



## Eficacia de la angioplastia primaria con balón *overthewire* versus dispositivos de aspiración como tratamiento del trombo intracoronario

Cor. M.C. Hugo Gutiérrez-Leonar<sup>1</sup>  
Gral. de Bgda. M.C. José Luis Ojeda-Delgado<sup>2</sup>  
M.M.C. Luis Manuel Páez-Lizárraga<sup>3</sup>  
M.M.C. Luis Enrique Berúmen-Domínguez<sup>4</sup>  
M.M.C. Miguel Angel Ramírez-Aldaraca<sup>5</sup>  
Dr. Iván Salazar-Peña<sup>6</sup>  
M.M.C. Aldo Siney Hernández-Casas<sup>6</sup>  
Dr. Higinio García-Velásquez<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Cardiólogo intervencionista, jefe del área de Medicina.

<sup>2</sup> Cardiólogo intervencionista, director del C.H.E.M.P.

<sup>3</sup> Cardiólogo intervencionista, jefe de Hemodinamia.

<sup>4</sup> Cardiólogo intervencionista, jefe de la Unidad de cuidados coronarios.

<sup>5</sup> Cardiólogo intervencionista, subjefe del servicio de Hemodinamia.

<sup>6</sup> Residente de Cardiología intervencionista.  
Hospital Central Militar, México DF.

### RESUMEN

**Objetivo:** evaluar una nueva técnica desarrollada por el personal del Laboratorio de Cardiología Intervencionista que favorece la intervención coronaria percutánea convencional mediante la reducción de la carga intracoronaria del trombo, el embolismo distal y el daño por reperfusión, utilizando un balón largo *over the wire*.

**Material y método:** estudio piloto efectuado en el Hospital Central Militar en pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST en las primeras horas de evolución. Todos se trataron con angioplastia y balón largo o con intervencionismo convencional.

**Resultados:** se estudiaron 48 pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST. Del total, 31 pacientes eran hombres (64%) y 17 mujeres (36%), 25 pacientes se asignaron al grupo tratado con angioplastia más balón largo (52%) y 23 pacientes del grupo control a intervencionismo convencional (48%). Con respecto a las comorbilidades: diabetes mellitus, hipertensión arterial, tabaquismo y dislipidemia no hubo diferencia estadísticamente significativa. El sitio de infarto más frecuente fue el territorio de la arteria coronaria derecha (60%), seguido del infarto anterior (31%) y el resto correspondió al infarto lateral (8%).

El tratamiento intervencionista percutáneo más el uso del balón largo logró mejorar el éxito angiográfico con respecto a la angioplastia convencional; flujo final TIMI 3 (92 vs 34.8% p: 0.007) y menor incidencia de fenómeno de no reflujo (8 vs 91.3% p: < 0.00001), la mortalidad periprocedimiento también mostró disminución; sin embargo, debido al tamaño de la muestra no es posible determinar la significación estadística (4 vs 17.3% p: 0.29).

**Palabras clave:** cardiopatía isquémica, infarto agudo al miocardio con elevación del segmento ST, trombo, angioplastia coronaria, balón largo.

Recibido: 25 de abril 2015

Aceptado: 29 de julio 2015

### Correspondencia:

Cor. M.C. Hugo Gutiérrez Leonard  
José Rubén Romero 1  
Circuito Novelistas  
Ciudad Satélite  
Naucalpan de Juárez, Estado de México.  
hugogutierrez\_leonard@hotmail.com

## Effectiveness of primary angioplasty versus overthewire ball suction devices for the treatment of intracoronary thrombus

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate a new technique developed by the laboratory personnel interventional cardiology favoring conventional percutaneous coronary intervention by reducing the burden intracoronary thrombus, distal embolism and reperfusion injury, using the long ball over the wire.

**Methods:** Pilot study conducted at the Hospital Central Militar (Mexico) in patients with acute myocardial infarction with ST-segment elevation in the early hours of evolution. All were treated with angioplasty and long ball or conventional intervention.

**Results:** 48 patients were studied with acute myocardial infarction with ST-segment elevation. Of the total, 31 patients were male (64%) and 17 women (36%), 25 patients treated with the longer balloon angioplasty (52%) and 23 control patients to conventional intervention (48%) were assigned group. Regarding comorbidities (diabetes mellitus, hypertension, smoking and dyslipidemia) there was no statistically significant difference. The most common site of attack was the territory of the right coronary artery (n = 29, 60%), followed by anterior infarction (n = 15, 31%) and the remainder was lateral infarction (n = 4, 8%).

Percutaneous interventional treatment longer ball got better angiographic success with respect to conventional angioplasty; Final TIMI 3 flow (92 vs. 34.8%, p: 0.007) and a lower incidence of no-reflow (8 vs 91.3% p <0.00001), periprocedural mortality also showed decline, however, due to the size of the sample is not possible to determine statistical significance (4 vs 17.3% p: 0.29).

**Key words:** Ischemic heart disease, acute myocardial infarction with ST segment elevation, thrombus, coronary angioplasty long ball.

### ANTECEDENTES

El intervencionismo coronario percutáneo, realizado de manera temprana durante la fase aguda del infarto de miocardio, es la manera más eficiente de lograr el rescate del tejido miocárdico y, por tanto, mejorar los resultados clínicos.<sup>3</sup> Las alteraciones en la microcirculación son comunes debido al embolismo distal<sup>4,5</sup> por-

que existe una relación entre efectos adversos, como la disminución en la función del ventrículo izquierdo y la supervivencia con pobre reperusión miocárdica.<sup>5,6</sup> Esta situación llevó al desarrollo de dispositivos diseñados para tratar de disminuir o prevenir el embolismo distal durante el procedimiento de reperusión. Esta situación se analizó recientemente en diversos ensayos clínicos en los que se encontró que la



trombectomía manual es una indicación tipo Ila (nivel de evidencia A), como se señala en las guías de práctica clínica europeas y como tipo Ila en las guías estadounidenses, durante la intervención del síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (IAMCEST). Esos ensayos clínicos se centraron en la evaluación de los resultados angiográficos (grado de éxito angiográfico anterógrado evaluado según la escala de flujo TIMI),<sup>7</sup> electrocardiográficos (resolución del segmento ST)<sup>8</sup> y en los ensayos publicados más recientemente que evaluaron los resultados clínicos (mortalidad) o eventos cardiovasculares mayores (compuesto de mortalidad, infarto agudo de miocardio o revascularización del vaso tratado),<sup>9</sup> que muestran resultados heterogéneos respecto de la mejoría.

El embolismo distal es uno de los mayores retos durante la intervención coronaria percutánea en la que sobrevienen diferentes tipos de embolización distal relacionados con diferentes presentaciones clínicas.<sup>10</sup> En el síndrome isquémico coronario agudo la carga intracoronaria del trombo representa uno de los principales problemas para el éxito de los balones de angioplastia y los *stents* y se relaciona con un peor pronóstico. En un entorno de enfermedad coronaria estable, la embolización se debe a detritus o fragmentos de la placa ateromatosa.<sup>11</sup>

El microembolismo coronario se ha convertido en un foco de atención desde hace más de una década porque sus secuelas son una complicación frecuente de la intervención coronaria percutánea.<sup>12,13</sup> El microembolismo coronario en torno al procedimiento se produce, en promedio, en 25% de todos los casos de intervención coronaria percutánea,<sup>14</sup> pero su incidencia varía de 0 a 70% en función del método de evaluación<sup>15,16,17</sup> y de considerar, que además de que su incidencia depende de factores relacionados con el estado clínico del paciente, sobre todo la presentación aguda de los síntomas clínicos,

los factores relacionados con la complejidad de la lesión<sup>18</sup> y con el procedimiento, como el tipo de guía empleado, el número, diámetro y longitud de los balones de angioplastia, la duración de la insuflación de los mismos, el uso de aterectomía y rotablación, tipo de *stents* utilizados posterior a la angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP) y, finalmente, el uso agresivo de posdilatación de los *stents*, resultando involucradas todas estas situaciones en este fenómeno.<sup>19</sup>

En los pacientes con infarto agudo de miocardio, un defecto de llenado desde el punto de vista angiográfico, como evidencia de microembolismo coronario, ocurre aproximadamente en 7 a 16% de los pacientes y se relaciona con la carga intracoronaria del trombo,<sup>20,21</sup> aumento del daño miocárdico y la reducción de la eficacia de la reperfusión.<sup>22,23,24</sup> En estudios observacionales, la embolización distal lo suficientemente grande como para ser visible angiográficamente se muestra incluso en 15% de los pacientes sometidos a intervención coronaria percutánea primaria.<sup>25</sup> Ésta es una condición relacionada con reperfusión miocárdica inadecuada y pronóstico adverso,<sup>26,27</sup> con incremento de 5 veces en la mortalidad a los 5 años, en comparación con los pacientes sin signos angiográficos de embolización.<sup>28,29,30</sup>

La embolización distal puede ocurrir, incluso, durante la intervención coronaria percutánea de pacientes con cardiopatía isquémica estable. En este escenario el principal factor de la embolización distal son los residuos de placa ateromatosa, incluidos los cristales de colesterol y los agregados de plaquetas, además de la activación del proceso inflamatorio a nivel local, que pueden causar obstrucción microvascular.<sup>31</sup>

Los microémbolos se originan a partir de la erosión o ruptura de una placa vulnerable de la arteria coronaria epicárdica<sup>32</sup> en la que una

composición con un núcleo lipídico necrótico con una capa fibrosa fina predispone a la erosión de la placa, a su rotura y a la microembolización distal.<sup>33,34</sup>

La hipótesis de que la embolización puede ser cuantitativamente relevante para poner en peligro la reperfusión miocárdica también ha sido apoyada por diferentes estudios<sup>35</sup> que han documentado que la incidencia del fenómeno de “no reflujo” durante de la intervención coronaria percutánea de la arteria responsable del infarto agudo de miocardio fue significativamente mayor en los pacientes con evidencia angiográfica de alta carga de trombo, en comparación con quienes no se documentaron esos signos.

El fenómeno de “flujo lento” o de “no reflujo” durante la intervención coronaria percutánea es una complicación a menudo inesperada en 0.5 a 1% de los pacientes.<sup>36,37</sup> Esto refleja un deterioro del flujo sanguíneo en la microcirculación distal, pese haber alcanzado un flujo coronario epicárdico satisfactorio que implica un pronóstico adverso;<sup>37,38</sup> el microembolismo coronario, sin duda, contribuye al “no reflujo-flujo intracoronario” en el escenario clínico;<sup>39,40</sup> sin embargo, también se ha sugerido el daño súbito por reperfusión, incluso por los dispositivos utilizados para restaurar del flujo coronario.

En la actualidad existe una serie de técnicas indirectas para el diagnóstico de obstrucción microvascular, después de la intervención coronaria percutánea, como: resolución del segmento ST en el electrocardiograma de 12 derivaciones; en numerosos estudios se ha demostrado una relación entre el grado de resolución del segmento ST y la mortalidad cardiovascular; otros, como la elevación transitoria de la creatina cinasa y de troponina,<sup>41</sup> esta última asociada con peor pronóstico en pacientes con angina inestable y periprocedimiento.<sup>38,40</sup>

Hace poco fue posible efectuar la valoración intracoronaria con métodos modernos de imagen, como el ultrasonido intravascular, en el que la visualización de un núcleo lipídico necrótico con una cubierta fibrosa fina predispone a la rotura de la placa y, por lo tanto, a la microembolización distal.<sup>42,43</sup>

En tiempos más recientes, la tomografía de coherencia óptica permitió analizar las características de diferentes tipos de trombos coronarios que habían sido confirmados en el examen histológico post-mortem, mediante el análisis de las propiedades de estos trombos.<sup>44</sup> Los trombos rojos (alto contenido de hematíes) se identifican como protuberancias de alta retroreflexión de la luz, con señal libre de sombras en la imagen extraluminal. Los trombos blancos (alto contenido de plaquetas) se identifican como proyecciones de baja retrodispersión en la imagen extraluminal, dándole a la tomografía de coherencia óptica la propiedad no sólo de estimar la morfología de la placa sino también distinguir la composición de los trombos, además de precisar información de las características microestructurales y composición de las lesiones coronarias y *stents*.<sup>44</sup>

## MATERIAL Y MÉTODO

Estudio piloto efectuado en el Hospital Central Militar en pacientes con diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST en las primeras 12 horas de evolución. Los pacientes se trataron con angioplastia y balón largo o con intervencionismo convencional.

En ambos grupos, antes de la intervención coronaria se administró una dosis de 300 mg de ácido acetilsalicílico vía oral, 600 mg de clopidogrel, e inhibidor GPIIb/IIIa previo o durante el intervencionismo a consideración del cardiólogo (congruente con los hallazgos angiográficos); tratamiento anticoagulante con heparina no fraccionada a dosis de 100 UI/kg

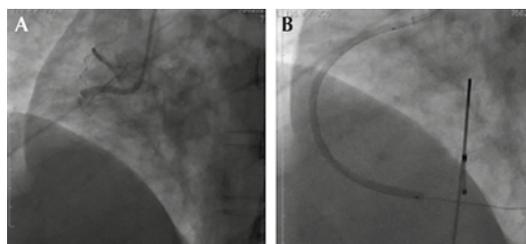


de peso ó 60 UI si se indicó inhibidor GP IIb/IIIa para mantener un TCA de 250-300 y 200-250 segundos, respectivamente, que fue monitoreada durante el trascurso de la intervención coronaria percutánea, además del tratamiento encaminado al control del dolor torácico, con opioides (morfina 4-8 mg), con dosis adicionales de 2 mg a intervalos de 5 a 15 minutos (36), oxígeno 2-4 L/minuto (36), todo esto de acuerdo con lo establecido por las guías AHA/ACC/ESC de tratamiento del infarto agudo de miocardio CEST.

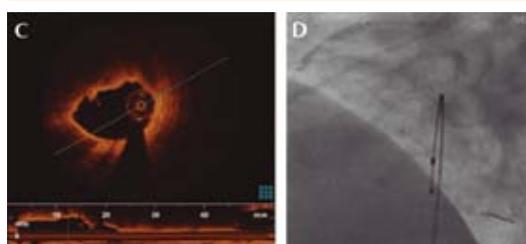
El inhibidor de GP IIb/IIIa indicado con mayor frecuencia en nuestra institución es abciximab. En el grupo de estudio con balón largo, después de identificar el sitio de infarto, y en los pacientes con obstrucción fue total TIMI 0 o TIMI 1, con abundante carga de trombo (Figura 1A), se cruzó con una guía de angioplastia de 300 cm hasta el sitio distal del vaso responsable del infarto. Sobre la guía se cruzó un balón largo *overthewire* de 2.0-2.5 mm por 60-80 mm según el diámetro del vaso. Se insufla progresivamente a nominal y permanece insuflado durante 5-10 minutos, según la tolerancia clínica del paciente. (Figura 1B) Posteriormente, poco a poco se desinfla el balón y una vez recuperado el flujo epicárdico se realiza una tomografía de coherencia óptica para determinar las características de la lesión y de las zonas de disección, etc. (Figura 1C) Finalmente se implanta un *stent* en el sitio de la lesión (Figura 1D) y se realiza un nuevo *pull back* de control para valorar la implantación del *stent* y carga del trombo o disección residual. Figuras 1E-F

## RESULTADOS

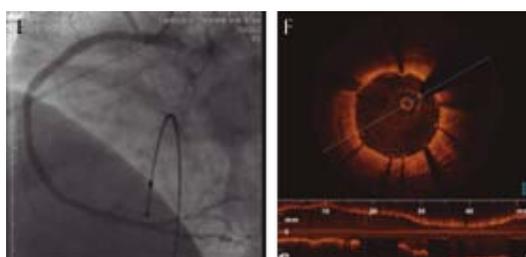
Se estudiaron 48 pacientes (61 (64%) del género masculino y 17 (36%) del femenino) derechohabientes del Hospital Central Militar con diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST en las primeras 12 horas de evolución; 25 pacientes se trataron con angioplastia y balón largo (52%) y 23 con



**Figura 1A, 1B.** Oclusión total de la arteria coronaria derecha (A). Mediante una guía de angioplastia de 300 cm se coloca un balón *overthewire*. En este caso se trata de un balón de 2.5 mm por 80 mm (B)



**Figura 1C, 1D.** En la tomografía de coherencia óptica se caracteriza el tipo de lesión, su extensión, zonas de disección, etc. En este caso se aprecia abundante carga de trombo (C). Después de evaluar las características del vaso y su diámetro se procede al implante de *stents* (D).



**Figura 1E, 1F.** Resultado final por angiografía coronaria (E) y por tomografía de coherencia óptica (F).

intervencionismo convencional (48%). El sitio de infarto más frecuente fue el territorio de la arteria coronaria derecha (n=29, 60.5%), seguido del

infarto anterior (n = 15, 31.2%) y el resto correspondió a infarto lateral (n=4, 8%). Cuadros 1 y 2

Del total de pacientes analizados el resultado angiográfico final fue exitoso en mayor proporción en el grupo de tratamiento con balón

**Cuadro 1.** Características basales

Característica	Grupo control (n=23)	Grupo de balón <i>over the wire</i> (n=25)	Valor de P
Género masculino	14 (60.8%)	17 (68%)	0.60
Diabetes	14 (60.8%)	19 (76%)	0.25
Hipertensión	13 (56.5%)	18 (72%)	0.26
Dislipidemia	9 (39.1%)	11 (44%)	0.73
Tabaquismo	16 (69.5%)	20 (80%)	0.40

Todos expresados en frecuencias y porcentajes. Cálculos con  $\chi^2$  de Pearson.

**Cuadro 2.** Características angiográficas

Característica	Grupo control (n=23)	Grupo de balón <i>over the wire</i> (n=25)	Valor de p
Número de vasos afectados			
Univasular	16 (69.5%)	10 (40%)	0.09
Bivascular	5 (21.7%)	8 (32%)	
Trivascular	2 (8.7%)	7 (28%)	
Arteria responsable			
Descendente anterior	8 (34.7%)	7 (28%)	0.18
Circunfleja	4 (14.3%)	0	
Coronaria derecha	11 (47.8%)	18 (72%)	
Flujo TIMI inicial de vaso afectado			
TIMI 0	21 (91.3%)	24 (96%)	0.50
TIMI 1	2 (8.7%)	1 (4%)	
TIMI 2	0	0	
Circulación colateral	3 (13%)	2 (8%)	0.56
Uso de inhibidores IIb/IIIa	19 (82.6%)	5 (20%)	0.00001

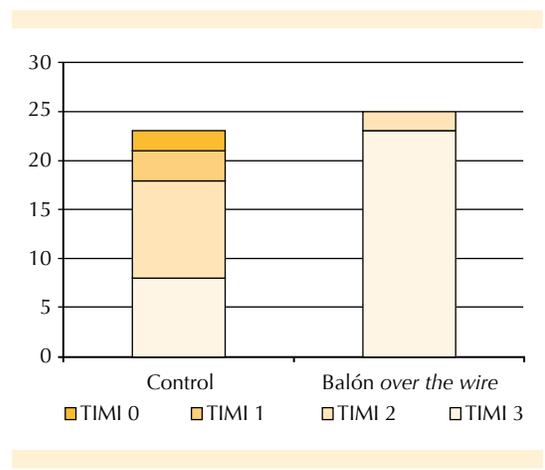
Todos expresados en frecuencias y porcentajes. Cálculos con  $\chi^2$  de Pearson o prueba de Yates.

*overthewire* de forma significativa con respecto a la angioplastia convencional; flujo final TIMI 3 (92 vs 34.8% p: 0.007) (Cuadro 3) y menor incidencia de fenómeno de no reflujo (8 vs 91.3% p < de 0.00001). (Figuras 2 y 3). A pesar de observar menos muertes en el grupo de tratamiento con balón *overthewire* esto no fue significativo debido a lo limitado de la muestra y el número de desenlaces observados; por lo tanto, el tratamiento intervencionista percutáneo acompañado del balón largo muestra tendencia estadística con respecto al éxito angiográfico y

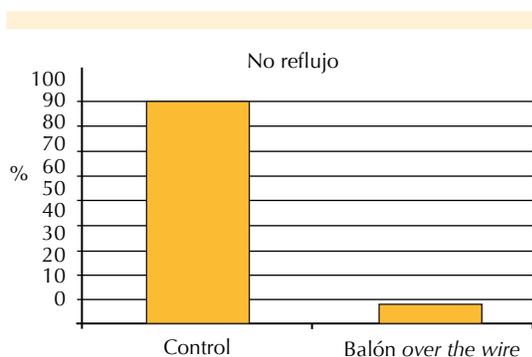
**Cuadro 3.** Desenlaces

Característica	Grupo control (n=23)	Grupo de balón <i>over the wire</i> (n=25)	Valor de P
Flujo TIMI final de vaso afectado			
TIMI 3	8 (34.8%)	23 (92%)	0.007
TIMI 2	10 (43.4%)	2 (8%)	
TIMI 1	3 (13%)	0	
TIMI 0	2 (8.6%)	0	
Fenómeno de no reflujo	21 (91.3%)	2 (8%)	<0.00001
Mortalidad	4 (17.3%)	1 (4%)	0.29

Todos expresados en frecuencias y porcentajes. Cálculos con  $\chi^2$  de Pearson o prueba de Yates.



**Figura 2.** Mayor éxito angiográfico postintervencionismo en el grupo de balón *over the wire*.



**Figura 3.** Menor incidencia de fenómeno de no reflujo postintervencionismo en el grupo de balón *over the wire*.

la mortalidad peri procedimiento; sin embargo, debido al tamaño de la muestra no es posible determinar significación (4 vs 17.3% p: 0.29).

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio son alentadores para pacientes con infarto agudo de miocardio con alto riesgo de complicaciones, como: fenómeno de no reflujo y muerte por abundante carga de trombo intracoronario, con respecto a la angioplastia convencional o con uso de dispositivo de trombo aspiración.

Se requiere aumentar el número de muestra y de estudios al respecto porque puede tratarse de una alternativa costo-efectiva en el tratamiento de pacientes con infarto agudo de miocardio.

## CONCLUSIÓN

El uso del balón *overthewire* en angioplastia primaria percutánea en pacientes con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST y trombo grande, resultó seguro y más efectivo que el tratamiento tradicional con dispositivo de aspiración. Por ahora no es posible establecer su repercusión en la supervivencia porque se requieren más estudios para determinar si

esta técnica puede ser una alternativa eficaz en todos los pacientes con infarto con elevación del segmento ST y abundante carga de trombo.

## REFERENCIAS

1. Thygesen K, Alpert JS, White HD. Universal definition of myocardial infarction. *European Heart Journal* 2007;28:2525-38. Epub 2007/10/24.
2. Stone GW, Peterson MA, Lansky AJ, Dangas G, Mehran R, Leon MB. Impact of normalized myocardial perfusion after successful angioplasty in acute myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology* 2002;39:591-7. Epub 2002/02/19.
3. Stone GW, Grines CL, Cox DA, Garcia E, Tchong JE, Griffin JJ, et al. Comparison of angioplasty with stenting, with or without abciximab, in acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 2002;346:957-66. Epub 2002/03/29.
4. Bhatt DL, Topol EJ. Does creatinine kinase-MB elevation after percutaneous coronary intervention predict outcomes in 2005? Periprocedural cardiac enzyme elevation predicts adverse outcomes. *Circulation* 2005;112:906-15; discussion 23. Epub 2005/08/10.
5. Henriques JP, Zijlstra F, Ottervanger JP, de Boer MJ, van 't Hof AW, Hoorntje JC, et al. Incidence and clinical significance of distal embolization during primary angioplasty for acute myocardial infarction. *European Heart Journal* 2002;23:1112-7. Epub 2002/07/02.
6. Van't Hof AW, Liem A, de Boer MJ, Zijlstra F. Clinical value of 12-lead electrocardiogram after successful reperfusion therapy for acute myocardial infarction. *Zwolle Myocardial infarction Study Group. Lancet* 1997;350:615-9. Epub 1997/08/30.
7. Abdelmeguid AE, Topol EJ, Whitlow PL, Sapp SK, Ellis SG. Significance of mild transient release of creatine kinase-MB fraction after percutaneous coronary interventions. *Circulation*. 1996;94:1528-36. Epub 1996/10/01.
8. Poli A, Fèveau R, Vandoni P, del Rosso G, D'Urbano M, Seveso G, et al. Integrated analysis of myocardial blush and ST-segment elevation recovery after successful primary angioplasty: Real-time grading of microvascular reperfusion and prediction of early and late recovery of left ventricular function. *Circulation* 2002;106:313-8. Epub
9. Prasad A, Singh M, Lerman A, Lennon RJ, Holmes DR, Jr, Rihal CS. Isolated elevation in troponin T after percutaneous coronary intervention is associated with higher long-term mortality. *Journal of the American College of Cardiology* 2006;48:1765-70. Epub 2006/11/07.
10. Ricciardi MJ, Wu E, Davidson CJ, Choi KM, Klocke FJ, Bonow RO, et al. Visualization of discrete microinfarction after percutaneous coronary intervention associated with mild creatine kinase-MB elevation. *Circulation* 2001;103:2780-3. Epub 2001/06/13.

11. Ito H, Maruyama A, Iwakura K, Takiuchi S, Masuyama T, Hori M, et al. The prognostic value of serum troponin T in unstable angina. *N Engl J Med* 1992;327:146-50. Epub 1992/07/16.
12. Ito H, Murayama A, Takiuchi S. Clinical implications of the 'no reflow' phenomenon: A predictor of complications and left ventricular remodeling in reperfused anterior wall myocardial infarction. *Circulation* 1989;79:441-44.
13. Brener SJ, Topol EJ. Troponin, embolization and restoration of microvascular integrity. *European Heart Journal* 2000;21:1117-9. Epub 2000/08/05.
14. Van 't Hof AW, Liem A, Suryapranata H, Hoorntje JC, de Boer MJ, Zijlstra F. Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade. *Zwolle Myocardial Infarction Study Group. Circulation* 1998;97:2302-6. Epub 1998/06/25.
15. Bavry AA, Kumbhani DJ, Bhatt DL. Role of adjunctive thrombectomy and embolic protection devices in acute myocardial infarction: a comprehensive meta-analysis of randomized trials. *European Heart Journal* 2008;29:2989-3001. Epub 2008/09/25.
16. Erbel R, Heusch G. Coronary microembolization. *Journal of the American College of Cardiology*. 2000;36:22-4. Epub 2000/07/18.
17. Topol EJ, Yadav JS. Recognition of the importance of embolization in atherosclerotic vascular disease. *Circulation* 2000;101:570-80. Epub 2000/02/09.
18. Herrmann J. Peri-procedural myocardial injury: 2005 update. *European Heart Journal* 2005;26:2493-519. Epub 2005/09/24.
19. El-Jack SS, Suwattchai P, Stewart JT, Ruygrok PN, Ormiston JA, West T, et al. Distal embolization during native vessel and vein graft coronary intervention with a vascular protection device: predictors of high-risk lesions. *Journal of Interventional Cardiology* 2007;20:474-80. Epub 2007/11/29.
20. Fokkema ML, Vlaar PJ, Svilaas T, Vogelzang M, Amo D, Diercks GF, et al. Incidence and clinical consequences of distal embolization on the coronary angiogram after percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *European Heart Journal* 2009;30:908-15. Epub 2009/02/20.
21. Napodano M, Ramondo A, Tarantini G, Peluso D, Compagno S, Fraccaro C, et al. Predictors and time-related impact of distal embolization during primary angioplasty. *European Heart Journal* 2009;30:305-13. Epub 2009/01/21.
22. Virmani R, Burke AP, Farb A, Kolodgie FD. Pathology of the vulnerable plaque. *Journal of the American College of Cardiology* 2006;47(8 Suppl):C13-8. Epub 2006/04/25.
23. Kawamoto T, Okura H, Koyama Y, Toda I, Taguchi H, Tamita K, et al. The relationship between coronary plaque characteristics and small embolic particles during coronary stent implantation. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;50:1635-40. Epub 2007/10/24.
24. Bose D, von Birgelen C, Zhou XY, Schmermund A, Philipp S, Sack S, et al. Impact of atherosclerotic plaque composition on coronary microembolization during percutaneous coronary interventions. *Basic Research in Cardiology* 2008;103:587-97. Epub
25. 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;101:604-10. Epub 2000/02/15.
26. 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;111:1027-32. Epub 2005/02/23. 2008/09/13.
27. Yip HK, Chen MC, Chang HW, Hang CL, Hsieh YK, Fang CY, et al. Angiographic morphologic features of infarct-related arteries and timely reperfusion in acute myocardial infarction: predictors of slow-flow and no-reflow phenomenon. *Chest* 2002;122:1322-28. Epub 2002/10/16.
29. Good CW, Blankenship JC, Scott TD, Skelding KA, Berger PB, Wood GC. Feasibility and safety of ad hoc percutaneous coronary intervention in the modern era. *Journal of Invasive Cardiology* 2009;21:194-200. Epub 2009/05/05.
30. Mattichak SJ, Dixon SR, Shannon F, Boura JA, Safian RD. Failed percutaneous coronary intervention: a decade of experience in 21,000 patients. *Catheterization and cardiovascular interventions. Journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions* 2008;71:131-7. Epub 2008/01/31.
31. Jaffe R, Charron T, Puley G, Dick A, Strauss BH. Microvascular obstruction and the no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention. *Circulation* 2008;117:3152-6. Epub 2008/06/19.
32. Rochitte CE. Microvascular obstruction the final frontier for a complete myocardial reperfusion. *Journal of the American College of Cardiology* 2008;51:2239-40. Epub 2008/06/07.
33. Niccoli G, Burzotta F, Galiuto L, Crea F. Myocardial no-reflow in humans. *Journal of the American College of Cardiology* 2009;54:281-92. Epub 2009/07/18.
34. Califf RM, Abdelmeguid AE, Kuntz RE, Popma JJ, Davidson CJ, Cohen EA, et al. Myonecrosis after revascularization procedures. *Journal of the American College of Cardiology* 1998;31:241-51. Epub 1998/02/14.
35. Selvanayagam JB, Cheng AS, Jerosch-Herold M, Rahimi K, Porto I, van Gaal W, et al. Effect of distal embolization on myocardial perfusion reserve after percutaneous coronary intervention: a quantitative magnetic resonance perfusion study. *Circulation* 2007;116:1458-64. Epub 2007/09/06.
36. Pineda V, Merino X, Gispert S, Mahia P, Garcia B, Dominguez-Oronoz R. No-reflow phenomenon in cardiac MRI: diagnosis and clinical implications. *AJR American Journal of Roentgenology* 2008;191:73-9. Epub 2008/06/20.



37. Judd RM, Lugo-Olivieri CH, Arai M, Kondo T, Croisille P, Lima JA, et al. Physiological basis of myocardial contrast enhancement in fast magnetic resonance images of 2-day-old reperfused canine infarcts. *Circulation* 1995;92:1902-10. Epub 1995/10/01
38. Hong YJ, Jeong MH, Choi YH, Ko JS, Lee MG, Kang WY, et al. Impact of plaque components on no-reflow phenomenon after stent deployment in patients with acute coronary syndrome: a virtual histology-intravascular ultrasound analysis. *European Heart Journal* 2011;32:2059-66. Epub 2009/02/21.
39. Kim RJ, Chen EL, Lima JA, Judd RM. Myocardial Gd-DTPA kinetics determine MRI contrast enhancement and reflect the extent and severity of myocardial injury after acute reperfused infarction. *Circulation* 1996;94:3318-26. Epub 1996/12/15.
40. Albert TS, Kim RJ, Judd RM. Assessment of no-reflow regions using cardiac MRI. *Basic Research in Cardiology* 2006;101:383-90. Epub 2006/08/18.
41. Kim RJ, Shah DJ, Judd RM. How we perform delayed enhancement imaging. *Journal of cardiovascular magnetic resonance*. *JMRI* 2003;5:505-14. Epub 2003/07/29.
42. Thomson LE, Kim RJ, Judd RM. Magnetic resonance imaging for the assessment of myocardial viability. *JMRI* 2004;19:771-88.
43. Prati F, Pawlowski T, Gil R, Labellarte A, Gziut A, Caradonna E, et al. Stenting of culprit lesions in unstable angina leads to a marked reduction in plaque burden: a major role of plaque embolization? A serial intravascular ultrasound study. *Circulation* 2003;107:2320-5. Epub 2003/04/23. Epub 2004/06/02.
44. Kume T, Akasaka T, Kawamoto T, Ogasawara Y, Watanabe N, Toyota E, et al. Assessment of coronary arterial thrombus by optical coherence tomography. *The American Journal of Cardiology* 2006;97:1713-7. Epub 2006/06/13.