



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

PROPUESTA DE MODELO LOGIT PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LAS COMORBILIDADES Y LOS SÍNTOMAS EN EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO DE COVID-19 MEDIANTE LA PRUEBA PCR EN COLOMBIA.

PROPOSAL FOR A LOGIT MODEL TO DETERMINE THE INFLUENCE OF COMORBIDITIES AND SYMPTOMS ON THE DEVELOPMENT OF THE DIAGNOSIS OF COVID-19 THROUGH THE CRP TEST IN COLOMBIA.

Julian Mauricio Daza Saavedra

jmdazas@libertadores.edu.co

Fundación Universitaria Los Libertadores

RESUMEN

Este artículo propone a través de un modelo Logit abordar la injerencia que tienen los síntomas y las comorbilidades en el resultado de la Prueba de proteína C reactiva (PCR) para la detección de COVID-19 en Colombia. Para ello utiliza los datos de 8667 personas que se realizaron la prueba entre abril y diciembre del año 2020. Haciendo uso de estos datos es posible determinar los síntomas y comorbilidades más comunes que han presentado las personas que se han realizado la prueba y así establecer su influencia en la obtención de un diagnóstico positivo o negativo de la prueba PCR.

Al obtener que tanto afectan las comorbilidades y síntomas en el diagnóstico de la prueba se hace más sencillo el entender la importancia de los cuidados que se deben tener para no propagar más la enfermedad.

Palabras Clave: COVID-19, SARS-CoV2, Síntoma, Comorbilidad, PCR, Logit.

ABSTRACT

Through a Logit model, this article proposes to address the inference that symptoms and comorbidities have in the result of the CRP test for the detection of COVID-19 in Colombia. To do this, is used the data of 8667 people who took the test between April and December of the year 2020. Using these data, it is possible to determine the most common symptoms and comorbidities that the people who have taken the test presented and thus establish their influence on obtaining a positive or negative diagnosis from the CRP test.

By obtaining how much the comorbidities and symptoms affect in the diagnosis of the test, it is easier to understand the importance of the care that must be taken so as not to spread the disease further.

Key Words: COVID-19, SARS-CoV2, Symptom, Comorbidity, CRP, Logit.

INTRODUCCIÓN

El COVID-19 es una enfermedad que solo en Colombia ha causado 94,615 muertes al 12 de junio del 2021, desde el 6 de marzo del 2020 que se comprobó el primer caso en Colombia. (Gobierno de Colombia, 2021). Esta cifra por si sola demuestra lo letal que llega a ser el virus y la importancia que tiene el tomar acciones para prevenir su contagio.

Las acciones por tomar dependen del conocimiento que se tenga sobre las causas, ya que conociendo las mismas se concientiza sobre la relevancia que tienen medidas preventivas y

que contienen la propagación del virus, medidas como el aislamiento, el uso del tapabocas y el lavado constante de manos. Por ello identificar en qué grado influyen las comorbilidades y los síntomas de los pacientes en el desarrollo del diagnóstico positivo de COVID-19 es un comienzo favorable.

Se pretende a través de un modelo logarítmico que permita discernir entre los resultados de prueba PCR positivos y negativos. Y una base de datos de 8667 personas que se hicieron la prueba en Colombia entre los meses de abril y diciembre del 2020. conociendo aquellos síntomas que aumenten la probabilidad de tener la enfermedad COVID-19, las personas podrán discernir el riesgo que implica el hacer caso omiso y continuar con sus actividades rutinarias sin tomar las precauciones necesarias para evitar contagiar a los demás o presentar una afectación grave.

REFERENCIAS CONCEPTUALES

CORONAVIRUS (CoV): son virus que surgen periódicamente en diferentes áreas del mundo y que causan Infección Respiratoria Aguda (IRA), es decir gripa, que pueden llegar a ser leve, moderada o grave (Gobierno de Colombia, 2021).

COVID-19: Es una nueva enfermedad, causada por un nuevo coronavirus que no se había visto antes en seres humanos. El nombre de la enfermedad se escogió siguiendo las mejores prácticas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para asignar nombres a nuevas enfermedades infecciosas en seres humanos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

SARS-CoV-2: Versión acortada del nombre del virus Coronavirus 2 del Síndrome Respiratorio Agudo Grave signado por El Comité Internacional de Taxonomía de Virus, encargado de asignar nombres a los nuevos virus (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA (IRA): es desde el punto de vista clínico, toda situación en la cual se encuentre que el aparato respiratorio, resulta incapaz de aportar a la economía corporal, el oxígeno que está necesitando para mantener la función de sus órganos (Vélez et al., 1990).

SÍNTOMA: Problema físico o mental que presenta una persona, el cual puede indicar una enfermedad o afección. Los síntomas no se pueden observar y no se manifiestan en exámenes médicos. Algunos ejemplos de síntomas son el dolor de cabeza, el cansancio crónico, las náuseas y el dolor de garganta (NCI, 2021).

COMORBILIDAD: También conocida como "morbilidad asociada", es un término utilizado para describir dos o más trastornos o enfermedades que ocurren en la misma persona. Pueden ocurrir al mismo tiempo o uno después del otro. La comorbilidad también implica que hay una interacción entre las dos enfermedades que puede empeorar la evolución de ambas. (NIH, 2021)

PRUEBA DE PROTEÍNA C REACTIVA (PCR): Es una prueba molecular que detecta el material genético del virus COVID-19 usando una técnica de laboratorio llamada reacción en cadena de la polimerasa. (ISCIII, 2021)

ORIGEN DEL COVID-19

A la actualidad se realizaron diversos estudios para determinar todos los aspectos posibles concernientes al COVID-19. En cuanto a su origen la teoría más aceptada es que el virus provenga de un mercado mojado en China, es decir un mercado de comida al aire libre. en el cuál son vendidos animales para su consumo, sin embargo, el poco control de las autoridades a dichos mercados conlleva a que las condiciones higiénicas sean cuestionables y exista alta probabilidad de que dada a una mala manipulación de los productos allí vendidos y la dudosa procedencia de los mismo permitieran el entorno adecuado para el surgimiento del virus. (Liu et al., 2020)

El primer caso documentado de una persona con síntomas relacionados a la enfermedad fue en diciembre del 2019, los síntomas reportados fueron fiebre, disnea, malestar general y dolor de garganta. En un principio estos síntomas fueron diagnosticados cómo neumonía viral, llamándole neumonía de Wuhan, haciendo alusión al área en la que se encontraba el paciente. Luego de examinar de manera minuciosa se determinó que el causante era la enfermedad que hoy conocemos como COVID-19 nombre dado por la Organización Mundial de la Salud en 12 de diciembre del 2020. El virus causante de esta enfermedad es llamado SARS-CoV-2. (WHO, 2020)

El nuevo Coronavirus (COVID-19) ha sido catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una emergencia en salud pública de importancia internacional (ESPII). Se han identificado casos en todos los continentes y el 6 de marzo se confirmó el primer caso en Colombia. (Gobierno de Colombia, 2021)

REFERENTES TEÓRICOS

Un estudio realizado en España, área de Tarragona, arrojó que el 22,6% de las personas que se tomaron a prueba PCR tuvo como resultado positivo, en donde las principales comorbilidades identificadas fueron: diabetes (26,9%) y obesidad (26,1%), enfermedad cardíaca (33%), hipercolesterolemia (35%), hipertensión (58,7%). Así mismo se determinó una relación con el aumento de sufrir COVID-19 independientemente de la gravedad de este, con enfermedades respiratorias o cardíacas crónicas. (Vila et al., 2020)

Por otra parte, en un estudio realizado en Cuba, se determinó que no existe un aumento significativo en la Proteína C Reactiva, en pacientes que fueran positivos al COVID-19, con la existencia de una comorbilidad cardiovascular. Por lo cual la prueba PCR no presenta variación a comparación de un paciente sin dicha comorbilidad. (Fernández, 2020)

Otro estudio realizado en este mismo país, en el municipio Puerto Padre entre marzo y mayo de 2020, caracterizó los casos positivos y sospechosos de COVID-19, a razón de su frecuencia y las comorbilidades presentadas por los casos, en donde primero se encontró la hipertensión arterial, seguido el tabaquismo, tercera asma bronquial, cuarta diabetes mellitus y quinto la obesidad. (García et al., 2020)

Los síntomas a consecuencia de sufrir COVID-19 pueden variar, el riesgo de presentar síntomas peligrosos puede aumentar en edades mayores y en personas que presenten enfermedades como afecciones cardíacas, sistema inmunológico débil, así como otras comorbilidades, por lo tanto, se observa una relación positiva entre las personas con comorbilidades la gravedad de la afectación a la hora de presentar COVID-19. (MFMER, 2021)

La prevalencia de comorbilidades en la infección por COVID-19 y las enfermedades subyacentes encontradas fueron, hipertensión (14%-22%), diabetes (6%-11%), enfermedades relacionadas al sistema cardiovascular (4%-7%), así como enfermedades relacionadas al sistema respiratorio (1%-3%), pueden generar en el paciente un caso grave a comparación de los que no presentan estas comorbilidades. El síntoma clínico más prevalente fue la fiebre (86%-97%), tos (59%-76%), fatiga (34%-68%) y disnea (21%-40%). (Yang et al., 2020)

Dada esta información es pertinente identificar de qué manera afectan las comorbilidades a los casos positivos por coronavirus y determinando los síntomas específicos para tomar medidas a tiempo que logren mitigar a tiempo las afectaciones a la salud por este virus. Un estudio realizado a partir del análisis de artículos relacionados con las comorbilidades y síntomas que pueden relacionar con casos positivos de COVID-19, presentó que la disnea es el único síntoma predictivo que puede asociarse con un caso grave de COVID-19, por otra parte, enfermedades como EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica), cardiovasculares y la hipertensión presentan un riesgo más alto para ser un caso grave de COVID-19 e ingresar a una UCI. (Jain & Yuan, 2020)

En México, se llevó a cabo un estudio que estimó los efectos que tienen las comorbilidades en pacientes positivos con COVID-19, determinando factores que tienen mayor posibilidad de ocurrencia asociado al riesgo de muerte, en donde, se puede afirmar que la probabilidad de ser hipertenso y fallecer por COVID-19 es 45% mayor la persona que no presenta esta comorbilidad. En este mismo estudio, la probabilidad de tener una enfermedad cardiovascular incrementa en 5 % la probabilidad de muerte, así como contar con un diagnóstico de obesidad incrementa este riesgo en 35%. (Coutiño & Martínez, 2020)

Así mismo, un estudio, analizando datos de 1590 pacientes hospitalizados por COVID-19 en china, se identificó que 2 o más comorbilidades se presentaban con mayor frecuencia en casos graves a comparación de los que no eran graves (40% versus 29,4%). Los pacientes con 2 o más comorbilidades tenían una media de edad de 66 años, equiparandolos con los que tenían 1 o ninguna comorbilidad que presentaban un promedio de edad de 58 años. La probabilidad de tener una dificultad respiratoria, náuseas o vómitos, inconsciencia era del 55%, 11% y 5% frente a los que tenían una comorbilidad con un 43% 9% y 1%, respectivamente. (Guan et al., 2020)

A través de un estudio de los casos graves, estos definidos como los que tuvieron ingreso a una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), ventilación mecánica, muerte o alta al hospicio, y los casos no graves. Los participantes fueron 556 pacientes con Covid-19 confirmado por laboratorio. Los síntomas más comunes incluyeron tos 82%, disnea 75% y fiebre / escalofríos 77%, y el 96% informó al menos uno de estos. El análisis de regresión logística multivariable encontró que el aumento de la edad, disnea, sexo masculino, el estado inmunodeprimido y la ERC, fueron predictores significativos de Covid-19 grave. (Ryan et al., 2020)

METODOLOGÍA

La presente investigación es un estudio descriptivo, de corte transversal con un enfoque cualitativo. Por medio de un modelo Logit utilizado cuando la variable dependiente es binaria o dummy, es decir que sólo puede tomar dos valores. (Padilla, 2020).

Datos.

Dado que se pretende encontrar en qué grado influyen las comorbilidades y los síntomas de los pacientes en el desarrollo del diagnóstico de Covid-19 en Colombia, se trabajó con datos de pacientes de Coomeva medicina prepagada y sus familiares. Son datos de 8667 personas distribuidas en 30 de los 32 departamentos del territorio nacional, tomados de personas que se realizaron la prueba PCR para detectar el COVID-19 entre abril y diciembre del año 2020. El programa usado para estimar el modelo estadístico y obtener los resultados es R.

La base de datos a usar cuenta con la siguiente información:

Resultado de la prueba: 0(Negativo), 1(Positivo). Estado de afectación: Critico, Fallecido, Grave, Leve, Moderado, Ninguno, Recuperado. Género: Femenino, Masculino. Rango etario: 0-9, 10-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, 80 Años y más. Región: Caribe, Centro Oriente, Eje Cafetero, Noroccidente, Nororient, Suroccidente. Comorbilidades: Si, No. Mayor a 59 años: Si, No. Diabetes: Si, No. Enfermedad Cardiovascular: Si, No. Enfermedad Respiratoria Crónica: Si, No. Cáncer: Si, No. Inmunodeficiencia: Si, No. Condición que Impida Aislamiento: Si, No. Síntomas: Si, No. Fiebre: Si, No. Tos: Si, No. Fatiga: Si, No. Dificultad al Respirar: Si, No. Dolor de Garganta: Si, No. Dolor de Cabeza: Si, No. Otro síntoma: Si, No.

Modelo Logit

$$P(y = 1/x) = \Lambda(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)$$

La variable independiente y es la probabilidad de éxito predicha. El β_0 indica la probabilidad de éxito predicha cuando cada una de las x es igual a cero. El coeficiente β_1 mide la variación de la probabilidad de éxito predicha cuando la variable x_1 aumenta en una unidad. (Padilla, 2020).

En principio se transforman todas las variables en factor para hacer posible su estimación con el modelo, se estima un modelo con Resultado de la prueba como variable independiente y todas las demás como variables dependientes. Dado que el modelo inicial contenía variables poco significativas a través del método paso a paso (stepwise) mixto, que emplea criterios matemáticos para decidir qué predictores contribuyen significativamente al modelo y en qué orden se introducen, se seleccionó el modelo final a utilizar. (Amat, 2021)

$$\begin{aligned} \text{ResultadoPrueba} = & \beta_0 + \beta_1 \text{Género} + \beta_2 \text{Rango etario} + \beta_3 \text{Enfermedad Respiratoria Cronica} \\ & + \beta_4 \text{Síntomas} + \beta_5 \text{Tos} + \beta_6 \text{Dificultad al Respirar} + \beta_7 \text{Dolor de Garganta} + \beta_8 \text{Dolor de Cabeza} \\ & + \beta_9 \text{Otro Síntoma}. \end{aligned}$$

RESULTADOS

Lo primero a analizar son los resultados obtenidos al realizar la regresión partiendo del modelo final que se seleccionó previamente.

	Estimado	Std. Error	z Value	Pr(> z)	α
Intercepto	-171.304	0.13190	-12.988	<2e-16	***
Género Masculino	0.25852	0.05015	5.155	2.54e-07	***
Rango etario 10-19	0.08702	0.16539	0.526	0.598780	
Rango etario 20-29	0.42302	0.14127	2.994	0.002749	**
Rango etario 30-39	0.50654	0.13925	3.638	0.000275	***
Rango etario 40-49	0.59628	0.14315	4.166	3.11e-05	***

Rango etario 50-59	0.44278	0.14230	3.112	0.001861	**
Rango etario 60-69	0.54009	0.14593	3.701	0.000215	***
Rango etario 70-79	0.28364	0.16036	1.769	0.076943	.
Rango etario 80 y más	0.06481	0.20594	0.315	0.752997	
Enf. Respiratoria crónica Si	-0.10155	0.11959	-0.849	0.395831	
Síntomas Si	0.47735	0.11661	4.093	4.25e-05	***
Tos Si	0.53624	0.10991	4.879	1.07e-06	***
Dificultad al Respirar Si	0.84702	0.22202	3.815	0.000136	***
Dolor de Garganta Si	-0.69196	0.12692	-5.452	4.98e-08	***
Dolor de Cabeza Si	-0.23268	0.11101	-2.096	0.036077	*
Otros Síntomas Si	0.23179	0.10934	2.120	0.034013	*

Tabla 1. Significancia de las variables.

Al considerar la significancia (α) teniendo que 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1. Y que a menor significancia mayor será la confianza ($\alpha-1$).

Lo primero que llama la atención al analizar los resultados es que ninguna de las comorbilidades es significativa, por lo cual el que una persona de positiva a la prueba PCR es indiferente a si cuenta con una condición preexistente. Esto es esperado ya que las comorbilidades tienen una influencia mayor en el estado de afectación que puede presentar una persona al sufrir de COVID-19 más no afecta en si la persona contraerá la enfermedad o no.

El rango etario resultó ser significativa por lo cual dependiendo la edad que tengan las personas cambian sus probabilidades de dar positivo en la prueba PCR para detección del COVID-19.

Igual que el rango etario los síntomas también son significativos, todos ellos, aunque en diferentes medidas, siendo los más significativos el dolor de garganta, la tos y la disnea o dificultad al respirar. Estos resultados siguen la misma línea que se ha evidenciado en las diferentes investigaciones realizadas previamente por autores diversos.

Null deviance: 9986.5 on 8666 degrees of freedom

Tabla 2. Null deviance del modelo.

(Null deviance / grados de libertad) debe estar cerca a uno para que no haya sub-dispersión o sobre dispersión. En este caso es de 1.152377 siendo aceptable para continuar con la observación e interpretación de los resultados.

En orden de realizar el análisis se obtiene la exponencial de los coeficientes que hará más acertada su interpretación.

	Exp. Coeficiente
Intercepto	0.1803170
Género Masculino	1.2950163
Rango etario 10-19	1.0909183
Rango etario 20-29	1.5265636
Rango etario 30-39	1.6595351
Rango etario 40-49	1.8153556
Rango etario 50-59	1.5570264
Rango etario 60-69	1.7161641
Rango etario 70-79	1.3279518
Rango etario 80 y más	1.0669540
Enf. Respiratoria Crónica Si	0.9034405
Síntomas Si	1.6117937
Tos Si	1.7095589
Dificultad al Respirar Si	2.3326965
Dolor de Garganta Si	0.5005921
Dolor de Cabeza Si	0.7924054
Otros síntomas Si	1.2608579

Tabla 3. Exponencial de los coeficientes de las variables.

Al momento de interpretar es pertinente el tener en cuenta que el parámetro que no aparece en la lista es el de referencia. Así mismo que $(1 - \text{exp. Coeficiente})$ dará la probabilidad de ser positivo en la prueba PCR.

	Probabilidad
Género Femenino	Referencia
Género Masculino	+ 29.5%

Tabla 4. Probabilidad de COVID-19 Positivo según género.

El riesgo de ser positivo para alguien del género masculino es un 29.5% mayor al de alguien de género femenino siendo las demás variables constantes.

	Probabilidad
Rango etario 0-9	Referencia
Rango etario 10-19	+ 9.09%
Rango etario 20-29	+ 52.6%
Rango etario 30-39	+ 65.9%
Rango etario 40-49	+ 81.5%
Rango etario 50-59	+ 55.7%
Rango etario 60-69	+ 71.6%
Rango etario 70-79	+ 32.7%
Rango etario 80 y más	+ 6.69%

Tabla 5. Probabilidad de COVID-19 Positivo según rango etario.

Se observa cómo los rangos etarios que más probabilidad tienen de ser positivos para COVID-19 son las personas entre 40 y 49 años esto teniendo como referencia los niños entre 0 y 9 años.

Para comparar cuán mayor es la probabilidad de dar positivo en la prueba PCR para las personas entre 40 y 49 a comparación del rango etario de 60 a 69 años se tiene que $((\text{Prob. Rango etario 40-49} + 1) / (\text{Prob. Rango etario 60-69} + 1))$ entonces $(1.8153556 / 1.7161641 = 1.057798)$ así $(1 - 1.057798 = 5.77\%)$.

La probabilidad de que una persona que tiene entre 40 y 49 años se positivo para COVID-19 es 5.77% mayor que a la de una persona entre 60 y 69 años siendo todas las demás variables constantes.

Los menores de edad, personas menores a los 19 años, y adultos mayores, personas mayores de 80 años, tienen menos probabilidades de dar positivo en la prueba PCR. Lo más probable es que al ser población vulnerable sean los que presentan los mayores cuidados para evitar su contagio. Los niños por ser foco de contagio dado a que previo a la pandemia solían interactuar con otros de manera muy cercana. Y los adultos mayores porque son los que tienen una mayor probabilidad de presentar complicaciones si llegan a contraer la enfermedad.

	Probabilidad
Síntomas No	Referencia
Síntomas Si	+ 61.2%

Tabla 6. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta síntomas.

Una persona que presente al menos un síntoma tiene un 62% más de probabilidades de dar positivo en a prueba PCR.

	Probabilidad
Tos No	Referencia
Tos Si	+ 70.9%

Tabla 7. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta tos.

La probabilidad de que una persona con tos de positivo para COVID-19 es 70.9% mayor que una que no presenta tos.

	Probabilidad
Dificultad al Respirar No	Referencia
Dificultad al Respirar Si	+ 133%

Tabla 8. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta dificultad al respirar.

Al analizar los resultados del síntoma dificultad al respirar es evidente cómo es el síntoma que al presentarse aumenta en mayor proporción la probabilidad de tener COVID-19, aumentando en más del doble la probabilidad. Este resultado va alineado con los esperados

dado que al realizar la revisión literaria uno de los síntomas mayormente presente al detectarse un caso positivo para COVID-19 es la disnea o dificultad para respirar.

	Probabilidad
Dolor de Garganta No	Referencia
Dolor de Garganta Si	- 50.1%

Tabla 9. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta dolor de garganta.

Se esperaba que las personas con dolor de cabeza tuvieran una probabilidad mayor de dar positivo en la prueba PCR a comparación de las personas que no presentaran dicho síntoma. Sin embargo, resultó ser lo opuesto dado que una persona que sienta dolor de garganta tiene un 50.1% menos de probabilidades de tener COVID-19.

Es explicable dado que en el tiempo en el que se ubican los datos, de abril a diciembre del 2020 en Colombia era obligatorio para las entidades de salud programar la prueba PCR para los pacientes que presentaran este síntoma. Así muchas personas que presentaron dolor de garganta por causas ajenas al COVID-19 se hicieron la prueba y dieron negativo.

	Probabilidad
Dolor de Cabeza No	Referencia
Dolor de Cabeza Si	- 20.7%

Tabla 10. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta dolor de cabeza.

El dolor de cabeza presenta el mismo caso que el dolor de garganta, aunque en menor proporción.

Las personas que presentaron dolor de cabeza tienen un 20.7% menos de probabilidades de dar positivo en la prueba PCR a comparación de las personas que no presentan este síntoma.

	Probabilidad
Otros Síntomas No	Referencia
Otros Síntomas Si	+ 26.1%

Tabla 11. Probabilidad de COVID-19 Positivo si presenta otros síntomas.

Una persona que presente síntomas diferentes a los que ya se han mencionado, como diarrea o vómito, tiene un 26% más de probabilidad de dar positivo para COVID-19 a comparación de una persona que no presente estos síntomas.

CONCLUSIONES

El género y la edad son factores significativos para determinar la probabilidad de tener COVID-19. Los hombres son más propensos a dar positivo. Los menores de edad y mayores de 80 años tienen una probabilidad menor de dar positivo en la prueba PCR, dado a que son población vulnerable con los cuales se extremaron los cuidados en medio de la emergencia sanitaria.

En cuanto a las comorbilidades se evidencia como para las personas que se realizan la prueba PCR las enfermedades previas que tienen no influyen en el resultado de ser positivo o no para COVID-19.

Los síntomas fueron todos significativos, resaltando el dolor de garganta y cabeza que al presentarse se tiene una menor probabilidad de dar positivo en la prueba para determinar si se tiene o no la enfermedad. Por otro lado, la dificultad para respirar es el síntoma que de presentarse aumenta en mayor medida la probabilidad de presentar COVID-19.

REFERENCIAS

Amat R. (2016). Introducción a la Regresión Lineal. Disponible en:

https://www.cienciadedatos.net/documentos/25_regresion_lineal_multiple

Coutiño B. & Martínez O. (2020). Comorbilidades en salud y sus efectos en personas conSAR-CoV-2 en México. Panorama económico. 16. 183-198. Instituto Politécnico Nacional. México. Disponible en:

<http://www.panoramaeconomico.mx/ojs/index.php/PE/article/view/15/10>

Fernández G. (2020). ¿Es la comorbilidad cardiovascular la causante de la elevación de la proteína C reactiva en pacientes positivos a la COVID-19?. Acta medica del centro. 14. 304-312. Cuba. Disponible en:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2020/mec203c.pdf>

García Y., Padilla A. & Blanco N. (2020). Caracterización de casos positivos y sospechosos de COVID-19 con comorbilidades. Revista Finlay. 10. 314-319. Cuba. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342020000300314&lng=es&tlng=es

Gobierno de Colombia. (2021). Un aislamiento saludable. Disponible en:

<https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/index.html>

Guan W., Liang W., Zhao Y., Liang H., Chen Z., Li Y., Liu X., Chen R., Tang C., Wang T., Ou C., Li L., Chen P., Sang L., Wang W., Li J., Li C., Ou L., Cheng B., Xiong S., Ni Z., Xiang J., Hu Y., Liu L., Shan H., Lei C., Peng Y., Wei L., Liu Y., Hu Y., Peng P., Wang J., Liu J., Chen Z., Li G., Zheng Z., Qiu S., Luo J, Ye C, Zhu S., Cheng L., Ye F., Li S., Zheng J., Zhang N., Zhong N. & He J. (2020). Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: a nationwide analysis. *European respiratory journal*. 55. 1-14. European Respiratory Society. Disponible en:

<https://erj.ersjournals.com/content/erj/55/5/2000547.full.pdf>

Instituto de Salud Carlos III. (2021). Pruebas de diagnóstico del coronavirus: ¿qué es la PCR?, ¿qué son los test rápidos? ¿en qué se diferencian?. Disponible en:

https://www.isciii.es/InformacionCiudadanos/DivulgacionCulturaCientifica/DivulgacionISCIII/Paginas/Divulgacion/COVID19_PCR_test.aspx

Jain V. & Yuan J. (2020). Predictive symptoms and comorbidities for severe COVID-19 and intensive care unit admission: a systematic review and metanalysis. *International Journal of Public Health*. 65. 533–546. Birkhauser Verlag Basel. Suiza. Disponible en:

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00038-020-01390-7.pdf>

Liu Y., Kuo R. & Shih S. (2020). COVID-19: The first documented coronavirus pandemic in history. *Biomedical Journal*. ISSN: 2319-4170. Vol: 43. Issue: 4. Page: 328-333.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2319417020300445>

Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2021). COVID-19: ¿quién está a un mayor riesgo para los síntomas de gravedad?. Disponible en:

<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/coronavirus/in-depth/coronavirus-who-is-at-risk/art-20483301>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Lineamientos para la detección y manejo de casos por los prestadores de servicios de salud, Frente a la introducción del SARS-CoV-2 (COVID-19) a Colombia. Disponible en:

<https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GIPS05.pdf>

National Cancer Institute. (2021). NCI's Dictionary of Cancer Terms. Disponible en:

<https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/symptom>

National Institutes of Health. (2021). Drug Topics. Disponible en:

<https://www.drugabuse.gov/drug-topics/comorbidity>

Vélez H., Borrero R., Restrepo J. & Rojas W. (1990). Fundamentos de Medicina. El paciente en estado Crítico. Corporación para investigaciones biológicas. Medellín Colombia.

Vila C., Gondar O., Fraga C., Rovira A., Gracia E., Cabanes C., Bertomeu F. & Gallisà J. (2020). Evaluación de la incidencia y perfil de riesgo de covid-19 según comorbilidad previa en adultos ≥ 50 años del área de tarragona. Revista Española de Salud Pública. 94. 2-15. España. Disponible en:

https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3594/Ortiz_Ivan_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y

World Health Organization. (2020). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. Disponible en:

[https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)

Yang J., Gou Y., Pu K., Chen Z., Guo Q., Ji R., Wang H., Wang Y. & Zhou Y. (2020). Prevalence of comorbidities in the novel Wuhan coronavirus (COVID-19) infection: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Infectious Diseases. 94. 91-95. Elsevier. Holanda. Disponible en:

<https://covid-19.conacyt.mx/jspui/bitstream/1000/593/1/100311.pdf>

Ryan C., Minc A., Caceres J., Balsalobre A., Dixit A., Ng B., Schmitzberger F., Syed-Abdul S. & Fung C. (2020). Predicting severe outcomes in Covid-19 related illness using only patient demographics, comorbidities, and symptoms. *The American Journal of Emergency Medicine*. Elsevier. Holanda. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7480533/?report=reader>

Padilla S. (2020). Modelos Logit y Probit. *Economipedia.com*. Disponible en:

<https://economipedia.com/definiciones/modelos-logit-y-probit.html>