

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

# Tendencias en la forma de presentación, el manejo y los resultados clínicos en el IAMCEST en pacientes con COVID-19



Santiago Garcia, MD,<sup>a,b</sup> Payam Dehghani, MD,<sup>c</sup> Larissa Stanberry, PhD,<sup>a</sup> Cindy Grines, MD,<sup>d,e</sup> Rajan A.G. Patel, MD,<sup>f</sup> Keshav R. Nayak, MD,<sup>g</sup> Avneet Singh, MD,<sup>h</sup> Wah Wah Htun, MD,<sup>i</sup> Ameer Kabour, MD,<sup>j</sup> Nima Ghasemzadeh, MD,<sup>k</sup> Cristina Sanina, MD,<sup>l</sup> Joseph Aragon, MD,<sup>m</sup> M. Chadi Alraies, MD,<sup>n</sup> Catherine Benziger, MD,<sup>o</sup> Brynn Okeson, MS,<sup>a</sup> Ross Garberich, MS,<sup>a</sup> Frederick G. Welt, MD,<sup>p,q</sup> Laura Davidson, MD,<sup>r</sup> Abdul Moiz Hafiz, MD,<sup>s</sup> Deepak Acharya, MD,<sup>t</sup> Jay Stone, MD,<sup>u</sup> Aditya Mehra, MD,<sup>v</sup> Shy Amlani, MD,<sup>w</sup> Ehtisham Mahmud, MD,<sup>x</sup> Jay Giri, MD,<sup>y</sup> Mehmet Yildiz, MD,<sup>b</sup> Timothy D. Henry, MD<sup>b</sup>

## RESUMEN

**ANTECEDENTES** Anteriormente hemos descrito una mortalidad intrahospitalaria elevada en el infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) en pacientes con COVID-19 tratados en la fase inicial de la pandemia.

**OBJETIVOS** El objetivo de este estudio fue describir las tendencias de los pacientes con COVID-19 y un IAMCEST durante el curso de la pandemia.

**MÉTODOS** El registro NACMI (*North American COVID-19 STEMI*) es un registro multicéntrico, observacional, prospectivo e iniciado por los investigadores, en el que se incluye a pacientes con IAMCEST hospitalizados por una infección de COVID-19 confirmada o sospechada en Norteamérica. Hemos comparado las tendencias existentes en las características clínicas, el manejo y los resultados clínicos en los pacientes tratados en el primer año de la pandemia (enero de 2020 a diciembre de 2020) con las de los pacientes tratados en el segundo año (enero de 2021 a diciembre de 2021).

**RESULTADOS** En el presente análisis se incluyó a un total de 586 pacientes con IAMCEST positivos para la COVID-19; 227 fueron tratados en el año 2020 y 359 lo fueron en el año 2021. Las características de los pacientes variaron a lo largo del tiempo. En comparación con el año 2020, la proporción de pacientes caucásicos fue mayor (58% frente a 39%;  $p < 0,001$ ), la forma de presentación clínica inicial fue con más frecuencia la de síntomas isquémicos típicos (59% frente a 51%;  $p = 0,04$ ) y fue menos probable que los pacientes estuvieran en *shock* antes de la ICP (13% frente a 18%;  $p = 0,07$ ) o que tuvieran manifestaciones pulmonares (33% frente a 47%;  $p = 0,001$ ) en el año 2021. La mortalidad intrahospitalaria se redujo del 33% (año 2020) al 23% (año 2021) ( $p = 0,008$ ). En el año 2021, ninguno de los 22 pacientes vacunados falleció en el hospital, mientras que se registró la muerte intrahospitalaria de 37 (22%) pacientes no vacunados ( $p = 0,009$ ).

**CONCLUSIONES** Se han producido cambios significativos en las características clínicas y los resultados clínicos de los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 durante el curso de la pandemia. (J Am Coll Cardiol 2022;79:2236-2244) © 2022 American College of Cardiology Foundation.



Para escuchar el audio del resumen en inglés de este artículo por el Editor Jefe del JACC, Dr. Valentin Fuster, consulte JACC.org

<sup>a</sup> Minneapolis Heart Institute Foundation, Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos; <sup>b</sup> The Carl and Edyth Lindner Center for Research and Education, The Christ Hospital, Cincinnati, Ohio, Estados Unidos; <sup>c</sup> Prairie Vascular Research Inc, Regina, Saskatchewan, Canadá; <sup>d</sup> Northside Cardiovascular Institute, Atlanta, Georgia, Estados Unidos; <sup>e</sup> Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), Washington, DC, Estados Unidos; <sup>f</sup> Ochsner Medical Center, New Orleans, Louisiana,

La infección de COVID-19 aumenta significativamente el riesgo de complicaciones tromboembólicas tanto arteriales como venosas<sup>1</sup>. El riesgo de infarto de miocardio (IM) aumenta al doble en el plazo de una semana tras el establecimiento de un diagnóstico de COVID-19 y se asocia a una mayor probabilidad de mortalidad<sup>2,3</sup>. Los pacientes que presentan un infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) y COVID-19 constituyen un subgrupo de alto riesgo, con unas características clínicas distintivas, entre las que se encuentra el predominio de minorías étnicas, la forma de presentación intrahospitalaria, el *shock* cardiogénico y una mortalidad intrahospitalaria muy elevada<sup>4-7</sup>.

A pesar del aumento del número de casos de COVID-19 a nivel mundial, se han conseguido avances importantes tanto en la prevención como en el manejo de la enfermedad durante el curso de la pandemia, y ello ha contribuido a producir una notable reducción de la mortalidad en determinados países<sup>8-10</sup>. Anteriormente hemos descrito una mortalidad intrahospitalaria muy elevada (33%) en los pacientes con IAMCEST y COVID-19 tratados en Norteamérica durante la fase inicial de la pandemia<sup>4</sup>.

El objetivo de la presente investigación es examinar las tendencias en las características clínicas, los tratamientos y los resultados clínicos en los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 utilizando los datos del registro NACMI (*North American COVID-19 Myocardial Infarction*).

## MÉTODOS

**DISEÑO DEL ESTUDIO.** El NACMI es un registro prospectivo, observacional, multicéntrico e iniciado por los investigadores, en el que se incluye a pacientes con IAMCEST hospitalizados que tienen una infección de COVID-19 confirmada o sospechada de Norteamérica. An-

teriormente se ha publicado una descripción detallada del diseño del estudio<sup>4,11</sup>. Un total de 64 centros fueron aprobados por los comités de ética de investigación locales (12 centros en Canadá y 52 en los Estados Unidos).

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN.** El registro NACMI incluyó 3 grupos de pacientes con IAMCEST

(grupo positivo para la COVID-19, grupo contemporáneo negativo para la COVID-19 y un grupo de control histórico). El presente análisis de las tendencias se ha centrado en el grupo positivo para la COVID-19 y en el grupo contemporáneo negativo para la COVID-19. El grupo positivo para la COVID-19 lo formaron pacientes adultos (edad  $\geq 18$  años) con: 1) una elevación del segmento ST en al menos 2 derivaciones contiguas (o un bloqueo de rama izquierda del haz de nueva aparición); 2) un correlato clínico de la isquemia miocárdica (por ejemplo, dolor torácico, disnea, parada cardíaca, *shock*, ventilación mecánica); y 3) positividad para la COVID-19 en cualquiera de las pruebas comercializadas durante la hospitalización índice por IAMCEST o en las 4 semanas anteriores a ella.

El grupo negativo para la COVID-19 lo formaron pacientes adultos con IAMCEST en los que se sospechó la positividad en el momento de la presentación inicial pero luego dieron un resultado negativo para la infección de COVID-19 (personas en investigación [PEI]). La definición de PEI se dejó al criterio de cada hospital local, pero en general incluyó una combinación de posibles signos y síntomas de COVID-19 (fiebre o síntomas respiratorios como tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta) o contacto con un caso confirmado o un grupo de casos de sospecha de COVID-19. Con los avances en las pruebas rápidas de la COVID-19 y la simplificación de los protocolos para el IAMCEST, preveíamos que la designación de PEI pasaría a tener menor relevancia en el año 2021,

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

**IAMCEST** = infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST

**ICP** = intervención coronaria percutánea

**IM** = infarto de miocardio

Estados Unidos; <sup>8</sup> Department of Cardiology Scripps Mercy Hospital, San Diego, California, Estados Unidos; <sup>h</sup> North Shore University Hospital and Long Island Jewish Medical Center (NS/LIJ), Zucker School of Medicine at Hofstra, Queens, Nueva York, Estados Unidos; <sup>i</sup> Gundersen Health System, La Crosse, Wisconsin, Estados Unidos; <sup>j</sup> Mercy St. Vincent's Medical Center, Toledo, Ohio, Estados Unidos; <sup>k</sup> Georgia Heart Institute, Northeast Georgia Medical Center, Gainesville, Georgia, Estados Unidos; <sup>l</sup> Montefiore Medical Center and Albert Einstein College of Medicine, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos; <sup>m</sup> Santa Barbara Cottage Hospital, Santa Barbara, California, Estados Unidos; <sup>n</sup> Detroit Medical Center, Detroit, Michigan, Estados Unidos; <sup>o</sup> Essentia Health, Duluth, Minnesota, Estados Unidos; <sup>p</sup> American College of Cardiology Interventional Cardiology Section Leadership Council, Washington, DC, Estados Unidos; <sup>q</sup> University of Utah Health Sciences, Salt Lake City, Utah, Estados Unidos; <sup>r</sup> Northwestern University, Feinberg School of Medicine, Chicago, Illinois, Estados Unidos; <sup>s</sup> Southern Illinois University School of Medicine, Springfield, Illinois, Estados Unidos; <sup>t</sup> University of Arizona Sarver Heart Center, Tucson, Arizona, Estados Unidos; <sup>u</sup> Community Medical Center (RWJ Barnabas Health), Toms River, New Jersey, Estados Unidos; <sup>v</sup> Jersey Shore University Medical Center, Hackensack Meridian Health, Neptune, New Jersey, Estados Unidos; <sup>w</sup> William Osler Health System-Brampton, Brampton, Ontario, Canadá; <sup>x</sup> University of California, San Diego, Sulpizio Cardiovascular Center, La Jolla, California, Estados Unidos; y <sup>y</sup> University of Pennsylvania, Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos.

Los autores atestiguan que cumplen los reglamentos de los comités de estudios en el ser humano y de bienestar animal de sus respectivos centros y las directrices de la *Food and Drug Administration*, incluida la obtención del consentimiento del paciente cuando procede. Puede consultarse una información más detallada en el *Author Center*.

Original recibido el 16 de marzo de 2022; aceptado el 22 de marzo de 2022.

**TABLA 1. Tendencias en las características iniciales y las manifestaciones clínicas en el momento de la presentación inicial**

	Año 2020 (n = 227)	Año 2021 (n = 359)	Valor de p <sup>a</sup>
Edad < 66 años	126 (56,0)	201 (56,0)	0,9
Sexo masculino	163 (72,0)	268 (75,0)	0,4
Antecedentes de EC	51 (24,0)	88 (28,0)	0,3
No caucásicos	137 (61,0)	142 (42,0)	< 0,001
Dislipidemia	98 (45,0)	145 (46,0)	0,9
Diabetes mellitus	102 (46,0)	135 (42,0)	0,4
IMC, kg/m <sup>2</sup>	29 ± 8	27 ± 10	0,5
Sobrepeso/obesidad	156 (72,0)	253 (77,0)	0,2
Hipertensión	165 (74,0)	223 (65,0)	0,025
Antecedentes de insuficiencia cardíaca	33 (16,0)	51 (16,0)	0,9
Ácido acetilsalicílico al ingreso	88 (39,0)	127 (35,0)	0,4
Estatina al ingreso	88 (39,0)	123 (34,0)	0,3
FRCV ≥ 3	43 (19,0)	77 (21,0)	0,5
Síntomas en la presentación clínica inicial			
Disnea	126 (56,0)	152 (42,0)	0,002
Dolor torácico	115 (51,0)	212 (59,0)	0,046
Síncope	6 (2,6)	16 (4,5)	0,3
Infiltrados	106 (47,0)	120 (33,0)	0,001
Parada cardíaca antes de la ICP	23 (11,0)	24 (7,9)	0,2
Shock antes de la ICP	37 (18,0)	38 (13,0)	0,079
Fracción de eyección, %	43 (35, 55)	45 (34, 55)	0,5
Presentación inicial del IM en el hospital	13 (5,7)	26 (7,4)	0,4

Los valores se expresan en forma de n (%), media ± DE o mediana (percentil 25, percentil 75). <sup>a</sup> Sin ajuste por comparaciones múltiples.  
IMC = índice de masa corporal; EC = enfermedad coronaria; FRCV = factores de riesgo cardiovascular; IM = infarto de miocardio; ICP = intervención coronaria percutánea.

pero presentamos esta información para que sirva de grupo de referencia en la comparación de las tendencias.

El NACMI se estableció a comienzos del 2020 antes de la comercialización de las vacunas contra la COVID-19<sup>12,13</sup>. Por consiguiente, no se incluyó de manera sistemática en el registro la información sobre la vacunación recibida. Sin embargo, una vez que se comercializaron las vacunas en Norteamérica en 2021, se modificó el protocolo inicial para incluir la información sobre la vacunación recibida, incluido el tipo de vacuna y la fecha de administración. La modificación del protocolo ha sido aprobada por 20 de los centros de reclutamiento de pacientes en el momento de realizar esta publicación.

**VARIABLE DE VALORACIÓN PRINCIPAL.** La variable de valoración principal para este análisis fue la mortalidad intrahospitalaria. Se evaluó como variable de valoración secundaria la combinación de la muerte durante la hospitalización, el ictus y el reinfarto. Los eventos no mortales se definieron con el empleo de las definiciones del *National Cardiovascular Data Registry* (NCDR Cath PCI Registry versión 4.4).

**OBTENCIÓN DE LOS DATOS.** Utilizamos formularios de recogida de datos estandarizados, tomando como modelo las definiciones del *American College of Cardiology National Cardiovascular Data Registry*, y una aplicación segura a través de Internet (REDCap, *Research Electronic Data Capture*) para la captura de los datos. El centro de coordinación de datos de la *Minneapolis Heart Institute Foundation* tuvo pleno acceso a la base de datos y llevó a cabo el análisis estadístico. El protocolo fue aprobado por cada uno de los comités de ética de investigación locales. Se eximió al estudio de la necesidad de un consentimiento informado.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** Las variables discretas se resumen mediante número (%) y las variables continuas con la media ± DE si tienen una distribución simétrica o con la mediana (percentil 25, percentil 75) si tienen una distribución asimétrica.

Se dividió a los pacientes positivos para la COVID-19 en 2 grupos según el año de aparición del IAMCEST durante la pandemia, es decir, grupo del año 2020 entre el 1 de marzo de 2020 y el 31 de diciembre de 2020; y grupo del año 2021 entre el 1 de enero de 2021 y el 31 de diciembre del 2021. Estos periodos coincidieron con la introducción comercial de las vacunas contra la COVID-19 en Norteamérica. Se compararon las características demográficas, clínicas y de evolución clínica de los dos grupos con la prueba de  $\chi^2$  de Pearson o la prueba exacta de Fisher para las variables cualitativas y con la prueba de t de Student o la prueba de suma de rango de Wilcoxon para las variables continuas, según correspondiera.

Dada la duración relativamente corta de la hospitalización, la mortalidad intrahospitalaria se ha modelizado como variable binaria, y el riesgo relativo de muerte para el año 2021 frente al año 2020 se calcula mediante una regresión de Poisson robusta multivariable, con un log-vínculo canónico y un estimador en *sandwich* robusto de la varianza para tener en cuenta la sobredispersión de los datos. Las covariables del modelo incluyen las siguientes: edad, IMC, sexo, raza, diabetes, signos anormales en la radiografía de tórax y *shock* previo a la intervención coronaria percutánea (ICP). Más concretamente, la edad se registró inicialmente como una variable con 5 categorías y se dicotomizó luego como < 66 o ≥ 66 años; y las categorías de IMC se definieron como presencia o no de sobrepeso/obesidad según la definición de los *Centers for Disease Control and Prevention*. Además, se define un índice de estimación indirecta de la comorbilidad para capturar las enfermedades/trastornos cardiovasculares preexistentes de la siguiente forma: suma de los indicadores de hipertensión y antecedentes de ICP, IM, cirugía de bypass arterial coronario, ictus o ICC para cada paciente, que se dicotomiza en función de la presencia de ≥ 3 trastornos preexistentes. La elección de las variables

y categorías a utilizar en el modelo se basa en la literatura existente, un análisis exploratorio de los datos, el tamaño muestral y el número de consideraciones de eventos adversos<sup>4,14</sup>.

Los parámetros del modelo se calcularon primero a partir de los datos completos, luego utilizando datos imputados para los valores no disponibles, aplicando una aproximación mediante las medianas de la muestra que, en el caso de las variables cualitativas, corresponden a la imputación con la categoría de mayor prevalencia. Las estimaciones del modelo se presentan con los correspondientes IC del 95% y valores de p.

Se dispone de datos sobre la vacuna contra la COVID-19 de 420 (71%) de los pacientes del estudio, incluidos 193 pacientes de la cohorte del año 2021 (54%). De estos 193 pacientes, tan solo 22 (11%) habían sido vacunados contra la COVID-19 y 171 no habían sido vacunados. Estos datos se describen tan solo mediante resúmenes, como en el texto anterior; debido a que el número nulo de eventos adversos no permitía elaborar un modelo multivariante.

Los datos se analizaron con el programa R versión 4.1.2 (R Foundation for Statistical Computing) en el entorno de RStudio versión 2021.09.1 (RStudio, PBC).

## RESULTADOS

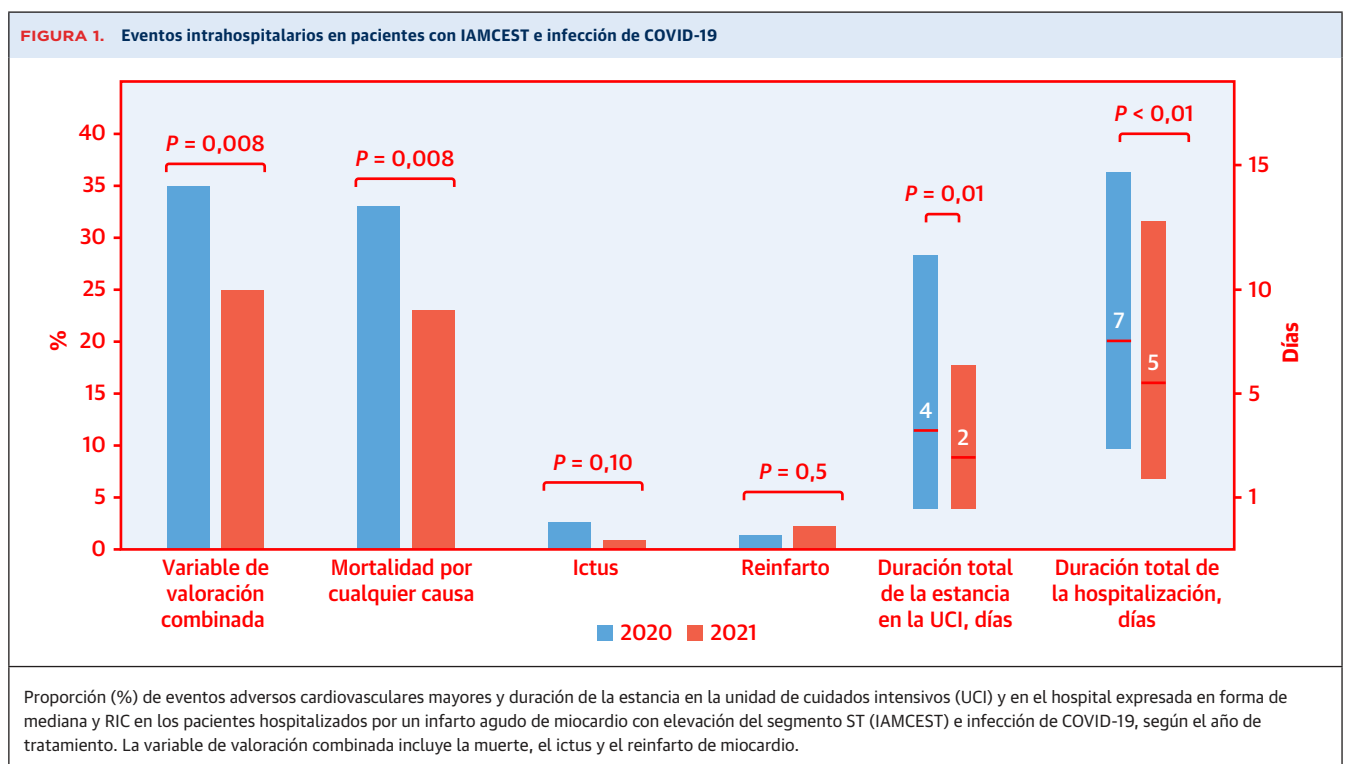
En el presente análisis se incluyó a un total de 586 pacientes positivos para la COVID-19 con IAMCEST; 227 tratados en el año 2020 (Estados Unidos: 93%; Canadá:

**TABLA 2. Utilización de la coronariografía invasiva, las estrategias de revascularización y los tratamientos antiagregantes plaquetarios al alta**

	Año 2020 (n=227)	Año 2021 (n=359)	Valor de p <sup>a</sup>
Sin coronariografía	52 (23,0)	49 (14,0)	0,004
Pacientes a los que se practicó una coronariografía invasiva, n=485			
Estrategia de reperusión	175	310	0,7
CABG	3 (1,7)	5 (1,6)	
ICP facilitada/de rescate	7 (4,0)	11 (3,5)	
Tratamiento médico	34 (19,0)	78 (25,0)	
ICP primaria	125 (71,0)	206 (66,0)	
Trombolíticos	6 (3,4)	10 (3,2)	
EC multivaso	69 (49,0)	111 (49,0)	0,9
ICP primaria (supervivencia hasta el alta hospitalaria y disponibilidad de datos completos de tratamiento antiagregante plaquetario)	89 (73,0)	144 (73,0)	0,45
Clopidogrel	31 (34,0)	39 (27,0)	
Prasugrel	10 (11,0)	12 (8,0)	
Ticagrelor	48 (53,0)	93 (64,0)	

Los valores corresponden a n (%) o n. <sup>a</sup> Sin ajuste por comparaciones múltiples.  
CABG = cirugía de bypass arterial coronario; otras abreviaturas como en la tabla 1.

7%) y 359 tratados en el año 2021 (Estados Unidos: 91%; Canadá: 9%). En la **tabla 1** se presentan las características iniciales y las manifestaciones clínicas en el momento de la presentación inicial. Se produjeron cambios significativos en las características de los pacientes a lo largo del tiempo. En comparación con los pacientes trata-



**TABLA 3. Riesgos relativos estimados de mortalidad intrahospitalaria**

	RR	IC del 95% Límite inferior	IC del 95% Límite superior	Valor de p <sup>a</sup>
2021	0,751	0,534	1,055	0,101
Infiltrados en la radiografía de tórax	1,721	1,224	2,434	0,002
Edad ≥ 66 años	1,802	1,272	2,565	0,001
Sexo masculino	1,089	0,757	1,589	0,652
Sobrepeso/obesidad	1,069	0,737	1,585	0,731
Afroamericanos	1,060	0,635	1,716	0,817
Asiáticos	1,176	0,555	2,229	0,645
Hispanos	1,115	0,704	1,726	0,632
Nativos norteamericanos	1,386	0,307	4,088	0,608
Otros orígenes étnicos	1,219	0,631	2,168	0,527
Shock antes de la ICP	2,762	1,928	3,911	0,000
Diabetes	1,342	0,957	1,886	0,089
FRCV ≥ 3	1,098	0,718	1,642	0,656

Las categorías iniciales son las siguientes: año 2020, ausencia de infiltrados en la radiografía de tórax, edad < 66 años, sexo femenino, categoría de IMC de ausencia de sobrepeso/obesidad, raza caucásica, ausencia de shock antes de la ICP, ausencia de diabetes, FRCV < 2. <sup>a</sup> sin ajuste por comparaciones múltiples.

RR = riesgo relativo; otras abreviaturas como en la **tabla 1**.

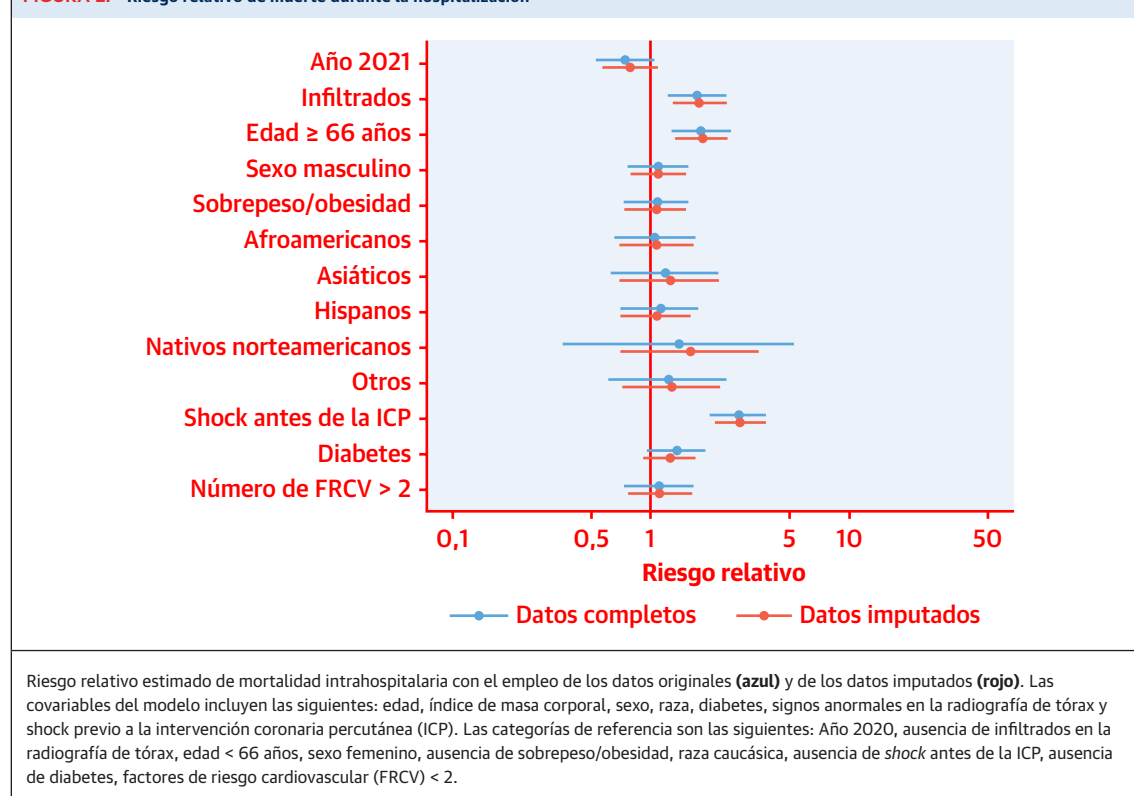
dos en el año 2020, los tratados en el año 2021 tenían una mayor probabilidad de ser caucásicos (58% frente a 39%;  $p < 0,001$ ), era más probable que tuvieron dolor torácico en la presentación inicial (59% frente a 51%;

$p = 0,04$ ) en vez de disnea (42% frente a 56%;  $p = 0,002$ ), y era menos probable que presentaran un shock antes de la ICP (13% frente a 18%;  $p = 0,07$ ) o que tuvieran infiltrados en la radiografía de tórax (33% frente a 47%;  $p = 0,001$ ).

### CORONARIOGRAFÍA INVASIVA, ESTRATEGIAS DE REVASCULARIZACIÓN Y TIEMPOS DE TRATAMIENTO.

El uso de la coronariografía invasiva aumentó a lo largo del tiempo, pasando del 77% en el 2020 al 86% en el 2021 ( $p = 0,004$ ). En los pacientes a los que se practicó una coronariografía invasiva, las estrategias de revascularización empleadas fueron las que se enumeran en la **tabla 2**. La ICP (tanto la ICP primaria como la facilitada/de rescate) fue el método de revascularización utilizado de manera predominante, en > 70% de los casos, sin que hubiera diferencias significativas entre el año 2020 y el año 2021. El uso de fármacos trombolíticos y de cirugía de bypass arterial coronario fue infrecuente (< 5% y 2%, respectivamente). Se utilizó el tratamiento médico solo en el 19% de los pacientes en el año 2020 y en el 25% de los pacientes en el año 2021 ( $p = 0,7$ ) (principalmente para pacientes sin ningún vaso culpable).

En los pacientes a los que se practicó una ICP primaria, la mediana de tiempo puerta-balón (P-B) fue de 78 minutos (RIC: 50-122 minutos) en el año 2020 y de 70 minutos (RIC: 50-106 minutos) en el año 2021

**FIGURA 2. Riesgo relativo de muerte durante la hospitalización**

( $p = 0,4$ ). La proporción de pacientes que alcanzaron el umbral de tiempo P-B < 90 minutos fue del 59% en el año 2020 y del 64% en el año 2021 ( $p = 0,5$ ).

**RESULTADOS CLÍNICOS Y DURACIÓN DE LA HOSPITALIZACIÓN.** Se observó una reducción notable de la mortalidad, que pasó del 33% en el año 2020 al 23% en el año 2021 ( $p = 0,008$ ), con una tendencia a la reducción de la incidencia del ictus (año 2020 2,6% frente a año 2021 0,8%;  $p = 0,10$ ) pero sin que hubiera diferencias en las tasas de reinfarto (año 2020 1,3% frente a año 2021 2,2%;  $p = 0,5$ ) (figura 1). Se produjeron eventos de la variable de valoración combinada de muerte, ictus o reinfarto en 80 de 227 (35%) pacientes en el año 2020 y en 90 de 359 (25%) pacientes en el año 2021 ( $p = 0,008$ ).

La duración de la hospitalización se redujo de 7 días (RIC: 3-15 días) en el año 2020 a 5 días (RIC: 2-12 días) en el año 2021 ( $p = 0,01$ ), y la estancia en la unidad de cuidados intensivos se redujo de 4 días (RIC: 1-11 días) en el año 2020 a 2 días (RIC: 1-6 días) en el año 2021 ( $p < 0,001$ ). En el análisis multivariante de los datos completos, el riesgo de mortalidad intrahospitalaria en los pacientes del año 2021 fue un 25% inferior (IC del 95%: -47 a 5;  $p = 0,01$ ) al observado en el año 2020. El riesgo de mortalidad fue 1,7 (IC del 95%: 1,2-2,4;  $p = 0,002$ ) veces superior si se observaban infiltrados y casi 3 veces superior (IC del 95%: 1,9-3,9;  $p < 0,001$ ) si había un shock cardiogénico (tabla 3, figura 2). Las estimaciones fueron similares al utilizar datos imputados (tabla 1 del suplemento).

**EFFECTO DE LAS VACUNAS CONTRA LA COVID-19 EN EL IAMCEST.** La información sobre las vacunas se obtuvo mediante una modificación del protocolo que fue aprobada por los 20 centros con mayor reclutamiento. Estos centros incluyeron y aportaron datos sobre la vacunación de 193 (54%) de los 359 pacientes tratados en el año 2021. De estos 193 pacientes hospitalizados por un IAMCEST y que presentaban COVID-19, tan solo 22 (11%) habían sido vacunados, 9 de ellos (45%) con la vacuna de BioNTech y Pfizer, 6 (30%) con la vacuna de Moderna, 2 (10%) con la vacuna de Johnson & Johnson y otros 2 (10%) con la vacuna de Janssen; en 3 pacientes no se dispuso de información sobre el tipo de vacuna empleado. La mediana de tiempo transcurrido entre la vacunación y el IAMCEST fue de 20 días (RIC: 6-132 días). Las características iniciales y las manifestaciones clínicas en el momento de la presentación inicial de los pacientes vacunados y no vacunados en el año 2021 se presentan en la tabla 4. En los pacientes vacunados fue menos probable una forma de presentación con síntomas respiratorios o infiltrados en la radiografía de tórax. En el año 2021, ninguno de los 22 pacientes vacunados falleció en el hospital, mientras que se registró la muerte intrahospitalaria en 37 (22%) de los pacientes no vacunados.

**TABLA 4. Características clínicas iniciales y resultados clínicos en el año 2021 en los pacientes con IAMCEST y positivos para la COVID-19, según hubieran sido o no vacunados**

	No vacunados (n = 171)	Vacunados (n = 22)	Valor de p <sup>a</sup>
Edad < 66 años	104 (61,0)	12 (55,0)	0,572
Sobrepeso/obesidad	128 (78,0)	16 (89,0)	0,372
FRCV < 3	137 (80,0)	19 (86,0)	0,579
Disnea	79 (46,0)	6 (27,0)	0,092
Dolor torácico	107 (63,0)	15 (68,0)	0,608
Síncope	6 (3,5)	1 (4,5)	0,577
Infiltrados en la radiografía de tórax	64 (37,0)	4 (18,0)	0,075
Derrame pleural	11 (6,4)	2 (9,1)	0,647
Cardiomegalia	8 (4,7)	0 (0,0)	0,600
Parada cardiaca antes de la ICP	8 (5,4)	1 (5,0)	1,0
Shock antes de la ICP	20 (14,0)	2 (10,0)	1,0
Fracción de eyección, %	45 (34, 55)	45 (44, 54)	0,404
Presentación inicial del IM en el hospital	19 (11,0)	0 (0,0)	0,137
Resultados clínicos			
Mortalidad	37 (22,0)	0 (0,0)	0,009
Ictus	1 (0,6)	0 (0,0)	1,0
Reinfarto	3 (1,8)	1 (4,5)	0,386
Variable de valoración combinada	38 (22,0)	1 (4,5)	0,052

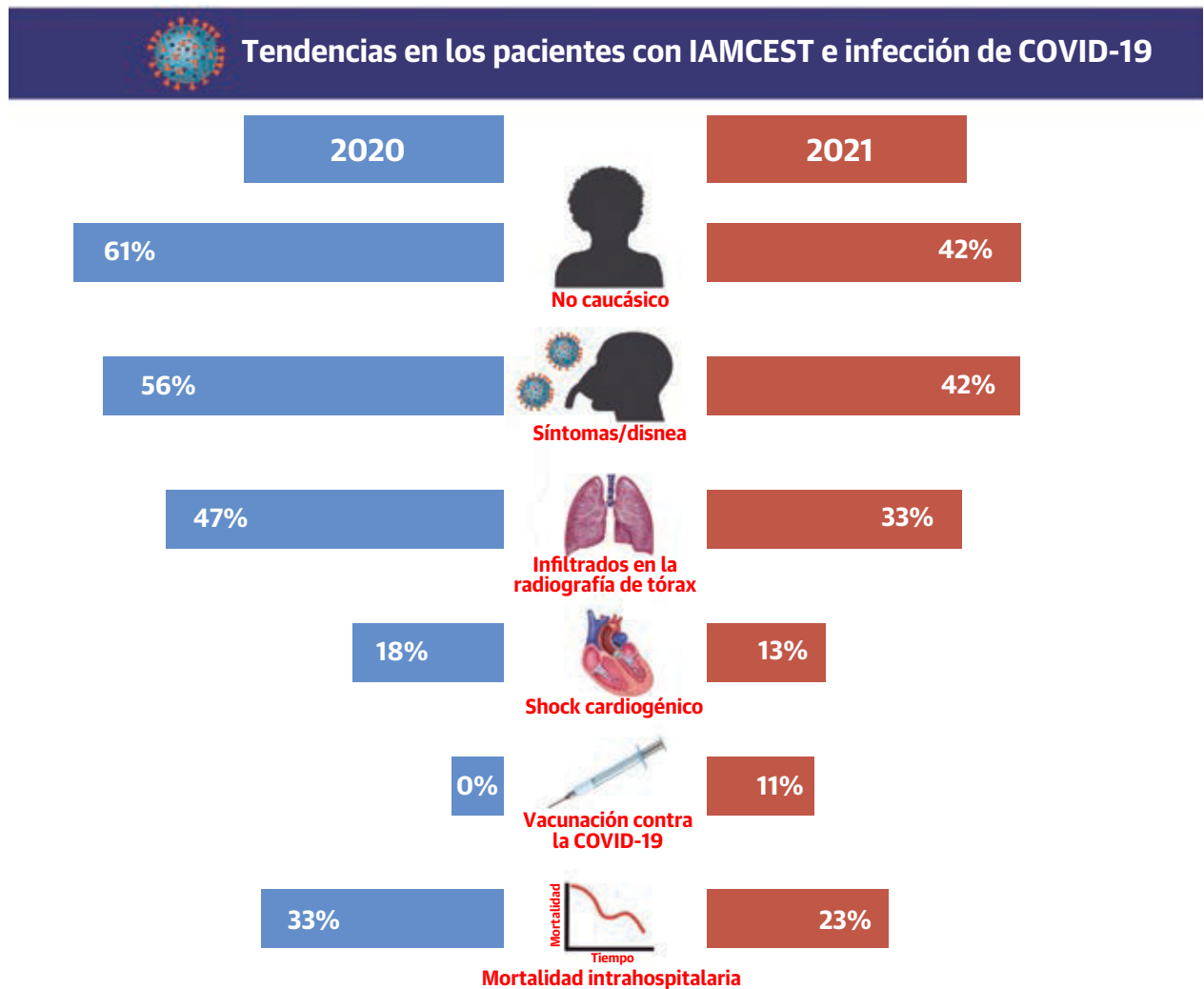
Los valores se expresan en forma de n (%) o mediana (percentil 25, percentil 75). <sup>a</sup> Sin ajuste por comparaciones múltiples.  
ECV = enfermedad cardiovascular; IAMCEST = infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST; otras abreviaturas como en la tabla 1.

**PACIENTES NEGATIVOS PARA LA COVID-19.** En la tabla 5 se presentan las tendencias en las características clínicas y los resultados clínicos de los pacientes en los que se sospechó la presencia de la COVID-19 pero que

**TABLA 5. Tendencias en las características iniciales y los resultados clínicos en los pacientes negativos para la COVID-19 (personas en investigación)**

	Año 2020 (n = 495)	Año 2021 (n = 298)	Valor de p <sup>a</sup>
Edad ≥ 66 años	200 (40,0)	137 (46,0)	0,124
Antecedentes de EC	127 (26,0)	80 (30,0)	0,275
No caucásicos	112 (24,0)	83 (29,0)	0,133
Dislipidemia	277 (59,0)	160 (59,0)	0,976
Diabetes mellitus	151 (32,0)	94 (33,0)	0,675
IMC, kg/m <sup>2</sup>	29 (25, 33)	28 (25, 32)	0,480
Hipertensión	165 (74,0)	223 (65,0)	0,025
Antecedentes de insuficiencia cardíaca	45 (9,4)	34 (13,0)	0,118
Ácido acetilsalicílico al ingreso	136 (27,0)	95 (32,0)	0,186
Estatina al ingreso	172 (35,0)	93 (31,0)	0,306
Resultados clínicos			
Variable de valoración principal	62 (14,0)	29 (11,0)	0,231
Mortalidad	54 (11,0)	28 (9,5)	0,501
Ictus	7 (1,6)	2 (0,8)	0,497
Reinfarto	5 (1,1)	2 (0,8)	> 0,099

Los valores se expresan en forma de n (%) o mediana (percentil 25, percentil 75). <sup>a</sup> Sin ajuste por comparaciones múltiples.  
Abreviaturas como en la tabla 1.

**ILUSTRACIÓN CENTRAL** Resumen de los resultados clave de la comparación de 2020-2021 en el NACMI

García S, et al. J Am Coll Cardiol. 2022;79(22):2236-2244.

En comparación con el año 2020, la proporción de pacientes caucásicos fue superior, los pacientes presentaron inicialmente con más frecuencia síntomas isquémicos típicos y fue menos probable que hubiera un *shock* antes de la ICP o manifestaciones pulmonares de la infección de COVID-19. La mortalidad intrahospitalaria se redujo del 33% al 23%. Original elaborado con BioRender.com. NACMI = North American COVID-19 STEMI Registry; ICP = intervención coronaria percutánea.

luego dieron un resultado negativo (PEI). A diferencia de lo observado en los pacientes positivos para la COVID-19, no detectamos ninguna diferencia en las características iniciales ni en los resultados clínicos intrahospitalarios en los pacientes negativos para la COVID-19 (mortalidad del año 2020 11% frente al 9,5% del año 2021;  $p = 0,231$ ).

## DISCUSIÓN

Hemos llevado a cabo un análisis de las tendencias en las características clínicas, las estrategias de manejo y los resultados clínicos en pacientes con IAMCEST e infección de

COVID-19, con el empleo del registro NACMI, que es la base de datos prospectiva más grande existente en el mundo. Se han hecho varias observaciones importantes (**ilustración central**). En primer lugar, la mortalidad intrahospitalaria se redujo en un 25% (10 puntos absolutos) en el año 2021 en comparación con el año 2020. En segundo lugar, se han identificado posibles mediadores en esta reducción de la mortalidad como un perfil de menor riesgo de los pacientes que tienen una forma de presentación con síntomas isquémicos más típicos, un menor *shock* cardiogénico y menor afectación pulmonar. En tercer lugar, un análisis por subgrupos de los pacientes tratados en el año

2021 en función de que hubieran sido vacunados o no puso de manifiesto que los pacientes vacunados tienen una probabilidad significativamente menor de presentar complicaciones respiratorias y ninguno de ellos falleció en el hospital, mientras que se registró la muerte hospitalaria en el 22% de los pacientes no vacunados en el año 2021. Por último, a pesar de las dificultades logísticas impuestas por la pandemia, la ICP continúa siendo el método de revascularización predominante en Norteamérica, que se aplicó en más del 70% de los pacientes tratados, y en 2 de cada 3 se alcanzó el umbral de tiempo P-B  $\leq$  90 minutos. De hecho, observamos un aumento de la utilización de la coronariografía invasiva para la estratificación del riesgo y el manejo en el año 2021 en comparación con el año 2020. Consideradas en conjunto, nuestras observaciones sugieren que el perfil clínico, el manejo y los resultados clínicos en los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 están evolucionando para aproximarse a los de los pacientes con IAMCEST de antes de la pandemia, si bien la mortalidad continúa siendo elevada en los pacientes no vacunados.

Nuestro grupo y también otros autores hemos descrito anteriormente que los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 presentan una mortalidad intrahospitalaria muy elevada<sup>3-7</sup>. Los factores predictivos independientes para la mortalidad en los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 son diferentes de los que se dan en los pacientes sin COVID-19<sup>14</sup>. Los modelos de riesgo han identificado variables respiratorias, como la taquipnea, la hipoxemia, el uso de ventilación mecánica y los infiltrados en la radiografía de tórax, como factores predictivos significativos para la mortalidad en los pacientes con infección de COVID-19<sup>15</sup>. De hecho, las variables respiratorias explicaban  $\geq$  50% de la puntuación de riesgo del NACMI<sup>15</sup>. La introducción de las vacunas ha reducido significativamente las hospitalizaciones y la mortalidad causadas por la infección de COVID-19<sup>12,13,16-18</sup>. Nuestro análisis por subgrupos en función de que los pacientes hubieran sido vacunados o no en los pacientes con IAMCEST tratados en el año 2021 sugiere que la prevención de la enfermedad respiratoria grave es un mediador probable y respalda también el apoyo a las recomendaciones actuales de los *Centers for Disease Control and Prevention* de vacunar a las personas adultas<sup>19</sup>. Además de los infiltrados pulmonares, la edad  $\geq$  66 años y el shock cardiogénico previo a la ICP se asocian también con la mortalidad intrahospitalaria.

Durante la primera ola de la pandemia, describimos un predominio de minorías étnicas en los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19. Las condiciones de vida en hacinamiento, el empleo en trabajos en primera línea, las disparidades en salud y la mayor prevalencia de comorbilidades pueden explicar estas observaciones<sup>20</sup>. El presente análisis pone de manifiesto que, a medida

que la pandemia ha evolucionado, las personas caucásicas han pasado a ser el grupo étnico predominante en el NACMI, lo cual concuerda con lo indicado por los registros de IAMCEST pre-pandémicos de Norteamérica<sup>21-23</sup>.

El registro NACMI se diseñó como una colaboración de 3 sociedades norteamericanas (*Society for Cardiac Angiography and Interventions*, *Canadian Association of Interventional Cardiologists*, y el *American College of Cardiology Interventional Council*) en respuesta a una reducción sin precedentes de las activaciones del laboratorio de cateterismo cardíaco y a las llamadas a apartarse de la asistencia estándar durante la pandemia<sup>24-26</sup>. El registro NACMI contiene el conjunto de datos prospectivos más amplio de pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 tratados en el año 2021 y continúa mostrando que la ICP es viable durante la pandemia, de tal manera que la mayoría de los pacientes son tratados dentro de los intervalos de tiempo recomendados en las guías, a pesar de los retrasos esperados como consecuencia de las pruebas y otras dificultades logísticas planteadas por la pandemia. Los esfuerzos de educación sanitaria como los de la campaña de concienciación de los pacientes «Los segundos continúan contando» de la *Society for Cardiac Angiography and Intervention* están ayudando a revertir estas tendencias<sup>27,28</sup>.

**LIMITACIONES DEL ESTUDIO.** El registro NACMI es el registro multicéntrico prospectivo más amplio de pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 existente hasta la fecha. Sin embargo, es preciso reconocer varias limitaciones. Al igual que otros registros observacionales, el NACMI careció de una validación independiente de los eventos, de un análisis en un laboratorio central y de datos prehospitales relativos a los tiempos de isquemia total y de traslado para los pacientes que acudieron a un hospital que no disponía de ICP. Se está llevando a cabo actualmente un análisis centralizado de los datos angiográficos y electrocardiográficos. Los datos de vacunación incompletos, así como el número nulo de muertes en los pacientes vacunados, no permitieron realizar una estimación de la asociación de la vacunación con el riesgo de mortalidad ajustando al mismo tiempo para los factores de riesgo subyacentes. La baja proporción de pacientes vacunados en una cohorte hospitalizada como la del registro NACMI concuerda con los efectos protectores conocidos de las vacunas contra la COVID-19 frente a la hospitalización y otros eventos clínicos graves. Por último, nuestro estudio no recogió información relativa a las variantes de la COVID-19. La variante ómicron ha mostrado signos de ser menos virulenta que las variantes anteriores, pero ha provocado el número máximo de infecciones y una elevación de las muertes<sup>29</sup>. La variante ómicron fue descrita por primera vez en los Estados Unidos el 1 de diciembre de 2021, que corresponde al final de nuestro período de estudio.



## CONCLUSIONES

Se han producido cambios significativos en las características clínicas, las estrategias de manejo y los resultados clínicos de los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 durante el curso de la pandemia. Es de destacar que la mortalidad es un 25% inferior en los pacientes tratados en el año 2021 en comparación con los tratados en el año 2020, pero continúa siendo elevada en los pacientes no vacunados.

**AGRADECIMIENTOS** Los autores agradecen al personal administrativo y científico de la *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions*, la *Minneapolis Heart Institute Foundation*, Kiahltone R. Thao y Logan Van Hon su contribución al registro NACMI.

## APOYO DE FINANCIACIÓN Y DECLARACIONES DE INTERESES DE LOS AUTORES

Este trabajo ha contado con el apoyo de la subvención de acreditación del *American College of Cardiology* y de la *Saskatchewan Health Research Foundation* (SHRF). El registro NACMI (*North American COVID-19 STEMI*) ha recibido apoyo económico de Medtronic y Abbott Vascular. El Dr. García ha recibido subvenciones para su centro de Edwards Lifesciences, BSCI, Medtronic y Abbott Vascular; ha sido consultor del *American College of Cardiology*, Medtronic y BSCI; y ha sido mentor de Edwards Lifesciences. Todos los demás autores han indicado no tener

relaciones relevantes que declarar en relación con el contenido de este artículo.

**DIRECCIÓN PARA LA CORRESPONDENCIA:** Dr Santiago García, The Carl and Edyth Lindner Center for Research and Education, The Christ Hospital, 2139 Auburn Avenue, Cincinnati, Ohio 45219, Estados Unidos. Correo electrónico: santiago.garcia@me.com. Twitter: @MHIF\_Heart, @jaygirimd, @HenrytTimothy, @SCAI\_Prez.

## PERSPECTIVAS

### COMPETENCIAS EN CONOCIMIENTO MÉDICO:

Se han producido cambios significativos en las características clínicas, las estrategias de manejo y los resultados clínicos de los pacientes con IAMCEST e infección de COVID-19 durante el curso de la pandemia. La mortalidad ha disminuido en un 25% pero continúa siendo elevada en los pacientes no vacunados.

**PERSPECTIVA TRASLACIONAL:** Los esfuerzos de educación sanitaria del público sobre los efectos beneficiosos de las vacunas contra la COVID-19 deben continuar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ho FK, Man KKC, Toshner M, et al. Thromboembolic risk in hospitalized and nonhospitalized COVID-19 patients: a self-controlled case series analysis of a nationwide cohort. *Mayo Clin Proc.* 2021;96:2587-2597.
- De Luca G, Debel N, Cercek M, et al. Impact of SARS-CoV-2 positivity on clinical outcome among STEMI patients undergoing mechanical reperfusion: Insights from the ISACS STEMI COVID 19 registry. *Atherosclerosis.* 2021;332:48-54.
- Kite TA, Ludman PF, Gale CP, et al. International prospective registry of acute coronary syndromes in patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77:2466-2476.
- García S, Dehghani P, Grines C, et al. Initial findings from the North American COVID-19 Myocardial Infarction Registry. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77:1994-2003.
- Saad M, Kennedy KF, Imran H, et al. Association between COVID-19 diagnosis and in-hospital mortality in patients hospitalized with ST-segment elevation myocardial infarction. *JAMA.* 2021;326:1940-1952.
- Stefanini GG, Montorfano M, Trabattini D, et al. ST-elevation myocardial infarction in patients with COVID-19: clinical and angiographic outcomes. *Circulation.* 2020;141:2113-2116.
- Bangalore S, Sharma A, Slotwiner A, et al. ST-segment elevation in patients with Covid-19 - a case series. *N Engl J Med.* 2020;382: 2478-2480.
- Navaratnam AV, Gray WK, Day J, Wendon J, Briggs TWR. Patient factors and temporal trends associated with COVID-19 in-hospital mortality in England: an observational study using administrative data. *Lancet Respir Med.* 2021;9:397-406.
- Madahar P, Wunsch H, Jha P, Slutsky AS, Brodie D. Trends in COVID-19-related in-hospital mortality: lessons learned from nationwide samples. *Lancet Respir Med.* 2021;9:322-324 in COVID-19 risk-adjusted mortality rates. *J Hosp Med.* 2021;16:90-92.
- Dehghani P, Davidson LJ, Grines CL, et al. North American COVID-19 ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction (NACMI) registry: rationale, design, and implications. *Am Heart J.* 2020;227: 11-18.
- Thomas SJ, Moreira ED Jr, Kitchin N, et al. Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine through 6 months. *N Engl J Med.* 2021;385:1761-1773.
- Baden LR, El Sahly HM, Essink B, et al. Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. *N Engl J Med.* 2021;384:403-416.
- Morrow DA, Antman EM, Charlesworth A, et al. TIMI risk score for ST-elevation myocardial infarction: a convenient, bedside, clinical score for risk assessment at presentation. *Circulation.* 2000; 102:2031-2037.
- Dehghani P, Schmidt C, Garberich R, et al. TCT-63 North American COVID-19 Myocardial Infarction (NACMI) risk score for prediction of in-hospital mortality. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78: B26.
- Haas EJ, McLaughlin JM, Khan F, et al. Infections, hospitalisations, and deaths averted via a nationwide vaccination campaign using the Pfizer-BioNTech BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccine in Israel: a retrospective surveillance study. *Lancet Infect Dis.* 2022;22(3):357-366. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00566-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00566-1)
- Arbel R, Hammerman A, Sergienko R, et al. BNT162b2 vaccine booster and mortality due to Covid-19. *N Engl J Med.* 2021;385:2413-2420.
- Jara A, Undurraga EA, González C, et al. Effectiveness of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in Chile. *N Engl J Med.* 2021;385:875-884.
- Rubin R. COVID-19 vaccines have been available in the US for more than a year—what's been learned and what's next? *JAMA.* 2022;327: 513-516.
- Simon P, Ho A, Shah MD, Shetgiri R. Trends in Mortality From COVID-19 and other leading causes of death among Latino vs White individuals in Los Angeles County, 2011-2020. *JAMA.* 2021;326: 973-974.
- Henry TD, Sharkey SW, Burke MN, et al. A regional system to provide timely access to percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Circulation.* 2007;116: 721-728.

22. Nallamothu BK, Bates ER, Wang Y, Bradley EH, Krumholz HM. Driving times and distances to hospitals with percutaneous coronary intervention in the United States: implications for prehospital triage of patients with ST-elevation myocardial infarction. *Circulation*. 2006;113:1189-1195.
23. Yildiz M, Sharkey S, Aguirre FV, et al. The Midwest ST-Elevation Myocardial Infarction Consortium: design and rationale. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021;23:86-90.
24. Garcia S, Albaghdadi MS, Meraj PM, et al. Reduction in ST-segment elevation cardiac catheterization laboratory activations in the United States during COVID-19 pandemic. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75:2871-2872.
25. Daniels MJ, Cohen MG, Bavry AA, Kumbhani DJ. Reperfusion of ST-segment-elevation myocardial infarction in the COVID-19 era: business as usual? *Circulation*. 2020;141: 1948-1950.
26. Xiang D, Xiang X, Zhang W, et al. Management and outcomes of patients with STEMI during the COVID-19 pandemic in China. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:1318-1324.
27. Garcia S, Stanberry L, Schmidt C, et al. Impact of COVID-19 pandemic on STEMI care: An expanded analysis from the United States. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98: 217-222.
28. Mahmud E, Dauerman HL, FGP Welt, et al. Management of acute myocardial infarction during the COVID-19 pandemic: a position statement from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), the American College of Cardiology (ACC), and the American College of Emergency Physicians (ACEP). *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:1375-1384.
29. SARS-CoV-2 B. 1.1.529 (Omicron) Variant—United States, December 1-8, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021;70:1731-1734. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7050e1>

---

**PALABRAS CLAVE** COVID-19, infarto de miocardio, resultados clínicos, IAMCEST

---

**APÉNDICE** Puede consultarse una tabla complementaria en la versión *online* de este artículo.