

Alteraciones electrocardiográficas en pacientes hospitalizados con COVID-19

Electrocardiographic alterations in hospitalized patients with COVID-19

Luis M. de la Torre-Fonseca^{1*}, Fabiola Loor-Cedeño², Robert Alarcón-Cedeño³, Ana M. Barreda-Pérez⁴ y Ana D. Reyes-Mora¹

¹Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico Comandante Manuel Fajardo, La Habana, Cuba; ²Servicio de Medicina, Hospital Clínica Centeno, Manta, Ecuador; ³Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Hospital Álvaro Cunqueiro, Área Sanitaria de Vigo, SERGAS, Pontevedra, España; ⁴Servicio de Cirugía, Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, La Habana, Cuba

Resumen

Introducción: Como consecuencia del daño directo provocado por el virus SARS-CoV-2 sobre el corazón se producen alteraciones electrocardiográficas. **Objetivo:** Determinar si existe relación entre las alteraciones electrocardiográficas intrahospitalarias, con los antecedentes cardiovasculares y su evolución hospitalaria. **Materiales y método:** Estudio de cohortes, prospectivo, analítico, en 373 pacientes con el diagnóstico positivo de enfermedad por el nuevo coronavirus 2019 que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Docente "Comandante Manuel Fajardo" (La Habana, Cuba) entre marzo del 2020 y octubre del mismo año. **Resultados:** La mediana de edad fue de 69 (RIC: 57-77); el 14.2% de los pacientes presentó fibrilación auricular, el 8,3% bloqueo de rama derecha y el 4.8% alteraciones del segmento ST. La edad, los antecedentes de cardiopatía isquémica y la diabetes mellitus se identificaron como variables predictoras independientes de alteraciones electrocardiográficas (RR: 1.02; IC 95%: 1.01-1.04; p = 0.007; RR: 2.21; IC 95%: 1.19-4.10, p = 0.012 y RR: 1.71; IC 95%: 1.04-2.85, p = 0.036, respectivamente). **Conclusiones:** La prevalencia de alteraciones electrocardiográficas en pacientes hospitalizados con el nuevo coronavirus fue mayor comparada con otras series. Los antecedentes de cardiopatía isquémica y diabetes mellitus, además de la edad, se identificaron como variables predictoras independientes de alteraciones electrocardiográficas en pacientes con afección grave por la enfermedad del nuevo coronavirus 2019.

Palabras clave: COVID-19. Arritmia. Bradicardia. Prevalencia. Supervivencia.

Abstract

Introduction: As a consequence of the direct damage caused by the virus on the heart, electrocardiographic alterations occur. **Objective:** To determine if there is a relationship between in-hospital electrocardiographic alterations with cardiovascular history and hospital evolution. **Materials and method:** Analytical prospective cohort study in 373 patients with a positive diagnosis of disease due to the new coronavirus 2019 who were admitted to the Intensive Care Unit of the "Comandante Manuel Fajardo" University Hospital (Havana, Cuba) between March 2020 and October of the same year. **Results:** The median age was 69 (IQR: 57-77), 14.2% of patients had atrial fibrillation, 8.3% right bundle branch block, and 4.8% ST-segment abnormalities. Age, history of ischemic heart disease, and diabetes mellitus were identified as independent predictor variables of electrocardiographic abnormalities (RR: 1.02; 95% CI: 1.01-1.04, p = 0.007; RR: 2.21; 95% CI: 1.19-4.10, p = 0.012 and RR: 1.71 95% CI: 1.04-2.85, p = 0.036, respectively).

*Correspondencia:

Luis M. de la Torre-Fonseca
E-mail: marianotorre33@gmail.com

Fecha de recepción: 04-05-2022
Fecha de aceptación: 09-08-2022
DOI: 10.24875/RCCAR.22000029

Disponible en internet: 27-12-2022
Rev Colomb Cardiol. 2022;29(6):640-647
www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2022 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Conclusions: *The prevalence of electrocardiographic abnormalities in hospitalized patients with the new coronavirus was higher compared to other series. History of ischemic heart disease and diabetes mellitus, in addition to age, were identified as independent predictors of electrocardiographic abnormalities in patients severely affected by the new coronavirus disease 2019.*

Keywords: COVID-19. Arrhythmia. Bradycardia. Prevalence. Survival.

Introducción

Desde los primeros casos diagnosticados con el síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus 2 (SARS-CoV-2) en la provincia de Wuhan, China, en diciembre del año 2019, la enfermedad por el nuevo coronavirus se ha convertido en un verdadero problema de salud mundial¹. El impacto sobre nuestras poblaciones y los servicios sanitarios ha sido considerable; hasta abril del presente año se han constatado aproximadamente 6 millones de muertes por la enfermedad del nuevo coronavirus 2019 “novel coronavirus infection disease 2019” (COVID-19) en todo el mundo².

Este virus se une al receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 de las células respiratorias y, de esta manera, se inicia el establecimiento temprano de la enfermedad³. A pesar de que una proporción considerable de pacientes es asintomática, las manifestaciones clínicas más comunes son la fiebre, el malestar general y los síntomas respiratorios⁴. Las complicaciones graves son poco frecuentes; sin embargo, aproximadamente el 26% necesita ingresar a unidades de cuidado intensivo⁵. La infección por el nuevo coronavirus afecta, en primer lugar, el sistema respiratorio, seguido por el sistema cardiovascular, con complicaciones que pueden ir desde alteraciones del ritmo cardíaco y miocarditis, hasta síndrome coronario agudo o shock⁶.

Como consecuencia del daño directo provocado por el virus sobre el corazón, la hipoxia desencadenada por el estado grave de la enfermedad, la respuesta inflamatoria sistémica e incluso la isquemia miocárdica se producen alteraciones electrocardiográficas. La fibrilación auricular (FA) y otros tipos de taquicardias supraventriculares son las presentaciones más frecuentes, acompañadas por la bradicardia sinusal, los trastornos de la conducción y la taquicardia ventricular, todas asociadas con un aumento de la hospitalización y una elevada mortalidad^{7,8}.

En el contexto de la epidemia por el SARS-CoV-2, el electrocardiograma (ECG) se ha convertido en una herramienta diagnóstica eficaz de las principales complicaciones eléctricas en estos pacientes. Sin embargo, la relación de las alteraciones electrocardiográficas con determinados antecedentes personales, la supervivencia y la mortalidad no han sido suficientemente estudiadas. A pesar de la alta prevalencia de la

infección por COVID-19, se desconoce en profundidad la posible asociación de los factores de riesgo convencionales para la enfermedad coronaria con las alteraciones electrocardiográficas. Este estudio pretende determinar si existe relación entre las alteraciones electrocardiográficas intrahospitalarias con los antecedentes cardiovasculares y su evolución hospitalaria.

Materiales y método

Estudio de cohortes, prospectivo, analítico, en 373 pacientes con el diagnóstico positivo de infección grave por COVID-19, que ingresaron en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Docente Clínico Quirúrgico Comandante Manuel Fajardo de la Habana (Cuba) entre marzo y octubre del año 2021. La muestra quedó constituida por todos los pacientes que ingresaron de manera consecutiva con el diagnóstico positivo de COVID-19 en la unidad de cuidado intensivo y cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterio de inclusión

- Pacientes ≥ 18 años, con diagnóstico positivo de COVID-19 confirmado por prueba de detección (reacción en cadena de la polimerasa) de síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus 2 (SARS-CoV-2), ingresados en la unidad de cuidado intensivo de la institución entre marzo-octubre del 2021.

Criterio de exclusión

- Pacientes quienes no contengan las variables que se evalúan en este estudio en la base de datos de la unidad de cuidados intensivos.
- Pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico negativo para COVID-19.

Para el diagnóstico se tomó una muestra a través del hisopado nasofaríngeo a todos los pacientes mayores de 18 años ingresados en nuestro hospital para detección del SARS-CoV-2. En la evaluación inicial en el servicio de Cardiología se incluyó el examen clínico, ECG de 12 derivaciones, radiografía de tórax y gasometría arterial. La presencia de comorbilidades se

definió en correspondencia con los datos obtenidos de la historia clínica y el examen físico general, mientras las alteraciones electrocardiográficas se identificaron a partir del análisis del ECG en reposo por dos expertos, con regla milimetrada y en caso de no coincidir se tuvo en cuenta el criterio de un tercer experto.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media con su desviación estándar (DE) o mediana (rango intercuartílico RIC), según distribución normal o asimétrica de datos, que fue evaluada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables categóricas se presentan como números y porcentajes. Se empleó el test de χ^2 para comparaciones entre variables cualitativas, usando el riesgo relativo (RR) para definir la intensidad de esta asociación, así como el test de la U de Mann-Whitney para la comparación entre variables categóricas y cuantitativas. Se aplicó un modelo de regresión logística bivalente para determinar las variables predictoras independientes de alteraciones electrocardiográficas intrahospitalarias con una tasa de acierto del 81.5%, así como la prueba log-rank con la representación de las curvas de Kaplan-Meier para el seguimiento intrahospitalario de los pacientes con diagnóstico positivo de COVID-19 y alteraciones electrocardiográficas. En todos los casos se trabajó para un nivel de confianza del 95% y se prefijó una zona crítica o de rechazo (alfa) de 0.05, asociada al valor de probabilidades p. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25 para el análisis de los datos.

Recolección de datos y definición de variables

Los datos se tomaron del registro de pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital y las historias clínicas.

Se tuvieron en cuentas variables demográficas y clínicas, como edad, género, antecedentes patológicos personales: cardiopatía isquémica (considerada como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica o el uso de medicación antiisquémica), hipertensión arterial (considerada como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica o el uso de medicación antihipertensiva), diabetes *mellitus* (considerada como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica o el uso de medicación hipoglucemiante), obesidad (clasificada como un índice de masa corporal —IMC— > 30, insuficiencia renal (considerada como el antecedente de diagnóstico previo recogido en

la historia clínica o un índice de filtrado glomerular < 60 ml/min/1.73 m²), cáncer (considerado como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica), enfisema pulmonar (considerado como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica o el uso de medicación), asma bronquial (considerada como el antecedente de diagnóstico previo recogido en la historia clínica o el uso de medicación); alteraciones electrocardiográficas: fibrilación auricular, aleteo auricular, taquicardia auricular, otras taquicardias supraventriculares, taquicardia ventricular, bradicardia sinusal, bloqueos aurículo-ventriculares, bloqueos completos de las ramas del haz de His, bloqueos fasciculares, alteraciones del segmento ST y ondas T negativas, patrón de Brugada, QT largo y patrón S1Q3T3.

Aspectos éticos y legales

Los investigadores participantes en este estudio siguieron las normas éticas y legales aplicables, en concreto la Declaración de Helsinki. Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes y se contó con la aprobación del comité de ética del hospital.

Resultados

Fueron ingresados 373 pacientes en la unidad de cuidados intensivos del hospital con el diagnóstico de infección grave por COVID-19, quienes recibieron tratamiento según el protocolo de actuación aprobado por el Ministerio de Salud Pública de Cuba. La mediana de edad del grupo de estudio fue de 69 años, con un ligero predominio del sexo masculino (56.6%); la hipertensión arterial (71.6%), la diabetes *mellitus* (25.2%), la obesidad (30%) y la cardiopatía isquémica (19%) fueron los antecedentes patológicos personales más frecuentes. Con relación al análisis del ECG, 211 pacientes (56.6%) presentaron alteraciones electrocardiográficas; de ellas 53 (14.2%) episodios de FA y 12 (3.2%) de taquicardia auricular, mientras 39 (10.5%) y 31 (8.3%) presentaron ondas T negativas y bloqueo completo de rama derecha del haz de His, respectivamente (Tabla 1).

Los antecedentes personales de diabetes *mellitus* ($p = 0.009$) y cardiopatía isquémica ($p < 0.001$), así como la edad (Mdn = 204.8; $p < 0.001$) en el análisis bivariado se asociaron de manera significativa con alteraciones electrocardiográficas durante su estadía hospitalaria (Tabla 2).

En el análisis multivariado para determinar posibles predictores independientes de alteraciones electrocardiográficas, los antecedentes de diabetes *mellitus*,

Tabla 1. Características generales de la población

Variables	n = 373
Edad, mediana (RIC)	69 (57-77)
Género femenino	162 (43.4%)
Antecedentes personales	
Cardiopatía isquémica	71 (19%)
Hipertensión arterial	267 (71.6%)
Diabetes <i>mellitus</i>	94 (25.2%)
Obesidad	112 (30%)
Insuficiencia real	10 (2.7%)
Cáncer	18 (4.8%)
Enfisema pulmonar	15 (4%)
Asma bronquial	22 (5.9%)
Alteraciones electrocardiográficas	
Fibrilación auricular	53 (14.2%)
Aleteo auricular	7 (1.9%)
Taquicardia auricular	12 (3.2%)
Otras TSV	4 (1.1%)
Bradicardia sinusal	8 (2.1%)
BAV	4 (1.1%)
Taquicardia ventricular	1 (0.3%)
BCRIHH	1 (0.3%)
BCRDHH	31 (8.3%)
Bloqueos fasciculares	16 (4.3%)
QT largo	13 (3.5%)
Patrón de Brugada	2 (0.5%)
Alteraciones del segmento ST	18 (4.8%)
Ondas T negativas	39 (10.5%)
Patrón S1Q3T3	2 (0.5%)
Sin alteraciones	162 (43.4%)

RIC: rango intercuartílico; TSV: taquicardia supraventricular; BAV: bloqueo aurículo-ventricular; BCRIHH: bloqueo completo rama izquierda del haz de His; BCRDHH: bloqueo completo rama derecha haz de His.

cardiopatía isquémica y la edad se identificaron como variables predictoras independientes de alteraciones electrocardiográficas (RR: 1.72; IC 95%: 1.04-2.85, $p = 0.036$; RR: 2.21; IC 95%: 1.19-4.10, $p = 0.012$ y RR: 1.02; IC 95%: 1.01-1.04, $p = 0.007$, respectivamente) (Fig. 1).

En la evaluación de la supervivencia intrahospitalaria entre los pacientes graves con COVID-19, no se constataron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que presentaron alteraciones electrocardiográficas y los que no ($p = 0.11$) (Fig. 2) Además, la presencia de estas alteraciones electrocardiográficas intrahospitalarias no contribuyó de manera significativa con el aumento de la mortalidad en los pacientes ingresados por una infección grave a causa de la COVID-19 (HR: 1.10; IC 95%: 0.87-1.38).

Discusión

A pesar de la alta incidencia de las alteraciones electrocardiográficas en los pacientes ingresados con

COVID-19, los estudios que evalúan su relación con los factores de riesgo cardiovascular no son numerosos. Diversos mecanismos responsables de las alteraciones encontradas en el ECG de pacientes hospitalizados con COVID-19, como el estado de hipoxia celular, el daño directo sobre las células cardíacas y el efecto de los diversos mediadores inflamatorios, han sido abordados en numerosos estudios⁹⁻¹¹. Sin embargo, el rol que desempeñan diferentes factores de riesgo, como edad, hipertensión arterial, diabetes *mellitus*, antecedentes de cardiopatía isquémica en estas alteraciones, aún es insuficiente.

El 56,6% de los pacientes hospitalizados con COVID-19 en nuestro estudio presentaron alteraciones electrocardiográficas; comparado con otros trabajos consultados, la proporción fue ligeramente superior¹²⁻¹⁴. Pese a ello, cuando se analizaron pacientes graves ingresados en unidades de cuidados intensivos los resultados de nuestro estudio fueron similares e incluso ligeramente inferiores^{15,16}. En los trabajos de Bertini¹⁵ y Angeli et al.¹⁷ la incidencia de las alteraciones electrocardiográficas en pacientes graves hospitalizados con COVID-19 fue similar con relación a la prevalencia de FA, aleteo auricular, alteraciones del segmento del ST y trastornos de la conducción con la del presente trabajo.

La ventilación mecánica, así como los estados de infección grave contribuyen al aumento de las alteraciones del ECG, ya sea secundario al aumento de las presiones pulmonares, o por el daño directo sobre el músculo cardíaco y la liberación de mediadores proinflamatorios. Las alteraciones en la función de los canales iónicos (sodio y calcio), prolongaciones en los potenciales de acción, daño del músculo cardíaco e incremento de la presión sobre las cavidades derechas, representan la génesis de alteraciones electrocardiográficas, como arritmias supraventriculares, trastornos de la conducción y alteraciones del segmento ST y la onda T¹².

La FA representa la principal alteración electrocardiográfica de pacientes con COVID-19 hospitalizados o no, independientemente de los antecedentes de episodios de paroxismos. Un reciente meta-análisis que evaluó la prevalencia de las arritmias cardíacas en pacientes hospitalizados con el nuevo coronavirus reportó que el 11% presentó episodios de FA, con una mayor prevalencia en pacientes graves¹⁸. Similares resultados arrojaron los trabajos de autores como Incardi¹⁹ y Colon et al.²⁰ en pacientes con neumonía por COVID-19. Otras arritmias auriculares, como el aleteo y la taquicardia auricular, son habitualmente frecuentes en esta enfermedad según reportan actuales investigaciones^{12,21,22}.

A pesar de la menor prevalencia de la bradicardia sinusal, los bloqueos aurículo-ventriculares y los

Tabla 2. Asociación entre los antecedentes personales, la edad y el sexo con la aparición de alteraciones electrocardiográficas

Variables		Alteraciones electrocardiográficas		p
		Si (n = 211)	No (n = 162)	
Edad, Mediana (RIC)		70 (204.8)	66 (163.8)	< 0.001
Género femenino		93 (44.1%)	69 (42.6%)	0.78
Antecedentes Patológicos personales	Cardiopatía isquémica	54 (25.6%)	17 (10.5%)	< 0.001
	Diabetes <i>mellitus</i>	60 (30.3%)	30 (18.5%)	0.009
	Hipertensión arterial	159 (75.4%)	108 (66.7%)	0.065
	Obesidad	56 (26.5%)	56 (34.6%)	0.094

RIC: rango intercuartílico.

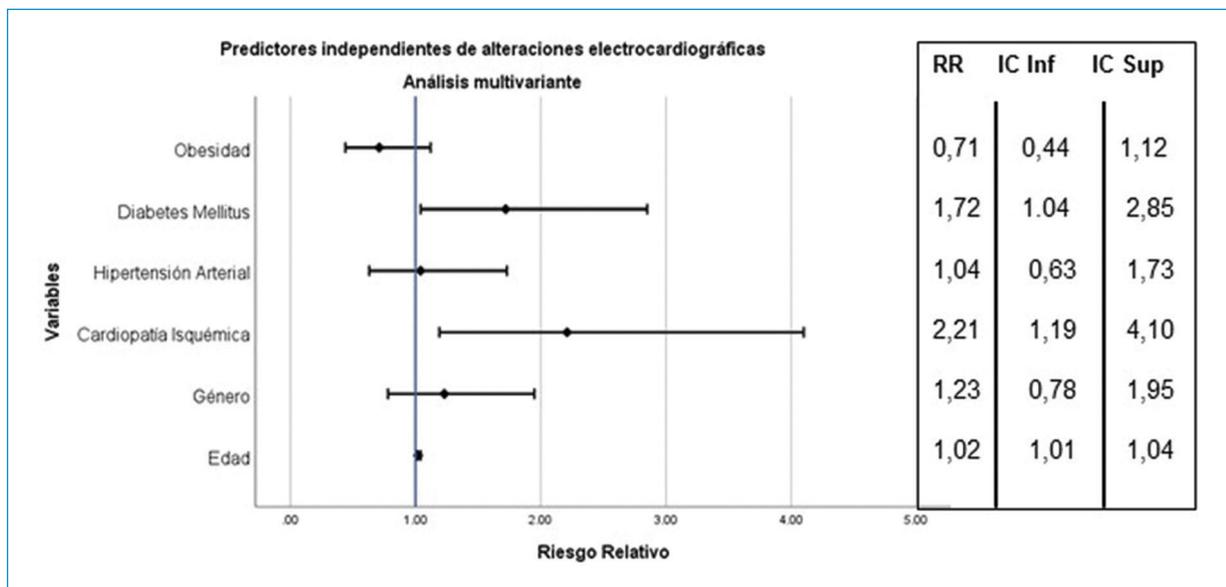


Figura 1. Análisis multivariante de los predictores independientes de alteraciones electrocardiográficas.

trastornos de la conducción ventricular, estas alteraciones están presentes en los pacientes afectados por el nuevo coronavirus^{23,24} Gopinathannair et al.²² reportaron una prevalencia de bradicardia sinusal, bloqueos auriculo-ventriculares completos y de primer y segundo grado de 8%, 8% y 5.9% respectivamente, mientras en el caso de los bloqueos de ramas y trastornos de la conducción interventricular fue de un 3.9%, ligeramente inferior a los resultados de nuestra investigación. El daño directo sobre la célula cardíaca es capaz de producir en el ECG de superficie alteraciones del segmento ST y la onda T; así como también el aumento súbito de las presiones del ventrículo derecho el patrón de S1Q3T3 y signos de crecimiento de este ventrículo.

Trabajos recientes consultados evalúan la ocurrencia de estas alteraciones, con una incidencia para las alteraciones del segmento ST y la onda T entre un 2 a un 10.5% y el patrón S1Q3T3 en un 9%^{15,17,24,25}.

Independientemente del impacto del virus sobre el corazón y su despolarización, el efecto de diversos factores de riesgo como la edad, los antecedentes de cardiopatía isquémica y la diabetes mellitus contribuyen con la ocurrencia de alteraciones electrocardiográficas. En los resultados del estudio de Bhatla et al.²⁶ se destacó la asociación entre la FA y las bradiarritmias con la edad. El incremento de un año se asoció con una mayor incidencia de FA, bradiarritmias y taquicardias ventriculares no sostenidas²⁶. Similar

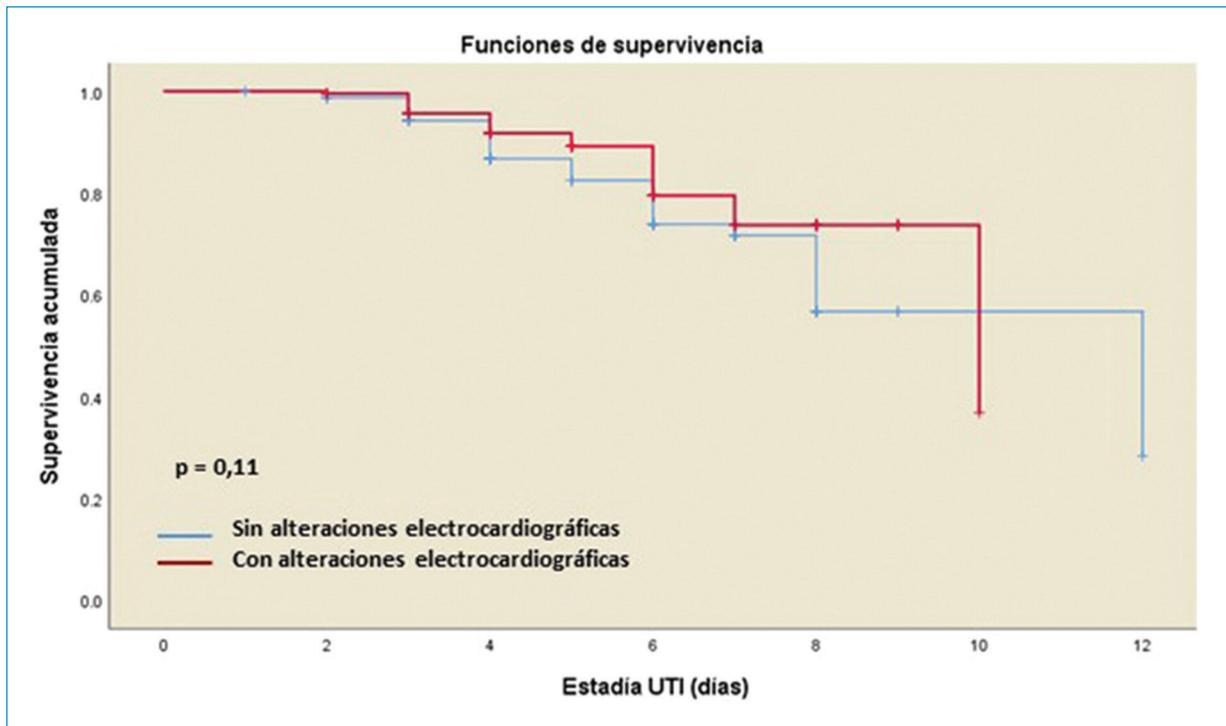


Figura 2. Supervivencia libre de alteraciones electrocardiográficas.

resultado se obtuvo en un metaanálisis que agrupó 784 pacientes, donde la presencia de arritmia fue mayor entre pacientes con antecedentes de diabetes *mellitus*, enfermedad cardiovascular y una mayor edad, a pesar de no ser significativo estadísticamente²⁷. Una reciente investigación que evaluó la relación de la diabetes *mellitus* con las complicaciones cardiovasculares en pacientes con COVID-19, arrojó que los pacientes diabéticos tuvieron un riesgo significativamente mayor ($p = 0.04$) de presentar nuevos episodios de FA²⁸.

Numerosas investigaciones han relacionado la presencia de alteraciones electrocardiográficas con un aumento de la mortalidad en pacientes hospitalizados con COVID-19^{27,29,30}. Así, los trabajos de Yang³¹ y Wang et al.³² evidenciaron la disminución de la supervivencia en aquellos con alteraciones del ECG en comparación con los que presentaban un ECG normal. Sin embargo, un estudio que comparó la incidencia de las alteraciones del electrocardiograma entre pacientes con enfermedad respiratoria aguda causadas o no por el SARS-CoV-2, no mostró diferencias significativas entre ambos grupos³³. Las alteraciones del ECG constituyeron predictores independientes para ambos casos, independientemente de si tuvieran o no una infección por COVID-19³³. En esta investigación, la presencia de una población con manifestaciones graves de la enfermedad por COVID-19, así como múltiples

complicaciones relacionadas con la enfermedad que provocaron el ingreso en una unidad de cuidados intensivos, podrían influir de manera determinante en la evaluación de la supervivencia de este grupo.

Limitaciones

La principal limitación de esta investigación radica en las características propias de su metodología, que no permitió el análisis de las alteraciones electrocardiográficas de forma individual, además de tratarse de un estudio unicéntrico con un tamaño de la muestra no muy extenso, pese a que el tamaño de la muestra es representativo con relación al universo.

Conclusiones

La prevalencia de alteraciones electrocardiográficas en pacientes hospitalizados con COVID-19 fue mayor comparada con otras series. Los antecedentes de cardiopatía isquémica y diabetes *mellitus*, además de la edad, se identificaron como variables predictoras independientes de alteraciones electrocardiográficas en pacientes con afección grave por COVID-19; sin embargo, las alteraciones del ECG no se asociaron de forma significativa con la supervivencia.

Financiamiento

La investigación no ha demandado recursos materiales y económicos importantes. No se ha recibido financiamiento para llevarla a cabo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

- Moynihan R, Sanders S, Michaleff ZA, Scott AM, Clark J, To EJ, et al. Impact of COVID-19 pandemic on utilization of healthcare services: a systematic review. *BMJ Open*. 2021 Mar 16;11(3):e045343. DOI: <https://bmjopen.bmj.com/content/11/3/e045343>
- World Heart Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2022. Disponible en: <https://covid19.who.int/>.
- Wrapp D, Wang N, Corbett KS, Goldsmith JA, Hsieh CL, Abiona O, et al. Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation. *Science*. 2020;367(6483):1260-3. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abb2507>.
- Kutsuna S. Clinical manifestations of coronavirus disease 2019. *JMAJ*. 2021;4(2):76-80. DOI: <https://doi.org/10.31662/jmaj.2021-0013>.
- Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020;323(11):1061-9. DOI: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2761044>
- Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol* 2020;e201017. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamacardiology/fullarticle/2763845>
- Yu CM, Wong RS, Wu EB, Kong SL, Wong J, Yip GW, et al. Cardiovascular complications of severe acute respiratory syndrome. *Postgrad Med J*. 2006;82(964):140-4. DOI: <https://pmj.bmj.com/content/82/964/140>.
- Wu L, O'Kane AM, Peng H, Bi Y, Motriuk-Smith D, Ren J. SARS-CoV-2 and cardiovascular complications: From molecular mechanisms to pharmaceutical management. *Biochem Pharmacol*. 2020;178:114114. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006295220303506?via%3Dihub>
- Dherange P, Lang J, Qian P, Oberfeld B, Sauer WH, Koplan B, Tedrow U. Arrhythmias and COVID-19: A Review. *JACC Clin Electrophysiol*. 2020;6(9):1193-204. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405500X20306952?via%3Dihub>
- Akkawi AR, Ghazal M. COVID-19 and cardiac arrhythmias: a review of the literature. *Cureus*. 2021;13(9):e17797. DOI: <https://www.cureus.com/articles/68173-covid-19-and-cardiac-arrhythmias-a-review-of-the-literature>

- Duckheim M, Schreieck J. COVID-19 and cardiac arrhythmias. *Hemosfisiologia*. 2021;41(5):372-378. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1581-6881>.
- Pimentel M, Magalhães APA, Novak CV, May BM, Rosa LGDB, Zimmerman LI. Cardiac Arrhythmias in patients with COVID-19. *Arq Bras Cardiol*. 2021;117(5):1010-15. DOI: <https://abccardiol.org/article/arritmias-cardiacas-em-pacientes-com-covid-19/>
- Hamam O, Goda A, Eldalal M, Ussama A, Fahmy M, Elyamany K, et al. Cardiac arrhythmias in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *medRxiv* 2020.10.09.20209379. DOI: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.10.09.20209379v3>
- Goyal P, Choi JJ, Pinheiro LC, Schenck EJ, Chen R, Jabri A, et al. Clinical characteristics of Covid-19 in New York City. *N Engl J Med*. 2020;382(24):2372-4. DOI: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2010419>
- Bertini M, Ferrari R, Guardigli G, Malagù M, Vitali F, Zucchetti O, et al. Electrocardiographic features of 431 consecutive, critically ill COVID-19 patients: an insight into the mechanisms of cardiac involvement. *Europace*. 2020;22(12):1848-54. DOI: <https://academic.oup.com/europace/article/22/12/1848/5908263>
- Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020;323(11):1061-9. DOI: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2761044>. Erratum in: *JAMA*. 2021;325(11):1113.
- Angeli F, Spanevello A, De Ponti R, Visca D, Marazzato J, Palmiotto G, et al. Electrocardiographic features of patients with COVID-19 pneumonia. *Eur J Intern Med*. 2020;78:101-6. DOI: [https://www.ejinme.com/article/S0953-6205\(20\)30253-3/fulltext](https://www.ejinme.com/article/S0953-6205(20)30253-3/fulltext)
- Li Z, Shao W, Zhang J, Ma J, Huang S, Yu P, et al. Prevalence of atrial fibrillation and associated mortality among hospitalized patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:720129. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.720129>.
- Inciardi RM, Adamo M, Lupi L, Cani DS, Di Pasquale M, Tomasoni D, et al. Characteristics and outcomes of patients hospitalized for COVID-19 and cardiac disease in Northern Italy. *Eur Heart J*. 2020;41(19):1821-1829. DOI: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/41/19/1821/5834516>. Erratum in: *Eur Heart J*. 2020;41(48):4591.
- Colon CM, Barrios JG, Chiles JW, McElwee SK, Russell DW, Maddox WR, et al. Atrial arrhythmias in COVID-19 patients. *JACC Clin Electrophysiol*. 2020;6(9):1189-90. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405500X20303893?via%3Dihub>.
- Klein Klouwenberg PM, Frencken JF, Kuipers S, Ong DS, Peelen LM, van Vught LA, et al; MARS Consortium*. Incidence, Predictors, and Outcomes of New-Onset Atrial Fibrillation in Critically Ill Patients with Sepsis. A Cohort Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(2):205-11. DOI: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201603-0618OC>.
- Gopinathannair R, Merchant FM, Lakkireddy DR, Etheridge SP, Feigofsky S, Han JK, et al. COVID-19 and cardiac arrhythmias: a global perspective on arrhythmia characteristics and management strategies. *J Interv Card Electrophysiol*. 2020;59(2):329-36. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00440-002-0236-0>
- García-Zamora S, Lee S, Haseeb S, Bazoukis G, Tse G, Alvarez-Garcia J, et al. Arrhythmias and electrocardiographic findings in Coronavirus disease 2019: A systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2021;44(6):1062-74. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pace.14247>.
- McCullough SA, Goyal P, Krishnan U, Choi JJ, Safford MM, Okin PM. Electrocardiographic findings in coronavirus disease-19: Insights on Mortality and Underlying Myocardial Processes. *J Card Fail*. 2020;26(7):626-32. DOI: [https://www.onlinejcf.com/article/S1071-9164\(20\)30605-9/fulltext](https://www.onlinejcf.com/article/S1071-9164(20)30605-9/fulltext)
- Lanza GA, De Vita A, Ravenna SE, D'Aiello A, Covino M, Franceschi F, et al. Electrocardiographic findings at presentation and clinical outcome in patients with SARS-CoV-2 infection. *Europace*. 2021;23:123-9. DOI: <https://academic.oup.com/europace/article/23/1/123/5937244>
- Bhatla A, Mayer MM, Adusumalli S, Hyman MC, Oh E, Tierney A, et al. COVID-19 and cardiac arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2020;17(9):1439-44. DOI: [https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271\(20\)30594-4/fulltext](https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271(20)30594-4/fulltext)
- Pranata R, Huang I, Raharjo SB. Incidence and impact of cardiac arrhythmias in coronavirus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2020;20(5):193-8. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0972629220300875?via%3Dihub>
- Abe T, Egbuche O, Igwe J, Jegede O, Wagle B, Olanipekun T, et al. Cardiovascular complications in COVID-19 patients with or without diabetes mellitus. *Endocrinol Diabetes Metab*. 2021;4(2):e00218. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/edm2.218>
- Khan K, Dimtri F, Vargas C, Thomas A. COVID-19 and arrhythmias: a review of cardiac electrophysiology associated with SARS-CoV-2. *HCA Healthcare Journal of Medicine*. 2020;1(0). Disponible en: <https://scholarlycommons.hcahealthcare.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1133&context=hcahealthcarejournal>

30. Mulia EPB, Maghfirah I, Rachmi DA, Julario R. Atrial arrhythmia and its association with COVID-19 outcome: a pooled analysis. *Diagnosis (Berl)*. 2021;8(4):532-5. DOI: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/dx-2020-0155/html>
31. Yang D, Li J, Gao P, Chen T, Cheng Z, Cheng K, et al. The prognostic significance of electrocardiography findings in patients with coronavirus disease 2019: A retrospective study. *Clin Cardiol*. 2021;44(7):963-70. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/clc.23628>
32. Wang Y, Chen L, Wang J, He X, Huang F, Chen J, Yang X. Electrocardiogram analysis of patients with different types of COVID-19. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2020;25(6):e12806. DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7536962/>
33. De Vita A, Ravenna SE, Covino M, Lanza O, Franceschi F, Crea F, et al. Electrocardiographic findings and clinical outcome in patients with COVID-19 or other acute infectious respiratory diseases. *J Clin Med*. 2020;9(11):3647. DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7697612/>