



Influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-CoV-2

Influence of ABO blood groups on susceptibility to SARS-CoV-2 infection

Eduardo Adiel Landrove-Escalona¹ , Rodolfo Antonio Cruz-Rodríguez² , Daniel Ricardo Cortada-Pavón¹ 

Citación:
Landrove Escalona EA, Cruz Rodríguez RA, Cortada Pavón DR. Influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-CoV-2. RevDOSdic [Internet]. 2024 [citado: fecha de acceso];7(2): e296 [aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/296>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Facultad de Ciencias Médicas Dr. Zoilo Enrique Marinello Vidaurreta. Las Tunas. Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Facultad de Ciencias Médicas Dr. Raúl Dorticós Torrado. Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

Introducción: la infección por SARS-CoV-2 está asociada a varios factores de riesgo que se clasifican en no modificables y modificables; dentro de los no modificables varios autores han planteado a los grupos sanguíneos ABO como un elemento a tener en cuenta. **Objetivo:** describir la influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-CoV-2. **Material y Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica en el periodo de abril a mayo de 2021. Se utilizaron los recursos disponibles en MEDLINE, SciELO, PubMed, Elsevier. De 51 bibliografías encontradas mediante los descriptores en ciencias de la salud, se consultaron 25 referencias bibliográficas que cumplieron los criterios de selección. Se empleó el método analítico sintético. **Desarrollo:** después de los primeros informes en la literatura, se ha investigado la asociación entre el grupo sanguíneo ABO y la infección por SARS-CoV-2 con resultados variables debido a que los informes plantean diversos estudios realizados a poblaciones de diferentes países incluyendo pacientes con enfermedades de base; así como mecanismos que postulan esta asociación. **Conclusiones:** los estudios presentados indican que los grupos sanguíneos ABO influyen en el riesgo de infección por SARS-CoV-2 y varias investigaciones además permiten determinar un efecto de los fenotipos ABO en la gravedad de la enfermedad. El grupo sanguíneo O se destaca como factor protector en comparación con los grupos sanguíneos no O.

ABSTRACT

Introduction: SARS-CoV-2 infection is associated with several risk factors that are classified as non-modifiable and modifiable; Within the non-modifiable ones, several authors have proposed ABO blood groups as an element to take into account. **Objective:** to describe the influence of ABO blood groups on susceptibility to SARS-CoV-2 infection. **Material and Methods:** a bibliographic review was carried out in the period from April to May 2021. The resources available in MEDLINE, SciELO, PubMed, Elsevier were used. Of 51 bibliographies found using the descriptors in health sciences, 25 bibliographic references were consulted that met the selection criteria. The synthetic analytical method was used. **Development:** after the first reports in the literature, the association between ABO blood group and SARS-CoV-2 infection has been investigated with variable results due to the fact that the reports suggest various studies carried out on populations from different countries including patients with underlying diseases; as well as mechanisms that postulate this association. **Conclusions:** studies indicate that ABO blood groups influence the risk of SARS-CoV-2 infection and several investigations also allow determining an effect of ABO phenotypes on the severity of the disease. Blood group O stands out as a protective factor compared to non-O blood groups.



Correspondencia a:

Eduardo Adiel Landrove-Escalona
eduarditolandrove2001@gmail.com

Revisado por:

Rolando Javier 
Álvarez Pérez
Universidad de Ciencias Médicas de Granma

Eduardo 
Chibas Muñoz
Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo

Editora correctora:

Lic. Annia Yanet 
Vázquez Ponce
Universidad de Ciencias Médicas de Granma

Palabras clave:

COVID-19; Infecciones por Coronavirus; Antígenos de Grupos Sanguíneos; Riesgo; SARS-CoV-2; Susceptibilidad a Enfermedades.

Key words:

COVID-19; Coronavirus Infections; Blood Group Antigens; Risk; SARS-CoV-2; Susceptibility to Diseases.

Recepción: 2021/03/10

Aceptación: 2022/11/30

Publicación: 2024/05/09



INTRODUCCIÓN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) como enfermedad potencialmente mortal, es causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2), considerando un problema de salud pública mundial. El actual brote de esta enfermedad fue notificado por vez primera en Wuhan, China, el 31 de diciembre del 2019. El SARS-CoV-2 pertenece al subgénero Sarbeco virus, es un β -coronavirus altamente homólogo al SARS-CoV y utiliza la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) durante la transmisión. La COVID-19 se ha convertido en una preocupación mundial porque se propaga fácil y rápidamente mediante las gotas expulsadas por un infectado al toser, estornudar o hablar; el autotransporte y el contacto con objetos contaminados ⁽¹⁾.

La implementación de medidas adecuadas de prevención y control, incluido el diagnóstico rápido de la COVID-19, el rastreo de contactos, la cuarentena inmediata; las medidas de bioseguridad y el descubrimiento de vacunas, medicamentos y terapias eficaces, podrían prevenir por completo las devastadoras consecuencias de esta pandemia.

Los investigadores han analizado ampliamente las características, la presentación clínica y los factores de riesgo de las personas con infección por SARS-CoV-2. Existen dos tipos de factores de riesgo: factores de riesgo no modificables y factores de riesgo modificables. Todavía se explora un panel concluyente de factores de riesgo para la susceptibilidad a la infección por SARS-CoV-2 y el pronóstico; sin embargo, se han propuesto varios factores de riesgo en los que se incluye los grupos sanguíneos ABO ⁽¹⁾.

En el mundo hasta el 13 de abril de 2021, se reportaron 136 115 434 de casos acumulados confirmados con COVID-19 y un total de 2 936 916 defunciones⁽²⁾. Particularmente en Cuba, hasta el 3 de mayo de 2021, se notificaron 110 mil 644 pacientes diagnosticados con la enfermedad y 686 fallecidos ⁽³⁾.

El sistema de grupos sanguíneos ABO fue el primer grupo sanguíneo humano descubierto en 1901; constituyen un rasgo hereditario no modificable. Consisten en mitades complejas de carbohidratos en la superficie extracelular de los determinantes de la sangre mediante la adición de una unidad extra de sacáridos ⁽⁴⁾.

Los individuos pueden ser A, B, AB u O en dependencia de los antígenos presentes o ausentes en las superficies de los eritrocitos. Los tipos sanguíneos también se pueden caracterizar como positivos o negativos, esto depende de la presencia de la proteína del factor Rhesus (Rh) ⁽⁴⁾.

Además de sus antígenos, el sistema ABO también se caracteriza por la presencia de anticuerpos contra los antígenos A y B. Por lo tanto, los individuos del grupo sanguíneo O poseen anticuerpos anti-A y anti-B, los individuos del grupo sanguíneo A poseen anticuerpos anti-B y los individuos del grupo sanguíneo B tienen anticuerpos anti-A. Solo los individuos del grupo sanguíneo AB carecen de anticuerpos anti-A y anti-B⁽⁴⁾.

Las frecuencias de los grupos sanguíneos ABO varían entre las poblaciones humanas. Esto sugiere que la migración y la ventaja selectiva de determinados grupos sanguíneos, tal vez en relación con la exposición a patógenos específicos, podrían haber contribuido a estas variaciones. El grupo O es el más común globalmente, seguido por A, luego B y luego AB ⁽⁵⁾.

Varios estudios documentan una estrecha relación entre los grupos sanguíneos ABO y una amplia gama de enfermedades, incluidos cánceres y trastornos cardiovasculares ⁽⁶⁾.

Esta asociación es particularmente relevante, por la profunda influencia de los antígenos ABO en la homeostasia, particularmente en la modulación de los niveles circulantes del factor von Willebrand (FVW) y del factor VIII (FVIII). Numerosos estudios han encontrado previamente asociaciones entre los tipos sanguíneos ABO y las infecciones respiratorias virales como la gripe A (H1N 1) y el síndrome respiratorio agudo (SARS) ⁽⁶⁾.

Desde el primer brote de COVID-19 en Wuhan, China, los investigadores han analizado ampliamente las características, la presentación clínica y los factores de riesgo de las personas con infección por SARS-CoV-2, por lo que recientemente se ha renovado un significativo interés entre la asociación de los grupos sanguíneos ABO y la infección por SARS-CoV-2, principal motivación del presente artículo de revisión por lo cual se plantea como objetivo describir la influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-

CoV-2.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica en el mes de abril de 2021. La evaluación incluyó artículos de revistas internacionales. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos MEDLINE, SciELO, PubMed, Elsevier.

La consulta se realizó bajo los términos (según los Descriptores de Ciencias de la Salud, DeCS) de "Antígenos de grupos sanguíneos", "Infecciones", "Riesgo", "SARS-CoV-2" y "Susceptibilidad a enfermedades" para idioma español y para idioma inglés se emplearon "Blood group antigens", "Disease susceptibility", "Infections", "Risk" y "SARS-CoV-2".

Se utilizaron dos estrategias de búsqueda, una para español: (Antígenos de Grupos Sanguíneos) AND (SARS-CoV-2) AND (Infecciones) AND [(Riesgo) OR (Susceptibilidad a Enfermedades)]; y otra para inglés: (Blood group antigens) AND (SARS-CoV-2) AND (Infections) AND [(Risk) OR (Disease susceptibility)]. Una vez realizada la búsqueda, se encontraron 51 artículos de revistas internacionales.

Para su utilización, las publicaciones encontradas se sometieron a los criterios de inclusión de la revisión (pertinencia con la temática del estudio, que describieran la influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-CoV-2). Se cumplió con la característica de ser novedosos, publicados entre 2019-2021 y ser artículos de revisión, originales, presentaciones de casos, tesis. Se excluyeron aquellos publicados previos al año 2017, que no abordaran la influencia de los grupos sanguíneos ABO en la susceptibilidad ante la infección por SARS-CoV-2, así como cartas al editor y editoriales. Se utilizaron en total de 25 referencias bibliográficas para la confección del informe final.

DESARROLLO

En la opinión de Goel R, et al. existen varios mecanismos propuestos por diversos autores sobre la asociación entre el grupo sanguíneo ABO y la infección por SARS-CoV-2⁽⁸⁾; afirman que los anticuerpos anti-A y anti-B sirven como anticuerpos neutralizantes virales al unirse a los antígenos A y B expresados en la envoltura viral,

evita así la infección de las células diana, por lo que este mecanismo sería relevante para la gravedad de la enfermedad.

De acuerdo con Guillon et al. un anticuerpo anti-A monoclonal o un anti-A plasmático natural, inhibe específicamente la adhesión dependiente de proteína (S) de espiga (S) del SARS-CoV/ACE2 a líneas celulares que expresan ACE2⁽⁷⁾. Por lo tanto, el polimorfismo ABO podría haber contribuido a influir sustancialmente en la susceptibilidad al SARS-CoV, afectando tanto al número de individuos infectados como a la cinética de la epidemia de SARS-CoV.

También se plantea la hipótesis de que los anticuerpos anti-A y anti-B podrían interferir con las interacciones virus-células. En un análisis secundario de datos de aproximadamente 1900 pacientes con COVID-19, los sujetos con anti-A circulante estuvieron significativamente menos representados en el grupo de la enfermedad en comparación con aquellos que carecen de anti-A. Además, anti-A en los individuos del grupo O fue más protector que anti-A en los individuos del grupo B^(9, 10); esto puede relacionarse con el aumento de la presencia de IgG anti-A, B en el plasma del grupo O.

Según Sardu et al. los pacientes hipertensos italianos que no poseen el grupo sanguíneo O con COVID-19 tenían valores más altos de índices de protrombina, lesiones cardíacas y tasas de muerte, de acuerdo con los efectos conocidos de los grupos sanguíneos ABO sobre la trombosis y las enfermedades cardiovasculares⁽¹¹⁾.

Un análisis clínico muy cuidadoso de Hoiland et al de pacientes canadienses críticamente enfermos, reveló que los pacientes de los grupos sanguíneos A y AB presentaron un mayor riesgo de requerir ventilación mecánica, terapia de reemplazo renal continua e ingreso prolongado a unidades de cuidados intensivos, que los pacientes de los grupos sanguíneos O y B⁽¹²⁾.

El efecto del tipo ABO en la gravedad de la enfermedad por COVID-19 también justifica un análisis. Como tal, en un estudio, los pacientes del grupo A tuvieron un mayor riesgo de hospitalización por infección por SARS-CoV-2, mientras que los pacientes del grupo O tuvieron un menor riesgo⁽¹²⁾. Sin embargo, los pacientes del grupo A tenían más factores de riesgo comórbidos de enfermedad grave, que no se ajustaron para el uso de un análisis variado.



Se compararon las frecuencias de los grupos sanguíneos ABO entre los casos con enfermedad grave o muerte y todos los demás casos, se define la enfermedad grave como requisito de ingreso en la unidad de cuidados intensivos. El grupo sanguíneo O también se encontró asociado con menor gravedad, mientras que los grupos sanguíneos B y AB se asociaron con mayor gravedad ⁽¹²⁾.

En el estudio de Muñoz-Díaz E et al, se analizaron los pacientes hospitalizados que requirieron transfusión de sangre; se comprobó que el grupo sanguíneo A y los grupos sanguíneos no-O se asociaron con un mayor riesgo de muerte ⁽¹³⁾.

En un estudio de Kibler M et al ⁽¹⁴⁾ se analizaron pacientes que se habían sometido a un reemplazo de válvula aórtica transcatheter, la investigación mostró que tener el grupo sanguíneo A era el único predictor independiente de COVID-19, pero también predijo la gravedad de la enfermedad y la muerte en este grupo de pacientes de alto riesgo.

Por tanto, la asociación del grupo sanguíneo O, con menor gravedad de la enfermedad, o inversamente la consecuencia dañina de tener grupos sanguíneos A o no O, también aparece ahora bien establecida por estos estudios convergentes, de acuerdo con los efectos previamente conocidos de los grupos sanguíneos ABO sobre la trombosis y la función vascular.

Los estudios de Delanghe JR et al y Hodzic A et al, compararon las frecuencias de los grupos sanguíneos ABO con la prevalencia de COVID-19 entre países. El primero observó una asociación entre la frecuencia del grupo sanguíneo A y la prevalencia de la enfermedad, mientras que el otro observó una relación inversa entre la frecuencia del grupo sanguíneo B (incluyendo B + AB) y la prevalencia de la enfermedad ^(15, 16).

En el estudio de Francia, estos casos representaron el 3 % de las donaciones de sangre y presentaron un déficit importante del grupo sanguíneo O en comparación con los restantes donantes de sangre que no tenían anticuerpos neutralizantes del SARS-CoV-2⁽¹⁷⁾.

Datos más fiables, recientemente, fueron proporcionados por O'Driscoll et al, utilizaron análisis de seroprevalencia de 45 países o regiones. Al manipular estos valores

publicados de la mediana de las proporciones de individuos seropositivos al SARS-CoV-2 a partir de septiembre de 2020, se encontraron 41 países con frecuencias ABO nacionales publicadas confiables. Se puede detectar una fuerte relación positiva entre las tasas de infección y los coeficientes de variación ABO ⁽¹⁸⁾.

En los países de América Central y del Sur, donde el grupo sanguíneo O es altamente prevalente, se muestran las tasas de ataque más altas de SARS-CoV-2, según lo previsto por la hipótesis de protección de anticuerpos anti-ABO, limitada a eventos de transmisión incompatibles con ABO ⁽¹⁹⁾. Sin embargo, estas observaciones sugieren que la distribución de los grupos sanguíneos ABO afecta fuertemente el desarrollo de la pandemia de COVID-19 según el nivel de poblaciones.

En los Estados Unidos, el impacto de la COVID-19 es extremadamente alto entre los indios americanos no hispanicos y los nativos de Alaska, con tasas de ataque 3,5 veces más altas que en la población blanca. También es alta entre los hispanos (3 veces mayor en comparación con los blancos), seguida de los afroamericanos (2,3 veces mayor en comparación con los blancos) en paralelo con las frecuencias del grupo sanguíneo O en estos subgrupos ^(20, 21).

Del mismo modo, un estudio del Reino Unido destinado a relacionar los fenotipos ABO con el riesgo de COVID-19 en madres embarazadas, informó de los resultados de análisis separados de mujeres blancas y BAME (Negras, Asiáticas, de Minorías étnicas), estas últimas se representan entre los casos positivos de COVID-19⁽²¹⁾.

Los coeficientes de variación ABO fueron muy diferentes entre los dos subgrupos, 60 % y 28 % para los grupos de mujeres blancas y BAME, respectivamente. De acuerdo con la hipótesis antiABO, en el grupo de COVID-19 blanco, el grupo sanguíneo O disminuyó ligeramente en comparación con el grupo de COVID-19 blanco (37 % vs. 43 %), pero en la cohorte BAME, el efecto fue mucho más pronunciado (25 % vs. 40 %)⁽²²⁾.

Por lo tanto, es adecuado plantear la hipótesis de que el impacto desproporcionadamente alto de la COVID-19 en los subgrupos desfavorecidos, así como en algunos países, podría explicarse por un efecto sinérgico entre la distribución del grupo sanguíneo ABO y los factores socioeconómicos.

Latz CA et al señalan una mayor tasa de infección en los pacientes del grupo AB y una menor tasa en los pacientes del grupo O. Por el contrario, un estudio adicional no encontró ninguna correlación entre el estado del grupo A y la COVID-19⁽²³⁾; sin embargo, los individuos del grupo O tenían un riesgo más bajo de COVID-19 y los individuos del grupo B y AB tenían un riesgo más alto.

Una posible razón para estos resultados variables es que muchos de estos estudios no tuvieron en cuenta varios factores de confusión (por ejemplo, la edad), incluidas las comorbilidades.

En un estudio observacional prospectivo con pacientes críticamente enfermos con COVID-19 en Canadá, se utilizó un ajuste multivariable de varios factores de riesgo, los pacientes con grupo sanguíneo A o AB tenían un mayor riesgo de requerir ventilación mecánica, terapia de reemplazo renal continuo e ingreso prolongado en la unidad de cuidados intensivos, en comparación con los pacientes del grupo O o B⁽²⁴⁾.

Otro análisis retrospectivo reciente de cohortes que incluyó casi medio millón de individuos daneses evaluados para el SARS-CoV-2, también mostró una prevalencia reducida de infección por SARS-CoV-2 en individuos del grupo sanguíneo O⁽²⁵⁾. Este estudio identificó el grupo sanguíneo ABO como un factor de riesgo para la infección por SARS-CoV-2, pero no para la hospitalización o la muerte por COVID-19.

Los individuos del grupo sanguíneo O son susceptibles a la transmisión de otros individuos del grupo sanguíneo O. Si el brote se hubiera detenido antes, entonces los miembros del grupo sanguíneo O podrían haber demostrado estar menos representados entre los infectados, que entre los miembros no infectados.

El papel del grupo sanguíneo ABO en la infectividad del SARS-CoV-2 y la gravedad de la enfermedad por COVID-19 requiere un estudio adicional; sin embargo, la acumulación de pruebas sugiere que, a niveles bioquímicos y fisiológicos, puede haber una contribución del grupo sanguíneo ABO a la biología de la enfermedad. También se debe reconocer que los factores del huésped ya identificados como contribuyentes a la gravedad de la COVID-19, desempeñan un papel dominante, junto con el acceso oportuno a la atención médica adecuada. Por el contrario, el papel del tipo ABO es probablemente

secundario y no modificable.

CONCLUSIONES

Los estudios presentados indican que los grupos sanguíneos ABO influyen en el riesgo de infección por SARS-CoV-2 y varios estudios además permiten determinar un efecto de los fenotipos ABO en la gravedad de la enfermedad. El grupo sanguíneo O se destaca como factor protector en comparación con los tipos no O. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el grupo sanguíneo AB es siempre el menos representado.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

EAL: conceptualizó la investigación, curó los datos y analizó formalmente y los analizó formalmente.

ARCR: curó los datos, se encargó de la redacción borrador-original.

DRCP: tuvo la responsabilidad del análisis formal de datos y se encargó de la redacción revisión-edición.

EAL: se encargó de la redacción revisión-edición y curó los datos.

ARCR: se responsabilizó de la redacción borrador-original.

EAL: supervisó la investigación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.Habas K, Nganwuchu C, Shahzad F, Gopalan R, Haque M, Rahman. Resolution of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Expert Rev Anti Infect Ther* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];18(12):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14787210.2020.1797487?scroll=top&needAccess=true&role=tab>
- 2.Cuba. Ministerio de Salud Publica (MINSAP) [Internet]. La Habana: MINSAP; 2021 [citado 16 Ene 2024]. Redacción MINSAP. Parte de cierre del día 3 de mayo de las 12 de la noche. Disponible en: <https://salud.msp.gob.cu/parte-de-cierre-del-dia-3-de-mayo-a-las-12-de-la-noche-2/>
- 3.Organización Panamericana de la Salud (OPS). [Internet]. Washington, D.C, USA]: OPS-Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud; 2021 [citado 15 Feb 2023]. OPS/OMS. Actualización Epidemiológica: enfermedad por coronavirus (COVID-19) - 2 de diciembre de 2021. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55322/EpiUpdate2Dec2021_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- 4.Bertsch T, Lüdecke J, Antl W, Nausch LWM. Karl Landsteiner: The Discovery of the ABO Blood Group System and its Value for Teaching Medical Students. *Clin Lab* [Internet]. 2019 [citado 16 Ene 2024];65(6):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31232039/>
- 5.Liao H, Li J. Distribution characteristics of ABO and RhD blood groups among the voluntary blood donors in Chongqing: A retrospective study. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];99(42):[aprox. 4 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7572022/pdf/medi-99-e22689.pdf>
- 6.Mahmud R, Rassel MA, Monayem FB, Sayeed SKJB, Islam MS, Islam MM, et al. Association of ABO blood groups with presentation and outcomes of confirmed SARS CoV-2 infection: A prospective study in the largest COVID-19 dedicated hospital in Bangladesh. *PLoS One* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];16(4):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0249252>
- 7.Goel R, Bloch EM, Pirenne F, Al-Riyami AZ, Crowe E, Dau L, et al. ABO blood group and COVID-19: a review on behalf of the ISBT COVID-19 Working Group. *Vox Sang* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];116(8):849-61. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/vox.13076>
- 8.Guillon P, Clément M, Sébille V, Rivain JG, Chou CF, Clouet NR, et al. Inhibition of the interaction between the SARS-CoV spike protein and its cellular receptor by anti-histo-blood group antibodies. *Glycobiology* [Internet]. 2008 [citado 16 Ene 2024];18(12):1085-93. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7108609/pdf/cwn093.pdf>
- 9.Lan J, Ge J, Yu J, Shan S, Zhou H, Fan S, et al. Structure of the SARS-CoV-2 spike receptor-binding domain bound to the ACE2 receptor. *Nature* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];581(7807):215-20. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2180-5.pdf>
- 10.Sohlpour A, Jafari A, Pourhoseingholi MA, Soltani F. Corona COVID-19 virus and severe hypoxia in young patients without underlying disease: High prevalence rate with blood group A. *Trends Anesth Crit Care* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];34(2):63-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7428749/pdf/main.pdf>
- 11.Sardu C, Marfella R, Maggi P, Messina V, Cirillo P, Codella V, et al. Implications of ABO blood group in hypertensive patients with covid-19. *BMC Cardiovasc. Disord* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];20(1):373:[aprox. 10 p]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7427694/pdf/12872_2020_Article_1658.pdf
- 12.Hoiland RL, Fergusson NA, Mitra AR, Griesdale DEG, Devine DV, Stukas S, et al. The association of ABO blood group with indices of disease severity and multiorgan dysfunction in COVID-19. *Blood Adv* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];4(20):4981-9. Disponible en: <https://ashpublications.org/bloodadvances/article/4/20/4981/464437/The-association-of-ABO-blood-group-with-indices-of>
- 13.Muñiz Diaz E, Llopis J, Parra R, Roig I, Ferrer G, Grifols J, et al. Relationship between the ABO blood group and COVID-19 susceptibility, severity and mortality in two cohorts of patients. *Blood Transfus* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];19(1):54-63. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7850930/pdf/blt-19-054.pdf>
- 14.Kibler M, Dietrich L, Kanso M, Carmona A, Marchandot B, Matsushita K, et al. Risk and Severity of COVID-19 and

- ABO Blood Group in Transcatheter Aortic Valve Patients. *J Clin Med* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];9(11):3769-71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7700222/pdf/jcm-09-03769.pdf>
15. Delanghe JR, De Buyzere ML, Speeckaert MM. C3 and ACE1 polymorphisms are more important confounders in the spread and outcome of COVID-19 in comparison with ABO polymorphism. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];27(12):1331-2. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7717311/pdf/eurjpc1331.pdf>
16. Hodžić A, Fuente J de la, Cabezas Cruz A. COVID-19 in the Developing World: Is the Immune Response to α -Gal an Overlooked Factor Mitigating the Severity of Infection? *ACS Infect Dis* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];6(12):3104-8. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsinfecdis.0c00747>
17. Gallian P, Pastorino B, Morel P, Chiaroni J, Ninove L, Lamballerie X de. Lower prevalence of antibodies neutralizing SARS-CoV-2 in group O French blood donors. *Antiviral Res* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];181:104880-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7362788/pdf/main.pdf>
18. O'Driscoll M, Ribeiro Dos Santos G, Wang L, Cummings DAT, Azman AS, Paireau J, et al. Age-specific mortality and immunity patterns of SARS-CoV-2. *Nature* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];590(7844):140-5. Disponible en: https://pasteur.hal.science/pasteur-03335697v1/file/FinalManuscript_withfigures.pdf
19. Priyadrasini SL, Suresh M. Factors influencing the epidemiological characteristics of pandemic COVID 19: A TISM approach. *Int. J. Healthc. Manag* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];13(2):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20479700.2020.1755804>
20. Hatcher SM, Agnew Brune C, Anderson M, Zambrano LD, Rose CE, Jim MA, et al. COVID-19 Among American Indian and Alaska Native Persons - 23 States, January 31-July 3, 2020. *MMWR* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];69(34):1166-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7451969/pdf/mm6934e1.pdf>
21. Niles JK, Karnes HE, Dlott JS, Kaufman HW. Association of ABO/Rh with SARS-CoV-2 positivity: The role of race and ethnicity in a female cohort. *Am J Hematol* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];96(1):23-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675235/pdf/AJH-96-E23.pdf>
22. Ahmed I, Quinn L, Tan BK. COVID-19 and the ABO blood group in pregnancy: A tale of two multiethnic cities. *Int J Lab Hematol* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];43(1):45-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7537203/pdf/IJLH-43-e45.pdf>
23. Barnkob MB, Pottegård A, Støvring H, Haunstrup TM, Homburg K, Larsen R, et al. Reduced prevalence of SARS-CoV-2 infection in ABO blood group O. *Blood Adv* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];4(20):4990-3. Disponible en: <https://ashpublications.org/bloodadvances/article/4/20/4990/463793/Reduced-prevalence-of-SARS-CoV-2-infection-in-ABO>
24. Delanghe JR, Focosi D, Iorio MC, Lanza M. ABO Blood Group Correlations with Covid-19: Cohort Choice Makes A Difference. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2021 [citado 16 Ene 2024];72(11):917. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article/72/11/e917/5912552?login=true>
25. Boudin L, Janvier F, Bylicki O, Dutasta F. ABO blood groups are not associated with risk of acquiring the SARS-CoV-2 infection in young adults. *Haematologica* [Internet]. 2020 [citado 16 Ene 2024];105(12):2841-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7716357/pdf/1052841.pdf>