



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL AL SERVICIO DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE

**EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO
EN PACIENTES RECUPERADOS DE COVID 19 SEVERO MEDIANTE
SPECKLE TRACKING EN EL HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CARDIOLOGÍA CLÍNICA

PRESENTA:

NOMBRE DEL ALUMNO:

DR. JORGE DANIEL SOLORIO PAVÓN

NOMBRE DEL ASESOR:

DR. ELIUD SAMUEL MONTES CRUZ

CIUDAD DE MÉXICO, JULIO 2023

RPI 435.2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL AL SERVICIO DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE

**EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO
EN PACIENTES RECUPERADOS DE COVID 19 SEVERO MEDIANTE
SPECKLE TRACKING EN EL HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CARDIOLOGÍA CLÍNICA

PRESENTA:

NOMBRE DEL ALUMNO:

DR. JORGE DANIEL SOLORIO PAVÓN

NOMBRE DEL ASESOR:

DR. ELIUD SAMUEL MONTES CRUZ

CIUDAD DE MÉXICO, JULIO 2023

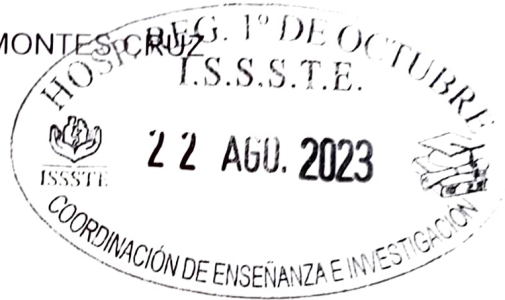
RPI 435.2023

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN PACIENTES
RECUPERADOS DE COVID 19 SEVERO MEDIANTE SPECKLE TRACKING EN EL
HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE

PRESENTA: DR. JORGE DANIEL SOLORIO PAVÓN

ASESOR: DR. ELIUD SAMUEL MONTES CRUZ

Vo. Bo.



DR. PEREZ MORENO ISRAEL DAVID

A handwritten signature in blue ink, consisting of a horizontal line and a vertical line intersecting, with some additional strokes.

ENCARGADO DE LA COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

A handwritten signature in blue ink, written in a cursive style.

DR RIVERA CAPELLO JUAN MIGUEL

TITULAR DEL CRUSO DE CARDIOLOGIA

DR. MONTES CRUZ ELIUD SAMUEL

A handwritten signature in blue ink, written in a cursive style.

ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

Queridos papá y mamá, No encuentro las palabras adecuadas para expresar todo mi agradecimiento por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida y especialmente durante mi etapa de residencia. Gracias por haber confiado en mí, por haberme brindado su amor, su paciencia y su sabiduría en cada momento. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto y no hubiera sido posible sin su ayuda y motivación constante. Quiero dedicarles este logro, que también es suyo, como muestra de mi gratitud. Espero que esta tesis sea un pequeño reflejo del orgullo que siento de tener unos padres tan maravillosos como ustedes.

Además agradezco a todos los médicos que han compartido conmigo sus conocimientos y experiencia en el campo de la cardiología para mi formación como cardiólogo. En especial a el Dr. Julio Rivera Hermosillo , quien sin su apoyo esta tesis no fuera posible.

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Abreviaturas.....	4
3. Introducción.....	5
4. Plantamiento del problema.....	8
5. Hipotesis.....	11
6. Objetivos.....	12
7. Materiales y métodos.....	14
8. Resultados.....	15
9. Discusión.....	18
10. Conclusiones.....	19
11. Referencias bibliográficas.....	20

1. Resumen

Introducción: En diciembre del 2019 inicio en Wuhan, China la pandemia de COVID-19 que para octubre 2022 ha presentado un total de 621 millones de casos, causando 6.5 millones de muertes. Se observado el involucro cardiovascular en un 8 a 20% de los casos identificándose incluso en casos leves, dicho daño se puede manifestar con disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, la cual se puede diagnosticar mediante la deformación miocárdica medida por ecocardiografía speckle tracking. Posterior al cuadro agudo se ha observado que dicha disfunción del ventrículo izquierdo persiste, incluso en casos leves, por lo que nace la necesidad de estudiar las consecuencias que tuvo el COVID-19 en la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes recuperados de cuadros severos medida por strain longitudinal global y circunferencial.

Objetivo: Evaluar la función ventricular izquierda mediante el strain longitudinal y circunferencial global del ventrículo izquierdo en pacientes recuperados de COVID 19 severo.

Metodología: Se incluyeron a pacientes que contaban con expedientes completos, que fueron atendidos en el Hospital Regional 1° de Octubre, que presentaron COVID 19 severo, entendiéndose este como requerimiento de ventilación mecánica invasiva y que contaban con un ecocardiograma posterior a 90 días del cuadro agudo, para evaluar la función sistólica del ventrículo Izquierdo mediante strain longitudinal y circunferencial global y se analizaron las variables con la prueba T.

Resultados: Se Incluyeron 18 pacientes para el análisis de parámetros ecocardiográficos para determinar la función ventricular izquierda encontrando el SLG promedio de $-17.9\% \pm 2.7\%$, el SCG promedio fue de $-16.28\% \pm 4.9\%$ y la FEVI promedio del $60\% \pm 7.8\%$. La disfunción sistólica del ventrículo izquierdo determinada por la caída del SCG, SLG y/o FEVI se observó en el 77.78% (n=14) por lo tanto una función ventricular izquierda preservada se encontró en el 22.22%, En el grupo que presento disfunción sistólica del ventrículo izquierdo (n=14), el 92.85% (n=13) presentan caída del valor del SCG ($SCG < -20.9\%$), con una disminución promedio del valor del SCG del $5.34\% \pm 2.3\%$, esta caída fue estadísticamente significativa $p < .05$ y el 42.88% (n=6) presento caída del valor absoluto del SLG ($SLG < -18\%$) con una reducción promedio del valor del SLG de $2.56\% \pm 4.11$.

Conclusiones:

Los pacientes recuperados de COVID 19 severo persisten con disfunción ventricular izquierda y esta puede ser detectada por el SCG y/o SLG usando la ecocardiografía speckle tracking; esta disfunción del ventrículo izquierdo se puede diagnosticar de mejor manera con el SCG que con el SLG.

Palabras claves: miocarditis, strain, disfunción ventriculo izquierdo, longitudinal circunferencial, COVID 19 severo, Post COVID 19

Abstract

Introduction: In December 2019, the COVID-19 pandemic began in Wuhan, China, which by October 2022 has presented a total of 621 million cases, causing 6.5 million deaths. Cardiovascular involvement has been observed in 8 to 20% of cases, being identified even in mild cases. Said damage can manifest with left ventricular systolic dysfunction, which can be diagnosed by myocardial deformation measured by speckle tracking echocardiography. After the acute symptoms, it has been observed that said left ventricular dysfunction persists, even in mild cases, which is why there is a need to study the consequences that COVID-19 had on left ventricular systolic function in patients recovered from severe symptoms. by global longitudinal and circumferential strain.

Objective: To evaluate left ventricular function through global longitudinal and circumferential strain of the left ventricle in patients recovered from severe COVID 19.

Methodology: Patients with complete records who were treated at the Hospital Regional 1° de Octubre, who presented severe COVID 19, understanding this as a requirement for invasive mechanical ventilation and who have an echocardiogram 90 days after the acute condition, were included. , to assess left ventricular systolic function using global longitudinal and circumferential strain, and the variables were analyzed with the T test.

Results: 18 patients were included for the analysis of echocardiographic parameters to determine left ventricular function, finding the average SLG of $-17.9\% \pm 2.7\%$, the average SCG was $-16.28\% \pm 4.9\%$ and the average FEVI of $60\% \pm 7.8\%$. Left ventricular systolic dysfunction determined by the drop in SCG, SLG and/or LVEF was observed in 77.78% (n=14), therefore preserved left ventricular function was found in 22.22%. In the group that presented dysfunction left ventricular systolic (n=14), 92.85% (n=13) presented a drop in the SCG value (SCG < -20.9%), with an average decrease in the SCG value of $5.34\% \pm 2.3\%$, this drop $p < .05$ was statistically significant and 42.88% (n=6) presented a drop in the absolute value of the SLG (SLG < -18%) with an average reduction in the value of the SLG of $2.56\% \pm 4.11$.

Conclusions: Patients recovered from severe COVID 19 persist with left ventricular dysfunction and this can be detected by SCG and/or SLG using speckle tracking echocardiography; this left ventricular dysfunction can be better diagnosed with SCG than with LGS.

Keywords: myocarditis, strain, left ventricular dysfunction, circumferential longitudinal, severe COVID 19, Post COVID 19

Abreviaturas:

SARS-CoV- 2: Síndrome respiratorio agudo severo – coronavirus 2

COVID 19: enfermedad por coronavirus 2019

SLG: Strain longitudinal global

SCG: Strain circunferencial global

FEVI: Fracción de expulsión de ventrículo izquierdo

VI: Ventrículo izquierdo

VD: ventrículo derecho

2. Introducción

En diciembre 2019 se identificó en la provincia china de Wuhan, un brote de neumonía atípica de causa desconocida, en poco tiempo se logró identificar como agente causal un nuevo coronavirus llamado síndrome respiratorio agudo-coronavirus-2 (SARS CoV 2), convirtiéndose en una pandemia en poco tiempo; la cual ha provocado a nivel mundial, para octubre 2022, un total de 621 millones de casos, provocando 6.5 millones de muertes.¹⁻²

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID 19), como se nombró esta enfermedad, afecta predominantemente el sistema respiratorio, sin embargo por su patogenia llega a afectar múltiples órganos, incluyendo el sistema cardiovascular, evidenciándose su involucro con la elevación de la troponina I, la cual se ha documentado en el 8% a 20% de los casos de COVID 19, siendo este un factor de mal pronóstico, sobre todo cuando se encuentra 5 veces arriba de lo normal.^{3,4,5}

Se han identificado múltiples manifestaciones clínicas de daño miocárdico por COVID 19 que van desde formas asintomáticas, arritmias, falla cardíaca y choque cardiogénico, siendo los mecanismos fisiopatológicos poco entendidos. Entre las causas más aceptadas de la afectación miocárdica es la hiperactivación del sistema inmunitario, fenómeno conocido como tormenta de citocinas presentándose sobre todo en los gravemente enfermos. Los trombos microvasculares y macrovasculares que resultan de la activación de plaquetas, neutrófilos y otras proteínas pueden contribuir a la oclusión vascular y muerte celular.⁶

A pesar de que la resonancia magnética es el método de primera elección para la detección de la miocarditis por COVID 19, su poca disponibilidad y dificultades logísticas para transportar a los pacientes en estado crítico, convierte al ecocardiograma en el mejor estudio inicial para estos pacientes, porque se ha observado que tanto el strain longitudinal global (SLG) como el strain circunferencial global (SCG), guardan una adecuada correlación con la cantidad de cicatriz medida por resonancia magnética.⁷

Se ha demostrado que el SLG y el SCG son factores de riesgo independientes de muerte cardiovascular por lo que determinar la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo (VI) ya sea clínica o subclínica mediante estos métodos es de gran importancia en pacientes afectados por COVID; incluso en pacientes recuperados por COVID se ha observado caída del Strain Longitudinal y circunferencial, sobre todo en los segmentos basales, por lo que estos hallazgos indican la necesidad de una investigación continua de las consecuencias cardiovasculares a largo plazo del COVID-19 y entender mejor las posibles consecuencias a nivel cardiovascular.⁷⁻⁸

3. Antecedentes

El miocardio del ventrículo izquierdo está compuesto por dos fibras helicoidales opuestas, siendo rodeadas por fibras distribuidas en forma circunferencial. Cuando sucede la sístole, el miocardio se acorta en sentido circunferencial y longitudinal; y se engruesa en sentido radial. Actualmente se puede evaluar esta deformación que sucede en el ciclo cardiaco en estos tres sentidos con la ecocardiografía speckle tracking, que consiste en el seguimiento de la deformación de las diferentes fibras que componen el miocardio durante el ciclo cardiaco, determinado así el Strain o deformación miocárdica, la cual se determina con un porcentaje que representa el cambio en longitud/grosor en relación con la longitud/grosor inicial.⁹

La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo, evaluada por ecocardiograma, es comúnmente definida por la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) la cual es afectada en estadios avanzados de las enfermedades cardíacas y evalúa solamente una función global. Actualmente la deformación miocárdica o strain ha demostrado la superioridad sobre la FEVI, además de que es un marcador temprano de disfunción del ventrículo izquierdo, permite evaluar de manera objetiva la función tanto global como regional y se ha demostrado que es un importante predictor de eventos cardiovasculares mayores.¹⁰⁻¹¹

Que la FEVI se encuentre conservada mientras el acortamiento longitudinal este disminuido es un fenómeno comúnmente observado y se puede explicar matemáticamente en relación a factores geométricos, en el que la relación que tiene la FEVI con acortamiento longitudinal tiene un relación lineal mientras que la relación que tiene con el acortamiento circunferencial tiene una relación cuadrática y dado que hay compensación de las fibras circunferenciales cuando hay disfunción en las fibras longitudinales, se concluye que el strain longitudinal global (SLG) es un marcador más sensible para detectar disfunción sistólica que la FEVI.¹²

La ecocardiografía bidimensional con speckle tracking es la técnica más usada para evaluar la deformación miocárdica del ventrículo izquierdo siendo la técnica con mayor resolución temporal en comparación por otros métodos como la resonancia magnética y tomografía cardíaca, además ha ampliado la comprensión de la función sistólica y diastólica en muchos entornos como la isquemia miocárdica, valvulopatías y miocardiopatías.¹⁶

La miocarditis es definida como una enfermedad inflamatoria del miocardio cuyo diagnóstico se basa en criterios histológicos, inmunológicos e inmunohistoquímicos. Anterior a la pandemia de Covid-19 la incidencia global de la miocarditis era 1 a 10 casos por 100 000 personas por año siendo los hombres más afectados en los grupos etáreos entre 20 y 40 años., el uso más frecuente de

la resonancia magnética ha aumentado la incidencia en los Estados Unidos de 9.5 a 14 por 100 000 personas. Durante la pandemia de Covid-19 se reportaron 2.4 a 4.1 casos por 1000 habitantes ¹⁷

La etiología de la miocarditis varía entre infecciosa y no infecciosa por ejemplo la viral, autoinmunidad, estimulación inmune, exposición a fármacos o toxinas. Siendo la etiología viral la causa más común de miocarditis y es debida principalmente por virus cardio trópicos (adenovirus y enterovirus), vasculotropicos, linfotropicos, cardiotoxicos y relacionados a la enzima convertidora de angiotensina II (SARS-CoV-2).

La patogenia puede identificar 3 diferentes fases: la entrada viral a los miocitos por receptores transmembrana, con necrosis apoptosis y activación de inmunidad innata; la replicación y activación la inmunidad mediada r células T y anticuerpos y por último el lavado viral o la progresión a una miocardiopatía dilatada que puede desarrollarse de meses a años. El daño puede ser directamente al dañar los miocitos y/o por el daño producido por la activación inmunológico, este último mecanismo es el observado en los pacientes con miocarditis por Covid-19. La miocarditis aguda inducida por hiperinflamación, como en el COVID 19, se caracteriza por una variabilidad muy alta de afectación miocárdica que da lugar a múltiples patrones de deformación miocárdica. ¹⁷

Se ha reportado que el speckle tracking es una herramienta útil para el diagnóstico de la miocarditis aguda, sin embargo, la resonancia magnética nuclear sigue siendo el estándar de oro de acuerdo con los criterios de Lake-Louise y el mapeo T1-T2.¹⁵ Se ha logrado correlacionar el SCG con el mapeo T1-T2, lo que se traduce en edema, inflamación del miocardio y expansión de la matriz extracelular. En un estudio se demostró que los segmentos con realce tardío de gadolinio o edemas visualmente inidentificables se encontraban con un SCG disminuido, además este parámetro se logra correlacionar con el tamaño de la cicatriz.^{7,16}

La deformación miocárdica circunferencial es debida a las fibras submioepicardica y la longitudinal es debida a las fibras subendomiocárdicas. Durante la contracción son las fibras subepimiocárdicas las que contribuyen más que las capas externas, siendo que en pacientes con miocarditis aguda la afectación inicial subepicardica, por lo que la FEVI o el SLG se observa normal al inicio del cuadro agudo. ⁷

Se han identificado múltiples manifestaciones clínicas de daño miocárdico por COVID 19 que van desde formas asintomáticas, arritmias, falla cardiaca y choque cardiogénico, siendo los mecanismos fisiopatológicos poco entendidos. Entre las causas más aceptadas de la afectación miocárdica es la hiperactivación del sistema inmunitario, fenómeno conocido como tormenta de citocinas presentándose sobre todo en los gravemente enfermos. Los trombos microvasculares y macrovasculares que resultan de la activación de plaquetas, neutrófilos y otras proteínas pueden contribuir a la oclusión vascular y muerte celular ⁶ . La miocarditis aguda por COVID 19 se ha reportado en diversos estudios en el 15-27.8% de los pacientes con un cuadro severo. ¹⁷

En la valoración de la deformación ventricular del VI de los pacientes de COVID 19 se ha encontrado que a pesar de tener una FEVI normal hay una disminución del Strain longitudinal y circunferencial, ambos afectando especialmente los segmentos basales, un patrón similar a un Tako-tsubo inverso basal, La afectación a los segmentos basales tanto en la deformación longitudinal como en la circunferencial, es debido inicialmente por edema y/o daño miocárdico en las fibras subepicárdicas y la transmuralidad evidenciada por el SCG es una etapa tardía. Los segmentos del ventrículo izquierdo que con más frecuencia son afectados son los segmentos basales y medios de las caras antero e Inferolateral debido a la formación de edema hidrostático por la posición supina. Incluso encontrándose estos hallazgos en pacientes con cuadros leves a moderados. Estas alteraciones sobre el strain circunferencial, se han encontrado incluso en pacientes atletas recuperados por COVID-19 anteriormente sanos. ^{15,18}

En un estudio de cohorte⁷ reveló que la inflamación miocárdica por resonancia magnética persistió hasta en el 60% de los pacientes recuperados, demostrando que dicha inflamación no guardaba relación con las condiciones preexistentes, la gravedad y el curso general de la enfermedad.

4. Planteamiento del problema

El Involucro cardiaco en el COVID 19, se observa hasta en un 20% de los casos, teniendo como mecanismos fisiopatológicos la hiperinflamación, desbalance entre aporte y demanda y daño directo por el virus provocando una miocarditis que tiene como consecuencia la disfunción del ventrículo izquierdo la cual se ha observado que se presenta incluso en casos leves a moderados, siendo identificada con la caída de la deformación miocárdica(SLG, SCG) por ecocardiograma o resonancia magnética.

Posterior al cuadro agudo se ha observado que dicha disfunción del ventrículo izquierdo persiste por lo que nace la necesidad de estudiar las consecuencias que tuvo el COVID-19 en la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes recuperados de cuadros severos.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el valor del strain longitudinal y circunferencial global del ventrículo izquierdo en pacientes recuperados de COVID 19 para la detección de disfunción ventricular izquierda y su seguimiento?

5. Justificación

El COVID 19 es una enfermedad multisistémica en la cual se observado que cuenta en el 8 al 20% con afectación a nivel cardiovascular, provocando mediante múltiples mecanismos fisiopatológicos miocarditis.

En pacientes recuperados de COVID 19 continua la inflamación miocárdica la cual provoca una disfunción ventricular izquierda, manifestándose desde una manera asintomática hasta la falla cardiaca, presentándose incluso en pacientes con cuadros leves, siendo los cuadros severos más afectados, pero no existen estudios que identifiquen este fenómeno en pacientes recuperados de COVID 19 severo, por lo que este estudio se propone medir el Strain longitudinal y circunferencial global del ventrículo izquierdo en estos pacientes de alto riesgo y observar las consecuencias en la función del ventrículo izquierdo post COVID 19 para así dar tratamiento oportuno y mantener en vigilancia a los pacientes que persistan con disfunción ventricular y así evitar la progresión a falla cardiaca.

7. Hipótesis

Alternativa: En pacientes recuperados de COVID 19 severo posterior a 90 días, el valor de strain longitudinal y circunferencial global se encontrará disminuido,, siendo el strain circunferencial global más afectado que el longitudinal

Nula: En pacientes recuperados de COVID 19 severo posterior a 90 días, el valor de strain longitudinal y circunferencial global no se encontrará disminuido y sin diferencia entre el strain circunferencial global y el longitudinal.

8. Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar la función ventricular izquierda mediante el strain longitudinal y circunferencial global del ventrículo izquierdo en pacientes recuperados de COVID 19 severo

Objetivos específicos

- Identificar los hallazgos ecocardiográficos en pacientes recuperados de COVID 19 severo que requirieron de ventilación mecánica invasiva
- Comparar el valor del strain longitudinal global con el strain circunferencial global en pacientes recuperados de COVID 19 severo
- Comparar el valor de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo con el valor del Strain longitudinal y circunferencial global
- Evaluar la función diastólica en pacientes recuperados de COVID severo que requirieron ventilación mecánica invasiva
- Evaluar la función del ventrículo derecho en pacientes recuperados de COVID 19

9. Población

Expedientes de pacientes del Hospital Regional 1° de Octubre que presentaron COVID 19 que requirieron de ventilación mecánica invasiva, y que cuentan con una ecocardiograma posterior de 90 días del evento agudo

Criterios de inclusión

Expedientes completos que cumplan con la norma oficial mexicana NOM-004-SSA3-2012, de pacientes que fueron atendidos en el Hospital Regional 1° de Octubre y que cuenten con las siguientes características:

- Pacientes mayores de 18 años que presentaron COVID 19 severo entendiendo este como requerimiento de ventilación mecánica invasiva
- Pacientes que presentaron COVID 19 severo y que se les haya realizado un ecocardiograma después de 90 días posterior al COVID 19.
- Reportes de ecocardiograma con mediciones a evaluar completas

Criterios de exclusión

Expedientes de pacientes que cuenten con las siguientes características:

- Pacientes que cuenten con valvulopatías de grado severo
- Pacientes con miocardiopatía previa al COVID 19
- Pacientes con cardiopatía isquémica previa

Criterios de eliminación

Expedientes de pacientes con las siguientes características:

- Incompletos.
- Reporte de ecocardiograma sin mediciones requeridas.

10. Materiales y métodos

Es un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo, transversal, analítico, no experimental. Se solicitó del archivo del hospital los expedientes de los pacientes que requirieron de ventilación mecánica por COVID-19 y sobrevivieron, se seleccionaron aquellos que contaron con ecocardiograma posterior al cuadro agudo desde los 90 días posterior al internamiento. Se verificó que cumplieran con todos los criterios de inclusión ya descritos

Se analizaron los reportes de ecocardiograma para el análisis de las variables principales de estudio, SLG y SCG y se recolectaron los datos para posteriormente generar una base de datos para su análisis.

Para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias, porcentajes; para las variables cuantitativas, promedio, derivaciones estándar. El análisis estadístico se realizó con prueba T de muestra única y prueba T de Student, se consideró como estadísticamente significativo el valor $p < .05$.

Descripción de variables

Variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
COVID 19 severo	Infección por SARS Cov2 que requirió de manejo invasivo de la vía aérea	Cualitativo	1. Si 1- No
Edad	Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento	Cuantitativa	Años
Genero	Fenotipo masculino o femenino	Cualitativa	Masculino Femenino
Fracción de expulsión del VI	Porcentaje de sangre que el ventrículo izquierdo expulsa en cada sístole en relación con el volumen diastólico	Cuantitativo	Porcentaje (%)
Strain longitudinal	Parámetro ecocardiográfico que mide el grado de deformación miocárdica de las fibras longitudinales del ventrículo izquierdo.	Cuantitativo	Porcentaje (%)
Strain global circunferencial	Parámetro ecocardiográfico que mide el grado de deformación miocárdica de las fibras circunferenciales del ventrículo izquierdo.	Cuantitativo	Porcentaje (%)
Geometría del VI	Estructura del ventrículo izquierdo basada en el grosor parietal relativo y masa ventricular izquierda indexada	Cualitativo	0: Geometría normal 1: Remodelado concéntrico 2: Hipertrofia concéntrica 3: Hipertrofia excéntrica
Función diastólica	Función de relajación del ventrículo izquierdo	Cualitativo	0: Normal 1: Disfunción grado I 2: Disfunción grado II 3: Disfunción grado III

El actual trabajo con número de registro interno **113.045.2023** fue APROBADO el 26 de junio del 2023 por el comité de investigación, con número de registro COFEPRIS 17 CI 09 005 135 y por Comité de Ética en Investigación, el 26 de junio del 2023, con número de registro CPNBIOETICA-09-CEI012-20170421, otorgándose el número de registro institucional 435.2023 (RPI)

12. Resultados

Se analizaron 18 expedientes de pacientes que fueron atendidos en el Hospital Regional 1º de octubre, que presentaron COVID severo y que cuentan con ecocardiograma a los 90 días del cuadro agudo; de los cuales tuvieron un rango de edad entre los 31 a 76 años con promedio de 50.22 años, Siendo el 50% del genero femenino y 50% del masculino. **(tabla-1)**

Genero	Masculino 50% (n=9)	Femenino 50% (n=9)
Edad promedio	50.22 ± 13.21 años (31 años - 76 años)	

Se analizaron parámetros ecocardiograficos para determinar la función ventricular izquierda **(tabla 2)** encontrando el SLG promedio de $-17.9\% \pm 2.7\%$, el SCG promedio de $-16.28\% \pm 4.9\%$ y la FEVI promedio del $60\% \pm 7.8\%$. La función diastolica se encontró normal en un 22.22% (n=4), la disfunción diastolita grado I en un 72.2%, disfunción diastolica grado II en un 5.6% (n=1), la función sistólica del VD (tabla 3) se encontró conservada en el 83.33% (n=15), así mismo el patrón geométrico se encontró normal en un 50% (n=9), Remodelado concéntrico en un 44.44% (n=8) e hipertrofia concéntrica en un 5.56% (n=1). La disfunción sistólica del ventrículo derecho se encontró en el 16.67% (n=3). **(tabla-3)**

Parámetro	Rango	Promedio
SLG	-21% a -8.2%	-17.96 % ± 2.7
SCG	-25% a -7.7%	-16.99 % ± 4.9
FEVI	41% a 80%	60 % ± 7.8
	Frecuencia (n=18)	Porcentaje
Patrón geométrico		
Normal	9	50 %
Hipertrofia concéntrica	1	5.56 %
Hipertrofia excéntrica	0	0 %
Remodelado concéntrico	8	44.44 %
Patrón de función diastolica		
Normal	4	22.22%
Grado I	13	72.22%
Grado II	1	5.56%
Grado III	0	0%

Tabla-3 Función ventricular derecha		
Parámetro	Frecuencia (n)	Porcentaje
Función sistólica del VD		
Conservada	15	83.33 %
Deprimida	3	16.67 %

La disfunción sistólica del ventrículo izquierdo determinada por la caída del SCG, SLG y/o FEVI se observó en el 77.78% (n=14) por lo tanto una función ventricular izquierda preservada se encontró en el 22.22% (n=4). **(Tabla-4)**

Tabla-4 Función ventricular izquierda		
Parámetro	Frecuencia (n=18)	Porcentaje
Disfunción sistólica del VI	14	77.78%
Función sistólica del VI conservada	4	22.22%

Strain Circunferencial global

En el grupo que presenta disfunción sistólica del ventrículo izquierdo (n=14), el 92.85% (n=13) presentan caída del valor del SCG ($SCG < -20.9\%$), observándose la disminución aislada de este valor en el 57.14% (n=8); acompañada de la caída del valor del SLG ($SLG < -18\%$) en el 28.60% (n=4) y acompañada de la caída tanto del valor del SLG como de la FEVI en el 7.14% (n=1) **(Tabla 5)**. La disminución promedio del valor del SCG fue del $5.34\% \pm 2.3\%$, debido a la distribución normal en nuestra población se decide realizar una prueba T de muestra única en la que se demuestra una $p < .05$ **(Tabla-6)**

Tabla-5 Disfunción sistólica del VI		
Parámetro	Frecuencia (n=14)	Porcentaje
Solamente por $SLG < -18\%$	1	7.14%
Solamente por $SCG < -20.9\%$	8	57.14%
Solamente por $FEVI < 50\%$	0	0 %
$SLG < -18\% + SCG < -20.9\%$	4	28.60%
$SLG < -18\% + SCG < -20.9\% + FEVI < 50\%$	1	7.14%
Total	14	100%

Strain longitudinal global

En el grupo que se identificó disfunción ventricular izquierda (n=14), el 42.88% (n=6) presentó caída del valor absoluto del SLG (SLG < -18%), observándose la disminución aislada de este valor en el 7.14% (n=1); acompañada de la caída del valor del SCG (SCG < -20.9%) en el 28.60% (n=4) y acompañada de la caída tanto del valor del SCG como de la FEVI en el 7.14% (n=1). **(Tabla 5)**. La reducción promedio del valor del SLG fue de 2.56% ± 4.11, se realiza prueba T de muestra única en la que demuestra p > .05 **(Tabla 7)**.

Variable	Media	DE	SEM	T	DES	p
SCG	- 16.99	4.956	1.168	3.3438	1.168	0.0019

Variable	Media	DE	SEM	T	DES	P
SLG	- 17.96	2.7	0.641	0.0520	0.6364	0.95

Genero y función ventricular: Se realiza prueba t de Student para realizar comparación entre el genero masculino y femenino encontrando que no existe diferencia estadística en el valor del SCG y SLG entre estos dos grupos recuperados de COVID-19 severo. **(Tabla 8,9)**

Genero	N	Media	DE	SEM	T/DES	P
Masculino	9	-17.033	5.071	1.6990	.078/	0.9384
Femenino	9	-16.844	5.131	1.710	2.405	

Genero	N	Media	DE	SEM	T/DES	P
Masculino	9	-18.311	.924	.308	.052/	0.6064
Femenino	9	-17.62	.308	1.274	1.311	

13. Discusión

En nuestra población estudiada encontramos con significancia estadística que los pacientes recuperados de COVID 19 severo presentan todavía disfunción ventricular izquierda determinada por la caída del SCG ($p < .05$) y no tanto por la caída del SLG ($p > .05$), esto se puede explicar tanto por la inflamación residual como por la cicatriz ocasionada por el cuadro agudo que afecta en mayor medida a las fibras subepicárdicas (circunferenciales) que a las subendocárdicas (longitudinales), además se describe en la literatura que los segmentos mas afectados son los basales, lo que ha llevado a la hipótesis que los receptores virales de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2) son los responsables de esto, debido a que estos se encuentran altamente expresados en la grasa epicárdica, la cual se encuentra en surco auriculoventricular y a la pared lateral del VI, por lo tanto se encuentra cerca de los segmentos basales y de las fibras circunferenciales. La unión de estos receptores con el virus provocara la inhibición de la función de la ECA2, por lo cual no podrá tener sus efectos antiinflamatorios y antitrombóticos

A pesar de que no se encontró la caída del SLG en la mayoría de los pacientes recuperados, este parámetro si pudo estar alterado a nivel basal por lo descrito anteriormente, encontrándose normal el valor global por compensación de las regiones mediales y apicales. Por lo que esto es una limitante del estudio ya que solo se analizo la deformación miocárdica longitudinal y circunferencial global y no la regional. Como otra limitante de este estudio es el numero reducido del pacientes y la falta de un ecocardiograma antes de cuadro agudo para suponer cualquier relación entre la infección por COVID-19 y la caída del strain.

14. Conclusiones

Este estudio sugiere que los pacientes recuperados de COVID 19 severo persisten con disfunción ventricular izquierda y esta puede ser detectada por el SCG y/o SLG usando la ecocardiografía speckle tracking, demostrando además las regiones donde hay daño miocardio y/o edema, además de ser una herramienta útil para el seguimiento.

La disfunción ventricular izquierda se puede diagnosticar de mejor manera con el SCG que con el SLG, en pacientes recuperados de COVID 19 severo, debido al probable mayor involucro de las fibras circunferenciales que las longitudinales en el COVID-19.

Las consecuencias de esta disfunción ventricular izquierda son desconocidas actualmente, por lo que se debe de realizar mayores investigaciones sobre este tema para conocer las secuelas cardiovasculares a largo plazo del COVID-19.

15. Referencias bibliográficas

1. Wang C., Horby P.W., Hayden F.G., Gao G.F. A novel coronavirus outbreak of global health concern. *Lancet*. 2020;395:470–473.
- 2 Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet infectious diseases*, 20(5), 533-534.
3. Shmueli H, Shah M, Ebinger JE, Nguyen LC, Chernomordik F, Flint N, Botting P, Siegel RJ. Left ventricular global longitudinal strain in identifying subclinical myocardial dysfunction among patients hospitalized with COVID-19. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2021 Feb;32:100719.
4. Lippi G., Plebani M. Laboratory abnormalities in patients with COVID-2019 infection. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2020;58:1131–1134.
5. Chapman A.R., Bularga A., Mills N.L. High-Sensitivity cardiac troponin can be an ally in the fight against COVID-19. *Circulation*. 2020;141:1733–1735
6. Kawakami R, Sakamoto A, Kawai K, et al. Pathological Evidence for SARS-CoV-2 as a Cause of Myocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 2021 Jan, 77 (3) 314–325.
- 7 D'Andrea, A., Cante, L., Palermi, S., Carbone, A., Ilardi, F., Sabatella, F., ... & Bossone, E. (2022). COVID-19 Myocarditis: Prognostic Role of Bedside Speckle-Tracking Echocardiography and Association with Total Scar Burden. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5898.
- 8 Puntmann, V. O., Carerj, M. L., Wieters, I., Fahim, M., Arendt, C., Hoffmann, J., ... & Nagel, E. (2020). Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA cardiology*, 5(11), 1265-1273.
- 9 Abou R, van der Bijl P, Bax JJ, et al Global longitudinal strain: clinical use and prognostic implications in contemporary practice *Heart* 2020;106:1438-1444
- 10 Kocabay, G., Muraru, D., Peluso, D., Cucchini, U., Mihaila, S., Padayattil-Jose, S., ... & Badano, L. P. (2014). Normal left ventricular mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Reference values in healthy adults. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 67(8), 651-658.
- 11 Moreira, H. T., Nwabuo, C. C., Armstrong, A. C., Kishi, S., Gjesdal, O., Reis, J. P., ... & Ambale-Venkatesh, B. (2017). Reference ranges and regional patterns of left ventricular strain and strain rate using two-dimensional speckle-tracking echocardiography in a healthy middle-aged black and white population: the CARDIA study. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 30(7), 647-658.
- 12 Stokke, T. M., Hasselberg, N. E., Smedsrud, M. K., Sarvari, S. I., Haugaa, K. H., Smiseth, O. A., ... & Remme, E. W. (2017). Geometry as a confounder when assessing ventricular systolic function: comparison between ejection fraction and strain. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(8), 942-954.
- 13 Tadic, M., Cuspidi, C., Majstorovic, A., Kocijancic, V., & Celic, V. (2015). The relationship between left ventricular deformation and different geometric patterns according to the updated classification: findings from the hypertensive population. *Journal of Hypertension*, 33(9), 1954-1961.
- 14 Caiado LDC, Azevedo NC, Azevedo RRC, Caiado BR. Cardiac involvement in patients recovered from COVID-19 identified using left ventricular longitudinal strain. *J Echocardiogr*. 2022 Mar;20(1):51-56..

- 15 Stöbe, S., Richter, S., Seige, M., Stehr, S., Laufs, U., & Hagendorff, A. (2020). Echocardiographic characteristics of patients with SARS-CoV-2 infection. *Clinical Research in Cardiology*, 109(12), 1549-1566.
- 16 Wassenaar, J. W., Clark, D. E., Dixon, D. D., George-Durrett, K., Parikh, A., Li, D. L., ... & Dendy, J. M. (2022). Reduced Circumferential Strain in Athletes with Prior COVID-19 Infection. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, 4(4), e210310.
- 17 Basso, C. (2022). Myocarditis. *New England Journal of Medicine*, 387(16), 1488-1500.
- 18 Hong, G. H., Hays, A. G., & Gilotra, N. A. (2022). The Evolving Role of Echocardiography During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Heart International*.
- 19 Abrishami, A., Eslami, V., Baharvand, Z., Khalili, N., Saghmanesh, S., Zarei, E., & Sanei-Taheri, M. (2021). Epicardial adipose tissue, inflammatory biomarkers and COVID-19: Is there a possible relationship?. *International immunopharmacology*, 90, 107174