

# Proyecciones de impacto de la pandemia COVID-19 en la población colombiana, según medidas de mitigación. Datos preliminares de modelos epidemiológicos para el periodo del 18 de marzo al 18 de abril de 2020

Impact of the COVID-19 pandemic on the Colombian population according to mitigation measures. Preliminary data from epidemiological models for the period March 18 to April 18, 2020

Valentina González-Jaramillo, Nathalia González-Jaramillo,  
Carlos Gómez-Restrepo, Carlos A. Palacio-Acosta,  
Arley Gómez-López y Oscar H. Franco

Recibido 19 marzo 2020 / Enviado para modificación 21 marzo 2020 / Aceptado 23 marzo 2020

## RESUMEN

**Objetivo** Este estudio tiene como primer objetivo: realizar predicciones del curso de la infección en el horizonte temporal desde marzo 18 a abril 18 del 2020, según diferentes medidas de aislamiento aplicadas. Las predicciones incluyen, población total contagiada, mortalidad y necesidad de recursos hospitalarios. Segundo objetivo: modelar la mortalidad y la necesidad de recursos hospitalarios, estratificando por edad el escenario de contagio del 70% de la población.

**Métodos** Para el primer objetivo, nos basamos en el número de casos confirmados en el país hasta marzo 18, 2020 ( $n=93$ ). Como suposiciones para el modelo, incluimos un índice de contagio  $R_0=2,5$  y el índice de casos reales por cada caso confirmado. Para la proporción de pacientes que necesitarían cuidados intensivos u otros cuidados intrahospitalarios, nos basamos en datos aportados por el Imperial College of London. Para el segundo objetivo usamos como tasa de mortalidad por edad, datos aportados por el Instituto Superiore di Sanità en Italia.

**Resultados** Basándonos en los 93 casos reportados al 18 de marzo, si no se aplicase ninguna medida de mitigación, para el 18 de abril el país tendría un total de 613 037 casos. Medidas de mitigación que reduzcan el  $R_0$  en un 10%, generan una reducción del 50% del número de casos. Sin embargo, a pesar de reducirse los casos a la mitad, todavía habría un déficit en el número de camas requeridas y sólo uno de cada dos pacientes tendría acceso a dicho recurso.

**Conclusión** En nuestro modelo encontramos que las medidas de mitigación que han sido implementadas hasta la fecha por el gobierno colombiano, se fundamentan en evidencia suficiente para pensar que es posible reducir significativamente el número de casos contagiados y con esto, el número de pacientes que requerirán manejo hospitalario.

**Palabras Clave:** Pandemia; Coronavirus; salud pública; epidemiología (*fuentes: DeCS, BIREME*).

## ABSTRACT

**Introduction** First case of COVID-19 in Colombia was diagnosed on March 6th. Two weeks later, cases have rapidly increased, leading the government to establish some mitigation measures.

**Objectives** The first objective is to estimate and model the number of cases, use of

VG: MD. M. Sc. Instituto de Medicina Social y Preventiva (ISPM), Universidad de Berna. Berna, Suiza. [valentina.gonzalez@ispm.unibe.ch](mailto:valentina.gonzalez@ispm.unibe.ch)  
NG: MD. M. Sc. Instituto de Medicina Social y Preventiva (ISPM), Universidad de Berna. Berna, Suiza. [nathalia.gonzalez@ispm.unibe.ch](mailto:nathalia.gonzalez@ispm.unibe.ch)  
CG: MD. Ph. D. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.  
[cgomez\\_restrepo@yahoo.com](mailto:cgomez_restrepo@yahoo.com)  
CP: MD. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. [cpalacio.palacio@gmail.com](mailto:cpalacio.palacio@gmail.com)  
AG: MD. Ph. D. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS), Bogotá, Colombia. [agomez@fucsulud.edu.co](mailto:agomez@fucsulud.edu.co)  
OF: MD. Ph. D. Instituto de Medicina Social y Preventiva (ISPM), Universidad de Berna. Berna, Suiza. [oscar.franco@ispm.unibe.ch](mailto:oscar.franco@ispm.unibe.ch)

hospital resources and mortality by using different  $R_0$  scenarios in a 1-month scenario (from March 18 to April 18, 2020), based on the different isolation measures applied. This work also aims to model, without establishing a time horizon, the same outcomes given the assumption that eventually 70% of the population will be infected.

**Materials and Methods** Data on the number of confirmed cases in the country as of March 18, 2020 ( $n=93$ ) were taken as the basis for the achievement of the first objective. An initial transmission rate of  $R_0=2.5$  and a factor of 27 for undetected infections per each confirmed case were taken as assumptions for the model. The proportion of patients who may need intensive care or other in-hospital care was based on data from the Imperial College of London. On the other hand, an age-specific mortality rate provided by the Instituto Superiore di Sanità in Italy was used for the second objective.

**Results** Based on the 93 cases reported as of March 18, if no mitigation measures were applied, by April 18, the country would have 613 037 cases. Mitigation measures that reduce  $R_0$  by 10% generate a 50% reduction in the number of cases. However, despite halving the number of cases, there would still be a shortfall in the number of beds required and only one in two patients would have access to this resource.

**Conclusion** This model found that the mitigation measures implemented to date by the Colombian government and analyzed in this article are based on sufficient evidence and will help to slow the spread of SARS-CoV-2 in Colombia. Although a time horizon of one month was used for this model, it is plausible to believe that, if the current measures are sustained, the mitigation effect will also be sustained over time.

**Key Words:** Pandemic; Coronavirus; public health; epidemiology (*source: MeSH, NLM*).

El SARS-COV-2 es un nuevo coronavirus agente causal de la pandemia de COVID-19. A la fecha del 18 de marzo de 2020, y desde sus primeros reportes en China en diciembre de 2019, el virus ha llegado a 176 países e infectado a más de 230000 personas, de las cuales han muerto más de 9 300. En Colombia se confirmó el primer caso el seis de marzo de 2020. Luego de 12 días, el número de casos identificados en el país asciende a 93. Según el reporte de las autoridades sanitarias, hasta ahora la mitad de los casos encontrados provenía de España. Por tratarse de un virus nuevo, la falta de vacunas y medicamentos eficaces comprobados mediante ensayos clínicos, hace que las medidas de aislamiento con fines de mitigación o supresión, sean relevantes a la hora de contener el avance de la pandemia.

Ambos enfoques, mitigación y supresión; basan su estrategia en el aislamiento social o cuarentena. El concepto de cuarentena fue establecido en el año 1377, durante la epidemia de la peste negra medieval insertar (1), y aunque en aquel tiempo fue establecido empíricamente en 40 días, actualmente se ajusta en función del período de incubación de la enfermedad que se pretende evitar. Para la epidemia COVID-19, se ha encontrado que la mediana de dicho período es de cinco días (2). Basada en esta cifra se considera adecuada, y por tanto se recomienda, una cuarentena de 14 días (3).

Según la cantidad de población aislada, se alcanzan diferentes grados de disminución en el índice  $R_0$ , que se refiere al número de personas que cada persona infectada contagia directamente. Así, Un  $R_0=3$  significa que cada persona infectada, contagiará a tres personas. Cada una de esas tres nuevas personas infectadas contagiará a otras tres personas y así sucesivamente si no se interrumpe la cadena

de transmisión. Para el caso específico del SARS-COV-2, la evidencia publicada hasta la fecha reporta un  $R_0$  de aproximadamente 2,5 (4,5). Dado el caso de que todas las personas infectadas con SARS-COV-2 circulen por un territorio sin restricciones de aislamiento, cada persona infectada, al cabo de un mes, habrá sido responsable del contagio directo de 2,5 personas y del contagio indirecto de 244.

Las medidas de mitigación tienen como fin disminuir la velocidad de la propagación de la infección mediante la reducción progresiva del  $R_0$ . Su objetivo final es reducir la demanda de atención de salud, al mismo tiempo que se protege de la infección a los que corren mayor riesgo de padecer complicaciones. Para esto, una combinación de estrategias ha mostrado ser efectiva: aislamiento de casos sospechosos y confirmados, cuarentena de aquellos que conviven en el mismo hogar de los casos sospechosos o confirmados, distanciamiento social de los adultos mayores de 70 años y de población de alto riesgo sin importar la edad, que para la pandemia de COVID-19, consiste en personas con comorbilidades cardiovasculares, diabetes o cáncer (6).

Las medidas de supresión, tienen como objetivo reducir el  $R_0$  por debajo de 1, para disminuir de manera progresiva el número de casos hasta que desaparezcan. Para lograr esto, es indispensable tomar medidas más estrictas, adicionales a las medidas tomadas en la estrategia de mitigación, como el cierre de escuelas y universidades y el distanciamiento social de toda la población. El mayor reto que conlleva esta estrategia es que requiere ser mantenida hasta que la pandemia haya desaparecido o se cuente con tratamiento efectivo o vacuna para la infección (7).

A simple vista, la supresión, que ha sido aplicada por países como Singapur, Corea del Sur y China, parece ser

la opción más idónea. Sin embargo, recurrir a este tipo de estrategia implica tener un sistema económico muy sólido, que pocos países poseen. Debido a esto, otros países como el Reino Unido y los Estados Unidos, han decidido llevar a cabo, por ahora, medidas mitigantes, enfocadas en reducir la velocidad del contagio, pero no el número total de casos contagiados hasta el fin de la epidemia. Muchos otros países de Europa han tomado medidas similares, aunque algunos de ellos han utilizado modelos mixtos en los que además de las típicas mitigantes, se ha realizado cierre de escuelas y universidades.

Hasta el 18 de marzo, el gobierno colombiano ha tomado diferentes medidas orientadas al aplanamiento de la curva de contagio, es decir, medidas orientadas a disminuir la velocidad de propagación, para tratar de lograr un balance entre la oferta y la demanda de uso hospitalario y evitar la sobrecarga del sistema.

En dicho contexto, el presente estudio tiene como objetivos: 1. Realizar predicciones del curso de la infección al cabo de un mes (marzo 18 a abril 18 del 2020), según diferentes medidas de aislamiento aplicadas. Las predicciones incluyen, población total contagiada, mortalidad y necesidad de recursos hospitalarios. 2. Modelar la mortalidad y la necesidad de recursos hospitalarios, estratificado por edad, el escenario en caso de contagio del 70% de la población.

## MÉTODOS

Para el primer objetivo, nos basamos en el número de casos confirmados en el país hasta marzo 18, 2020 ( $n=93$ ). Utilizamos un horizonte temporal de un mes. Como suposiciones para el modelo, incluimos un índice de contagio  $R_0=2,5$  (4,5) y consideramos que el total de infectados es el total de casos confirmados a la fecha del análisis, multiplicado por un factor de 27. El valor real de la relación de infectados diagnosticados/infectados no diagnosticados es desconocido y depende completamente de los criterios de selección que define cada país para realizar la prueba diagnóstica. Así, la relación será más baja en aquellos países donde los criterios se aplican a segmentos más amplios de la población y será más alta en aquellos países con criterios más estrictos de selección, o con sistemas de salud incapaces de realizar y procesar grandes volúmenes de muestras pruebas. Un modelo reciente realizado con datos de la pandemia en China, encontró que por cada caso confirmado de coronavirus hubo 12 casos no detectados (8). El mismo modelo reportó que previamente a la implementación de medidas de mitigación, la mayoría de las infecciones eran no documentadas y dichas infecciones fueron las responsables de la rápida expansión de

la epidemia, así como de una gran proporción de contagios. Según reportes del gobierno británico, obtenidos mediante búsqueda de literatura gris, por cada paciente diagnosticado, hay alrededor de 27 pacientes contagiados, no diagnosticados <https://bit.ly/2UhI7QC>. Debido a la rápida velocidad de crecimiento de las infecciones en Colombia, sumado al hecho de que en el país actualmente se utilizan criterios estrictos de selección y la capacidad instalada de laboratorios no permite hasta ahora procesar grandes volúmenes de muestras, decidimos usar como parámetro las estimaciones del Reino Unido. Por último, asumimos que aproximadamente el 20% de la población requerirá manejo intrahospitalario, y que, de éste, el 30% (6% del total de la población) requerirá unidad de cuidados intensivos (7).

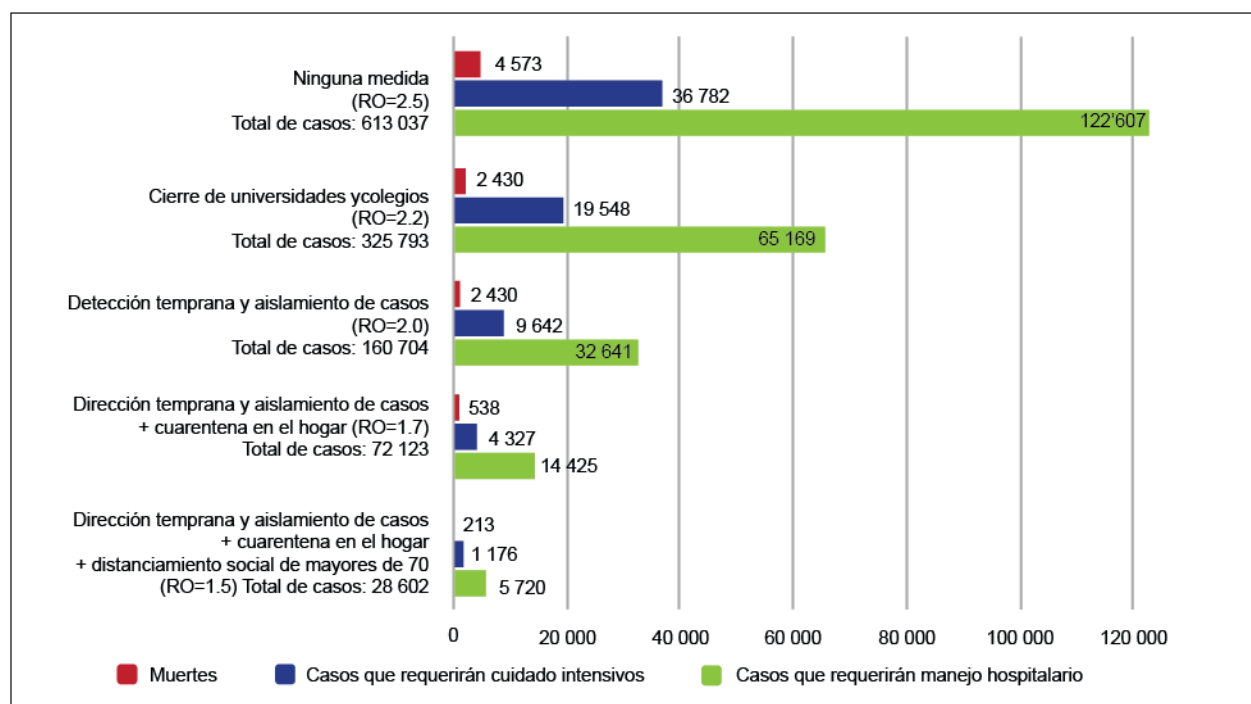
Para el segundo objetivo, no tuvimos en cuenta ningún horizonte temporal. Utilizamos las proyecciones al 2020 realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el 2018, para cuantificar la estructura población actual del país. Basados en estimaciones hechas tanto por los gobiernos alemán, y británico, así como por investigadores de la Universidad de Harvard, se calcula que eventualmente, el 70% de la población se contagiara del SARS-COV-2. En este escenario, estimamos la cantidad de pacientes que llegarían a estar contagiados en Colombia en un periodo de 18 meses. Adicionalmente, estimamos la cantidad de pacientes que necesitarían cuidados intensivos u otros manejos intrahospitalarios, según los mismos parámetros utilizados en el primer objetivo para calcular necesidad de recursos hospitalarios.

Debido a que la edad es un factor de riesgo muy importante en esta pandemia, consideramos fundamental presentar los datos disgregados por grupos etarios, por lo cual nos basamos en las proporciones calculadas por el Imperial College de Londres (7). Finalmente, para calcular la tasa de mortalidad en cada grupo etario, tuvimos en cuenta las proporciones calculadas por el Instituto Superiore di Sanità en Italia (9).

## RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo, dados los casos actualmente diagnosticados en Colombia (93 casos a marzo 18), en el peor de los escenarios posibles, si no se aplica ninguna medida de aislamiento, para el 18 de abril el país tendría un total de 613 037 casos. Teniendo en cuenta que un 20% de los casos requerirán algún tipo de atención intrahospitalaria y un 6% requerirán ser tratados en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), en este escenario catastrófico de más de medio millón de casos, la cantidad de camas hospitalarias y de UCI re-

**Figura 1.** Tasas de mortalidad y uso de recursos hospitalarios causados por la pandemia del Covid-19 a abril 18 de 2020, de acuerdo con las medidas tomadas en Colombia en marzo 18 de 2020



queridas serán 122 607 y 36 782 respectivamente. Ya que el país cuenta actualmente con aproximadamente 5 600 camas de UCI (y aproximadamente otras 5 000 de cuidado intermedia), el déficit de camas (31 182) podría dejar sin atención oportuna y eficaz a seis de cada siete pacientes. Este escenario es desesperanzador en un país donde el número de casos reportados aumenta día a día desde el primero reportado el 6 de marzo. Sin embargo, es altamente esperanzador saber que las medidas que logran reducir la tasa de contagio ( $R_0$ ), disminuyen drásticamente el número de pacientes contagiados y, por lo tanto, el número de pacientes que requerirán cuidados intensivos (Figura 1).

Con respecto al segundo objetivo, la población colombiana estimada para presente año es de 50 372 424. En el eventual caso de un contagio del 70% de la población, alrededor de 35 millones de habitantes en el país llegaría a estar contagiado. De ellos, la gran mayoría (80%) sería asintomático o cursaría con síntomas leves, el 20% con síntomas moderados o severos que requerirían manejo intrahospitalario y el 30% de estos últimos, es decir, el 6% del total de infectados, requeriría cuidados intensivos. Por otro lado, la estratificación por edad muestra que la población con mayor riesgo es aquella mayor de 60 años y que el riesgo aumenta considerablemente con el incremento en la edad, llevando a más de 450 000 personas a

requerir cuidados intensivos, de los cuales más del 80% serán pacientes mayores de 60 años (Tabla 1).

## DISCUSIÓN

En nuestro modelo encontramos que las medidas de mitigación analizadas que han sido implementadas hasta la fecha por el gobierno colombiano, se fundamentan en evidencia suficiente para pensar que es posible reducir significativamente el número de casos contagiados y con esto, el número de pacientes que requerirán manejo hospitalario. A pesar de que el horizonte temporal para el modelo de reducción del contagio fue de un mes, es plausible considerar que, de sostenerse las medidas, también podrá sostenerse el efecto de las intervenciones de mitigación en la población.

Como limitación en este estudio, consideramos que el hecho de no contar con datos publicados respecto a las tasas actuales de ocupación hospitalaria en Colombia, impide hacer un estimado preciso del déficit esperado de camas hospitalarias durante la pandemia. Es necesario tener en cuenta, al calcular los recursos requeridos, que además de los eventuales casos de COVID-19, el número de pacientes con infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular, con infecciones severas y complicaciones postquirúrgicas continuará como hasta ahora y necesitará

**Tabla 1.** Escenario de 70% de la población contagiada

Grupo etario	Población total	Número de personas contagiadas	Número de casos que requieren manejo hospitalario	Número de casos que requieren cuidados intensivos	Número de muertes
0-9	7 253 629	5 077 540	5 078	254	102
10-19	8 563 312	5 994 318	17 983	899	360
20-29	8 845 398	6 191 778	74 301	3 715	1 858
30-39	7 455 119	5 218 583	166 995	8 350	10 437
40-49	6 246 181	4 372 326	214 243	13 497	8 745
50-59	5 540 967	3 878 677	395 625	48 266	31 029
60-69	3 626 815	2 538 770	421 436	115 473	68 547
70-79	1 984 674	1 389 271	337 593	145 840	150 041
80 y más	856 331	599 432	163 645	116 024	104 901
Total	50 372 424	35 260 697	1 796 899	452 319	376 019

los mismos, o mayores recursos que se han venido destinando de manera ordinaria. Si la mayoría de las camas disponibles en las diferentes unidades de cuidados intensivos del país se encuentran ocupadas desde este momento, aún las medidas de mitigación que han mostrado efectividad en otros países pueden ser insuficientes en el nuestro. Por lo tanto, si bien las medidas tomadas hoy en día son fundamentadas y necesarias, es fundamental continuar reevaluando a corto plazo el patrón de la infección y el balance entre la oferta y la demanda de recursos hospitalarios para continuar tomando decisiones acertadas y efectivas. Así mismo, es conveniente planear estrategias que disminuyan la atención en centros hospitalarios de personas con menor gravedad, como telemedicina, atención domiciliaria, flexibilizar los requisitos para formular y proveer medicamentos, construir servicios provisionales y tener rutas de atención y guías de manejo uniformes para el país, junto con una estrategia de control unificada y estricta en todo el ámbito nacional.

En los próximos días, o semanas, contaremos con suficientes datos de nuestro país que permitan analizar las tendencias de manera más precisa y que aporten a la toma de decisiones basadas en la evidencia nacional. Sin embargo, debido al conocimiento incompleto del virus y al comportamiento variable de sus efectos en los diferentes países, recomendamos la elaboración y adaptación continua de modelos epidemiológicos de predicción, ajustados según la información actualizada a medida que esta se produce y acumula.

Finalmente, queremos hacer un llamado para que todo aquel que deba cumplir con el aislamiento social, lo haga. Como ya se mencionó, dadas las condiciones económicas del país, es poco probable que se lleven a cabo medidas de supresión. Por lo tanto, además de las medidas mitigantes ya tomadas por el gobierno, como el cierre de instituciones educativas públicas y el aislamiento social de mayores de 70 años, todo aquel, que esté en capacidad de realizar aislamiento social y/o cuarentena, debe hacerlo. Si bien los jóvenes y adultos sanos no presentan comúnmen-

te síntomas severos ni tienen riesgo alto de mortalidad, durante los cinco días que tardan en presentar los primeros síntomas, si continúan llevando a cabo actividades y contacto social innecesario, habrán sido responsables del contagio indirecto de 244 pacientes en un mes, de los cuales, 14 (6%) necesitarán cuidados intensivos y no contarán con una cama disponible, llevando a un desenlace fatal. En este contexto, consideramos que cada persona aislada es susceptible de salvar muchas vidas.

Por lo tanto, recalamos que la evidencia ha mostrado que la cuarentena, el aislamiento social y el aislamiento de los pacientes con contagio, pueden contener la pandemia (5). Hacemos entonces un llamado a actuar con empatía, con solidaridad y con responsabilidad social. Las políticas de salud serán efectivas en la medida en que todos los actores del sistema estemos comprometidos con el cumplimiento de las recomendaciones ♣

## REFERENCIAS

1. Gensini GF, Yacoub MH, Conti AA. The concept of quarantine in history: from plague to SARS. *The Journal of infection*. 2004;49(4):257-61.
2. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Annals of Internal Medicine*. 2020.
3. Jernigan DB. Update: Public Health Response to the Coronavirus Disease 2019 Outbreak - United States, February 24, 2020. *MMWR Morbidity and mortality weekly report*. 2020;69(8):216-9.
4. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019. [Internet] (COVID-19) [19.03.2020]. Available from: <https://bit.ly/2WMOVaN>.
5. Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *Lancet* (London, England). 2020.
6. Madhav N, Oppenheim B, Gallivan M, et al. Pandemics: Risks, Impacts, and Mitigation. In: Jamison DT, Gelband H, Horton S, et al., editors. *Disease Control Priorities: Improving Health and Reducing Poverty*. 3rd edition. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2017 Nov 27. Chapter 17. [Available from: <https://bit.ly/2UulpT8>].
7. Neil M Ferguson DL, Gemma Nedjati-Gilani, Natsuko Imai, Kylie Ainslie, Marc Baguelin, Sangeeta Bhatia AB, Zulma Cucunubá, Gina Cuomo-Dannenburg, Amy Dighe, Ilaria, Dorigatti HF, Katy Gaythorpe, Will Green, Arran Hamlet, Wes Hinsley, Lucy C Okell, Sabine van, Elisland HT, Robert Verity, Erik Volz, Haowei Wang, Yuanrong Wang, Patrick GT

- Walker,, Caroline Walters PW, Charles Whittaker, Christl A Donnelly, Steven Riley, Azra C Ghani. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand. 2020.
8. Li R, Pei S, Chen B, Song Y, Zhang T, Yang W, et al. Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2). Science. 2020.
9. Dowd JB, Rotondi V, Adriano L, Brazel DM, Block P, Ding X, et al. Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of COVID-19. medRxiv. 2020: 2020.03.15.20036293.