

Hallazgos ecocardiográficos posteriores a infección por SARS-CoV-2 en residentes cardiopulmonarmente asintomáticos

Aportación original
Vol. 62
Núm. 6

Echocardiographic findings after SARS-CoV-2 infection in residents cardiopulmonarily asymptomatic

María Fernanda Rivera-Argumedo^{1a}, Edgar Bautista-Soto^{2b}, Ernesto Hernández-Jiménez^{3c}, Álvaro José Montiel-Jarquín^{3d}, Arturo García-Galicia^{3e}, Maricarmen Tapia-Venancio^{3f}, María Fernanda Rojas-Velasco^{2g}, Ana Cari Altamirano-Sánchez^{4h}, Nancy Rosalía Bertado-Ramírez³ⁱ, Adriana Hernández-Carrasco^{5j}

Resumen

Introducción: la enfermedad por SARS-CoV-2 presenta un amplio espectro de complicaciones y repercusiones cardiovasculares, renales y cognitivas. Los principales hallazgos cardiovasculares son pericarditis, miocarditis y trastornos del ritmo, descritos en un 5 a 11% de la población general. Sin embargo, en México no existe información concreta sobre las repercusiones cardiovasculares de la infección en personal sanitario.

Objetivo: identificar los hallazgos ecocardiográficos posinfección por SARS-CoV-2 en médicos residentes de un hospital de concentración de tercer nivel.

Material y métodos: se realizó un estudio descriptivo. Se seleccionaron 62 médicos residentes con diagnóstico de COVID-19 en un periodo de marzo 2020 a febrero 2023. Se les realizaron ecocardiogramas transtorácicos y, posteriormente, se describieron los hallazgos obtenidos.

Resultados: se reclutaron 62 residentes, 38 hombres y 24 mujeres. Los principales hallazgos ecocardiográficos fueron: refringencia del pericardio (90.3%), derrame pericárdico (6.5%), movilidad del ventrículo izquierdo anormal (1.6%), función diastólica anormal (8.1%), insuficiencia aórtica (6.5%), insuficiencia mitral (19.4%), insuficiencia pulmonar (35.5%), tricuspídea (80.6%), FEVI media de 65% y PSAP de 23 mmHg.

Conclusiones: los hallazgos ecocardiográficos más relevantes fueron pericardio refringente, derrame pericárdico, disfunción diastólica del ventrículo izquierdo e insuficiencia valvular, predominio en hombres.

Abstract

Background: SARS-CoV-2 disease is associated with a wide spectrum of cardiovascular, renal, and cognitive complications and effects. The most common cardiovascular findings are pericarditis, myocarditis and arrhythmias described in 5-11% of the general population. Specific information on cardiovascular outcomes in healthcare workers in Mexico is lacking.

Objective: To determine the echocardiographic findings after SARS-CoV-2 infection in residents at a tertiary care teaching hospital.

Material and methods: A prospective, cross-sectional, and selective study was performed. A sample of 62 resident physicians with a diagnosis of COVID-19 was selected from March 2020 to February 2023. Transthoracic echocardiograms were performed, and the findings were described.

Results: The main echocardiographic findings were: pericardial refractoriness (90.3%), pericardial effusion (6.5%), abnormal left ventricular mobility (1.6%), abnormal diastolic function (8.1%), aortic regurgitation (6.5%), mitral regurgitation (19.4%), pulmonary regurgitation (35.5%), tricuspid regurgitation (80.6%), mean LVEF of 65% and PSAP of 23 mmHg.

Conclusions: The most relevant echocardiographic findings were refractory pericardium, pericardial effusion, left ventricular diastolic dysfunction, and valvular insufficiency, predominantly in men.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional "Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho", Hospital de Especialidades de Puebla, Servicio de Medicina Interna. Puebla, Puebla, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional "Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho", Hospital de Especialidades de Puebla, Dirección de Educación e Investigación en Salud. Puebla, Puebla, México

³Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional "Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho", Hospital de Especialidades de Puebla, Departamento de Cardiología. Puebla, Puebla, México

⁴Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro de Investigación Biomédica de Oriente. Atlixco, Puebla, México

⁵Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Facultad de Medicina. Puebla, Puebla, México

ORCID: 0009-0006-2002-4693^a, 0009-0004-5175-2656^b, 0009-0003-5159-8516^c, 0000-0003-0531-9611^d, 0000-0003-2535-4967^e, 0009-0006-4679-8988^f, 0009-0006-2033-5136^g, 0009-0008-1404-0085^h, 0000-0003-1879-3152ⁱ, 0009-0006-2769-2213^j

Palabras clave

COVID-19
SARS-CoV-2
Insuficiencia de la Válvula Tricúspide
Disfunción Ventricular

Keywords

COVID-19
SARS-CoV-2
Tricuspid Valve Insufficiency
Ventricular Dysfunction

Fecha de recibido: 06/05/2024

Fecha de aceptado: 26/06/2024

Comunicación con:

Álvaro José Montiel Jarquín
✉ alvaro.montielj@imss.gob.mx
☎ 22 2238 4907

Cómo citar este artículo: Rivera-Argumedo MF, Bautista-Soto E, Hernández-Jiménez E *et al.* Hallazgos ecocardiográficos posteriores a infección por SARS-CoV-2 en residentes cardiopulmonarmente asintomáticos Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2024;62(6):e6201. doi: 10.5281/zenodo.13306709

Introducción

El SARS-CoV-2 es un virus de ARN genómico monocatenario de sentido positivo (+ssRNA) con envoltura, no identificado previamente en humanos.¹ La proteína S codificada por su genoma es responsable de la unión al receptor de la célula diana del huésped en células epiteliales alveolares tipo II (AECII), cardíacas, renales y endotelio de los capilares pulmonares y renales.^{2,3}

El espectro de presentación de la enfermedad por COVID-19 es diverso, desde una evolución asintomática con presencia de síntomas menores como fiebre, tos, fatiga, cefalea, náuseas o vómito, diarrea, anosmia, disgeusia o ageusia y mialgias; hasta casos graves con datos de disnea, neumonía, síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), enfermedad multiorgánica, sepsis y muerte.^{4,5}

Dentro de las complicaciones más comunes por covid-19 se encuentra el SDRA grave, afección cardiovascular, renal, enfermedad cerebrovascular aguda, encefalitis, tromboembolismos, disfunción hepática y choque séptico.^{6,7}

La covid-19 se ha asociado particularmente a complicaciones cardíacas como arritmias, pericarditis y miocarditis, causadas por el síndrome inflamatorio multisistémico que presenta involucro cardíaco en un 80% de los casos.^{8,9} Es incierta la fisiopatología específica de la afección cardiovascular en la enfermedad por covid-19, sin embargo, está bien establecido que los pacientes con comorbilidades cardiovasculares y/o metabólicas, así como con disfunción endotelial subyacente, desarrollan complicaciones relacionadas a una respuesta inmunológica disfuncional y coagulopatías.^{10,11}

Los casos de afectación cardiovascular ocurren durante la infección y después de su resolución, sufriendo diferentes grados de secuelas cardíacas.^{12,13} Este fenómeno ha sido llamado síndrome post-covid. Se ha sugerido que puede ocurrir una lesión miocárdica silenciosa después de haber padecido covid-19, incluso entre pacientes que permanecieron asintomáticos durante y después de la infección aguda. El fenotipo cardiovascular de este síndrome se caracteriza por dolor torácico, palpitaciones, fatiga, síndrome de taquicardia postural ortostática, coagulopatías, disfunción endotelial e infarto.¹⁴

La ecocardiografía bidimensional es un método no invasivo, efectivo y seguro para evaluar las características estructurales y funcionales del corazón,¹⁵ pues ayuda a identificar enfermedades cardíacas, función y estado hemodinámico.¹⁶ La ecocardiografía ha ganado importancia en pacientes con covid-19 con afectación multiorgánica, especialmente en casos que implican inestabilidad hemo-

dinámica, su practicidad y accesibilidad lo sitúa como una herramienta fundamental en la comprensión de las alteraciones cardíacas posterior a la infección por SARS-CoV-2.^{17,18}

Son pocos los reportes que evalúan las repercusiones cardiovasculares que la infección ha tenido en el personal de la salud. El objetivo de este trabajo de investigación fue describir los hallazgos ecocardiográficos posteriores a haber padecido covid-19 en residentes de un hospital de tercer nivel de atención médica.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo en un hospital de tercer nivel de atención para médicos residentes infectados por SARS-CoV-2 durante la pandemia del año 2020. Los sujetos del estudio fueron evaluados durante el periodo de marzo del 2020 a febrero del 2023.

Se incluyeron médicos residentes de ambos sexos, con valoración por el servicio de Medicina del trabajo, sin reporte de patología cardiovascular asociada, que cursaron con covid-19 confirmada con prueba serológica positiva, sintomáticos o asintomáticos durante el periodo agudo de la enfermedad, sin haber recibido vacuna para SARS-CoV-2 dentro de 30 días previos a la realización del ecocardiograma. Se excluyeron aquellos que presentaron alguna enfermedad cardiovascular durante el año previo al estudio.

A los residentes que cumplieron con los criterios de inclusión y aceptaron participar, previa firma de consentimiento informado, se les realizó un ecocardiograma transtorácico, el análisis del estudio ultrasonográfico fue realizado por el servicio de Cardiología.

Las variables consideradas para el análisis estadístico fueron: edad, sexo, comorbilidades, antecedentes cardiovasculares, infección por SARS-CoV-2, vacunación y síntomas cardiovasculares durante la infección. En el ecocardiograma presencia de: pericardio refringente, grosor del pericardio y derrame pericárdico, diámetros de aurícula izquierda, diámetros de aurícula derecha; del ventrículo izquierdo: pared anterior, pared posterior, diámetro diastólico y sistólico, fracción de eyección, movilidad ventricular, función diastólica; del ventrículo derecho: pared libre, diámetros del ventrículo derecho; valvulares: insuficiencia mitral, insuficiencia aórtica, insuficiencia tricúspide, insuficiencia pulmonar; presión sistólica de la arteria pulmonar y diámetro de vena cava inferior.

El análisis estadístico se realizó por medio del programa informático *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS v26.0, Chicago, IL USA). Se utilizó estadística des-

criptiva para el análisis de variables categóricas y datos continuos, las cuales se expresaron como número (n), porcentaje (%), medias, medidas de tendencia central y dispersión. La normalidad de los datos se valoró mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La asociación entre variables categóricas dicotómicas se estableció por medio de la prueba exacta de Fisher. Se utilizó la regresión logística de Firth para determinar la razón de probabilidades (OR) y el intervalo de confianza del 95% (IC95%), para evaluar el riesgo de desarrollar complicaciones cardiovasculares ante la presencia específica de sintomatología durante el evento agudo por covid-19. Los valores $p \leq 0.05$ (bilaterales) se consideraron estadísticamente significativos.

Instrumentos

Se utilizó un equipo de ecocardiografía marca SIEMENS, modelo Acuson CV70, transductor de 5 MHz, los estudios de imagen fueron realizados por médicos cardiólogos de un hospital de tercer nivel.

Procedimiento

Se les realizó un ecocardiograma transtorácico bidimensional a todos los médicos residentes que cumplieron con los criterios de inclusión. Se obtuvieron imágenes ecocardiográficas utilizando las cuatro vistas estándar (eje largo paraesternal, eje corto paraesternal, apical de dos cámaras y apical de cuatro cámaras y cinco cámaras), utilizando las técnicas recomendadas por la Sociedad Americana de Ecocardiografía y la Sociedad Europea de Cardiología.¹⁹

Aspectos éticos

El presente estudio se realizó en seguimiento a las normas éticas de la Declaración de Helsinki de 1975.²⁰ Se sometió para su aprobación ante el Comité Local de Investigación en Salud 2101, con número de registro Institucional R-2023-2101-115. La firma de consentimiento informado para la realización del ecocardiograma transtorácico y la recolección de datos por parte de los médicos residentes se obtuvo libremente.

Resultados

Se reclutó un total de 62 médicos residentes, se evaluaron hombres (61.3%) y mujeres (38.7%). La edad media fue 29 años ($DE \pm 2$). El promedio de infecciones previas por SARS-CoV-2 fue de 2 ($DE \pm 1$).

Se reportó una prevalencia de comorbilidades del 11.3%, con predominio del sexo masculino (9.6%) respecto al femenino (1.6%). Las comorbilidades identificadas fueron: hipertensión arterial sistémica (3.2%) y asma (3.2%), dislipidemia (1.6%), enfermedad renal crónica (1.6%) e hipotiroidismo (1.6%). Los antecedentes cardiovasculares se reportaron en el 6.5% de la población, correspondientes a hipertensión arterial sistémica, bloqueo completo de rama derecha del haz de His y aorta bivalva.

Los principales síntomas referidos por los pacientes durante el periodo agudo de la enfermedad fueron: taquicardia (54.8%), fatiga (38.7%), dolor precordial (19.4%) y bradicardia (1.6%).

Con respecto a los principales hallazgos ecocardiográficos en la población estudiada se reportó pericardio refringente (90.3%) y derrame pericárdico (6.5%). El grosor medio del pericardio fue de 2.88 mm, con un grosor máximo de 5 mm.

El diámetro transversal de la aurícula izquierda tuvo una media de 32 mm ($DE \pm 3$) con diámetro mayor de 40 mm, sin diferencia estadística entre ambos sexos. El diámetro transversal de la aurícula derecha tuvo una media de 29 mm ($DE \pm 3$) con un diámetro máximo de 40 mm en los hombres y 34 mm en las mujeres.

Respecto al ventrículo izquierdo, la movilidad fue anormal en el 1.6% de la población. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) tuvo una media de 65% ($DE \pm 9$) con un mínimo del 50%. La función diastólica se encontró anormal en el 8.1% de los pacientes (2 hombres y 3 mujeres).

Los hallazgos identificados en el ventrículo derecho fueron: el diámetro basal tuvo una media de 29 mm ($DE \pm 5$) con un máximo de 40 mm, sin diferencia entre ambos sexos. El diámetro longitudinal tuvo una media de 61 mm ($DE \pm 7$) con un máximo de 79 mm, sin diferencia entre ambos sexos. La media de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) fue de 23 mmHg ($DE \pm 5$) con un máximo de 41 mmHg para los hombres y de 33 mmHg para las mujeres. No se encontró diferencia significativa en hallazgos ecocardiográficos en la morfología cardíaca entre hombres y mujeres. Los hallazgos ecocardiográficos detallados se muestran en el cuadro I.

El análisis dirigido a la funcionalidad de las válvulas cardíacas demostró una prevalencia de afectación de tipo insuficiencia tricúspide, presente en el 80.6% de la población, sin predisposición por sexo. El análisis descriptivo de la presencia de insuficiencias valvulares se muestra en el cuadro II.

Cuadro I Hallazgos ecocardiográficos médicos residentes posinfección COVID-19

Hallazgos ecocardiográficos	Hombres		Mujeres	
	Media	DE ±	Media	DE ±
Grosor pericárdico (mm)	2.9	0.9	2.8	0.8
Diámetro transverso de la aurícula izquierda (mm)	32	3	32	3
Diámetro longitudinal de la aurícula izquierda (mm)	39	4	39	5
Diámetro transverso de la aurícula derecha (mm)	29	4	29	2
Diámetro longitudinal de la aurícula derecha (mm)	37	5	37	5
Pared anterior del ventrículo izquierdo (mm)	7.7	0.9	7.5	0.9
Pared posterior ventrículo izquierdo (mm)	7	1	7	1
Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (mm)	44	4	43	4
Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (mm)	29	5	30	3
FEVI (%)	64	9	68	9
Pared libre del ventrículo derecho	3.7	0.7	3.3	0.5
Diámetro basal del ventrículo derecho (mm)	30	5	28	5
Diámetro medio del ventrículo derecho (mm)	28	5	26	4
Diámetro longitudinal del ventrículo derecho (mm)	62	7	60	8
PSAP (mmHg)	23	5	23	4
Vena cava inferior (mm)	11	2	11	2

AI: aurícula izquierda; AD: aurícula derecha; VI: ventrículo izquierdo; VD: ventrículo derecho; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; VD: ventrículo derecho; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar

Estimación de riesgo para desarrollar pericardio refringente, insuficiencias valvulares y comorbilidades

La prevalencia de antecedentes cardiovasculares, comorbilidades y síntomas durante el periodo agudo de infección no representaron un factor de riesgo para el desarrollo de insuficiencias valvulares en los pacientes (OR: < 1.0) (cuadro III).

De la muestra seleccionada ningún médico residente desarrolló un cuadro severo de infección por covid-19 y no hubo defunciones debidas a covid-19.

Discusión

En este estudio se describen los hallazgos ecocardiográficos de médicos residentes, la mayoría aparentemente

Cuadro II Distribución por sexo de insuficiencias valvulares

Válvula	n (%)	Hombres	Mujeres
Mitral	12 (19.4)	6	6
Tricúspide	50 (80.6)	29	21
Aórtica	4 (6.5)	2	2
Pulmonar	22 (35.5)	16	6

Cuadro III Riesgo de pericardio refringente

Factor		Sí	No	OR	IC
Fatiga	Sí	24	0	1.18	1.03-1.36
	No	32	6		
Taquicardia	Sí	32	2	1.09	0.92-1.30
	No	24	4		
Dolor precordial	Sí	10	2	0.9	0.64-1.18
	No	46	4		

sanos, posteriores al evento agudo de infección por covid-19, con una gravedad categorizada como leve.

La infección por SARS-CoV-2 se asocia a complicaciones cardiovasculares de forma directa o indirecta, como pericarditis, miocarditis, arritmias, falla cardíaca y eventos tromboembólicos, lo que incrementa la mortalidad.^{21,22} Estas complicaciones fueron, en su mayoría, congruentes con nuestros resultados, ya que la afectación al pericardio, la taquicardia y la afección valvular estuvieron presentes en ambos estudios.

El predominio del sexo masculino en esta población concuerda con otros reportes de estudios similares realizados en población general.²³ Se reportaron comorbilidades en el 11.3% de los pacientes, de los cuales el 28.57% tenía hipertensión arterial diagnosticada, aproximadamente, a dos meses de haber cursado con la infección; el 14.28% refirió

enfermedad renal crónica, clasificada como KDIGO G3b, con diagnóstico previo a la covid-19, sin modificación en el tratamiento posterior a la covid-19. Al momento del estudio, la totalidad de los pacientes incluidos refirieron ausencia de sintomatología cardiopulmonar en la valoración por el servicio de Cardiología. Aquellos pacientes que fueron detectados con hipertensión arterial sistémica continuaron en abordaje por Cardiología para el tratamiento de su patología.

El 6.5% presentó algún antecedente cardiovascular, de los cuales todos fueron hombres, sin síntomas asociados ni repercusión clínica al momento del estudio. Todos tuvieron covid-19 leve y el síntoma predominante fue la taquicardia en el 54.8% de los mismos, seguido de fatiga en el 38.7%, lo cual fue congruente con la literatura internacional.²⁴ Como hallazgo incidental, se presentó bradicardia en una mujer sin comorbilidades y cuyos hallazgos ecocardiográficos no fueron relevantes.

Dentro de las variables ecocardiográficas relacionadas a la membrana pericárdica se evaluaron las siguientes características: refringencia del pericardio, derrame pericárdico y grosor de esta, encontrándose presentes en el 90.3% y 6.5% respectivamente; de acuerdo con el sexo, los hombres tuvieron una membrana pericárdica de dimensiones mayores, en comparación con las mujeres. Estas características ecocardiográficas no se encuentran descritas en otros estudios previamente realizados y las primeras dos características mencionadas sugieren un estado posinflamatorio de la membrana pericárdica.^{25,26}

Los hallazgos ecocardiográficos tuvieron una incidencia mayor en los hombres en comparación con las mujeres, lo cual concuerda con otros estudios realizados.²⁷

Las anomalías más severas encontradas fueron: derrame pericárdico en el 6.5%, insuficiencia mitral en el 19.4%, insuficiencia aórtica en el 6.5%, insuficiencia pulmonar en el 35.5% e insuficiencia tricuspídea en el 80.6% de los pacientes, lo cual sugiere mayor alteración en cavidades derechas. Estas anomalías se clasificaron como leves en todos los pacientes y sin repercusión clínica hasta el momento de la recolección de la información para llevar a cabo este estudio. En la literatura internacional, se describen como alteraciones cardíacas principales la presencia de disfunción sistólica derecha e izquierda y derrame pericardio, sin embargo, los reportes relacionados con afectación de válvulas cardíacas son limitados.^{28,29}

Se realizaron pruebas de estadística analítica para determinar el riesgo conferido por síntomas, antecedentes cardiovasculares o comorbilidades en el desarrollo de alteraciones ecocardiográficas. La fatiga fue el único síntoma que presentó un OR de 1.18 (IC: 1.03-1.3) para los pacientes en

quienes se encontró pericardio refringente.

Dentro de las limitaciones del presente estudio se encuentra la demarcación a describir las características ecocardiográficas a largo plazo en pacientes jóvenes con cuadro de infección leve, sin tomar en consideración a los pacientes con infección grave en quienes las alteraciones pudieron alcanzar una nueva perspectiva respecto a la severidad. Otra limitación se encuentra en la obtención de datos, los cuales corresponden únicamente a un centro médico, sin un análisis de diversas poblaciones en función de las características asistenciales propias del centro de atención médica. Adicionalmente, debido a la naturaleza transversal del presente estudio, no es posible determinar la causalidad de las alteraciones cardiovasculares previas a la infección por SARS-CoV-2. Sin embargo, todos los médicos incluidos fueron catalogados como sanos por el servicio de Medicina del trabajo, antes de su ingreso al Instituto. Por lo tanto, se puede inferir que la asociación de las alteraciones cardiovasculares está relacionada a la infección por SARS-CoV-2.

El presente estudio propone un panorama de abordaje para la covid-19 en el que se destaquen características en este tipo de población, donde las variables: ocupación, tiempo transcurrido entre la infección y la valoración ecocardiográfica, hallazgos ecocardiográficos y exposición continua, sean las variables a tomar en cuenta.

Conclusiones

Los hallazgos ecocardiográficos más relevantes fueron: pericardio refringente, grosor de pericardio de 5 mm, derrame pericárdico, disfunción diastólica del ventrículo izquierdo e insuficiencia de cualquier válvula cardíaca, los cuales predominaron en hombres. La presencia de fatiga demostró incremento en el riesgo de presentar cambios ecocardiográficos (OR = 1.18). Este estudio puede dar lugar a otros estudios de seguimiento a los hallazgos encontrados y estudiar su relación con las diferentes variables.

Agradecimientos

Los autores agradecen al servicio de Cardiología del Hospital de Especialidades de Puebla del Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho, por su colaboración en el análisis e interpretación de los ecocardiogramas realizados a médicos residentes en este estudio.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

1. Khailany RA, Safdar M, Ozaslan M. Genomic characterization of a novel SARS-CoV-2. *Gene Rep* [Internet]. 2020; 19(100682):100682. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100682>
2. Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, Peacock SJ, Prescott HC. Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A review: A review. *JAMA*. 2020;324(8):782–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2020.12839>
3. Berlin DA, Gulick RM, Martinez FJ. Severe covid-19. *N Engl J Med* [Internet]. 2020;383(25):2451-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMcp2009575>
4. Peeling RW, Heymann DL, Teo Y-Y, Garcia PJ. Diagnostics for COVID-19: moving from pandemic response to control. *Lancet* [Internet]. 2022;399(10326):757-68. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02346-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02346-1)
5. Elrobaa IH, New KJ. COVID-19: Pulmonary and extra pulmonary manifestations. *Front Public Health*. 2021;9:711616. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2021.711616>
6. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet* [Internet]. 2020;395(10229):1054-62. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
7. Kamath V, Nivea B, Markanday K, Jacob MJ, Mohan D. A cross-sectional study of pulmonary and extrapulmonary manifestations of COVID-19. *APIK J Int Med* [Internet]. 2021;9(4):250. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/ajim.ajim_46_21
8. Block JP, Boehmer TK, Forrest CB, Carton TW, Lee GM, Ajani UA, et al. Cardiac complications after SARS-CoV-2 infection and mRNA COVID-19 vaccination - PCORnet, United States, January 2021-January 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2022;71(14):517-23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7114e1>
9. Mohammad KO, Lin A, Rodriguez JBC. Cardiac manifestations of post-acute COVID-19 infection. *Curr Cardiol Rep* [Internet]. 2022;24(12):1775-83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11886-022-01793-3>
10. Linschoten M, Peters S, van Smeden M, Jewbali LS, Schaap J, Siebelink H-M, et al. Cardiac complications in patients hospitalised with COVID-19. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* [Internet]. 2020;9(8):817-23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/2048872620974605>
11. González-Calle D, Eiros R, Sánchez PL. Corazón y SARS-CoV-2. *Med Clin (Barc)*. 2022;159(9):440-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2022.07.002>
12. Giacca M, Shah AM. The pathological maelstrom of COVID-19 and cardiovascular disease. *Nat Cardiovasc Res* [Internet]. 2022;1(3):200–10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s44161-022-00029-5>
13. De A, Bansal M. Clinical profile and the extent of residual myocardial dysfunction among patients with previous coronavirus disease 2019. *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2023;39(5):887–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10554-022-02787-6>
14. Hendren NS, Drazner MH, Bozkurt B, Cooper LT Jr. Description and proposed management of the acute COVID-19 cardiovascular syndrome. *Circulation* [Internet]. 2020; 141(23):1903–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047349>
15. Garcia-Zamora S, Picco JM, Lepori AJ, Galello MI, Saad AK, Ayón M, et al. Abnormal echocardiographic findings after COVID-19 infection: a multicenter registry. *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2023;39(1):77-85. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10554-022-02706-9>
16. Flores R, Pires O, Alves J, Pereira VH. An echocardiographic insight into post-COVID-19 symptoms. *Cureus* [Internet]. 2023;15(4):e38039. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.38039>
17. Huang S, Vignon P, Mekontso-Dessap A, Tran S, Prat G, Chew M, et al. Echocardiography findings in COVID-19 patients admitted to intensive care units: a multi-national observational study (the ECHO-COVID study). *Intensive Care Med* [Internet]. 2022;48(6):667-78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-022-06685-2>
18. Dweck MR, Bularga A, Hahn RT, Bing R, Lee KK, Chapman AR, et al. Global evaluation of echocardiography in patients with COVID-19. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21 (9):949-58. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ehjci/jeaa178>
19. Armstrong W, Pellikka P, Ryan T, Crouse L, Zoghbi W, Stress Echocardiography Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. Stress echocardiography: recommendations for performance and interpretation of stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:97-104.
20. World Medical Association Declaration of Helsinki) Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2000; 284:3043-5
21. Castiello T, Georgiopoulos G, Finocchiaro G, Claudia M, Giannati A, Delialis D, et al. COVID-19 and myocarditis: a systematic review and overview of current challenges. *Heart Fail Rev* [Internet]. 2022;27(1):251-61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10741-021-10087-9>
22. Raman B, Bluemke DA, Lüscher TF, Neubauer S. Long COVID: post-acute sequelae of COVID-19 with a cardiovascular focus. *Eur Heart J* [Internet]. 2022;43(11):1157-72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehac031>
23. Gao Y-D, Ding M, Dong X, Zhang J-J, Kursat Azkur A, Azkur D, et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. *Allergy* [Internet]. 2021;76(2):428–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/all.14657>
24. Ou M, Zhu J, Ji P, Li H, Zhong Z, Li B, et al. Risk factors of severe cases with COVID-19: a meta-analysis. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2020;148(e175):e175. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/S095026882000179X>
25. Capotosto L, Nguyen BL, Ciardi MR, Mastroianni C, Vitarelli A. Heart, COVID-19, and echocardiography. *Echocardiography* [Internet]. 2020;37(9):1454-64. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/echo.14834>
26. van Driest FY, Fejzovic V, Scholte AJHA, Jukema JW, Lamb HJ. COVID-19 associated perimyocarditis. *Magn Reson Imaging* [Internet]. 2021;84:132-4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mri.2021.08.012>
27. Singh N, Hani ZB, AlRemeithi R. Abnormal echocardiographic findings after COVID-19 infection: a multicenter registry. *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2023;39(2):285-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10554-022-02732-7>
28. Barman HA, Atici A, Tekin EA, Baycan OF, Alici G, Meric BK, et al. Echocardiographic features of patients with COVID-19 infection: a cross-sectional study. *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2021;37(3):825-34. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10554-020-02051-9>

29. Corica B, Marra AM, Basili S, Cangemi R, Cittadini A, Proietti M, et al. Prevalence of right ventricular dysfunction and impact on all-cause death in hospitalized patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1):17774. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-96955-8>