

# Valor pronóstico de la troponina I posintervencionismo coronario percutáneo electivo

Luis Alberto Arboine-Aguirre, José Eduardo Galván-García, Juan Manuel Palacios-Rodríguez y Denisse Guzmán-Ramírez

Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad Médica de Alta Especialidad 34, Hospital de Cardiología, Monterrey, Nuevo León, México

## Resumen

**Introducción:** El significado de la elevación de la troponina I (Tn-I) después de una intervención coronaria percutánea (ICP) es tema de debate. **Objetivo:** Determinar el pronóstico cardiovascular a un año asociado con el incremento de Tn-I posterior a ICP electiva exitosa. **Método:** Estudio observacional, retrospectivo y longitudinal. Se incluyeron pacientes sometidos a ICP electiva exitosa. Se dividieron en dos grupos: con y sin elevación de Tn-I, para comparar la ocurrencia de eventos cardíacos adversos mayores (ECAM) a un año; la Tn-I pos-ICP se correlacionó con características demográficas y angiográficas. **Resultados:** Se detectó elevación de Tn-I en 32 pacientes (35.2 %). La elevación fue más frecuente en pacientes con enfermedad coronaria multivascular, más compleja y con complicaciones peri-ICP. Los ECAM a un año fueron mayores en el grupo de Tn-I elevada (25 versus 3.4 %,  $p = 0.002$ ). Los predictores independientes de ECAM fueron elevación cinco veces de Tn-I al valor normal (RM = 7.5, IC 95 % = 1.25-45,  $p = 0.027$ ) y las complicaciones peri-ICP (RM = 7.5, IC 95 % = 1.25-45,  $p = 0.027$ ). **Conclusión:** En pacientes con enfermedad coronaria estable, la elevación de Tn-I posterior a ICP electiva se asoció con eventos cardíacos adversos a un año, complicaciones peri-ICP y enfermedad coronaria más extensa y compleja.

**PALABRAS CLAVE:** Troponina I. Intervención coronaria percutánea. Eventos cardiovasculares adversos mayores.

## Abstract

**Introduction:** The significance of troponin I (Tn-I) elevation after percutaneous coronary intervention (PCI) is the subject of debate. **Objective:** To determine cardiovascular prognosis associated with Tn-I elevation one year after successful elective PCI. **Methods:** Observational, retrospective, longitudinal study. Patients who underwent successful elective PCI were included and divided in two groups: with and without Tn-I elevation, in order to compare the occurrence of major adverse cardiac events (MACE) at 1 year; post-PCI Tn-I was correlated with demographic and angiographic characteristics. **Results:** Tn-I elevation was detected in 32 patients (35.2%). Elevation was more common in patients with multivascular and more complex coronary artery disease, and with peri-PCI complications. MACE incidence at one year was higher in the elevated Tn-I group (25% vs. 3.4%;  $p = 0.002$ ). Independent predictors of MACE were Tn-I 5-fold elevation from normal value (OR: 7.5; 95% CI: 1.25-45;  $p = 0.027$ ) and peri-PCI complications (OR: 7.5; 95% CI: 1.25-45;  $p = 0.027$ ). **Conclusions:** In patients with stable coronary artery disease, Tn-I elevation after successful elective PCI is associated with adverse cardiac events at 1 year, more extensive and complex coronary artery disease and peri-PCI complications.

**KEY WORDS:** Troponin I. Percutaneous coronary intervention. Major adverse cardiovascular events.

### Correspondencia:

Luis Alberto Arboine-Aguirre  
E-mail: luisarboine1986@gmail.com

Fecha de recepción: 07-03-2017  
Fecha de aceptación: 06-02-2018  
DOI://dx.doi.org/10.24875/GMM.18003359

Gac Med Mex. 2018;154:320-326  
Disponible en PubMed  
www.gacetamedicademexico.com

## Introducción

Los síndromes coronarios agudos son causa importante de morbilidad y mortalidad en el mundo.<sup>1</sup> En México, son la causa número uno de muerte en mayores de 60 años<sup>2,3</sup> y se prevé que continúen en aumento los próximos años.<sup>4</sup> La intervención coronaria percutánea (ICP) se ha convertido en una terapia ampliamente utilizada y efectiva en cardiopatía isquémica, con casi 1.7 millones de procedimiento realizados anualmente y una tasa de éxito inmediata > 90 %.<sup>5</sup> Las complicaciones severas son raras,<sup>6</sup> sin embargo, con frecuencia después de una angioplastia coronaria electiva se encuentran pequeños incrementos en los niveles de troponina y creatinfosfocinasa fracción MB (CPK-MB) en pacientes con angioplastia exitosa.<sup>7,8</sup> Se ha documentado que la elevación de troponina y CPK-MB después de una angioplastia coronaria ocurre en 5 a 50 % de los pacientes.<sup>9,10</sup>

Aunque la importancia y valor pronóstico de la troponina I (Tn-I) en pacientes con síndrome coronario agudo son claros, la significación pronóstica de la elevación de este biomarcador después de una intervención coronaria percutánea electiva es aún tema de debate. Los resultados previos acerca de la asociación de su elevación después de ICP electiva y eventos cardiacos no son claros y son ambiguos.<sup>11</sup> Estudios con resonancia magnética han mostrado que aún pequeños incrementos en la CPK-MB y troponina se asocian con nuevo daño miocárdico irreversible y que, además, existe correlación positiva entre la magnitud del daño y la extensión de la liberación de troponina.<sup>12,13</sup> Este daño miocárdico podría provocar deterioro en la función cardíaca, afectando el pronóstico posterior de los pacientes.<sup>14,15</sup>

El objetivo de nuestro estudio fue determinar la implicación pronóstica de eventos cardiacos adversos mayores (ECAM) a un año, asociado con el incremento en el valor de Tn-I por arriba de los valores de referencia después de una intervención coronaria percutánea electiva exitosa.

## Método

Se incluyeron pacientes de uno y otro sexo, de cualquier edad, con diagnóstico de angina crónica estable, sometidos a intervención coronaria percutánea electiva catalogada como exitosa, entre el 14 mayo de 2013 y el 14 mayo de 2014. Se determinaron los niveles de biomarcadores de mionecrosis posterior

al procedimiento, dividiendo la muestra en dos grupos para su análisis y comparación: pacientes con y sin elevación de Tn-I por arriba del valor de referencia. Se analizaron variables clínicas, demográficas y angiográficas, así como la presencia de ECAM, a un año de seguimiento en ambos grupos, para compararlos entre sí. Los pacientes con síndrome coronario agudo reciente (menor a siete días) y con expedientes incompletos fueron excluidos del estudio.

Las lesiones coronarias fueron evaluadas durante el procedimiento por medio de angiografía coronaria con múltiples vistas ortogonales. Todas las angioplastias fueron realizadas con técnicas convencionales. Antes de la ICP, los pacientes fueron tratados con 150 a 300 mg de ácido acetilsalicílico y si se tomaba la decisión de colocar uno o varias endoprótesis, recibían una carga de 300 a 600 mg de clopidogrel antes de la implantación del mismo. Durante la ICP, los pacientes fueron tratados con 100 U/kg de heparina intravenosa. La decisión de abordaje radial *versus* femoral, colocación de endoprótesis, uso de inhibidores de glucoproteína IIb/IIIa (GP IIb/IIIa) y balón intraaórtico de contrapulsación fue dejada a discreción del cardiólogo intervencionista. Después de la ICP se recomendó el uso de ácido acetilsalicílico de forma indefinida y clopidogrel por tres a 12 meses, dependiendo del tipo de endoprótesis implantada (medicada *versus* no medicada). Las lesiones angiográficas fueron clasificadas de acuerdo con los criterios de la American Heart Association/American College of Cardiology (AHA/ACC). Se definió como procedimiento exitoso una estenosis residual de la arteria coronaria < 30 %, con un flujo coronario TIMI 3 (*thrombolysis in myocardial infarction*) de acuerdo con lo indicado por las guías de manejo en intervencionismo coronario de la American Heart Association/American College of Cardiology.

Se obtuvieron muestras de biomarcadores cardiacos séricos (Tn-I y CPK-MB) a las seis y 12 horas del procedimiento. Si los resultados eran anormales, se tomaron muestras subsecuentes hasta establecer el nivel pico. Los valores séricos de Tn-I y CPK-MB fueron determinados por medio de inmunoanálisis quimioluminiscente de micropartículas con el Architect System 4100® (Abbot Diagnostics), con un límite superior normal (LSN) de 0.40 ng/mL para Tn-I y 24 U/L para CPK-MB.

Los datos fueron obtenidos por medio de entrevistas telefónicas a los pacientes y sus familiares, y por medio de la revisión del expediente clínico electrónico. Se utilizó un formato estandarizado para documentar

los ECAM: muerte, infarto agudo al miocardio, nueva ICP y cirugía de revascularización miocárdica.

Las variables no categóricas se expresaron con medidas de tendencia central (media) y medidas de dispersión (desviación estándar) y las variables categóricas por medio de frecuencia simple y frecuencia relativa. Se utilizó el valor más alto de Tn-I pos-ICP para el análisis. Las comparaciones de las variables categóricas se realizaron por medio de chi cuadrado, mientras que las variables no categóricas con la prueba U de Mann-Whitney debido a la distribución asimétrica de la muestra. Se realizó análisis univariado mediante chi cuadrado para evaluar las características clinicodemográficas, angiográficas y del procedimiento asociadas con elevación de Tn-I. Se utilizó un modelo de análisis multivariado de regresión logística binaria para determinar los factores independientemente relacionados con la incidencia de eventos cardíacos mayores a un año de seguimiento. Para todos los análisis se consideró estadísticamente significativo una  $p \leq 0.05$ . Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22.

## Resultados

Del 14 de mayo de 2013 al 14 de mayo de 2014, 91 pacientes cumplieron con los criterios de selección; 32 (35.2 %) presentaron elevación de troponina ( $> 0.40$  ng/mL), de los cuales 20 (62.5 %) tenían también elevación de la CK-MB ( $> 24$  U/L) posterior a la ICP; 59 pacientes (64.8 %) no presentaron elevación de Tn-I. Dentro del grupo de Tn-I elevada, 14 pacientes (43.8 %) tenían niveles de troponina más de cinco veces el LSN. Las variables categóricas asociadas con la elevación de Tn-I pos-ICP se muestran en la Tabla 1.

Las variables demográficas y clínicas basales fueron similares en ambos grupos, excepto por la estancia hospitalaria que fue mayor en el grupo de Tn-I elevada ( $3.7 \pm 3.5$  versus  $2 \pm 0.65$  días,  $p = 0.011$ ) y los valores pico de Tn-I y CPK-MB (Tabla 2). La mayor parte de los pacientes, 83 (91.2 %), contaba con estudio inductor de isquemia antes del procedimiento, la mayoría gammagrafía cardíaca (43.4 %).

En el grupo con elevación de Tn-I, las variables angiográficas y del procedimiento (Tabla 3) evidenciaron mayor extensión de la enfermedad coronaria (número de vasos enfermos), así como mayor número de vasos tratados y utilización de endoprótesis. En este grupo se registró enfermedad coronaria más compleja, con puntuación de Syntax más alta y

**Tabla 1. Variables relacionadas con incremento de troponina I posprocedimiento**

Variable	RM	IC	P
ICP bifurcación	3.33	1.1-9.4	0.020
CK-MB elevada	7.2	2.7-19.1	$< 0.001$
Complicaciones peri-ICP	9.7	2.4-38.5	$< 0.001$
Syntax 23 a 32 puntos	4.0	1.3-12.4	0.012

CPK MB = creatinfosfocinasa MB, ICP = intervención coronaria percutánea, RM=razón de momios, IC = intervalo de confianza.

manejo de estenosis coronaria en bifurcación más frecuentemente. También se encontró mayor frecuencia de complicaciones en el grupo de Tn-I elevada, 11 (34 %) versus tres (5.1 %),  $p = 0.001$ . La complicación más común en ambos grupos fue la oclusión del ramo secundario en 50 %, seguida de la disección coronaria en 21.4 %.

## Eventos cardiovasculares adversos mayores a un año

Durante el seguimiento a 12 meses se documentaron eventos cardíacos adversos en 10 pacientes (11 %), ocho en el grupo de Tn-I elevada y dos en el grupo de Tn-I no elevada ( $p = 0.002$ ); los ECAM en cada grupo se muestran en la Figura 1. En el grupo con Tn-I elevada, el análisis univariado mostró que las características estadísticamente significativas relacionadas con ECAM a los 12 meses fueron las complicaciones peri-ICP ( $p \leq 0.001$ ), uso de inhibidores de GP IIb/IIIa ( $p = 0.013$ ), elevación de Tn-I  $> 5$  veces el LSN ( $p \leq 0.001$ ), CK-MB elevada ( $p = 0.007$ ), elevación de CK-MB  $> 5$  veces el LSN ( $p = 0.012$ ), el valor pico de la Tn-I ( $p = 0.05$ ) y los días de estancia hospitalaria ( $p = 0.002$ ).

El análisis multivariado mostró que las variables que de manera independiente se asociaron con mayor incidencia de eventos cardiovasculares adversos mayores fueron la presencia de complicaciones peri-ICP (RM = 7.5, IC = 1.25-45,  $p = 0.027$ ) y el incremento de la troponina  $> 5$  veces el LSN (RM = 7.5, IC = 1-25-45,  $p = 0.027$ ).

## Discusión

Presentamos los resultados de una serie de pacientes consecutivos en los que se realizó ICP electiva exitosa. Se incluyeron solamente los pacientes con enfermedad coronaria estable, ya que la Tn-I es un marcador de daño miocárdico muy sensible y con

Tabla 2. Características clinicodemográficas de pacientes sometidos a intervención coronaria percutánea electiva exitosa

Variable	Media ± DE						p
	Total de pacientes (n = 91)		Tn-I elevada (n = 32)		Tn-I no elevada (n = 59)		
Edad	60.43 ± 10		61.41±10		59.90 ± 11		0.514
Estancia hospitalaria	2.68 ± 2.27		3.78 ± 3.5		2.08 ± 0.65		0.011
Pico Tn-I	4.187 ± 12.6		11.735 ±19.3		0.0941 ± 0.09		< 0.001
Pico CK-MB	38.85 ± 66.3		75.82 ± 101.2		18.80 ± 13.5		< 0.001
	n	%	n	%	n	%	
Sexo masculino	66	72.5	21	65.6	45	76.3	0.277
Diabetes mellitus	47	51.6	16	50.0	31	52.5	0.817
Hipertensión sistémica	67	73.6	26	81.2	41	69.5	0.224
Dislipidemia	49	53.8	14	43.8	35	59.3	0.155
Tabaquismo	37	40.7	12	37.5	25	42.4	0.651
IAM previo	38	41.8	13	40.6	25	42.4	0.872
Clase de angina-CCS							
I	6	6.6	3	9.4	3	5.1	0.431
II	59	64.8	21	65.6	38	64.4	0.907
III	19	20.9	5	15.6	14	23.7	0.364
IV	7	7.7	3	9.4	4	6.8	0.657
Estudio de isquemia	83	91.2	31	96.9	52	88.1	0.160
PE	34	41	10	32.3	24	46.2	0.375
GGC	36	43.4	17	54.8	19	36.5	0.510
ED	13	15.7	4	12.5	9	15.3	0.720

IAM = infarto agudo al miocardio, Tn-I = troponina I, CPK MB = creatinfosfocinasa MB, CCS = Canadian Cardiovascular Society, PE = prueba de esfuerzo eléctrica, GGC = gammagrama cardiaco, ED = eco estrés dobutamina

valor pronóstico en pacientes ingresados a hospitalización con síndrome coronario agudo.

La frecuencia de elevación de Tn-I en nuestro estudio fue de 35.2 %, similar a lo reportado previamente por Cavallini *et al.*<sup>9</sup> y Ertan *et al.*,<sup>16</sup> estudios en los cuales 39.4 y 34 % de los pacientes, respectivamente, presentaron incremento en los niveles de Tn-I pos-ICP. Otras investigaciones han reportado una frecuencia menor, como 13.2 %, señalada por Zhang *et al.*;<sup>10</sup> y algunas más han reportado una frecuencia mayor como 44.2 %, informada por Claudio *et al.*<sup>5</sup>

Existen varias situaciones que se han asociado con elevación de la troponina después de una ICP electiva. Factores relacionados con el paciente incluyen enfermedad multivaso, falla renal, edad avanzada, intervención en lesiones *de novo*, disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, intervención en injertos de vena safena y en lesiones complejas. Se han reportado factores relacionados con el procedimiento: fenómeno de no reflujo, tiempo prolongado de insuflación, cierre abrupto del vaso, dolor torácico sostenido (> 5 minutos), lesión larga (> 20 mm),

embolización distal, formación de trombo, disección del vaso, hipotensión, sobreexpansión de la endoprótesis y oclusión de un ramo secundario.<sup>9,11,16-20</sup>

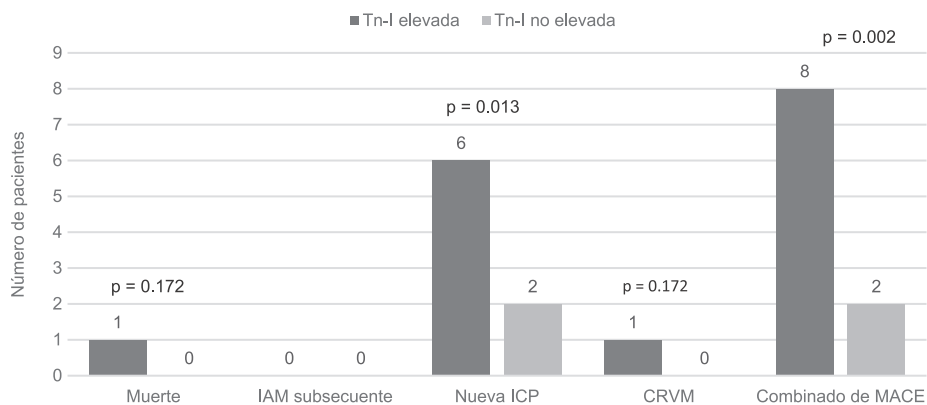
En nuestro estudio se encontró que los predictores de elevación de Tn-I pos-ICP fueron intervención en bifurcación, CPK-MB elevada por arriba de los LSN, una puntuación de Syntax de 23 a 32, mayor estancia intrahospitalaria, mayor número de vasos enfermos y de vasos tratados, mayor número de endoprótesis colocadas y mayor asociación estadística al desarrollo de complicaciones peri-ICP (RM = 9.7, IC = 2.4-38.5,  $p \leq 0.001$ ). Estas observaciones son consistentes con estudios previos que han implicado a las complicaciones peri-ICP como el mecanismo principal para que exista mionecrosis.<sup>9</sup>

Nienhuis *et al.* demostraron que los pacientes con angioplastia de múltiples vasos tienen mayor posibilidad de incremento en los niveles de troponina y de presentar eventos cardiovasculares comparados con pacientes con angioplastia de un solo vaso 31.5 *versus* 18.3 % y 28 *versus* 19 %, respectivamente.<sup>21</sup> En nuestro estudio hubo mayor frecuencia de enfermedad multivaso en los

Tabla 3. Características angiográficas y del procedimiento

Variable	Media ± DE						p
	Total de pacientes (n = 91)		Tn-I elevada (n = 32)		Tn-I no elevada (n = 59)		
Vasos enfermos	1.73 ± 0.87		2.00 ± 0.84		1.58 ± 0.85		0.009
Vasos tratados	1.45 ± 0.601		1.66 ± 0.70		1.34 ± 0.51		0.028
Endoprótesis colocadas	1.97 ± 1.15		2.31 ± 1.23		1.78 ± 1.08		0.029
FEVI	51.43 ± 7.7		51.41 ± 8.7		51.44 ± 7.2		0.633
	n	%	n	%	n	%	
Syntax < 22	69	75.8	19	59.4	50	84.7	0.007
Syntax 23-32	16	17.6	10	31.2	6	10.2	0.012
Syntax > 33	6	6.6	3	9.4	3	5.1	0.358
ICP con endoprótesis	90	98.9	32	100	58	98.3	0.459
ICP lesión AHA/ACC B2/C	63	69.2	24	75	39	66.1	0.380
ICP bifurcación	19	20.9	11	34.4	8	13.6	0.020
ICP multivaso	17	18.7	9	28.1	8	13.6	0.089
Inhibidor GP IIB/IIIA	9	9.9	5	15.6	4	6.8	0.177
Complicaciones del procedimiento	14	15.4	11	34.4	3	5.1	< 0.001
Diseccción	3	21.4	2	18.2	1	33.3	
Oclusión de ramo secundario	7	50	5	45.5	2	66.7	
Trombosis aguda	1	7.1	1	9.1	0	0	
No reflujo	0	0	0	0	0	0	
Perforación	1	7.1	1	9.1	0	0	
Hipotensión sostenida	1	7.1	1	9.1	0	0	
Vasoespasmo	1	7.1	1	9.1	0	0	

Tn-I = troponina I, CPK MB = creatinfosfocinasa MB, ICP = intervención coronaria percutánea, GP = glucoproteína, AHA = American Heart Association, ACC = American College of Cardiology, FEVI = fracción de eyección del ventrículo izquierdo



**Figura 1.** Eventos cardiovasculares adversos a 12 meses de seguimiento en los grupos con y sin elevación de troponina I. Tn-I = troponina I, IAM = infarto agudo al miocardio, ICP = intervención coronaria percutánea, CRVM = cirugía de revascularización miocárdica.

pacientes que tuvieron elevación de Tn-I (28.1 versus 13.6 %), sin significación estadística,  $p = 0.089$ .

La elevación de la CPK y CPK-MB posterior a una ICP electiva ha sido asociada en estudios previos a un



incremento en el riesgo de muerte, infarto agudo del miocardio y revascularización repetida,<sup>22-24</sup> sin embargo, otros no han mostrado relación entre elevación de estos marcadores cardíacos y la supervivencia.<sup>25-27</sup>

Actualmente no existe un consenso en la literatura respecto al valor pronóstico del incremento en las concentraciones de Tn-I pos-ICP electiva. En un estudio realizado por Mark et al.<sup>18</sup> se demostró que el incremento en la Tn-I pos-ICP electiva tiene una fuerte implicación pronóstica, mientras Ertan et al.<sup>16</sup> concluyeron que la elevación de Tn-I pos-ICP exitosa no se asocia con eventos cardíacos adversos tardíos. Nienhuis et al.<sup>11</sup> realizaron un metaanálisis de 20 estudios, desde 1998 a 2007, que incluyó 15 581 pacientes. La troponina se encontró elevada en 32.9 %. Durante el seguimiento promedio de 16.3 meses, se encontró incremento en la mortalidad asociado de manera significativa con la elevación de la troponina después de la ICP (4.4 *versus* 3.3 %,  $p = 0.001$ , RM = 1.35). La combinación de muerte e infarto al miocardio no fatal también fue más frecuente en el grupo con elevación de Tn-I pos-ICP (8.1 *versus* 5.2 %,  $p < 0.001$ , RM = 1.59). La conclusión del metaanálisis es que la elevación de la troponina después de una ICP electiva provee importante información pronóstica.

En nuestro estudio, 10 pacientes (11 %) presentaron eventos cardiovasculares adversos mayores. Ricciardi et al.<sup>20</sup> demostraron durante un seguimiento promedio de 444.6 días que 27 % de los pacientes tuvo por lo menos un evento cardíaco adverso mayor, un número más elevado en comparación con lo observado en nuestra muestra. La mortalidad general en nuestra muestra fue baja (1.1 %), similar a la reportada por Nienhuis et al.<sup>18</sup> (1 %). La forma predominante de ECAM fue la reintervención coronaria percutánea (8.8 %), hallazgo parecido al del estudio realizado por Naghet et al., donde después de un seguimiento a 18 meses los pacientes que presentaban elevación de la Tn-I pos-ICP tenían una tasa de ECAM de 25 % (17.7 % debido a re-ICP).<sup>28</sup>

Las intervenciones farmacológicas que tienen efectos antiinflamatorios y antitrombóticos tales como las estatinas y los inhibidores de la GP IIb/IIIa han demostrado reducir la incidencia y magnitud de las complicaciones angiográficas y, por lo tanto, de la mionecrosis.<sup>20,29,30</sup> El uso de inhibidores de GP IIb/IIIa puede reducir la microembolización al prevenir la formación de trombo, antes, durante y después de la ICP, además ha demostrado reducir las complicaciones isquémicas mayores de la ICP en 35 a 56 % en

un amplio espectro de situaciones clínicas y morfologías angiográficas.<sup>16</sup> En nuestro estudio se utilizaron inhibidores de GP IIb/IIIa en nueve pacientes (9.9 %) y fueron más frecuentemente usados en los pacientes que presentaron elevación de Tn-I (15.6 *versus* 6.8 %), sin significación estadística ( $p = 0.177$ ); se utilizaron principalmente en pacientes que presentaron complicaciones angiográficas, sin observarse mejor o peor pronóstico asociado con su uso.

### Limitaciones del estudio

El presente estudio al ser observacional, retrospectivo y realizado en un solo centro hospitalario está sujeto a importantes limitaciones inherentes a su naturaleza: número limitado de pacientes y periodo de seguimiento relativamente corto. Como en otros estudios previos, el análisis de las angiografías coronarias y las ICP no se realizaron en un laboratorio angiográfico central independiente y la descripción de las variables potencialmente relevantes para el pronóstico, como morfología de la lesión, extensión de la enfermedad arterial coronaria, resultado del procedimiento y grado de revascularización, dejadas a discreción del operador.

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos concluir que en nuestro medio la elevación de Tn-I en pacientes con enfermedad coronaria estable se relaciona con mayor ocurrencia de eventos cardiovasculares adversos mayores a un año. La elevación de Tn-I es más frecuente en pacientes con enfermedad coronaria más extensa y compleja, así como en quienes desarrollan complicaciones periprocedimiento, particularmente oclusión de ramos secundarios y disección coronaria. La frecuencia de la elevación de Tn-I en los pacientes fue similar a la observada en otros reportes.

Se necesitan estudios futuros con técnicas de imagen, como ultrasonido intravascular y tomografía por coherencia óptica, para mejorar el entendimiento de los mecanismos responsables de la presencia de mionecrosis pos-ICP, así como estudios prospectivos controlados con muestras mayores, con la meta final de confirmar las evidencias que existen actualmente y desarrollar nuevas estrategias terapéuticas para mejorar el pronóstico en estos pacientes.

## Bibliografía

- Sánchez-Barriga JJ. Comportamiento de la mortalidad por cardiopatía isquémica en México en el periodo 2000-2007. *Gac Med Mex*. 2009;145:375-382.
- García-Castillo A, Jerjes-Sánchez C, Martínez-Bermúdez P, Azpiri-López R, Autrey-Caballero A, Martínez-Sánchez C, et al. RENASICA II. Registro Mexicano de Síndromes Coronarios Agudos. *Arch Cardiol Mex*. 2005;75:S6-S19.
- Chávez-Domínguez R, Ramírez-Hernández JA, Casanova-Garcés JM. La cardiopatía coronaria en México y su importancia clínica, epidemiológica y preventiva. *Arch Cardiol Mex*. 2003;73:105-114.
- Murray CJ, López AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 1997;349:1498-1504.
- Cavallini C, Savonitto S, Violini R, Arraiz G, Plebani M, Olivari Z, et al. Impact of the elevation of biochemical markers of myocardial damage on long-term mortality after percutaneous coronary intervention: results of the CK-MB and PCI study. *Eur Heart J*. 2005;26:1494-1498.
- Michaels AD, Chatterjee K. angioplasty versus bypass surgery for coronary artery disease. *Circulation*. 2002;106:e187-e190.
- De-Labrie A, Lemesle G, Bonello L, Syed AI, Collins SD, Ben-Dor I, et al. Prognostic significance of small troponin I rise after a successful elective percutaneous coronary intervention of a native artery. *Am J Cardiol*. 2009;103:639-645.
- Bertinchant JP, Polge A, Ledermann B, Genet L, Fabbro-Peray P, Raczká F, et al. relation of minor cardiac troponin I elevation to late cardiac events after uncomplicated elective successful percutaneous transluminal coronary angioplasty for angina pectoris. *Am J Cardiol*. 1999;84:51-57.
- Cavallini C, Verdecchia P, Savonitto S, Arraiz G, Violini R, Olivari Z, et al. Prognostic value of isolated troponin I elevation after percutaneous coronary intervention. *Circ Cardiovasc Interv*. 2010;3:431-435.
- Zhang M, He H, Wang ZM, Xu Z, Zhou N, Chen B, et al. Diagnostic and prognostic value of minor elevated cardiac troponin levels for percutaneous coronary intervention-related myocardial injury: a prospective, single-center and double-blind study. *J Biomed Res*. 2014;28:98-107.
- Nienhuis MB, Ottervanger JP, Bilo HJ, Dikkeschei BD, Zijlstra F. Prognostic value of troponin after elective percutaneous coronary intervention: a meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008;71:318-324.
- Selvanayagam JB, Porto I, Channon K, Petersen SE, Francis JM, Neubauer S, et al. Troponin elevation after percutaneous coronary intervention directly represents the extent of irreversible myocardial injury: insights from cardiovascular magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2005;111:1027-1032.
- Ricciardi MJ, Wu E, Davidson C, Choi K, Klocke F, Bonow R, et al. Visualization of discrete microinfarction after percutaneous coronary interventions associated with mild creatine kinase-MB elevation. *Circulation*. 2001;103:2780-2783.
- Mehran R, Dangas G, Mintz GS, Lansky AJ, Pichard AD, Satler LF, et al. Atherosclerotic plaque burden and CK-MB enzyme elevation after coronary interventions: intravascular ultrasound study of 2256 patients. *Circulation*. 2000;101:604-610.
- Gómez-Hospital JA, Cequier A, Valero J, González-Costello J, Mañas P, Pascual M, et al. El daño miocárdico mínimo durante el intervencionismo coronario percutáneo no influye en el pronóstico a largo plazo. *Rev Esp Cardiol*. 2009;62:625-632.
- Okmen E, Cam E, Sanli A, Unal S, Tartan Z, Vural M. Cardiac troponin I increase after successful percutaneous coronary angioplasty: predictors and long-term prognostic value. *Angiology*. 2006;57(2):161-169.
- Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD, et al. Third universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2012;33:2551-2567.
- Nienhuis MB, Ottervanger JP, Dikkeschei B, Suryapranata H, De-Boer MJ, Dambrink JH, et al. Prognostic importance of troponin T and creatine kinase after elective angioplasty. *Int J Cardiol*. 2007;120:242-247.
- Miller WL, Garratt KN, Burritt MF, Lennon RJ, Reeder GS, Jaffe AS. Baseline troponin level: key to understanding the importance of post-PCI troponin elevations. *Eur Heart J*. 2006;27:1061-1069.
- Ricciardi MJ, Davidson CJ, Gubernikoff G, Beohar N, Eckman LJ, Parker MA, et al. Troponin I elevation and cardiac events after percutaneous coronary intervention. *Am Heart J*. 2003;145:522-528.
- Nienhuis MB, Ottervanger JP, Dambrink JH, Dikkeschei LD, Suryapranata H, Hoorntje JC, et al. Troponin T elevation and prognosis after multivessel compared with single-vessel elective percutaneous coronary intervention. *Neth Heart J*. 2007;15:178-183.
- Califf RM, Abdelmequid AE, Kuntz RE, Pompa JJ, Davidson CJ, Cohen EA, et al. Myonecrosis after revascularization procedures. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31:241-251.
- Tardiff BE, Califf RM, Tchong JE, Lincoff AM, Sigmon KN, Harrington RA, et al. Clinical outcomes after detection of elevated cardiac enzymes in patients undergoing percutaneous intervention. IMPACT-II Investigators. Integrilin (eptifibatide) to Minimize Platelet Aggregation and Coronary Thrombosis-II. *J Am Coll Cardiol*. 1999;33:88-96.
- Simoons ML, Van-Den-Brand M, Lincoff M, Harrington M, Van-Der-Wieken R, Vahanian A, et al. Minimal myocardial damage during coronary intervention is associated with impaired outcome. *Eur Heart J*. 1999;20:1112-1119.
- Klein LW, Kramer BL, Howard E, Lesch M. Incidence and clinical significance of transient creatine kinase elevations and the diagnosis of non-Q wave myocardial infarction associated with coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol*. 1991;17:621-626.
- Kugelmass AD, Cohen CJ, Moscucci M, Piana RN, Senerchia C, Kuntz RE, et al. Elevation of creatine kinase myocardial isoform following otherwise successful directional coronary atherectomy and stenting. *Am J Cardiol*. 1994;74:748-754.
- Kini A, Marmur JD, Kini S, Dangas G, Cocke T, Wallenstein S, et al. Creatine kinase-MB elevation after coronary intervention correlates with diffuse atherosclerosis, and low-to-medium level elevation has a benign clinical course: implications for early discharge after coronary intervention. *J Am Coll Cardiol*. 1999;34:663-671.
- Nageh T, Sherwood RA, Harris BM, Thomas MR. Prognostic role of cardiac troponin I after percutaneous coronary intervention in stable coronary disease. *Heart*. 2005;91:1181-1185.
- Pascari V, Patti G, Nusca A, Pristipino C, Richichi G, Di-Sciascio G, et al. Randomized trial of atorvastatin for reduction of myocardial damage during coronary intervention: results from the ARMYDA (Atorvastatin for Reduction of Myocardial Damage During Angioplasty) study. *Circulation*. 2004;110:674-678.
- EPISTENT Investigators. Randomized placebo-controlled and balloon-angioplasty-controlled trial to assess safety of coronary stenting with use of platelet glycoprotein-IIb/IIIa blockade. *Lancet*. 1998;352:87-92.