

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2634

Afectación cardíaca del SARS-COV-2

Carlos Andrés Genes Vasquez

Carlosgnes@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8189-7363>

Médico General, Universidad del Sinú

María Mónica Alejandra Cardenas Moreno

Monikcardenas5@hotmail.com

Médico general, Universidad Cooperativa de Colombia

Maria Fernanda Portilla Galván

mafeporgal@gmail.com

Medico general, Universidad de Santander UDES

German Adolfo Flórez Moreno

md.germanflorez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4153-8443>

Médico general, Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga, Colombia)

Yefferson David Salinas Herrera

yeye.salinas@hotmail.es

Médico general, Universidad de Santander UDES

Mario Enrique Sayas Herazo

mario.saya@hotmail.com

Médico general, Corporación Universitaria Rafael Nuñez

Lisbeth Abaneth Trillos Robles

litrillos28@gmail.com

Médico general, Corporación Universitaria Rafael Nuñez

Elian Eugenio Reyes Cortecero

Elianreyes94@gmail.com


Médico general, Corporación Universitaria Rafael Nuñez

Correspondencia: Carlosgnes@hotmail.com

Artículo recibido: 23 junio 2022. Aceptado para publicación: 10 julio 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Genes Vasquez, C. A., Cardenas Moreno, M. M. A., Portilla Galván, M. F., Flórez Moreno, G. A., Salinas Herrera, Y. D., Sayas Herazo, M. E., Trillos Robles, L. A., & Reyes Cortecero E. E. (2022) Afectación cardíaca del SARS-COV-2. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4) 885-897. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2634

RESUMEN

Antecedentes: Al igual que otros virus de ARN, el SARS-CoV-2, mientras se adapta a sus nuevos huéspedes humanos, es propenso a la evolución genética con el desarrollo de mutaciones. La aparición de nuevas variantes del SARS-CoV-2 amenaza con anular el importante progreso logrado hasta ahora con respecto a las vacunas. Al interactuar el Sars-Cov-2 con el sistema cardiovascular puede afectarlo, ocasionando un daño miocárdico tanto leve como grave.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática a través de diversas bases de datos de diciembre de 2019 a Julio de 2022; la búsqueda y selección de artículos fue llevada a cabo en revistas indexadas en idioma inglés. **Resultados:** Los principales mecanismos conocidos son el del Receptor ACE2, el del SARS-COV-2 y la respuesta inmune entre otros. La Linfopenia, El lactato deshidrogenasa, Enzimas hepáticas, Ferritina y proteína C reactiva, Tiempo de protrombina, Troponina, Creatina fosfoquisana, creatinina sérica y dímero D son exámenes atribuidos a afectación cardíaca. **Conclusiones:** La presente revisión ofrece información actualizada y detallada de los aspectos epidemiológicos de afectación cardíaca por COVID-19, al igual que los principales mecanismos fisiopatológicos e inmunológicos de la afectación cardíaca por SARS-COV-2 y los exámenes diagnósticos sugestivos de enfermedad cardíaca.

Palabras clave: *sars cov 2, covid-19, cardiopatías, epidemiología.*

Cardiac compromise of SARS-COV-2

ABSTRACT

Background: Like other RNA viruses, SARS-CoV-2, while adapting to its new human hosts, is prone to genetic evolution with the development of mutations. The emergence of new variants of SARS-CoV-2 threatens to undo the important progress made so far regarding vaccines. When Sars-Cov-2 interacts with the cardiovascular system, it can affect it, causing both mild and severe myocardial damage. **Methodology:** A systematic review was carried out through various databases from December 2019 to July 2022; the search and selection of articles was carried out in journals indexed in English. **Results:** The main known mechanisms are that of the ACE2 Receptor, that of SARS-COV-2 and the immune response, among others. Lymphopenia, lactate dehydrogenase, liver enzymes, ferritin and C-reactive protein, prothrombin time, troponin, creatine phosphokisan, serum creatinine and D-dimer are tests attributed to cardiac involvement. **Conclusions:** This review offers updated and detailed information on the epidemiological aspects of cardiac involvement by COVID-19, as well as the main pathophysiological and immunological mechanisms of cardiac involvement by SARS-COV-2 and diagnostic tests suggestive of heart disease.

Keywords: *sars cov 2; covid-19; heart disease; epidemiology.*

INTRODUCCIÓN

Esta pandemia que se presentó por COVID-19, no solo trajo consecuencias devastadoras para la salud tanto física como psicológica, sino que además se extendió hacia la economía de los países y zonas industrializadas, ocasionando efectos negativos sobre la economía mundial. (1, 2)

Debido al estudio constante de esta enfermedad, la comunidad médica ha podido realizar investigaciones sustanciales para poder tener una mejor comprensión a lo que nos enfrentamos, y así poder identificar sus factores de riesgo, y realizar un diagnóstico precoz con su correcto abordaje terapéutico. Debido a que esta lucha no ha cesado por las constantes variantes que se identifican de esta enfermedad, la limitación de la propagación debe continuar para este virus. En la actualidad existen muchos países soportando una segunda o tercera ola de brotes de esta enfermedad viral. (3)

Al igual que otros virus de ARN, el SARS-CoV-2, mientras se adapta a sus nuevos huéspedes humanos, es propenso a la evolución genética con el desarrollo de mutaciones a lo largo del tiempo, lo que da como resultados variantes mutantes que pueden tener características diferentes a las de sus cepas ancestrales. (4, 5)

Debido a la gran variedad de variantes que se desprenden de esta enfermedad solo se ha centrado su estudio en las más comunes y las más letales, dentro de las cuales resaltamos a la Alpha (B.1.1.7), Beta (B.1.351), Gamma (P.1), Delta (B.1.617.2) y Ómicron (B.1.1.529) (6, 7)

A pesar de la velocidad sin precedentes del desarrollo de vacunas contra la prevención de COVID-19 y los sólidos esfuerzos mundiales de vacunación masiva, incluidos los refuerzos de vacunas, la aparición de estas nuevas variantes del SARS-CoV-2 amenaza con anular el importante progreso logrado hasta ahora para limitar la propagación de esta enfermedad viral. (7)

Al inicio de la pandemia esta enfermedad se conocía principalmente por sus manifestaciones pulmonares o perteneciente a las vías respiratorias, pero debido a los avances y a las constantes investigaciones se ha descubierto que COVID-19 puede afectar muchos sistemas, dentro de los cuales recalcaremos en este trabajo las manifestaciones del sistema cardiovascular. (7, 8)

Al interactuar el Sars-Cov-2 con el sistema cardiovascular puede afectarlo, ocasionando un daño miocárdico tanto leve como grave que requiere su internación en una Unidad de

Cuidados Intensivos. Esta afección del miocardio puede conllevar a una disfunción cardíaca y endotelial, principalmente a través del receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE-2). Al principio se pensaba que la afección respiratoria ocasionaba las alteraciones cardiovasculares, pero se ha reportado que existen pacientes con daño cardíaco sin características clínicas de enfermedad respiratoria. (8, 9, 10)

Los pacientes que presenten comorbilidades de base de enfermedad cardíaca presentaran síntomas respiratorios de mayor intensidad o graves, en comparación con aquellos que no tienen comorbilidades de bases. (9, 10) Debido a esto, es necesario realizar este trabajo, con el fin de brindar una información actualizada y precisa de los aspectos epidemiológicos de afectación cardíaca por COVID-19, al igual que los principales mecanismos fisiopatológicos e inmunológicos de la afectación cardíaca por SARS-COV-2 y los exámenes diagnósticos sugestivos de enfermedad cardíaca.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistemática, en la que se realizaron búsquedas en las bases de datos de PubMed, Scielo y ScienceDirect, entre otras. La recopilación y selección de artículos fue llevada a cabo en revistas indexadas en idioma inglés de los años 2019 a 2022. Como palabras clave, se emplearon en las bases de datos según la metodología DeCS y MeSH los términos: SARS COV 2; COVID-19; Cardiopatías; epidemiología. En esta revisión se identificaron 167 publicaciones originales y de revisión relacionadas con la temática estudiada, de los cuales, 31 artículos cumplieron con los requisitos de inclusión especificados, tales como, artículos que estuvieran en un rango no menor al año 2019, que fueran artículos de texto completo y que informaran sobre la temática. Como criterios de exclusión se tuvo en cuenta que los artículos no contaran con información suficiente y que no presentaran el texto completo al momento de su revisión.

RESULTADOS

Aspectos epidemiología de la afectación cardíaca del SARS-COV-2

La causa de la nueva enfermedad por Coronavirus (COVID-19), se identificó en Wuhan, China, un nuevo virus SARS-COV-2. (11)

Los problemas cardíacos atribuidos a esta enfermedad se empezaron a registrar a principios de esta pandemia. Como lo registra un trabajo en el que se realizó un análisis

retrospectivo de 187 pacientes tratados en un hospital de Wuhan, entre el 23 de enero y el 23 de febrero de 2020, siendo esta uno de los primeros estudios que se realizaban asociando los problemas cardíacos. De este estudio se encontró que el 35 % tenía comorbilidades cardiovasculares existentes, como hipertensión, enfermedad coronaria y miocardiopatía, y el 28 % presentaba lesión miocárdica indicada por niveles elevados de troponina T. (11, 12)

Otros informes chinos encontraron tasas de enfermedad cardiovascular basal que oscilaban entre el 5 % y el 16 %, hipertensión entre el 15 % y el 31 %, enfermedad arterial coronaria del 11 % y diabetes del 10 %. (13, 14)

Y no solamente dentro de china se han registrado tasas elevadas de enfermedades cardíacas atribuibles a esta enfermedad. En la tabla 1 podemos identificar otras regiones donde se atribuyen o se asocian enfermedades cardíacas con la COVID-19. (15, 16, 17, 18, 19, 20)

Fisiopatología de problemas cardiovasculares e inmunológicos asociados con la COVID-19

La COVID-19, fue y sigue siendo un reto para la población médica, identificando los principales mecanismos de acción para así obtener posibles abordajes terapéuticos. Se realizó una revisión en diferentes bases de datos con el fin de identificar los principales mecanismos fisiopatológicos que se conocen hasta la fecha, los cuales se resumen en la tabla 2. (21, 22, 23, 24)

Diagnóstico de afección cardíaca por la COVID-19

Varios ensayos clínicos demuestran que ciertos exámenes de laboratorio han correspondido a afección cardiovascular y enfermedad grave. En la Imagen 1 podemos identificar los principales. (25, 26, 27)

La ecocardiografía transtorácica se recomienda para pacientes hospitalizados con insuficiencia cardíaca, arritmia, cambios en el ECG o cardiomegalia recién diagnosticada en una radiografía de tórax o una TC de tórax. La resonancia magnética cardíaca se ha utilizado para diagnosticar la disfunción cardíaca en la COVID-19. (27, 28, 29)

DISCUSIÓN

El estudio realizado por Wei-Ting et al, en el cual realizan una revisión exhaustiva de los compromisos cardiacos atribuidos a COVID-19. En este estudio demuestran que primero, aquellos pacientes con COVID-19 y enfermedad cardiovascular preexistente tienen un mayor riesgo de enfermedad grave y muerte, por lo que la mortalidad por COVID-19 presenta una fuerte asociación con comorbilidades de bases como enfermedad cardiovascular, diabetes e hipertensión. Segundo, las terapias bajo investigación para COVID-19 pueden tener efectos secundarios cardiovasculares de arritmia. Y en tercer lugar la COVID-19 se asocia con múltiples complicaciones cardiovasculares directas e indirectas. (30)

En cambio, otro estudio realizado por Nathaniel et al, en el cual realizan un estudio de cohorte observacional, multicéntrico y prospectivo con datos de 42 colegios y universidades, evaluando la prevalencia, características clínicas y resultados del compromiso cardiaco por COVID-19 entre atletas universitarios en los Estados Unidos. Se llego a la conclusión de que la infección por SARS-CoV-2 entre jóvenes deportistas de competición se asocia a una baja prevalencia de afectación cardiaca y un bajo riesgo de eventos clínicos en el seguimiento a corto plazo. Por lo que mantener un estilo de vida saludable puede disminuir drásticamente los problemas cardiovasculares atribuibles al SARS-COV-2. (31)

Estos estudios afirman nuestro trabajo, y además el estudio de Nathaniel evidencia un hecho importante, y es que, debido al sedentarismo, la obesidad, entre otros factores pueden condicionar al organismo para desarrollar comorbilidades de base como Hipertensión, diabetes y así presentar una mortalidad mayor en pacientes con afectación cardiaca por SARS-COV-2. Una fortaleza del estudio actual es la metodología implementada, con respecto a la búsqueda de la literatura, y pasos en la selección de artículos relevantes, evaluación de calidad y extracción de datos. Sin embargo, este estudio tiene varias limitaciones, que conviene tener en cuenta, que es la poca evidencia de análisis de ensayos clínicos que demuestren un correcto abordaje terapéutico para pacientes que desarrollan complicaciones Cardiovasculares de base por la afectación de COVID-19.

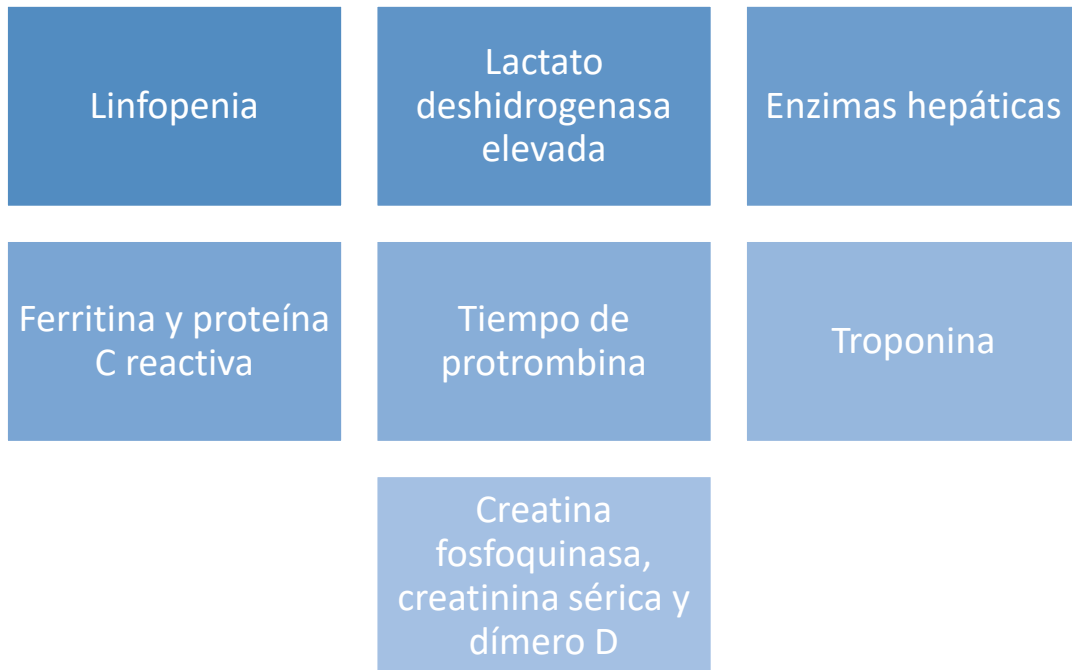
Tabla 1. Regiones donde se reportaron problemas cardiacos asociados con la COVID-19

Regiones	Casos
<i>Italia</i>	Serie de casos retrospectivo Serie de casos retrospectivos de 1591 pacientes en estado crítico con COVID-19 que ingresaron en la unidad de cuidados intensivos (UCI): el 49 % de los pacientes tenía hipertensión, el 21 % tenía enfermedad cardiovascular y el 17 % tenía diabetes.
<i>Nueva York</i>	Entre el 2 de marzo y el 1 de abril de 2020, 1150 adultos con COVID-19 fueron admitidos en dos hospitales; 257 estaban gravemente enfermos. De estos, el 82% tenía al menos una enfermedad crónica, siendo las más comunes hipertensión (63%), diabetes (36%), obesidad (46%) y cardiopatías (19%).
<i>Nueva York</i>	En una gran serie de casos de 5700 pacientes con COVID-19 ingresados en 12 hospitales de Nueva York, la prevalencia de hipertensión, diabetes y arteriopatía coronaria fue del 57 %, 34 % y 11 %, respectivamente.

Tabla 2. Principales mecanismos fisiopatológicos atribuidos a la infección por SARS-COV-2

Mecanismo	Síntesis
<i>Receptor ACE2</i>	El SARS-CoV-2 usa su pico S para unirse a los receptores ACE2 como punto de entrada a la célula. Estos receptores ACE2 se expresan en neumocitos tipo 1 y tipo 2 y otros tipos de células, incluidas las células endoteliales. Al igual que otros coronavirus, el SARS-CoV-2 usa estos receptores ACE2 para atacar principalmente el sistema respiratorio.
<i>SARS-CoV-2 y la respuesta inmune</i>	Hay dos fases de respuesta inmune de la enfermedad COVID-19. La Fase 1 ocurre durante la etapa de incubación de la enfermedad, durante la cual el sistema inmunitario adaptativo trabaja para eliminar el virus; si se produce algún defecto en esta etapa, el SARS-CoV-2 se diseminará e inducirá daño orgánico sistémico. Este daño masivo conduce a la fase 2: inflamación severa en los órganos afectados.
<i>Mecanismos del Daño Cardíaco en COVID-19</i>	Parte de la respuesta inflamatoria sistémica en casos graves de COVID-19 es la liberación de altos niveles de citoquinas (conocido como síndrome de liberación de citoquinas) que pueden lesionar múltiples tejidos, incluidos el endotelio vascular y los miocitos cardíacos.
<i>Síndrome de liberación de citoquinas</i>	El síndrome de liberación de citocinas ocurre en pacientes con infección grave por COVID-19. Muchas citocinas proinflamatorias están significativamente elevadas en casos graves, incluidas la interleucina (IL)-2, IL-10, IL-6, IL-8 y el factor de necrosis tumoral (TNF)- α .
<i>Lesión directa de células miocárdicas</i>	La interacción del SARS-CoV-2 con ACE2 puede causar cambios en las vías de ACE2, lo que provoca lesiones agudas en los pulmones, el corazón y las células endoteliales.
<i>El síndrome coronario agudo</i>	La ruptura de la placa que conduce al síndrome coronario agudo puede resultar de la inflamación sistémica y el aumento de catecolaminas inherentes a esta enfermedad.

Imagen 1. Principales exámenes de laboratorio indicativos de afección cardíaca y de enfermedad grave por la infección del SARS-COV-2



CONCLUSIONES

Los problemas cardíacos atribuidos a esta enfermedad se empezaron a registrar a principios de esta pandemia.

Informes chinos encontraron tasas de enfermedad cardiovascular basal que oscilaban entre el 5 % y el 16 %, hipertensión entre el 15 % y el 31 %, enfermedad arterial coronaria del 11 % y diabetes del 10 %.

La COVID-19, fue y sigue siendo un reto para la población médica, identificando los principales mecanismos de acción para así obtener posibles abordajes terapéuticos. Los principales mecanismos conocidos son el del Receptor ACE2, el del SARS-COV-2 y la respuesta inmune al igual que otros como se registra en la Tabla 2.

Varios ensayos clínicos demuestran que ciertos exámenes de laboratorio han correspondido a afección cardiovascular y enfermedad grave. Dentro de los cuales resaltamos la Linfopenia, lactato deshidrogenasa, Enzimas hepáticas, Ferritina, proteína C reactiva, Tiempo de protrombina, Troponina, Creatina fosfoquinasa creatinina sérica y dímero D.

LISTA DE REFERENCIAS

- Chan JF, Kok KH, Zhu Z, Chu H, To KK, Yuan S, Yuen KY. Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect.* 2020;9(1):221-236.
- Taquet M, Geddes JR, Husain M, Luciano S, Harrison PJ. 6-month neurological and psychiatric outcomes in 236379 survivors of COVID-19: a retrospective cohort study using electronic health records. *Lancet Psychiatry.* 2021 May;8(5):416-427.
- Zhou X, Cheng Z, Luo L, Zhu Y, Lin W, Ming Z, Chen W, Hu Y. Incidence and impact of disseminated intravascular coagulation in COVID-19 a systematic review and meta-analysis. *Thromb Res.* 2021 May;201:23-29.
- Collie S, Champion J, Moultrie H, Bekker LG, Gray G. Effectiveness of BNT162b2 Vaccine against Omicron Variant in South Africa. *N Engl J Med.* 2022 Feb 03;386(5):494-496.
- Abu-Raddad LJ, Chemaitelly H, Butt AA., National Study Group for COVID-19 Vaccination. Effectiveness of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine against the B.1.1.7 and B.1.351 Variants. *N Engl J Med.* 2021 Jul 08;385(2):187-189.
- Alroy-Preis S, Ash N, Huppert A. Waning Immunity after the BNT162b2 Vaccine in Israel. *N Engl J Med.* 2021 Dec 09;385(24):e85.
- Sadoff J, Gray G, Vandebosch A, Cárdenas V, Shukarev G, Grinsztejn B, Goepfert PA, Truyers C, Fennema H, Spiessens B, Offergeld K, Scheper G, Taylor KL, Robb ML, Treanor J, Barouch DH, Stoddard J, Ryser MF, Marovich MA, Neuzil KM, Corey L, Cauwenberghs N, Tanner T, Hardt K, Ruiz-Guiñazú J, Le Gars M, Schuitemaker H, Van Hoof J, Struyf F, Douoguih M., ENSEMBLE Study Group. Safety and Efficacy of Single-Dose Ad26.COV2.S Vaccine against Covid-19. *N Engl J Med.* 2021 Jun 10;384(23):2187-2201.
- Berlin DA, Gulick RM, Martinez FJ. Severe Covid-19. *N Engl J Med.* 2020 Dec 17;383(25):2451-2460.
- Stebbing J, Phelan A, Griffin I, Tucker C, Oechsle O, Smith D, Richardson P. COVID-19: combining antiviral and anti-inflammatory treatments. *Lancet Infect Dis.* 2020 Apr;20(4):400-402.

- Cellina M, Orsi M, Bombaci F, Sala M, Marino P, Oliva G. Favorable changes of CT findings in a patient with COVID-19 pneumonia after treatment with tocilizumab. *Diagn Interv Imaging*. 2020 May;101(5):323-324.
- Caly L, Druce JD, Catton MG, Jans DA, Wagstaff KM. The FDA-approved drug ivermectin inhibits the replication of SARS-CoV-2 in vitro. *Antiviral Res*. 2020 Jun;178:104787.
- Zhang R, Mylonakis E. In inpatients with COVID-19, none of remdesivir, hydroxychloroquine, lopinavir, or interferon β -1a differed from standard care for in-hospital mortality. *Ann Intern Med*. 2021 Feb;174(2):JC17.
- Xu L, Liu J, Lu M, Yang D, Zheng X. Liver injury during highly pathogenic human coronavirus infections. *Liver Int*. 2020 May;40(5):998-1004.
- Yang AP, Liu JP, Tao WQ, Li HM. The diagnostic and predictive role of NLR, d-NLR and PLR in COVID-19 patients. *Int Immunopharmacol*. 2020 Jul;84:106504.
- Zubair AS, McAlpine LS, Gardin T, Farhadian S, Kuruvilla DE, Spudich S. Neuropathogenesis and Neurologic Manifestations of the Coronaviruses in the Age of Coronavirus Disease 2019: A Review. *JAMA Neurol*. 2020 Aug 01;77(8):1018-1027.
- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z, Yu T, Xia J, Wei Y, Wu W, Xie X, Yin W, Li H, Liu M, Xiao Y, Gao H, Guo L, Xie J, Wang G, Jiang R, Gao Z, Jin Q, Wang J, Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020 Feb 15;395(10223):497-506.
- Sze S, Pan D, Nevill CR, Gray LJ, Martin CA, Nazareth J, Minhas JS, Divall P, Khunti K, Abrams KR, Nellums LB, Pareek M. Ethnicity and clinical outcomes in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*. 2020 Dec;29:100630.
- Vaughan A. Omicron emerges. *New Sci*. 2021 Dec 04;252(3363):7.
- Davies NG, Jarvis CI, CMMID COVID-19 Working Group. Edmunds WJ, Jewell NP, Diaz-Ordaz K, Keogh RH. Increased mortality in community-tested cases of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7. *Nature*. 2021 May;593(7858):270-274
- Mahmud E, Dauerman HL, Welt FGP, Messenger JC, Rao SV, Grines C, Mattu A, Kirtane AJ, Jauhar R, Meraj P, Rokos IC, Rumsfeld JS, Henry TD. Management of acute myocardial infarction during the COVID-19 pandemic: A Consensus Statement from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), the American College of Cardiology (ACC), and the American College of Emergency Physicians (ACEP). *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020 Aug;96(2):336-345.

- Salah HM, Mehta JL. Takotsubo cardiomyopathy and COVID-19 infection. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020 Oct 20;21(11):1299-1300.
- Argulian E, Sud K, Vogel B, Bohra C, Garg VP, Talebi S, Lerakis S, Narula J. Right Ventricular Dilation in Hospitalized Patients With COVID-19 Infection. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020 Nov;13(11):2459-2461.
- Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, Shchendrygina A, Escher F, Vasa-Nicotera M, Zeiher AM, Vehreschild M, Nagel E. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Nov 01;5(11):1265-1273.
- Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, Wang H, Wan J, Wang X, Lu Z. Cardiovascular Implications of Fatal Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 01;5(7):811-818.
- Nishiga M, Wang DW, Han Y, Lewis DB, Wu JC. COVID-19 and cardiovascular disease: from basic mechanisms to clinical perspectives. *Nat Rev Cardiol*. 2020 Sep;17(9):543-558.
- Agarwal S, Agarwal SK. Lopinavir-Ritonavir in SARS-CoV-2 Infection and Drug-Drug Interactions with Cardioactive Medications. *Cardiovasc Drugs Ther*. 2021 Jun;35(3):427-440.
- Han Y, Chen T, Bryant J, Bucciarelli-Ducci C, Dyke C, Elliott MD, Ferrari VA, Friedrich MG, Lawton C, Manning WJ, Ordovas K, Plein S, Powell AJ, Raman SV, Carr J. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) guidance for the practice of cardiovascular magnetic resonance during the COVID-19 pandemic. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2020 Apr 27;22(1):26.
- Zheng YY, Ma YT, Zhang JY, Xie X. COVID-19 and the cardiovascular system. *Nat Rev Cardiol*. 2020 May;17(5):259-260.
- Li B, Yang J, Zhao F, Zhi L, Wang X, Liu L, Bi Z, Zhao Y. Prevalence and impact of cardiovascular metabolic diseases on COVID-19 in China. *Clin Res Cardiol*. 2020 May;109(5):531-538.
- Wei-Ting C. Han Siong T. Chia-Te L. Wen-Liang Y. Cardiac Involvement of COVID-19: A Comprehensive Review. *Am J Med Sci*. 2021 Jan; 361(1): 14–22. doi: 10.1016/j.amjms.2020.10.002

Nathaniel M. Bradley J. Jonathan A. Kimberly G. Stephanie A. SARS-CoV-2 Cardiac Involvement in Young Competitive Athletes. *Circulation*. 2021 Jul 27;144(4):256-266. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.121.054824.