4	
Superior	30.1	23.9	33.5	
Ocupación laboral (%)				0.323
Comerciante formal	3.9	3.3	4.2	
Comerciante informal	6.7	5.4	7.2	
Desempleado o incapacitado	14	9.8	16.2	
Estudiante	0.4	0	0.6	
Jubilado o pensionado	8.1	1.1	12	
Manual no calificado	34	52.2	24	
Manual calificado	15.1	10.9	17.4	
Profesionista, ejecutivo, negocios	18.2	17.4	18.6	
Alcaldía (%)				0.282
Álvaro Obregón	4.3	2.2	5.4	
Azcapotzalco	0.4	0	0.6	
Benito Juárez	4.3	3.3	4.8	
Coyoacán	13.5	12	14.4	
Cuajimalpa de Morelos	0.4	0	0.6	
Cuauhtémoc	1.2	1.1	1.2	
Gustavo A. Madero	6.6	7.6	6	
Iztacalco	3.1	4.4	2.4	
Iztapalapa	20	26.1	16.2	
Magdalena Contreras	4.6	4.4	4.8	
Miguel Hidalgo	1.2	1.1	1.2	
Milpa Alta	3.1	1.1	4.2	
Tlalpan	25.1	20.7	27.5	
Tláhuac	3.9	5.4	3	
Venustiano Carranza	1.9	5.4	0	
Xochimilco	7	5.4	7.8	

## Resultados

### Población de estudio

Durante cerca de un año ingresaron al INC-ICH 412 casos con un diagnóstico confirmado por SARS-CoV-2, entre el 11 de abril de 2020 y el 14 de marzo de 2021. Para fines de esta investigación se incluyeron 259 que cumplieron con los criterios de inclusión para estudiar la asociación de los factores sociodemográficos y la morbilidad en residentes de la CDMX.

### Características sociodemográficas

Las características sociodemográficas se resumen en la [tabla 1](#). La mediana de edad fue de 56 años (RIC: 47-66 años). La mayoría de los casos, un 71%, fueron clasificados en el nivel socioeconómico bajo; el 48.7% de los pacientes solo contaban con educación básica y el 34% de la población en estudio se clasificó como personal que laboraba en actividades manuales no calificadas. Los lugares de residencia se registraron principalmente en las alcaldías Tlalpan (25.1%), Iztapalapa (19.7%) y Coyoacán (13.5%).

**Tabla 2.** Descripción del estrato y las dimensiones del índice de desarrollo social

Estrato y dimensiones	Total	Mujeres	Hombres	Valor de p
	259	92	167	
Estrato de desarrollo (%)				
Muy bajo	19.7	18.5	20.4	0.241
Bajo	40.9	40.2	41.3	
Medio	22	28.3	18.6	
Alto	17.4	13	19.8	
Calidad de la vivienda (%)				
Muy bajo	61.8	59.8	61.1	0.284
Bajo	18.9	22.8	16.8	
Medio	7.4	8.7	6.6	
Alto	12	1.1	14.4	
Rezago en Seguridad Social (%)				
Muy bajo	96.5	97.8	95.8	0.498
Bajo	3.5	2.2	4.2	
Acceso educativo (%)				
Medio	17.8	17.4	18	0.079
Alto	82.2	82.6	80.9	
Bienes durables (%)				
Muy bajo	0.8	0	1.2	0.079
Bajo	6.6	5.4	7.2	
Medio	39	38	39.5	
Alto	53.7	56.5	52.1	
Adecuación sanitaria (%)				
Muy bajo	15.4	8.7	19.2	0.037
Bajo	13.5	18.5	10.8	
Medio	24.3	20.7	26.4	
Alto	47.1	52.2	43.7	
Adecuación energética (%)				
Alto	100	100	100	1.0

Respecto al IDS (Tabla 2), la mayoría de los casos se clasificó en el estrato bajo y medio, 40.9% y 22% respectivamente. Las dimensiones del IDS que reflejan más carencias o desventajas sociales de esta población son: a) espacio y calidad de la vivienda, los grupos en el estrato con muy bajo (61.8%) o bajo desarrollo (18.9%) representan la mayoría de los casos con esta carencia, y b) el rezago en Seguridad Social, el 96.5% de los casos estudiados no cuentan con algún esquema de protección social.

### Tipo de desenlace y patrones de comorbilidad

La mayoría de los pacientes evolucionó a la mejoría y supervivencia (Tabla 3). Las principales comorbilidades que se presentaron en los casos estudiados fueron: neumonía debida a otros virus (J12.8) 51.4%, otras arritmias cardíacas especificadas (I49.8) 35.1%, hipertensión arterial esencial (I10.X) 26.6%, insuficiencia cardíaca no especificada (I50.9) 12.7% y diabetes *mellitus* no insulino dependiente sin

complicación (E11.9) 11.6%. Solo se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre hombres y mujeres en otras formas de enfermedad isquémica crónica del corazón (I25.8).

La significancia de los parámetros calculados con el modelo de regresión logística que involucra la probabilidad de supervivencia hospitalaria reveló que las condiciones asociadas a la probabilidad de sobrevivir fueron: tener una menor edad ( $p < 0.0001$ ); contar con mayores bienes materiales durables ( $p = 0.0034$ ); y evitar la neumonía debida a otros virus (J12.8,  $p = 0.0072$ ), el choque séptico (R57.2,  $p < 0.0001$ ) y la insuficiencia respiratoria aguda (J96.0,  $p < 0.0001$ ) (Tabla 4). Se realizó un análisis exhaustivo de bondad de ajuste, multicolinealidad, tendencias en los residuos y residuos marginales, así como de valores extremos (*outliers*) incluidos en la sección de resultados en el material suplementario. La capacidad predictiva del modelo final se presenta en la figura 2, en la forma de una curva ROC con un área bajo la curva resultante del 91.5%.

**Tabla 3.** Tipos de desenlace y patrones de comorbilidad

Variable	Total	Mujeres	Hombres	Valor de p
	259	92	167	
Desenlace (%)				
Defunción	22	19.6	23.4	0.481
Mejoría	78	80.4	76.7	
Principales comorbilidades (%)				
J12.8. Neumonía debida a otros virus	51.4	55.4	49.1	0.329
I49.8. Otras arritmias cardiacas especificadas	35.1	32.6	36.5	0.527
I10.X. Hipertensión arterial esencial (primaria)	26.6	25	27.5	0.657
I50.9. Insuficiencia cardiaca, no especificada	12.7	15.2	11.4	0.375
E11.9. Diabetes <i>mellitus</i> no insulino dependiente, sin complicación	11.6	12	11.4	0.889
J18.9. Neumonía, no especificada	10	8.7	10.8	0.593
R57.2. Choque séptico	7.3	6.5	7.8	0.709
I25.8. Otras formas de enfermedad isquémica crónica del corazón	6.6	2.2	9	< 0.05
J96.0. Insuficiencia respiratoria aguda	6.6	4.4	7.8	0.285
E66.9. Obesidad, no especificada	1	4	3.6	0.747

**Tabla 4.** Modelo de regresión logística para la supervivencia

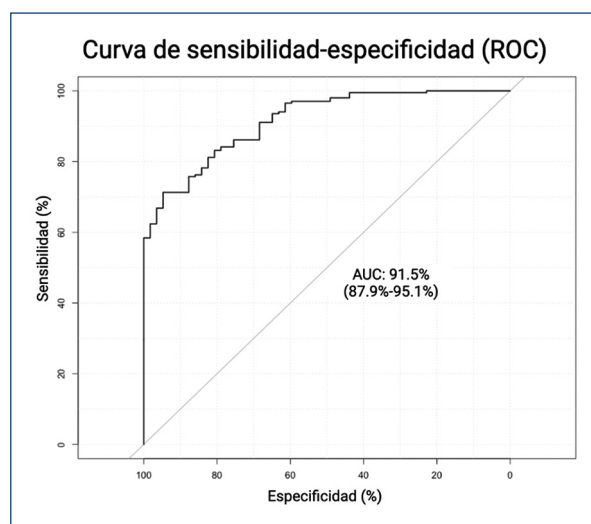
Variable	OR	Intervalo de confianza 95%	Valor de p
Edad (años)	0.9370	0.9046579-0.9653874	< 0.0001
Bienes durables	134227.95	45.94872-0.000000259	0.0034
J12.8. Neumonía debida a otros virus	0.3077	0.1254893-0.7233393	0.0072
I49.8. Otras arritmias cardiacas especificadas	3.2597	1.177067-8.771917	0.0227
I50.9. Insuficiencia cardiaca, no especificada	4.4567	0.6886633-28.10732	0.1174
R57.2. Choque séptico	0.0050	0.0005096-0.0442189	< 0.0001
J96.0. Insuficiencia respiratoria aguda	0.0374	0.0086603-0.1490219	< 0.0001
Intercepto	0.0119	0.0000226-13.90086	0.2356

OR: *odds ratio*, razón de momios.

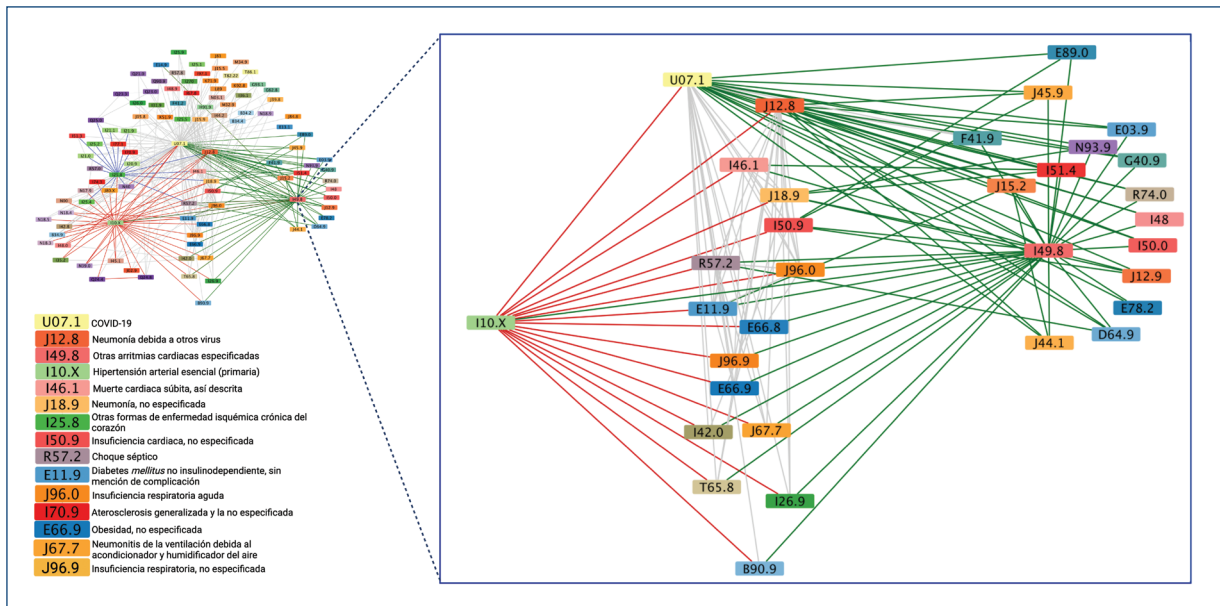
### Patrones de comorbilidad

Modelamos los patrones de comorbilidad como un grafo para los casos de supervivencia y mortalidad (Figs. 3 y 4). Los nodos representan los códigos de enfermedades (CIE-10) y los vínculos no dirigidos relacionan un par de enfermedades coexistentes (ver Métodos). En la red de morbilidad en casos de supervivencia (Fig. 3) el número de nodos fue de 103 y 346 vínculos; en la de morbilidad en casos de mortalidad (Fig. 4) fueron 23 nodos y 80 vínculos.

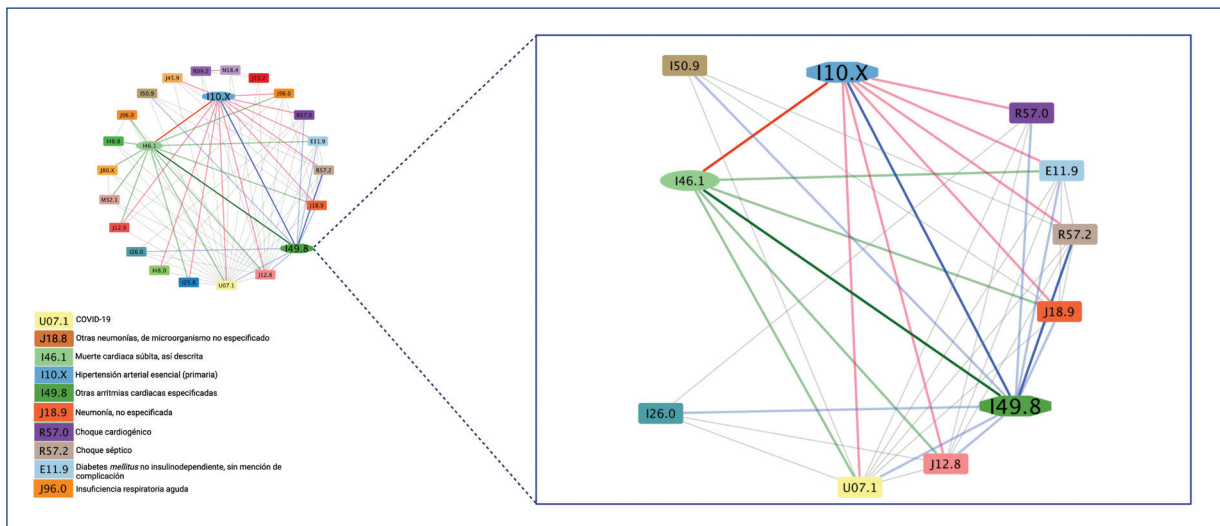
Encontramos que las redes de comorbilidad, tanto en los casos de supervivencia como en los casos de mortalidad, están altamente centralizadas con un alto grado de conectividad en las enfermedades prevalentes antes mencionadas (ver valores de CG en las Tablas 5 y 6). Con fines de esquematización en ambas redes se seleccionó el nodo otras arritmias cardiacas especificadas



**Figura 2.** Balance entre sensibilidad y especificidad mediante curva ROC y cálculo de área bajo la curva ROC (AUROC).



**Figura 3.** Red de morbilidad en casos de supervivencia hospitalizados por COVID-19 en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.



**Figura 4.** Red de morbilidad en casos de mortalidad en hospitalizados por COVID-19 en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

(I49.8) y sus primeros vecinos para explorar con mayor detalle sus interacciones. Algunas de ellas estaban directamente relacionadas con la siguiente enfermedad más prevalente y de las que ya se conoce su relación clínica como: hipertensión arterial esencial (I10.X), insuficiencia cardiaca no especificada (I50.9), diabetes *mellitus* no insulodependiente sin complicación (E11.9), obesidad no especificada (E66.9) y cardiomiopatía dilatada (I42.0). También se encontraron otras

enfermedades indirectamente conectadas, por ejemplo, hipotiroidismo consecutivo a procedimientos (E89.0), trastorno de ansiedad no especificado (F41.9), epilepsia tipo no especificado (G40.9) o anemia de tipo no especificado (D64.9).

En la red de casos de mortalidad (Fig. 4) se destacan las conexiones directas con los eventos catastróficos que contribuyeron al desenlace, como el choque cardiogénico (R57.0) y la muerte cardiaca súbita, así descrita

**Tabla 5.** Principales comorbilidades relacionadas en casos de supervivencia

Código CIE-10	Nombre del padecimiento	Centralidad de grado
J12.8	Neumonía debida a otros virus	116
I49.8	Otras arritmias cardiacas especificadas	90
I10.X	Hipertensión arterial esencial (primaria)	78
J18.9	Neumonía, no especificada	42
I25.8	Otras formas de enfermedad isquémica crónica del corazón	42
I50.9	Insuficiencia cardiaca, no especificada	40
E11.9	Diabetes <i>mellitus</i> no dependiente de insulina, sin complicación	34
J96.0	Insuficiencia respiratoria aguda	34
I70.9	Aterosclerosis generalizada y la no especificada	24
E66.9	Obesidad, no especificada	22
J67.7	Neumonitis de la ventilación debida al acondicionador y humidificador del aire	20
J96.9	Insuficiencia respiratoria, no especificada	18
J15.2	Neumonía debida a estafilococos	16
I21.9	Infarto agudo de miocardio, sin otra especificación	16
J80.X	Síndrome de dificultad respiratoria del adulto	16
T65.8	Efectos tóxicos de otras sustancias especificadas	16

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades.

**Tabla 6.** Principales comorbilidades relacionadas en casos de mortalidad

Código CIE-10	Nombre del padecimiento	Centralidad de grado
J12.8	Neumonía debida a otros virus	32
I10.X	Hipertensión arterial esencial (primaria)	28
I46.1	Muerte cardiaca súbita, así descrita	26
I49.8	Otras arritmias cardiacas especificadas	20
J18.9	Neumonía, no especificada	18
R57.2	Choque séptico	16
R57.0	Choque cardiogénico	14
E11.9	Diabetes <i>mellitus</i> no dependiente de insulina, sin complicación	14
J96.0	Insuficiencia respiratoria aguda	12
J12.9	Neumonía viral, no especificada	8
J15.2	Neumonía debida a estafilococos	8
N18.4	Enfermedad renal crónica, estadio 4 (grave)	8
R09.2	Paro respiratorio	8
J45.9	Asma, no especificada	8
I50.9	Insuficiencia cardiaca, no especificada	8
J96.9	Insuficiencia respiratoria, no especificada	8
I48.9	Otras arritmias cardiacas especificadas	8
J80.X	Síndrome de dificultad respiratoria del adulto	8

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades.

(I46.1), a la vez conectados con otras complicaciones respiratorias como neumonía debida a otros virus (J12.8) o la neumonía no especificada (J18.9).

## Discusión

En este trabajo observamos una población de bajos ingresos, vulnerable por su bajo nivel de escolaridad, con carencias sustantivas ligadas al bajo desarrollo, en particular con el acceso a los bienes materiales durables, asociadas al riesgo de enfermar y morir por COVID-19. En el mundo, los factores

sociales y demográficos han desempeñado un papel importante durante la pandemia de COVID-19<sup>26-28</sup>. En México, los sectores más desprotegidos, sin Seguridad Social y con mayor nivel de pobreza y marginación son los que han reportado más del 80% de contagios y decesos por COVID-19<sup>20</sup>.

De los casos hospitalizados atendidos por infección por el SARS-Cov-2 en el INC-ICH, más del 70% clasificó en un nivel socioeconómico bajo, poco menos de la mitad de la población estudiada apenas concluyó los estudios básicos. Las condiciones de calidad y espacio de vivienda se encuentran rezagadas en más del 80%

de los casos que pertenecen a un estrato bajo o muy bajo del desarrollo social. Más del 90% de los casos estudiados, de estrato de desarrollo social muy bajo, no contaba con acceso a la Seguridad Social. Estas características poblacionales del desarrollo social, en particular el rezago en el espacio y la calidad de la vivienda, se han asociado fuertemente con el comportamiento epidemiológico ante la COVID-19<sup>29-31</sup>.

Sin embargo, al realizar el análisis de regresión logística parece que el principal elemento social asociado al riesgo de muerte por COVID-19 se incrementa a medida que disminuye la capacidad de tener bienes materiales durables, y se incrementa con la edad y el padecer ciertos padecimientos como la neumonía debida a otros virus, el *shock* séptico y la insuficiencia respiratoria aguda. Respecto a los bienes materiales durables, en investigación en salud se interpreta que la capacidad de tener estos bienes se relaciona indirectamente con la riqueza acumulada a lo largo de la vida; estos actúan como factores más próximos en la cadena causal, como los comportamientos de consumo de alimentos más nutritivos y condiciones de vivienda de mejor calidad<sup>17</sup>. Esto es relevante en relación con los cuadros clínicos graves y el aumento de fallecimientos por COVID-19, pues estudios recientes en México han identificado la tendencia hacia el aumento en la letalidad en regiones con menores índices de desarrollo explicados por mayores desventajas materiales para superar la infección en los estratos más pobres<sup>32</sup>.

Adicionalmente, se ha visto que las muertes por COVID-19 no siguen una distribución aleatoria; existe una conocida selección por edad, los datos en México muestran que la mayoría de las muertes por COVID-19 ocurren en las edades intermedias entre 40 y 69 años y tiende a aumentar en personas de mayor edad<sup>33</sup>. Si bien la edad es una variable fuertemente asociada a la condición biológica, también está vinculada a las condiciones sociales<sup>33</sup>.

Por otro lado, México ha reportado que una alta proporción de los casos fallecidos por COVID-19 presentaban al menos una comorbilidad, principalmente diabetes, hipertensión y obesidad<sup>34-36</sup>. En nuestro estudio, los síntomas respiratorios como las neumonías virales dominaron la presentación clínica de la población con diagnóstico confirmado de COVID-19 y confirmamos la asociación de estos con los casos de mortalidad de los resultados obtenidos por modelo de regresión logística. Sin embargo, a más de un año de la aparición de los primeros casos, ahora se sabe que la COVID-19 también tiene consecuencias cardiovasculares potencialmente graves

que podrían estar relacionadas con el medio inflamatorio sistémico, infección viral directa, hipoxia debido a insuficiencia respiratoria, desequilibrios electrolíticos o efectos secundarios de algunos medicamentos contra COVID-19<sup>37</sup>. Algunas manifestaciones cardíacas de COVID-19 como las arritmias ventriculares se presentan en entornos asociados con un aumento del tono simpático, por los efectos de la misma enfermedad, pero además relacionados con la angustia emocional derivada de las limitaciones económicas, el aislamiento social, la falta de seguridad social o la pérdida del empleo<sup>38</sup>.

En nuestro caso, los patrones de comorbilidad nos permitieron visualizar la interacción entre estos padecimientos, así como las conexiones con otras enfermedades subyacentes como son la enfermedad isquémica crónica, la insuficiencia cardíaca, la arteriosclerosis y la obesidad. Como se aprecia en las [figuras 3 y 4](#), con solo seleccionar un nodo de interés se pueden explorar las conexiones a otros padecimientos y encontrar vínculos tanto a enfermedades subyacentes conocidas como a otras que quizá no sean las esperadas y apreciar ciertos patrones de morbilidad presentes en una sola persona.

Vale la pena recordar que el análisis de comorbilidad se realizó por medio del estudio de coexistencia estadísticamente significativa de condiciones reportadas en los individuos con base en los diagnósticos y anotaciones en la historia clínica, mediante códigos CIE-10. En este contexto, no es posible aventurar el origen causal de tales comorbididades; esto es, no se sabe si las comorbididades tienen origen fisiopatológico común, o si están relacionadas con condiciones genéticas comunes o incluso factores de riesgo o determinantes sociales de la salud. Únicamente se sabe que dos condiciones dadas se han presentado con más frecuencia en los individuos que lo que cabría esperar en vistas de las frecuencias individuales de aparición de estas. Esto da lugar por ejemplo a que existan algunas comorbididades presentes tanto en pacientes que sobrevivieron como en aquellos que fallecieron. A pesar de tratarse de asociaciones estadísticas sin explicación causal, nos parece relevante mencionarlas por ser pertinentes para la atención individual y para la planeación institucional<sup>22</sup>.

Sin embargo, las comorbididades cardiometabólicas comunes en las personas hospitalizadas por COVID-19 y las complicaciones cardiovasculares han sido poco estudiadas en el contexto de las condiciones sociales, económicas y geográficas de la salud. Para ayudar a las poblaciones con alta carga de comorbididades cardiometabólicas en momentos de emergencia sanitaria,

se debe poner más atención en cómo afectan las condiciones socioeconómicas a los más vulnerables para que todas las personas tengan las mismas oportunidades de mantenerse saludables y mejorar sus capacidades para tomar acciones responsables hacia su bienestar<sup>11</sup>. Sobre los casos de mortalidad, diversos estudios plantean las desventajas socioeconómicas relacionadas con las condiciones de vida como factor que ha contribuido al avance de la pandemia alrededor del mundo<sup>39</sup>. La pobreza y la precariedad de las condiciones de vida constituyen verdaderos caldos de cultivo de modos de vulnerabilidad social y demográfica que potencian, a su vez, el impacto del virus en las condiciones de salud y de muerte de la población<sup>40</sup>.

Como limitaciones de este estudio es preciso mencionar que la descripción de los padecimientos se basa en asociaciones dada la anotación de los códigos CIE-10 (lo que, bajo diversas circunstancias, podría dar lugar a sesgos de selección o clasificación). La diferencia entre algunos padecimientos (algunas veces sutil) puede deberse a ambigüedades derivadas del uso de estos códigos. Vale la pena recalcar que en el análisis de comorbilidades, al nivel que las presentamos son asociaciones estadísticas que, si bien resultaron significativas, no tienen necesariamente una base causal clara y no es posible darles una interpretación clínica.

Por otro lado, debido a que el INC-ICH no ha sido permanentemente una unidad de referencia para casos por COVID-19, el número de personas incluidas en este estudio fue relativamente limitado. Adicionalmente, algunos de los pacientes potencialmente elegibles (con diagnóstico confirmado de COVID-19) fueron excluidos del estudio por no ser residentes de la CDMX o porque sus datos eran incompletos e irrecuperables.

Respecto a los modelos logísticos multivariantes incluidos en este artículo pertenecen a una clase amplia de modelos estadísticos conocidos como modelos lineales generalizados. En estos modelos, se asume que la variable de respuesta sigue una familia exponencial de distribuciones en las variables predictoras. A pesar de la generalidad estos modelos tienen varios supuestos:

- Los casos son independientes, es decir las distribuciones de las variables de respuesta están independientemente distribuidas, es decir no hay autocorrelaciones.
- Aunque estas variables de respuesta no se asumen necesariamente normales, pertenecen a alguna combinación de la familia exponencial (binomiales, Poisson, multinomiales, normales); esto normalmente implica que no hay estacionalidad o periodicidades ocultas.

- Las distribuciones de errores no requieren ser normales pero si requieren ser independientemente distribuidos, así que se asume que los errores sistemáticos, por ejemplo en las mediciones, ya han sido controlados. Es decir, se asume (o se valida, como en nuestro caso) una correcta distribución de los residuos.
- Se ha corregido previamente el efecto de multicolinealidad de las variables o (como en nuestro caso) se controla *a posteriori*. En esencia, dos diferentes predictores lineales no deberán ser uno función lineal del otro, pues esto generaría redundancia y sobre-especificación.
- Se asume homocedasticidad ligera, esto es, las varianzas de las diferentes variables pueden no ser idénticas, pero se espera que posean rangos dinámicos comparables.

## Conclusión

Como conclusión podemos hacer notar que entre los factores que determinaron el desenlace (egreso hospitalario por mejoría vs. mortalidad) ante la enfermedad causada por el SARS-CoV-2 se encuentran, adicionalmente a la edad (que se sabe que es un factor muy relevante), variables de índole clínica, sociodemográfica y determinantes sociales de la salud.

Al incorporar información acerca de indicadores, tales como los IDS, ha sido posible agregar una dimensión adicional para caracterizar el estado de salud de los diversos segmentos de la población, a fin de entender de manera más integral fenómenos epidémicos emergentes, como la actual pandemia de COVID-19 y de esta manera robustecer los sistemas de salud y optimizar su respuesta ante estos retos.

## Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/ACM.22000095. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los miembros del Área de Planeación y Epidemiología del INC-ICH, por su apoyo logístico en este trabajo.

## Financiamiento

Ninguno.

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Bibliografía

- Ghinai I, Woods S, Ritger KA, McPherson TD, Black SR, Sparrow L, et al. Community Transmission of SARS-CoV-2 at Two Family Gatherings - Chicago, Illinois, February-March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;17;69(15):446-50.
- Khan S, Siddique R, Ali A, Bai Q, Li Z, Li H, et al. The spread of novel coronavirus has created an alarming situation worldwide. *J Infect Public Health.* 2020;13(4):469-71.
- Keeley AJ, Evans C, Colton H, Ankom M, Cope A, State A, et al. Roll-out of SARS-CoV-2 testing for healthcare workers at a large NHS Foundation Trust in the United Kingdom, March 2020. *Euro Surveill.* 2020;25(14):2000433.
- Poudel K, Subedi P. Impact of COVID-19 pandemic on socioeconomic and mental health aspects in Nepal. *Int J Soc Psychiatry.* 2020;66(8):748-55.
- Holuka C, Merz MP, Fernandes SB, Charalambous EG, Seal SV, Grova N, et al. The COVID-19 pandemic: Does our early life environment, life trajectory and socioeconomic status determine disease susceptibility and severity? *Int J Mol Sci.* 2020;21(14):5094.
- Verhagen MD, Brazel DM, Dowd JB, Kashnitsky I, Mills MC. Forecasting spatial, socioeconomic and demographic variation in COVID-19 health care demand in England and Wales. *BMC Med.* 2020;18(1):203.
- Khalatbari-Soltani S, Cumming RC, Delpierre C, Kelly-Irving M. Importance of collecting data on socioeconomic determinants from the early stage of the COVID-19 outbreak onwards. *J Epidemiol Community Health.* 2020;74(8):620-3.
- Rozenfeld Y, Beam J, Maier H, Haggerson W, Boudreau K, Carlson J, et al. A model of disparities: risk factors associated with COVID-19 infection. *Int J Equity Health.* 2020;19(1):126.
- Quinn SC, Kumar S. Health inequalities and infectious disease epidemics: a challenge for global health security. *Biosecur Bioterror.* 2014;12(5):263-73.
- Baumer Y, Farmer N, Premeaux TA, Wallen GR, Powell-Wiley TM. Health disparities in COVID-19: Addressing the role of social determinants of health in immune system dysfunction to turn the tide. *Front Public Health.* 2020;8:559312.
- Singu S, Acharya A, Challagundla K, Byrareddy SN. Impact of social determinants of health on the emerging COVID-19 pandemic in the United States. *Front Public Health.* 2020;8:406.
- Cabezas C. Pandemia de la COVID-19: Tormentas y retos. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2020;37(4):603-4.
- Romay-Barja M, Pascual-Carrasco M, De Tena-Dávila MJ, Falcón M, Rodríguez-Blázquez C, Forjaz MJ, et al. How patients with COVID-19 managed the disease at home during the first wave in Spain: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2021;11(5):e048702.
- Galobardes B, Shaw M, Lawlor DA, Lynch JW, Davey Smith G. Indicators of socioeconomic position (part 1). *J Epidemiol Community Health.* 2006;60(1):7-12.
- Galobardes B, Shaw M, Lawlor DA, Lynch JW, Davey Smith G. Indicators of socioeconomic position (part 2). *J Epidemiol Community Health.* 2006;60(2):95-101.
- Naess O, Claussen B, Thelle DS, Smith GD. Four indicators of socioeconomic position: relative ranking across causes of death. *Scand J Public Health.* 2005;33(3):215-21.
- Galobardes B, Lynch J, Smith GD. Measuring socioeconomic position in health research. *Br Med Bull.* 2007;81-82:21-37.
- Cabieses B, Zitko P, Pinedo R, Espinoza M, Albor C. ¿Cómo se ha medido la posición social en investigación en salud? Una revisión de la literatura internacional. *Rev Panam Salud Publica.* 2011;29(6):457-68.
- Malosh RE, Noppert GA, Zelnor J, Martin ET, Monto AS. Social patterning of acute respiratory illnesses in the Household Influenza Vaccine Evaluation (HIVE) Study 2014-2015. *Epidemiol Infect.* 2019;147:e185.
- Moreno RP. COVID-19 en un país sin justicia social. *Rev CONAMED.* 2021;26(2):101-3.
- EVALÚA DF. Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal. Metodología. En: Índice de Desarrollo Social de Unidades Territoriales del Distrito Federal [Internet]. Ciudad de México: Gobierno del Distrito Federal, Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal; 2011. Disponible en: <http://www.aldf.gob.mx/archivo-3db08aaa-0553ff8a34c0029fc5b669d6.pdf>
- Cruz-Ávila HA, Vallejo M, Martínez-García M, Hernández-Lemus E. Comorbidity networks in cardiovascular diseases. *Front Physiol.* 2020;11:1009.
- Rivera-Romano LS, Juárez-Cano G, Hernández-Lemus E, Vallejo M, Martínez-García M. Structure of communities in semantic networks of biomedical research on disparities in health and sexism. *Biomedica.* 2020;40(4):702-21.
- Zhang H, Fiszman M, Shin D, Miller CM, Rosemblat G, Rindfleisch TC. Degree centrality for semantic abstraction summarization of therapeutic studies. *J Biomed Inform.* 2011;44(5):830-8.
- Kohl M, Wiese S, Warscheid B. Cytoscape: software for visualization and analysis of biological networks. *Methods Mol Biol.* 2011;696:291-303.
- Burström B, Tao W. Social determinants of health and inequalities in COVID-19. *Eur J Public Health.* 2020;30(4):617-8.
- Ferreira dos Santos G, Santana Ribeiro LC, Barbosa de Cerqueira R. The informal sector and Covid-19 economic impacts: The case of Bahia, Brazil. *Regional Science Policy & Practice.* 2020;12(6):1273-85.
- Mena GE, Martínez PP, Mahmud AS, Marquet PA, Buckee CO, Santillana M. Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile. *Science.* 2021;372(6545):eabg5298.
- Ortega Díaz A, Armenta Menchaca C, García López HA, García Viera JR. Índice de vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante el COVID-19 en México. *Notas de Población.* 2021;111(2):155-88.
- de Souza CDF, Machado MF, do Carmo RF. Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: a study of the social determinants of health. *Infect Dis Poverty.* 2020;9(1):124.
- Ribeiro KB, Ribeiro AF, Veras MASM, de Castro MC. Social inequalities and COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil. *Int J Epidemiol.* 2021;50(3):732-42.
- Chávez-Almazán LA, Díaz-González L, Rosales-Rivera M. Covid-19 y el índice de desarrollo humano en México. *Salud Publica Mex.* 2021;63(3):325-6.
- Hernández-Bringas H. COVID-19 en México: un perfil sociodemográfico. *Notas de Población.* 2021;111:105-32.
- Neira Orjuela F. Características sociodemográficas y de salud de los mexicanos y los migrantes con enfermedad por coronavirus (COVID-19) en México. *Notas de Población.* 2021;112:35-62.
- Cortés-Meda A, Ponciano-Rodríguez G. Impacto de los determinantes sociales de la COVID-19 en México. *Boletín sobre COVID-19. Facultad de Medicina UNAM.* 2021;2(17):9-13.
- Lozano-Keymolen D, Robles-Linares SCG, Montoya-Arce BJ. Análisis comparativo de los casos confirmados y defunciones por Covid-19 en tres zonas metropolitanas de México. *Papeles de Población.* 2021;27(107):167-96.
- Boukhris M, Hillani A, Moroni F, Annabi MS, Addad F, Ribeiro MH, et al. Cardiovascular Implications of the COVID-19 Pandemic: A Global Perspective. *Can J Cardiol.* 2020;36(7):1068-80.
- O'Shea CJ, Thomas G, Middeldorp ME, Harper C, Elliott AD, Ray N, et al. Ventricular arrhythmia burden during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic. *Eur Heart J.* 2021;42(5):520-8.
- De Ridder D, Sandoval J, Vuilleumier N, Azman AS, Stringhini S, Kaiser L, et al. Socioeconomically disadvantaged neighborhoods face increased persistence of SARS-CoV-2 clusters. *Front Public Health.* 2021;8:626090.
- Moreno González JE, Martín Pastrana P, Pérez Alonso P. ¿Qué dicen las publicaciones científicas de la relación entre demografía y COVID-19? Análisis de las principales tendencias en investigaciones científicas, a partir de su relación con las variables demográficas fecundidad, mortalidad y migración. *Boletín InfoPop. Centro de Estudios Demográficos (CEDEM), de la Universidad de La Habana. Edición Especial COVID-19.* 2021;3:14-21.