



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA:

“Relación entre la resolución del segmento ST y obstrucción microvascular medida por resonancia magnética en Infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST tratado por trombolisis”

PRESENTA:
DRA. BEATRIZ LOPEZ VIRAMONTES

TUTOR:
DR. HECTOR GONZALEZ PACHECO

MÉXICO, D.F. AGOSTO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. HÉCTOR GONZÁLEZ PACHECO
ASESOR DE TESIS

DR. JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por todo lo que me han dado sobre todo, su inmenso amor.

A mis hermanas, mis mejores amigas y ejemplo de fortaleza.

Los adoro.

INDICE

ABREVIATURAS	5
RESUMEN	6
MARCO TEÓRICO	7
JUSTIFICACIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
OBJETIVO	15
MATERIAL Y MÉTODOS	16
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28

ABREVIATURAS

IAM	Infarto agudo del miocardio
IMCEST	Infarto con elevación del segmento ST
IMSEST	Infarto sin elevación del segmento ST
REST	Resolución del segmento ST
OM	Obstrucción microvascular
ECG	Electrocardiograma
KK	Killpi-Kimball
ARI	Arteria responsable del infarto
ACTP	Angioplastia coronaria transluminal percutánea
ICP	Intervención coronaria percutánea
RM	Resonancia magnética
ECO	Ecocardiograma transtorácico
PET	Tomografía por emisión de positrones

SUMMARY

Objetives: To determine if ST resolution can be useful and available to the bedside of patient to evaluate the reperfusion strategy, and predict whether there will exist microvascular obstruction measured by MRI.

Introduction: ST resolution is a predictor of successful reperfusion. A resolution of $\geq 50\%$, relates to patency of the infarct related artery, but only the full resolution $\geq 70\%$ is an indicator of restoration of myocardial tissue perfusion.

Methods: From the database of the Coronary Care Unit, we selected patients with STEMI who received thrombolysis and had MRI performed within 24 hours after this treatment, we obtained a sample of 39 patients. We measured the percentage of ST segment resolution at 90 minutes post-thrombolysis.

Results: Patients without OM, had complete resolution of ST 66.7%. Patients with OM, 46.7% had complete resolution. There was no statistical significance. Ejection fraction was observed lower in patients with OM (p 0.006).

Conclusions: In those who had complete resolution of ST, there is a tendency to find less microvascular obstruction when the resolution is complete, which was similar to that reported in the literature. Further studies are needed to show how much association between OM and ECG, and can use it as a useful tool in evaluating the success of reperfusion.

MARCO TEÓRICO

El infarto agudo del miocardio es la principal causa de muerte en Norteamérica y en Europa. La mortalidad es superior al 30% incluyendo a los pacientes que fallecen antes de ingresar al hospital. La mortalidad ha disminuido en los últimos años gracias al tratamiento fibrinolítico y a la intervención coronaria percutánea.¹

Importancia del tratamiento de reperfusión:

El objetivo principal del tratamiento en el infarto del miocardio es la reperfusión cuanto antes. Desde 1986, en el estudio GISSI I, se demostró una reducción relativa de la mortalidad (18%) y absoluta del 2%, con el tratamiento fibrinolítico².

Todo paciente dentro de las primeras seis horas del inicio de los síntomas, sin contraindicación absoluta y sin accesibilidad a intervención coronaria percutánea en los próximos 90 minutos, deberá recibir tratamiento fibrinolítico³.

Las metas principales en el infarto agudo del miocardio con elevación del ST, con agentes fibrinolíticos son para asegurar una reperfusión temprana y mantener permeable la arteria responsable del infarto en los días subsecuentes⁴.

El interés actual en relación al objetivo a alcanzar en la reperfusión del infarto agudo del miocardio ha girado de la arteria responsable del infarto (ARI) a obtener perfusión microvascular-tisular óptima. Se ha puntualizado que el establecer la mejor

permeabilidad de la arteria responsable del infarto (TIMI 3) no es sinónimo de que también se ha obtenido en el tejido miocárdico, sabemos que puede existir disfunción microvascular⁵.

El fracaso de la reperfusión ha demostrado que augura un aumento sustancial de la morbilidad y la mortalidad¹⁵. Es clínicamente importante reconocer el éxito de la reperfusión o su fracaso en la cabecera del enfermo¹⁴.

La resolución del ST en electrocardiogramas seriados (90 minutos post-trombolisis), ha mostrado ser un indicador sustituto simple de la reperfusión epicárdica, y probablemente miocárdica.

Se define resolución del ST como sigue: nula $\leq 30\%$, parcial del 30 a $<70\%$ y completa $\geq 70\%$; por lo que, una resolución completa ($\geq 70\%$) del ST es un marcador de buen pronóstico a corto y a largo plazo⁴.

Sin embargo, ésta significancia pronóstica puede ser limitada en pacientes tratados por Trombolisis⁹. Y tiene una tasa de éxito del 50-75%⁵. Se sabe que, la resolución del segmento ST es más completa en pacientes tratados por ICP que por Trombolisis⁹.

Mantener la arteria permeable de forma sostenida, después de la fibrinólisis, es importante en la clínica puesto que los pacientes permanecen en riesgo de isquemia recurrente, infarto del miocardio o muerte, debido a reoclusión abrupta de la arteria responsable del infarto^{4, 20}.

Ha resurgido el interés por medir la eficacia de la terapia de reperfusión a la cama del enfermo.

En un estudio, publicado por la Dra. Meléndez y colaboradores, se trató de establecer algunas correlaciones electro-imagenológicas por resonancia magnética en la fase aguda del infarto. Esto con el fin de orientar los procedimientos de reperfusión miocárdica y tratar de limitar la pérdida definitiva de miocardio funcional¹⁰. En el presente estudio, se pretende, hacer esta correlación al medir la disminución en el desnivel positivo del segmento ST en la etapa post trombolisis para evaluar la obstrucción microvascular.

Se necesitan estudios adicionales para esclarecer la relación entre la resolución del ST y otros indicadores de función microcirculatoria como el ECO con contraste, la RM, medicina nuclear, PET y el Doppler de flujo.

Uso de la Resolución del segmento ST para evaluar reperfusión tejido miocárdico:

La resolución completa del desnivel positivo del segmento ST ($\geq 70\%$), se asocia con mejores resultados y preservación de la función ventricular que la resolución parcial o nula¹⁵.

Varias técnicas pueden evaluar si la perfusión miocárdica es adecuada. La resolución del ST en el electrocardiograma predice fuertemente este resultado en pacientes con IAMCEST; pero es un mejor predictor de una arteria ocluida que de la permeabilidad de la arteria relacionada con el infarto^{20,21}.

De tal forma que, mientras que una resolución del 50% ó más, se relaciona con permeabilidad de la arteria responsable del infarto; sólo la resolución completa mayor ó igual al 70% es un indicador de restauración de la perfusión tisular miocárdica.

En diversos estudios, se ha mostrado que la resolución del ST combinada con el flujo TMP y flujo TIMI adecuados, predicen mejor pronóstico a 30 días^{21,22}.

Actualmente, el añadir, la angiografía a la resolución del ST se considera el mejor parámetro para determinar la reperfusión miocárdica^{16, 17}.

Obstrucción microvascular.

- Definición:

Se denomina obstrucción microvascular al área del miocardio que ha tenido no sólo necrosis de miocitos, sino también daño grave e irreversible de la microcirculación⁶.

Obstrucción microvascular: Ausencia de restauración del flujo sanguíneo en el miocardio después de una oclusión temporal de la arterial.

Se asocia con pobre pronóstico y peor remodelado ventricular⁶.

Se puede visualizar con ecocardiograma con contraste, medicina nuclear y resonancia magnética⁸.

La OM temprana y tardía, está relacionada con resolución incompleta del segmento ST, no así con el flujo TIMI y TMP, además se está ligada a disminución en la fracción de

expulsión, es fuerte predictor de recuperación regional y global, así como de extensión del infarto⁸.

- **La Resonancia magnética puede detectar obstrucción microvascular:**

En este contexto, la resonancia magnética, ha destacado por su mayor resolución espacial, la relación señal a ruido, y el contraste-a-ruido en comparación con las otras modalidades^{4,26}.

La resonancia magnética es muy eficiente en la detección de OM y más sensible que el mejor método invasivo coronario que es el ultrasonido doppler intracoronario⁸.

- **Medición de obstrucción microvascular por resonancia magnética:**

Se puede identificar con dos técnicas basadas en gadolinio: la perfusión de primer paso y reforzamiento tardío¹¹.

La perfusión de primer paso, se lleva a cabo simultáneamente con la inyección de medio de contraste, se observa como un área hipointensa en el núcleo central del infarto. En el reforzamiento tardío, se aparece una zona hipointensa dentro de una zona hiperintensa, se debe a al daño de la microvasculatura que impide el paso del gadolinio a dicha región^{12, 13 (fig 1)}.

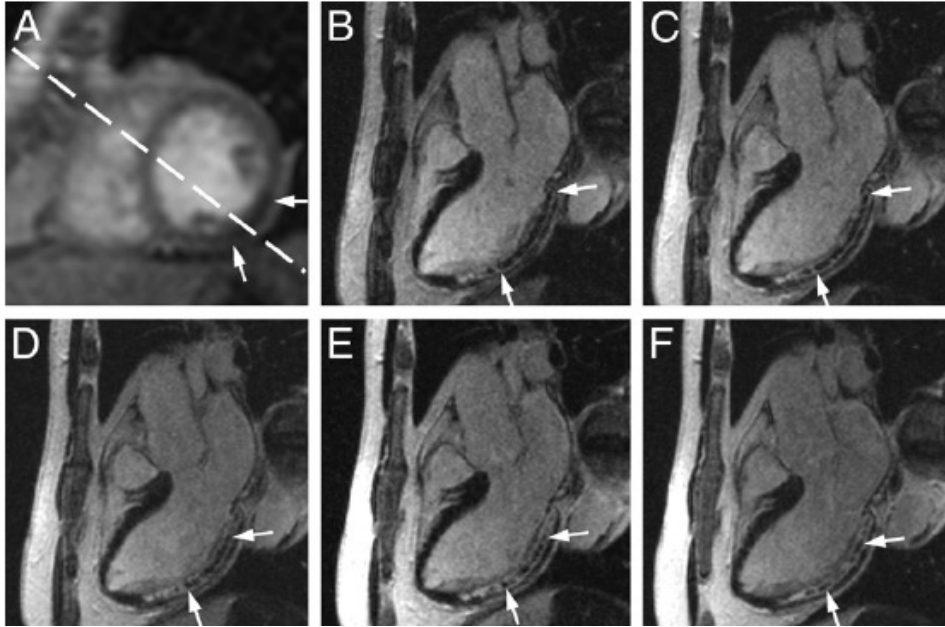


Imagen de un mismo paciente en donde se muestra el reforzamiento con gadolinio en distintos puntos después de su administración y la disminución de la zona de obstrucción microvascular.

La imagen A muestra la perfusión de primer paso en el eje corto, muestra hipointensidad en la región inferolateral.

De la imagen B a F, corresponden a la vista de tres cámaras, adquiridas a los 10 min (B), 15 min (C), 20 (D), 30 min (E) y 40 min (F).⁸

JUSTIFICACIÓN

Si se demostrara que la desaparición de más del 70% del desnivel positivo del segmento ST en el ECG a los 90 minutos post Trombolisis, se relaciona con la presencia o no de obstrucción microvascular, se podrá:

1. Identificar pacientes que deben ir a ACTP de rescate, aún si éstos tienen, resolución completa del segmento ST⁷.
2. Comparar distintas modalidades de tratamiento.
3. Determinar el pronóstico tempranamente posterior a la fibrinólisis⁷.
4. Evaluación del nivel de tejido microvascular reperfundido.
5. Prescindir de la angiografía para evaluar el flujo miocárdico final después de la trombolisis en pacientes no complicados⁷.
6. Apoyar el uso de métodos novedosos de reperfusión, como la terapia fármaco-invasiva.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha utilizado la disminución del desnivel positivo del segmento ST como herramienta para evaluar si la terapia de reperfusión fue exitosa en infarto agudo del miocardio¹⁹. Sin embargo, es necesario conocer el flujo miocárdico además del epicárdico pues el primero, se relaciona con peor pronóstico. En pacientes tratados por Trombolisis, hay menor resolución del segmento ST y mayor obstrucción microvascular, pues ésta se presenta en aproximadamente dos tercios de los pacientes. Los métodos que evalúan la OM pueden ser MN, RM, PET o ECO con contraste. Es probable que se pueda utilizar el electrocardiograma para predecir la existencia de obstrucción microvascular después de la terapia fibrinolítica, pero hacen falta estudios cuyo objetivo principal sea éste¹⁸.

¿ Se puede utilizar la resolución del segmento ST medido a los 90 minutos post Trombolisis como una herramienta fidedigna para predecir la existencia de obstrucción microvascular?.

OBJETIVO PRIMARIO.

Demostrar que la resolución del segmento ST en el electrocardiograma de 12 derivaciones puede ser una herramienta útil y disponible en la cama del enfermo, para pronosticar, de manera certera si la estrategia de reperfusión fue exitosa, al relacionarse con la existencia o no de obstrucción microvascular medida por resonancia magnética.

OBJETIVO SECUNDARIO.

Demostrar que la obstrucción microvascular puede relacionarse con menor fracción de expulsión.

MATERIAL Y MÉTODO.

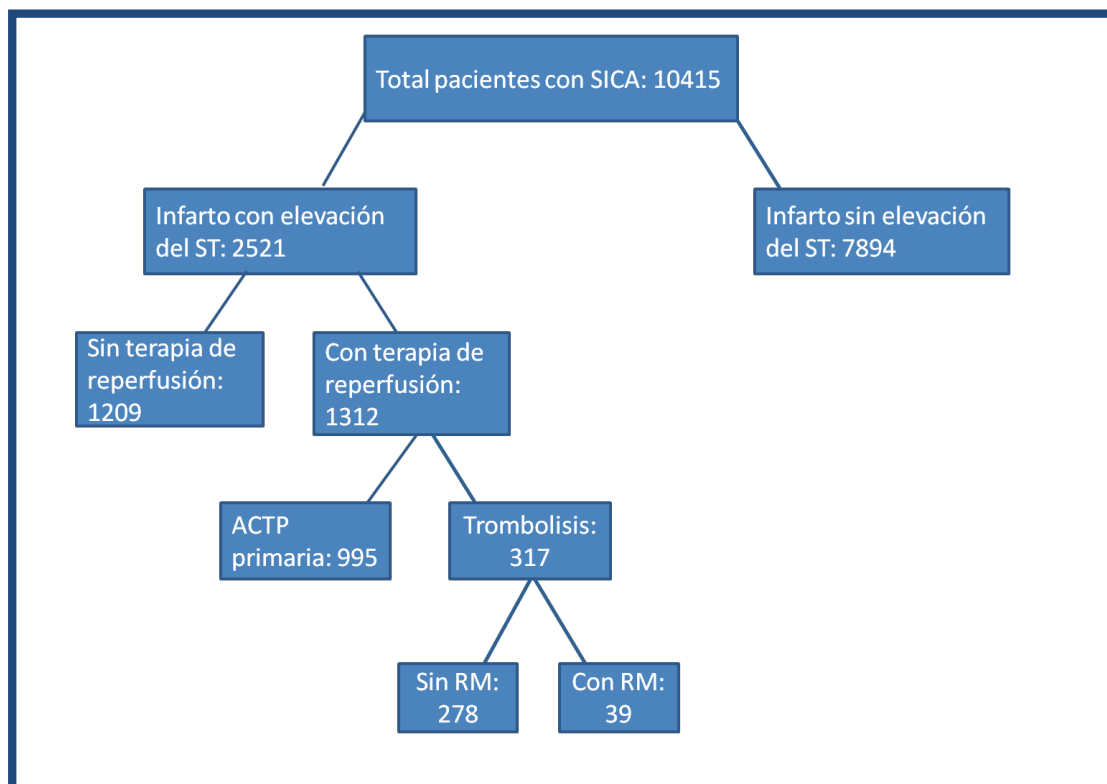
Tipo de Estudio

Observacional, transversal, retrospectivo, correlacional.

Población y Muestra:

Se revisaron pacientes de la base de datos de la Unidad Coronaria del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” (BADUCINC) del periodo comprendido entre febrero de 2008 a junio de 2012. Se seleccionaron aquellos con diagnóstico de síndrome coronario agudo, que fueron 10,415 pacientes. De ellos, se tomaron los que tuvieron infarto del miocardio con elevación del segmento ST (2,521 pacientes). Los que recibieron terapia de reperfusión por haber llegado en periodo de ventana terapéutica fueron: 1,312, se seleccionaron aquellos que fueron tratados por Trombolisis (317 pacientes). Del total de pacientes trombolisados, treinta y nueve de ellos contaban con RM realizada en las primeras 24 horas posteriores a este tratamiento. Se midió el porcentaje de resolución del segmento ST a los 90 minutos post-trombolisis^{esq.1}.

Esquema 1.



Mediciones:

Un médico adscrito al servicio de resonancia magnética, evaluó en todos ellos la existencia o no de obstrucción microvascular. Se compararon éstos resultados con la resolución del segmento ST.

La desviación del segmento ST se midió manualmente en todas las derivaciones excepto en aVR. La suma de éste en todas las derivaciones se determinó en el ECG basal y el ECG tomado a los 90 minutos post Trombolisis. Los pacientes se dividieron

en 3 grupos de acuerdo al porcentaje de disminución del segmento ST como sigue: 1) resolución completa $\geq 70\%$); 2) resolución parcial del 30% a $< 70\%$), y 3) nula como $\leq 30\%$.

Los datos se analizaron mediante el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS). Las variables continuas se compararon utilizando la prueba t de Student y se encuentran expresadas en media \pm desviación estándar. Las variables categóricas se compararon utilizando la prueba exacta de Fisher y se presentan como porcentajes.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con infarto del miocardio con elevación del segmento ST con menos de 12 horas de inicio de los síntomas.
- Aquellos que recibieron terapia de reperfusión farmacológica.
- A los que se realizó estudio de resonancia magnética en las primeras 24 hrs post Trombolisis.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con infarto sin elevación del ST.
- Pacientes que no recibieron terapia de reperfusión.
- Pacientes que fueron tratados por angioplastia primaria.

Criterios de eliminación:

- Aquellos que no contaban con resonancia magnética en las primeras 24 hrs después de la Trombolisis.

RESULTADOS

Del total de 317 pacientes tratados por Trombolisis, se obtuvieron 39 que contaban con resonancia magnética realizada en las primeras 24 horas posterior al tratamiento de reperfusión. Las características demográficas y clínicas se exponen en la tabla 1.

De los 39 pacientes, 34 fueron hombres (87.2%); de éstos, 25 (83.3%) tuvieron obstrucción microvascular. De las 5 mujeres, que correspondieron al 12.5% del total, el 100% de ellas, tuvieron OM.

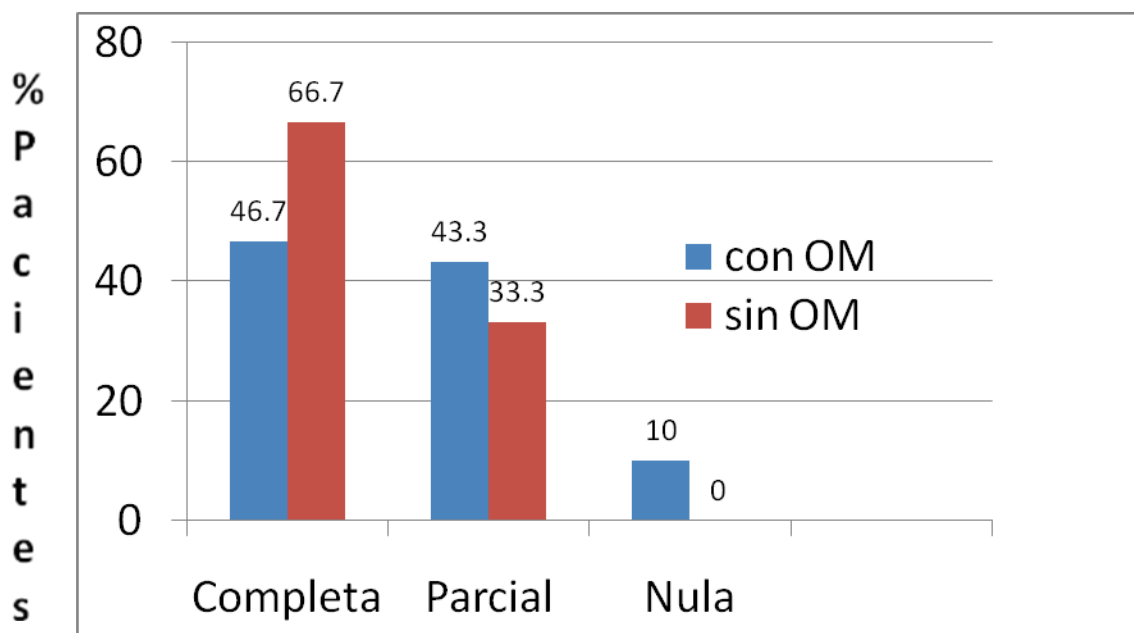
La **obstrucción microvascular** se observó en 30 pacientes, en ellos, la media de edad, fue 55.47 ± 9.1 . Las comorbilidades más prevalentes fueron: Hipertensión arterial sistémica en 15 (50%). Diabetes mellitus tipo 2 en 13 pacientes, que corresponde al 43.3%. Tabaquismo al momento de su ingreso: 12 pacientes (40%) y tabaquismo previo 10 pacientes (33.3%). La Dislipidemia en 11 pacientes (36.7%). De las características clínicas, se observó que 26 pacientes (86.7%) se les asignó riesgo bajo de acuerdo a la escala TIMI (definida como puntuación menor de 4). La resolución completa del segmento ST (disminución del desnivel positivo $>70\%$ a los 90 minutos) se observó en 14 pacientes que corresponde al 46.7% de ellos. La fracción de expulsión fue $49.5\% \pm 8.9\%$, con un valor de p de 0.006. En la clasificación Killip-Kimball, 23 pacientes (76.7%) se encontraron en KK I y 7 (23.3%) en KK II. La localización de la elevación del ST en el ECG de 12 derivaciones fue como sigue: 14 (46.7%) anterior, 15 (50%) inferior y otra localización 1 (3.3%).

Ahora, de los pacientes que **NO** tuvieron obstrucción microvascular; (N= 9) la media de edad fue: de 60.33 ± 9 . Las comorbilidades más prevalentes fueron: Hipertensión arterial sistémica 5 (55.5%). Diabetes mellitus tipo 2 y tabaquismo al momento de su ingreso en 2 de ellos que corresponde al 22.2%. Tabaquismo previo en 5 (55.5%) y dislipidemia en 4 (44.4%). De las características clínicas observamos que 8 pacientes que corresponden al 88.9% de los paciente tuvieron riesgo bajo en la escala de TIMI (< 4 puntos). La resolución completa del ST se vio en 1 paciente que representa el 11.1%. La fracción de expulsión fue de $59.33\% \pm 8.3\%$ con un valor de p 0.006. De la clasificación Killip-Kimball, 9 pacientes (100%) no tuvieron OM. La localización en el ECG de 12 derivaciones fue: anterior 3 (33.3%), inferior 5 (55.6%) y otra localización 1 (11.1%).

Tabla 1. Características clínicas y demográficas de la población.

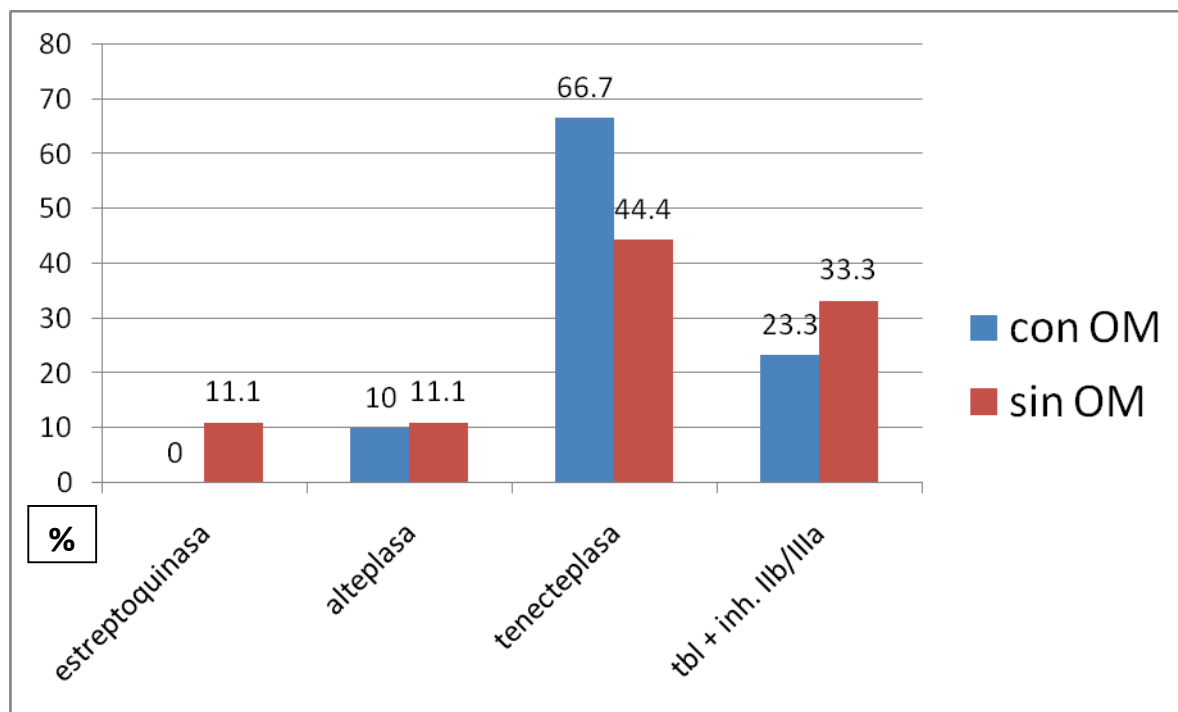
	Con Obstrucción microvascular N = 30		Sin Obstrucción microvascular N=9		Valor de P
Edad	55.47 ± 9.1		60.33 ± 9.1		0.168
Hombres	25	83.3%	9	100%	0.248
Hipertensión arterial	15	50.0%	5	55.6%	0.535
Diabetes mellitus 2	13	43.3%	2	22.2%	0.230
Tabaquismo actual	12	40.0%	2	22.2%	0.288
Tabaquismo previo	10	33.3%	5	55.5%	0.208
Angina previa	3	10%	0		0.444
Dislipidemia	11	36.7%	4	44.4%	0.481
Insuficiencia renal crónica	1	3.3%	0		0.769
Fración de expulsión	49.5 ± 8.9		59.33 ± 8.3		0.006
Riesgo TIMI bajo (<4 puntos)	26	86.7%	8	88.9%	0.676
Riesgo TIMI alto (>5 puntos)	4	13.3%	1	11.1%	0.676
Resolución completa del ST (>70%)	14	46.7%	6	66.7%	0.252

Gráfica 1. Resolución del segmento ST a los 90 minutos.

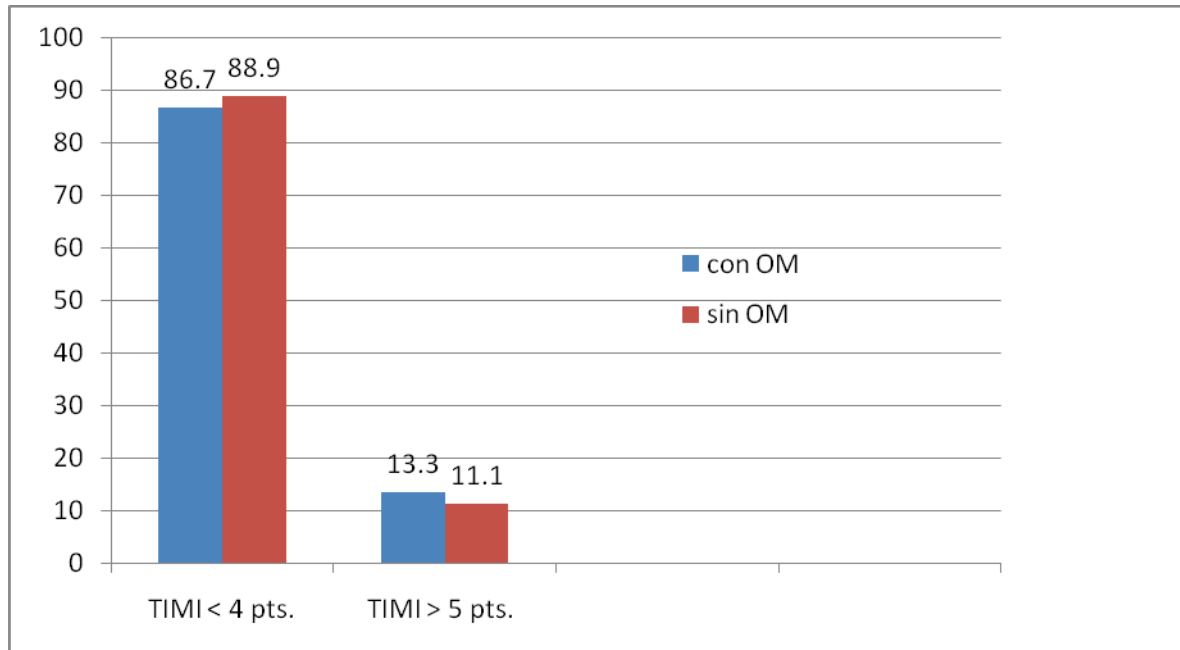


Se define resolución Completa $\geq 70\%$, Parcial 30-70%, Nula $\leq 30\%$ a los 90 minutos.

Gráfica 2. Fármacos utilizados



Gráfica 3. RiesgoTIMI que tuvieron los pacientes estudiados.



DISCUSIÓN

En nuestro Instituto observamos que la mayoría de los pacientes con síndrome coronario agudo, corresponden a infarto sin elevación del ST. De los que representan infarto con elevación del segmento ST, la mayoría no reciben tratamiento de reperfusión por estar fuera de ventana terapéutica. De aquellos que sí son reperfundidos, tres cuartas partes se llevan a ACTP primaria; el resto, reciben reperfusión farmacológica como terapia. Una limitación de nuestro estudio, fue que de los 317 pacientes, solamente 39 tuvieron resonancia magnética realizada en las primeras 24 hrs posteriores al tratamiento; lo que nos dejó una muestra menor a la esperada.

En estos pacientes que sí tuvieron disponible el estudio de imagen, observamos que la mayoría tienen obstrucción microvascular evaluada por resonancia magnética y que ello, no se relacionó directamente con la no resolución del segmento ST, sin embargo, sí existió una leve tendencia a que dos tercios de los pacientes con resolución completa del segmento ST tuvieran menor obstrucción microvascular que aquellos con resolución parcial o nula; sin lograr un valor significativo de P, como se exponen en la tabla y gráfica 1.

De las características clínicas de los pacientes, tenemos que la hipertensión arterial, la diabetes mellitus tipo 2, Dislipidemia y tabaquismo actual fueron las más frecuentes en los que tuvieron obstrucción microvascular. Y, la hipertensión, el tabaquismo previo y la Dislipidemia fueron más frecuentes en aquellos sin obstrucción de la microvasculatura.

La fracción de expulsión, tuvo significancia estadística, mostrando valores de 49 ± 8.9 en pacientes con obstrucción microvascular y de 59.33 ± 8.3 en los que no mostraron obstrucción.

En cuanto al fármaco empleado para la Trombolisis, se observó que dos tercios recibieron Tenecteplasa, y esa misma proporción tuvieron obstrucción microvascular. Aunque también se observó que poco menos de la mitad de los que recibieron este fármaco, no tuvieron obstrucción de la microvasculatura. En la trombolisis facilitada (media dosis de trombolítico + inhibidor IIb/ IIIa) se observó un tercio de pacientes sin obstrucción microvascular contra un cuarto con obstrucción. Ninguno de ellos con significancia estadística.

La clasificación clínica Killip-Kimball, mostró que todos los que no tuvieron obstrucción microvascular, estuvieron en KK-I.

CONCLUSIONES

De nuestro estudio, podemos concluir lo siguiente:

- La terapia de reperfusión por medio de trombolisis en el infarto agudo del miocardio, sigue siendo la opción cuando no se cuenta con acceso a sala de hemodinámica, puesto que la mayoría de los pacientes, quedan con obstrucción microvascular posterior al empleo de este tratamiento.
- En aquellos que tuvieron resolución completa del ST, existe una tendencia a encontrar menos obstrucción microvascular cuando la resolución es completa que es del 66.7%, que es similar a lo reportado en la literatura. La gran limitación del estudio, fue el tamaño de la muestra, por lo que se necesitan estudios adicionales para demostrar qué tanta asociación existe entre OM y el ECG, y poder utilizarlo como una herramienta útil en la evaluación del éxito de la reperfusión.
- Los pacientes con obstrucción microvascular tienen fracción de expulsión más baja con significancia estadística.

REFERENCIAS

1. Rosamond W, Flegal K, Friday G, et al. Heart disease and stroke statistics-2007 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation* 2007; 115:67-71.
2. Gruppo Italiano per lo Studio della Streptochinasi nell'infarto miocardico (GISSI) Effectiveness of intravenous thrombolytic treatment in acute myocardial infarction. *Lancet* 1986;2:397-402.
3. Carlos R. Martínez Sanchez y col. *Síndromes Isquémicos Coronarios Agudos* 2 edición.
4. Benjamin M. Scirica, Marc S. Sabatine, David A. Morrow, C. Michael Gibson, Sabina A. Murphy, Stephen D. Wiviott, Robert P. Giugliano, Carolyn H. McCabe, Christopher P. Cannon, Eugene Braunwald. The Role of Clopidogrel in Early and Sustained Arterial Patency After Fibrinolysis for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction The ECG CLARITY-TIMI 28 Study. (*J Am Coll Cardiol* 2006;48:37-42).
5. Eulo Lupi-Herrera, Héctor González Pacheco, Ursulo Juárez Herrera, Eduardo Chuquiure, Gerardo Vieyra, Carlos Martínez Sánchez. La meta de la reperfusión en los síndromes isquémicos coronarios agudos con elevación del segmento ST. El gran paradigma: "Lo que hay más allá del flujo TIMI 3 epicárdico: El TIMI 4 miocárdico". *Arch Cardiol Mex* 2002; 72:311-349).

-
6. Carlos E. Rochitte. Microvascular Obstruction The Final Frontier for a Complete Myocardial Reperfusion. The final frontier of a complete myocardial reperfusion: Vol. 51, No. 23, 2008. American College of Cardiology.
 7. James A. de Lemos, Eugene Braunwald, ST Segment Resolution as a Tool for Assessing the Efficacy of Reperfusion Therapy (J Am Coll Cardiol 2001;38:1283–94).
 8. Robin Nijveldt, Aernout M. Beek, Alexander Hirsch, Martin G. Stoel, Mark B. M. Hofman, Victor A. W. M. Umans, MD, Paul R. Algra, Jos W. R. Twisk, Albert C. van Rossum. Functional Recovery After Acute Myocardial Infarction Comparison Between Angiography, Electrocardiography, and Cardiovascular Magnetic Resonance Measures of Microvascular Injury. J Am Coll Cardiol 2008;52:181–9).
 9. Maria Sejersten, Nana Valeur, Peer Grande, Torsten Toftegaard Nielsen, Peter. Long-Term Prognostic Value of ST-Segment Resolution in Patients Treated With Fibrinolysis or Primary Percutaneous Coronary Intervention: Results From the DANAMI-2 (DANish trial in Acute Myocardial Infarction-2) *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009;54;1763-1769.
 10. Relación entre los hallazgos electrocardiográficos y de resonancia magnética en la fase aguda del infarto miocárdico Gabriela Meléndez-Ramírez, Alfredo de Micheli, Víctor Fratti, Aloha Meave-González, Héctor González-Pacheco, Erick Alexánderson. *Arch Cardiol Mex* 2011;81(4):298-303.

-
11. Wu KC, Zerhouni EA, Judd RM et al (1998) Prognostic significance of microvascular obstruction by magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 97:765–772.
 12. Wu KC, Kim RJ, Bluemke DA et al (1998) Quantification and time course of microvascular obstruction by contrast-enhanced echocardiography and magnetic resonance imaging following acute myocardial infarction and reperfusion. *J Am Coll Cardiol* 32:1756–1764.
 13. Dennis T. L. Wong , James D. Richardson, Rishi Puri , Adam J. Nelson Angela G. Bertaso, Karen S. L. Teo , Matthew I. Worthley, Stephen G. Worthley. The role of cardiac magnetic resonance imaging following acute myocardial infarction. *Eur Radiol* (2012) 22:1757–1768.
 14. Shaul Atar, Alejandro Barbagelata, Yochai Birnbaum. Electrocardiographic Markers of Reperfusion in ST-elevation Myocardial Infarction. *Cardiol Clin* 24 (2006) 367–376.
 15. The GUSTO Angiographic Investigators. The effects of tissue plasminogen activator, streptokinase, or both on coronary-artery patency, ventricular function, and survival after acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 1993;329(22):1615–22.
 16. De Lemos JA, Braunwald E. ST segment resolution as a tool for assessing the efficacy of reperfusion therapy. *J Am Coll Cardiol* 2001;38(5):1283–94.
 17. Topol EJ. Reperfusion therapy for acute myocardial infarction with fibrinolytic therapy or combination reduced fibrinolytic therapy and platelet glycoprotein IIb/IIIa inhibition: the GUSTO V randomized trial. *Lancet* 2002;357:1905-1914.

-
18. Oliver Husser, Vicente Bodí, Juan Sanchis, et al. The Sum of ST-Segment Elevation Is the Best Predictor of Microvascular Obstruction in Patients Treated Successfully by Primary Percutaneous Coronary Intervention. Cardiovascular Magnetic Resonance Study. *Rev Esp Cardiol*.2010; 63 :1145-54 - Vol.63 Núm 10 DOI: 10.1016/S1885-5857(10)70228-0 .
19. Rakowski T, Dziewierz A, Siudak Z, et al: ST-segment resolution assessed immediately after primary percutaneous coronary intervention correlates with infarct size and left ventricular function in cardiac magnetic resonance at 1-year follow-up. *J Electrocardiol* 42:152, 2009.
20. Rekik S, Mnif S, Sahnoun M, et al: Total absence of ST-segment resolution after failed thrombolysis is correlated with unfavorable short- and long-term outcomes despite successful rescue angioplasty. *J Electrocardiol* 42:73, 2009.
21. R. Schroder, R. Dissmann, T. Bruggemann *et al*. Extent of early ST segment elevation resolution: a simple but strong predictor of outcome in patients with acute myocardial infarction *J Am Coll Cardiol*, 24 (1994), pp. 384–391.
22. A.W. van 't Hof, A. Liem, M.J. de Boer, F. Zijlstra, Zwolle Myocardial infarction Study Group. Clinical value of 12-lead electrocardiogram after successful reperfusion therapy for acute myocardial infarction. *Lancet*, 350 (1997), pp. 615–619.

23. G. De Luca, A.C. Maas, H. Suryapranata *et al.* Prognostic significance of residual cumulative ST-segment deviation after mechanical reperfusion in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Am Heart J*, 150 (2005), pp. 1248–1254.
24. R. Nijveldt, A.M. Beek, A. Hirsch *et al.* Functional recovery after acute myocardial infarction: a comparison between angiography, electrocardiography and cardiovascular magnetic resonance measures of microvascular injury. *J Am Coll Cardiol*, 52 (2008), pp. 181–189.
25. P. Sorajja, B.J. Gersh, C. Costantini *et al.* Combined prognostic utility of ST-segment recovery and myocardial blush after primary percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction. *Eur Heart J*, 26 (2005), pp. 667–674.