



ORIGINAL

## ¿Betabloqueante oral o intravenoso en coronariografía mediante tomografía computarizada? Un estudio prospectivo y aleatorizado

G. Tardáguila de la Fuente\*, C. Delgado Sánchez-Gracián, J.A. Aguilar Arjona, R. Prada González, G. Fernández Pérez y F. Tardáguila Montero

Servicio de Radiología, Hospital POVISA, Vigo, Pontevedra, España

Recibido el 14 de febrero de 2010; aceptado el 16 de julio de 2010

Disponible en Internet el 18 de febrero de 2011

### PALABRAS CLAVE

Antagonistas beta adrenérgicos;  
Tomografía computarizada;  
Vasos coronarios;  
Corazón;  
Frecuencia cardíaca

### Resumen

**Objetivos:** Estudiar si existen diferencias en los tiempos empleados en la atención al paciente, según se utilice la vía oral o intravenosa en la administración de betabloqueantes a pacientes ambulatorios sometidos a coronariografía mediante tomografía computarizada (TC).

**Material y métodos:** Estudio prospectivo, analítico, aleatorizado y controlado. Se distribuye a 40 pacientes con frecuencia mayor de 65 latidos por minuto en 2 grupos. En el grupo 1 se administra el betabloqueante por vía oral y en el grupo 2 por vía intravenosa. Se mide el tiempo global transcurrido desde la entrada del paciente en Radiología hasta su marcha y el tiempo parcial de ocupación de sala desde que entra hasta que sale de la sala de TC. Variables secundarias: frecuencia cardíaca, tensión arterial y número de estudios concluyentes.

**Resultados:** La mediana (rango intercuartílico) del tiempo global fue de 120 minutos (100-150) en los 19 pacientes betabloqueados por vía oral y de 35 minutos (27,5-67,5) en los 21 pacientes con medicación intravenosa ( $p < 0,001$ ). El tiempo parcial de ocupación de sala fue 10 minutos (6-15) en el grupo 1 y 10 minutos (9-20) en el grupo 2 ( $p = 0,57$ ). El descenso de la tensión arterial media es 10 mmHg con los betabloqueantes por vía intravenosa frente a 3,3 mmHg por la vía oral ( $p = 0,01$ ). No se hallaron diferencias significativas en la calidad diagnóstica de las exploraciones.

**Conclusiones:** El tiempo de atención al paciente es significativamente menor con la administración intravenosa de betabloqueantes. No se demostraron diferencias en el tiempo de ocupación de sala ni en la calidad diagnóstica.

© 2010 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [gonzatar@gmail.com](mailto:gonzatar@gmail.com) (G. Tardáguila de la Fuente).

**KEYWORDS**

Beta-blockers;  
 Computed  
 tomography;  
 Coronary vessels;  
 Heart;  
 Heart rate

## Oral versus intravenous beta-blockers for computed tomography coronary angiography? A randomized controlled trial

**Abstract**

**Objectives:** To determine whether the time employed in the radiological management of out-patients undergoing computed tomography (CT) coronary angiography varies in function of whether oral or intravenous beta-blockers are administered.

**Material and methods:** This was a prospective, analytical, randomized controlled trial. A total of 40 patients with heart rates greater than 65 beats per minute were randomly assigned to one of two groups. Patients in group 1 were administered oral beta-blockers and patients in group 2 were administered intravenous beta-blockers. We measured the overall time from entry to the radiology department to exit from the CT examination room. We also measured heart rate, blood pressure, and the number of conclusive studies.

**Results:** The median (interquartile range) overall time was 120 (100-150) minutes in the 19 patients who received oral beta-blockers compared to 35 (27.5-67.5) minutes in the 21 patients who received intravenous beta-blockers ( $p < 0.001$ ). The median time that patients were in the CT examination room was 10 (6-15) minutes in Group 1 and 10 (9-20) minutes in Group 2 ( $p = 0.57$ ). The decrease in mean arterial pressure was 10 mmHg after the administration of intravenous beta-blockers compared to 3.3 mmHg after the administration of oral beta-blockers ( $p = 0.01$ ). No significant differences were found in the diagnostic quality of the examinations.

**Conclusions:** The time employed in the radiological management of patients undergoing CT coronary angiography is significantly lower when beta-blockers are administered intravenously. There was no difference in the time patients were in the CT examination room or in the diagnostic quality of the examinations.

© 2010 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

La generalización de los estudios de coronariografía-tomografía computarizada (TC) ha obligado a los radiólogos a familiarizarse con el uso de fármacos para el control efectivo de la frecuencia cardíaca. A pesar de que la evolución tecnológica con equipos de TC multidetector (TCMD) ha mejorado la resolución temporal desde los 250 ms en los equipos de 4 filas de detectores hasta los 180 ms en los de 64<sup>1</sup>, se sigue recomendando, siempre que sea posible, el control de la frecuencia cardíaca en pacientes por encima de 65 latidos por minuto (lpm)<sup>2,3</sup>.

Los betabloqueantes (BB) son los fármacos más empleados para el control de la frecuencia cardíaca para la realización de una coronariografía-TC<sup>4</sup>. El objetivo de su uso es conseguir una frecuencia estable y menor de 65 lpm. El BB más utilizado es el metoprolol<sup>4</sup>. A pesar del amplio consenso en su utilización, existen diferencias en los protocolos de administración según se utilice la vía oral o intravenosa, estando ambas aceptadas y ampliamente descritas en la literatura<sup>2-8</sup>. Sin embargo, pese a ser conocidas las diferencias en los tiempos para conseguir el control efectivo de la frecuencia, en relación con la vía de administración<sup>1,9</sup>, no hay, en nuestro conocimiento, estudios publicados que demuestren si esto tiene repercusión sobre el tiempo empleado en la atención al paciente.

El objetivo principal de este trabajo es analizar si existen diferencias según la vía de administración del BB en el tiempo que permanecen en el Servicio de Radiología los pacientes ambulatorios que acuden a realizarse una coronariografía-TC y en el tiempo que ocupan la sala de exploración.

Son objetivos secundarios evaluar el efecto de la vía de administración sobre la tensión arterial y sobre la calidad del estudio.

**Material y métodos**

Se realizó un estudio prospectivo, analítico, aleatorizado y controlado de 40 pacientes. Se obtuvo la aprobación por parte del comité ético y del de ensayos clínicos del hospital.

**Selección de la muestra**

Se incluyeron de manera consecutiva 40 pacientes ambulatorios citados para la realización de una coronariografía-TC entre los meses de marzo y mayo de 2008. Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes.

**Criterios de inclusión:** pacientes ambulatorios, con solicitud de coronariografía-TC por sospecha de enfermedad coronaria, con edad superior a 18 años que presentasen, a su llegada al Servicio, frecuencias cardíacas superiores a 65 lpm.

**Criterios de exclusión:** todos aquellos pacientes con contraindicaciones para el uso de BB por estar previamente diagnosticados de EPOC, asma, alergias previas a BB, bloqueo auriculoventricular, tensión arterial sistólica menor de 100 mmHg o insuficiencia cardíaca descompensada. También fueron excluidos los que recibían tratamiento domiciliario con fármacos que afectasen a la frecuencia cardíaca (BB, antagonistas del calcio no dihidropiridínicos o digoxina), los que padecían insuficiencia renal (creatinina  $> 1,2$  mg/dl) o presentasen antecedentes de alergia a contrastes iodados y aquellos con ritmo cardíaco no sinusal.

## Protocolo de estudio

La identificación y espera del paciente se llevó a cabo en una sala específica, adyacente a la de exploración. Un DUE lo recibía y le tomaba la tensión arterial (TA) y la frecuencia cardíaca. Posteriormente el radiólogo le informaba sobre la exploración a realizar y revisaba la historia clínica y la complementaba, si era necesario, en todos los aspectos relacionados con los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente se le preguntaba sobre su disposición para formar parte del estudio. Una vez había aceptado se llevó a cabo la aleatorización en dos grupos: grupo 1, BB orales y grupo 2, BB intravenoso, mediante un sistema de sobres opacos cerrados.

## Protocolos de administración

Grupo 1 (BB oral): en la misma sala adyacente a la de la TC se administraron 50 mg de metoprolol (Lopresor®, Novartis-Farmacéutica). Se controlaron la TA y la frecuencia cardíaca cada 15 minutos hasta alcanzar una frecuencia por debajo de 65 lpm. Si pasados 30 minutos se mantenía por encima de 65 lpm, se administraba una segunda dosis de 50 mg de metoprolol continuando los controles cada 15 minutos hasta alcanzar la frecuencia objetivo. Durante el tiempo transcurrido hasta alcanzar la frecuencia objetivo en la sala de TC se siguieron realizando los estudios de la programación rutinaria.

Grupo 2 (BB intravenoso): colocación del paciente en decúbito supino en la mesa de la TC, procediendo a su monitorización con ECG de una derivación para control del trazado y de la frecuencia cardíaca. Canalización de una vía venosa periférica (18 G) y administración de 5 mg de metoprolol IV (Beloken®, concentración de 1 mg/ml Astrazeneca Farmacéutica SA, España). Cuando se alcanzó la frecuencia objetivo se inició la adquisición sin necesidad de esperar 5 minutos. Si no se conseguía la frecuencia deseada se repetía la dosis cada 5 minutos hasta un máximo de 15 mg.

## Protocolo de adquisición

Todos los estudios se llevaron a cabo en una TCMD de 64 cortes Somatom Sensation 64 (Siemens Medical Systems, Erlangen, Alemania). El protocolo de realización de la prueba fue el mismo en ambos grupos. Con el paciente acostado en la mesa de exploración se administraron, salvo contraindicación, 2,5 mg de dinitrato de isosorbide sublingual (IsoLácer 5 mg Laboratorios Lácer, S.A. Barcelona, España). En ambos grupos, con el paciente en la mesa de la TC, se canalizó una vena antecubital derecha con un catéter intravenoso de calibre 18 G. En el caso de los pacientes del grupo 2 esta vía se utilizó para la administración de los BB y para el contraste, en el grupo 1 únicamente para el contraste. Todos los pacientes recibieron un breve entrenamiento por parte del radiólogo responsable de la prueba para una correcta realización de la apnea. La inyección del contraste, Lopromida® (Ultravist 370 mg/ml solución inyectable. Bayern-Schering, Berlín, Alemania), se administró por medio de una inyectora automática Stellan D CT inyector (Medrad, Pittsburgh, EEUU) con una velocidad de flujo de 5 ml/s e inyección trifásica de contraste. El tiempo de inicio

de adquisición se realizó con técnica de detección automática de llegada del contraste (Bolus Tracking Siemens Medical Solutions, Erlangen, Alemania) con una región de interés (ROI) en la aorta ascendente con un retardo de 6 s después de que se alcanzase el umbral de 160 UH. La adquisición de las imágenes se realizó mediante técnica retrospectiva con sincronización ECG en dirección craneo-caudal desde la carina hasta el diafragma. Los parámetros fueron los siguientes: colimación de detectores 32 x 0,6 mm con sistema *z-flying focal spot* obteniéndose 64 imágenes por rotación, tiempo de rotación del *gantry* de 330 ms, *pitch* 0,2, potencia del tubo 120 kv con sistema automático de control de dosis (Care Dosis Siemens Medical Solutions, Erlangen, Alemania).

Tras la finalización de la adquisición se realizó un nuevo control de la TA y el pulso antes de abandonar la sala de exploración.

## Análisis de imágenes y posprocesado

Se realizaron tres reconstrucciones de cada estudio. La primera (0,75 mm B25f con un incremento de 0,4 mm) incluye el corte axial completo del tórax y se reconstruyó en un único momento del ciclo cardíaco, donde mejor se visualizaron las arterias coronarias. La segunda y tercera reconstrucciones se realizaron en todas las fases del ciclo cardíaco (0,75 mm B25f y 1,5 mm B25f con incremento de 0,4 mm en una y de 1 mm en la otra) con un campo de visión limitado al corazón y fueron para el estudio anatómico y funcional de las arterias coronarias y del miocardio.

Las imágenes reconstruidas se transfirieron a una estación de trabajo (Leonardo, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Alemania), donde se obtuvieron reconstrucciones multiplanares, MIP (*maximum intensity projection*), MIP curvos de las arterias coronarias e imágenes 3D (*volume rendering*).

Por último, un radiólogo, con 6 años de experiencia en la interpretación de coronariografía-TC, elaboró el informe estándar del mismo sin conocer el tipo de BB recibido.

## Análisis estadístico

Se recogieron las variables demográficas generales de edad y sexo.

En cuanto a las variables objeto del estudio, referentes a la duración de la prueba, fueron las siguientes: hora en que es llamado por el personal del Servicio de Radiología para la realización de la prueba, hora de entrada a la sala de TC, hora de salida de la sala de TC y hora en la que el personal le comunica que puede abandonar el Servicio. Se definieron las siguientes variables objetivo:

Tiempo global: es el tiempo en que el paciente permanece bajo la atención del personal del Servicio. Incluye todo el proceso desde la toma inicial de TA y pulso, la revisión de su historia clínica, el interrogatorio acerca de posibles contraindicaciones de los BB, administración de la medicación oral cuando sea pertinente, controles posteriores de TA y pulso, realización de la prueba y alta del paciente. Este tiempo fue calculado según la siguiente fórmula:

Tiempo global (en minutos) = Hora de salida del Servicio – hora de entrada. Tiempo parcial de ocupación de sala,

**Tabla 1** Características demográficas.

	BB oral (n = 19)	BB iv (n = 21)	p
Sexo (%)	♂ = 57,9%, ♀ = 42,1%	♂ = 76,2%, ♀ = 23,8%	0,217
Edad	57,53 ± 10,2 <sup>a</sup> , 56; (53-64) <sup>b</sup>	51,57 ± 13,1 <sup>a</sup> , 51; (42,5-65,5) <sup>b</sup>	0,122

BB: betabloqueantes; iv: intravenoso.

<sup>a</sup> Media ± desviación estándar.

<sup>b</sup> Mediana; (rango intercuartílico: 25:75).

definido como el tiempo en que el paciente está dentro de la sala de exploración. Incluye su monitorización, canalización de la vía, administración del vasodilatador, instrucciones y advertencias sobre lo que debe hacer durante la adquisición, medicación intravenosa cuando proceda, realización de la exploración, control ulterior y abandono de la sala. Este tiempo fue medido según la siguiente fórmula:

Tiempo parcial de ocupación de sala (en minutos) = hora de salida de la sala de exploración – hora de entrada.

Se tomaron valores referentes a los parámetros hemodinámicos de los pacientes. Se registró la frecuencia cardíaca, a la llegada y al finalizar la exploración radiológica. En el caso del grupo de BB oral se midió a la llegada y cada 15 minutos tras la administración de los BB y durante el estudio de TC. En el grupo BB intravenoso se recogió la frecuencia cardíaca a la llegada y durante la prueba. Se midieron la tensión arterial sistólica (TAS) y diastólica (TAD) y con estos valores se calculó la tensión arterial media (TAM) con la siguiente fórmula:

$$TAM = TAD + TAS - TAD3.$$

Por último se revisaron los informes de cada paciente y se recogieron los parámetros acerca de la calidad de la exploración agrupada en dos categorías:

Coronariografía-TC concluyente: toda aquella cuya calidad de imagen permite la visualización adecuada de los 17 segmentos de los vasos coronarios y posibilita la emisión de un informe sobre su estado.

Coronariografía-TC no concluyente: aquella en que el informe refleja una visualización deficiente de al menos uno de los 17 segmentos de los vasos coronarios, que impide su valoración.

### Estudio estadístico

Se realizó el estudio estadístico con el programa SPSS v.15.0. Se calculó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En las variables que no siguen una distribución normal se utilizaron la mediana y el rango intercuartílico (RI) aportándose la media y la desviación estándar como dato complementario. Para la comparación de medias de dos variables independientes se empleó el test no paramétrico de U de Mann-Whitney y para la comparación de proporciones se realizaron tablas de contingencia analizándolas con la Chi-cuadrado y el test exacto de Fisher cuando fue necesario.

Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ .

### Resultados

Se incluyeron un total de 40 pacientes en el estudio; 19 en el grupo 1 de BB oral y 21 asignados al grupo 2 de BB intravenoso.

Las características demográficas de cada grupo no mostraron diferencias significativas (tabla 1).

Todos los pacientes alcanzaron la frecuencia cardíaca objetivo con las dosis administradas.

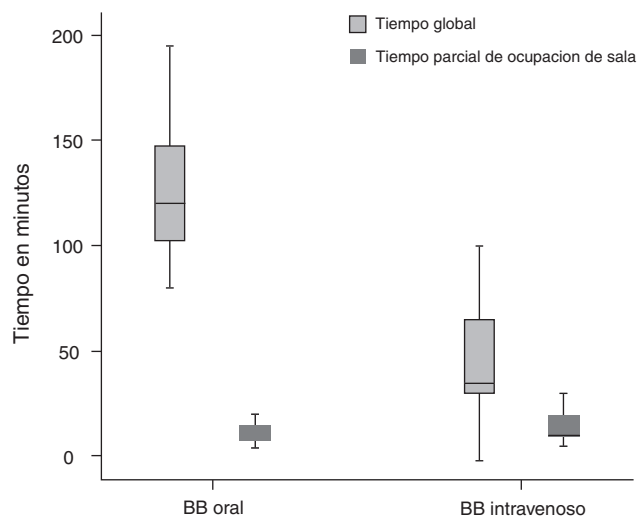
La mediana (RI) del tiempo global fue de 35 minutos (27,50-67,50) en el grupo de BB intravenoso y de 120 minutos (100-150) en el BB oral ( $p < 0,01$  U-Mann Whitney) (fig. 1).

Los datos para el tiempo parcial de ocupación de sala, expresados con las mismas medidas de tendencia central y dispersión y entre paréntesis la media con la desviación estándar, fueron los siguientes: 10 (9-20) minutos ( $13 \pm 7,03$ ) en el grupo BB intravenoso y 10 (6-15) minutos ( $11,42 \pm 5,37$ ) en BB oral ( $p = 0,57$ ) (fig. 1).

En las variables hemodinámicas no se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos (tabla 2). Únicamente, se detectó una diferencia significativa en el descenso de la TA media con una mediana (RI) de 3,3 mmHg (0-6,6) en los BB orales y de 10 mmHg (6,7-13,3) en el grupo BB intravenoso ( $p = 0,01$ ).

El número de estudios no concluyentes fue de 2 en el grupo BB oral y 0 en BB intravenoso ( $p = 0,2$ ).

En ninguno de los dos grupos se registraron efectos adversos tras la administración de BB.



**Figura 1** Diagrama de cajas con representación del tiempo global y tiempo parcial de ocupación de sala según vía de administración de los betabloqueantes (BB).

Tabla 2 Parámetros hemodinámicos.

	BB oral (n = 19)	BB iv (n = 21)	p
FC llegada	74,5 ± 9,2 <sup>a</sup> , 72; (67-80) <sup>b</sup>	72,8 ± 7,3 <sup>a</sup> , 70; (67-79) <sup>b</sup>	0,558
TA sistólica llegada	124,4 ± 18,8 <sup>a</sup> , 130; (110-130) <sup>b</sup>	126,6 ± 17,7 <sup>a</sup> , 130; (120-135) <sup>b</sup>	0,678
TA diastólica llegada	74,2 ± 13 <sup>a</sup> , 80; (70-80) <sup>b</sup>	77,1 ± 10 <sup>a</sup> , 70; (70-85) <sup>b</sup>	0,691
TA media llegada	90 ± 12 <sup>a</sup> , 93,3; (83-100) <sup>b</sup>	93 ± 10 <sup>a</sup> , 93,3; (86-103) <sup>b</sup>	0,668
FC durante angio-TC	61,11 ± 7,15 <sup>a</sup> , 59; (58-64) <sup>b</sup>	60,76 ± 4,23 <sup>a</sup> , 62; (56,5-64) <sup>b</sup>	0,471
TA sistólica salida	124,21 ± 17,1 <sup>a</sup> , 120; (120-140) <sup>b</sup>	118,1 ± 15,69 <sup>a</sup> , 120; (110-130) <sup>b</sup>	0,273
TA diastólica salida	71,05 ± 12,7 <sup>a</sup> , 70; (60-80) <sup>b</sup>	67,86 ± 11,01 <sup>a</sup> , 60; (60-75) <sup>b</sup>	0,223
TA media salida	88,7 ± 12 <sup>a</sup> , 90; (83-96) <sup>b</sup>	84 ± 11 <sup>a</sup> , 83,3; (76-91) <sup>b</sup>	0,161

BB: betabloqueantes; FC: frecuencia cardíaca; iv: intravenosos; TA: tensión arterial; TC: tomografía computarizada.

<sup>a</sup> Media ± desviación estándar.

<sup>b</sup> Mediana; (rango intercuartílico: 25:75).

## Discusión

El control de la frecuencia cardíaca es fundamental en la obtención de estudios de coronariografía-TC con un nivel óptimo de calidad que permita visualizar los vasos coronarios sin artefactos y posibilitar un adecuado diagnóstico de la dolencia<sup>6,8,10,11</sup>. Los protocolos para la administración de BB para controlar la frecuencia cardíaca están establecidos y son ampliamente aceptados<sup>2-4</sup>. La principal variación existente entre los diferentes protocolos es la vía de administración del fármaco pero, hasta el momento, no se han publicado trabajos en la literatura que analicen si existen diferencias en los tiempos requeridos en la atención del paciente o en la duración de la exploración, dependiendo de la vía de administración elegida. Sí ha sido publicado que el tiempo para conseguir el control de la frecuencia cardíaca es menor si se utiliza la vía intravenosa que la oral<sup>1,9</sup>. En el estudio retrospectivo de Maffei et al<sup>9</sup> se describe un tiempo medio para el control de la frecuencia de 66 ± 22 minutos si se utiliza la vía oral y de 8 ± 9 si es intravenosa. No obstante este trabajo no valora el tiempo total que el paciente está en el Servicio de Radiología ni compara el tiempo de ocupación de sala. Los resultados demuestran que el tiempo global medio que el paciente ambulatorio permanece en el Servicio de Radiología es significativamente menor cuando se utiliza la vía intravenosa para la administración de los BB con una duración de 35 minutos frente a 120 cuando se usa la vía oral.

Esta diferencia se explica por la farmacocinética propia de cada vía de administración. Respecto a la vía oral, las especificaciones de la ficha técnica de Lopresor<sup>®12</sup> reflejan que las concentraciones plasmáticas máximas se alcanzan entre 1,5 y 2 horas después de la toma. Aunque, para un control adecuado de la frecuencia cardíaca en la realización de una coronariografía-TC, no es necesario alcanzar las concentraciones más elevadas y, por lo tanto, el tiempo necesario es habitualmente menor. Según los protocolos publicados en la literatura, esta espera oscila entre 30 minutos y 1 hora<sup>1,4</sup>. Este tiempo no es necesario utilizando un BB intravenoso cuya concentración plasmática máxima es inmediata<sup>13</sup> y, por ello, el inicio de su efecto sobre la reducción de la frecuencia cardíaca se consigue de forma prácticamente instantánea lo que reduce el tiempo de espera del paciente. Además, la administración por vía oral requiere que una persona cualificada (técnico especialista en radiodiagnóstico, DUE o médico responsable) realice cada

15 minutos una toma de la frecuencia cardíaca del paciente con la consiguiente ocupación temporal de esa persona y aumento de los costes indirectos de la prueba.

Por otra parte, aparentemente en contra de lo que cabría esperar, la diferencia en el tiempo parcial de ocupación de sala según la vía de administración no difiere significativamente, 10 minutos en ambos casos. Este hecho probablemente se explica, debido a que la preparación del paciente en la sala de TC para la realización del estudio es un proceso largo independientemente de la vía de administración. El tiempo de ocupación de sala que establece la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) en su catálogo de exploraciones es de 30 minutos<sup>14</sup>. Antes de la realización de un estudio de coronarias con TCMD se necesita monitorizar el electrocardiograma del paciente y canalizar una vía venosa periférica con un calibre suficiente para que permita un flujo de contraste de al menos 4 ml/s. En este momento se le administra el vasodilatador sublingual al paciente<sup>15</sup> y se debe esperar al menos 3 minutos para que haga efecto. Por último es necesario entrenar al paciente para la correcta realización de la apnea.

Todo este proceso es independiente de la vía de administración. El factor que más retardaría la administración del fármaco por vía intravenosa es la canalización de la vena que se tiene que realizar de todos modos para la administración del contraste en ambos grupos. Además el tiempo de administración de los BB se puede optimizar solapándolo con el entrenamiento para la apnea.

El efecto hipotensor que presentan los BB es ampliamente conocido<sup>16</sup>. En los resultados de nuestro estudio se aprecia que la TA media disminuye en ambos grupos. La caída de la TA media es mayor con los BB intravenosos que con los BB orales, pero la magnitud de la misma creemos que carece de significación clínica. Ninguno de los pacientes del estudio refirió sintomatología clínica ni precisó tratamiento por el descenso de la TA, por lo que no creemos necesarias las medidas repetidas de la TA durante el proceso.

Asimismo no se registraron reacciones adversas relacionadas con el empleo de BB durante el tiempo que los pacientes estuvieron en el hospital. Este dato coincide con los publicados en otros estudios, donde se señala que, realizando una anamnesis cuidadosa de los pacientes dirigida a detectar posibles contraindicaciones para la administración de BB, la incidencia de efectos secundarios es nula o extremadamente baja<sup>1-4,16</sup>.

Todos los estudios del grupo BB intravenoso resultaron concluyentes. Sin embargo, en el grupo del BB oral hallamos dos estudios que no lo fueron. Estos correspondieron a dos pacientes que pasaron a la sala de TC con una frecuencia cardíaca menor de 65 lpm (como todos los del grupo de BB orales) y durante la administración de contraste la frecuencia ascendió por encima de 75 lpm, por lo que en ambos estudios no se pudieron valorar adecuadamente los vasos coronarios. La diferencia en el número de estudios no valorables entre los dos grupos no es estadísticamente significativa, aunque esto tal vez se deba a un tamaño muestral insuficiente. Esto se podría relacionar con la mayor lentitud en alcanzar la máxima concentración plasmática utilizando la vía oral, por lo que la eficacia del fármaco todavía no ha alcanzado su punto máximo cuando se realiza la adquisición y es posible que el estrés provocado al enfermo cuando siente la entrada del contraste pueda ser suficiente para provocar la aceleración del pulso<sup>17,18</sup>. Este hecho es de difícil control ya que ocurre cuando el estudio se está realizando lo que imposibilita el uso de medidas tales como la administración adicional de BB intravenosos o el uso de otras técnicas de control de la frecuencia cardíaca. Esto, probablemente, no ocurre con la administración intravenosa en la que la concentración plasmática durante la adquisición ha alcanzado su nivel óptimo. Esta hipótesis es susceptible de ser analizada en futuros trabajos.

La principal limitación del estudio es el escaso tamaño de la muestra, pese a lo cual los resultados se ajustan a lo potencialmente esperado y es especialmente relevante la demostración de la ausencia de variación de los tiempos de ocupación de la máquina, independientemente de la vía de administración del BB.

No se han tenido en cuenta el peso ni el índice de masa corporal (IMC) de los pacientes incluidos en el estudio. Este es un factor que puede alterar los volúmenes de distribución de los fármacos y afectar a los tiempos, sin embargo la aleatorización en la distribución de los grupos probablemente disminuya el posible sesgo. No obstante la relación entre el IMC y el control de la frecuencia cardíaca pudiera ser objeto de nuevos estudios. Del mismo modo no se midió de forma específica el tiempo de la parte común del proceso (recepción del paciente, búsqueda de contraindicaciones, realización de la anamnesis...). Diferencias en este tiempo común pueden afectar al tiempo global, para controlar este posible sesgo la aleatorización se realizó después de este proceso para que el grupo al que pertenecía cada paciente no influyera en el tiempo que se dedicaba a su atención.

El DUE que pasa a los pacientes a la TC, canaliza la vía y administra la nitroglicerina es el mismo que administra los BB orales en la sala de espera o los intravenosos en la sala de la TC por lo que conoce la vía de administración en cada paciente. Asimismo el radiólogo que realiza el entrenamiento de la apnea (que es simultáneo a la administración de los BB intravenosos) también conoce el grupo al que pertenece cada paciente. Debido a ello el estudio no es ciego.

Como conclusión el tiempo global de espera de los pacientes ambulatorios que acuden a realizarse una coronariografía-CT es menor si se emplea la vía intravenosa en la administración de BB para el control de la frecuencia cardíaca.

El tiempo de ocupación de sala es similar independientemente de la vía de administración del BB, oral o intravenosa.

## Autorías

Gonzalo Tardáguila de la Fuente: investigador principal. Concepción y diseño del estudio. Recogida de datos. Elaboración del estudio estadístico y redacción del manuscrito. Ha dado la aprobación final de la versión que se envía para publicar.

Carlos Delgado Sánchez-Gracián: participó activamente en el diseño del estudio, recogida de datos y revisión y modificación del manuscrito definitivo.

José Antonio Aguilar Arjona: participó en la recogida de datos, elaboración del estudio estadístico y revisión y modificación del manuscrito final.

Raquel Prada González y Gabriel Fernández Pérez: han colaborado activamente en la interpretación de los resultados y la redacción y revisión del manuscrito.

Francisco Tardáguila Montero: concepción y diseño del estudio revisión y lectura crítica del manuscrito haciendo aportaciones intelectuales relevantes.

Todos los autores han leído y aprueban la versión final del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Pannu H, Sullivan C, Lai S, Fishman E. Evaluation of the effectiveness of oral Beta-blockade in patients for coronary computed tomographic angiography. *J Comput Assist Tomogr.* 2008;32:247–51.
2. Pannu H, Álvarez WJ, Fishman E. Beta-blockers for cardiac CT: a primer for the radiologist. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186:S341–5.
3. De Graaf FR, Schuijf JD, van Velzen JE, Kroft LJ, de Roos A, Sieders A, et al. Evaluation of contraindications and efficacy of oral Beta blockade before computed tomographic coronary angiography. *Am J Cardiol.* 2010;105:767–72.
4. Johnson P, Eng J, Pannu H, Fishman E. 64-MDCT angiography of the coronary arteries: nationwide survey of patient preparation practice. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190:743–7.
5. Schoepf U, Zwerner P, Savino G, Herzog C, Kerl J, Costello P. Coronary CT angiography. *Radiology.* 2007;244:48–63.
6. Kerl J, Ravenel J, Nguyen S, Suranyi P, Thilo C, Costello P, et al. Right heart: split-bolus injection of diluted contrast medium for visualization at coronary CT angiography. *Radiology.* 2008;247:356–64.
7. Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, Desbiolles L, Husmann L, Plass A, et al. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT: effect of average heart rate and heart rate variability on image quality. *Radiology.* 2006;241:378–85.
8. Pugliese F, Mollet N, Runza G, van Mieghem C, Meijboom W, Malagutti P, et al. Diagnostic accuracy of non-invasive 64-slice CT coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *Eur Radiol.* 2006;13:575–82.
9. Maffei E, Palumbo AA, Martini C, Tedeschi C, Tarantini G, Seitun S, et al. «In-house» pharmacological management for computed tomography coronary angiography: heart rate reduction, timing and safety of different drugs used during patient preparation. *Eur Radiol.* 2009;19:2931–40.

10. Dewey M, Teige F, Laule M, Hamm B. Influence of heart rate on diagnostic accuracy and image quality of 16-slice CT coronary angiography: comparison of multisegment and halfscan reconstruction approaches. *Eur Radiol.* 2007;17:2829–37.
11. Colletti P. Coronary CT angiography without beta-blockers. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189:1324–5.
12. Ficha técnica de Lopresor. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios (AGEMED). [website]. Enero de 2008 [consultado 29/11/2009]. Disponible en: <https://sinaem4.agemed.es/consaem/especialidad.do?metodo=verFichaHtml&>.
13. Rang HP, Dale MM, Ritter JM. Transmisión noradrenérgica. En: *Farmacología.* 4.<sup>a</sup> edición. Madrid: Ediciones Harcourt, S.A; 2000. p.147–72.
14. Catálogo exploraciones SERAM 2009. Sociedad Española de Radiología [website]. 21 de septiembre de 2009 [consultado 02/02/2010]. Disponible en: [http://www.seram.es/attachments/353.CATÁLOGO%20SERAM%202009\\_final.pdf](http://www.seram.es/attachments/353.CATÁLOGO%20SERAM%202009_final.pdf).
15. Decramer I, Vanhoenacker P, Sarno G, Van Hoe L, Blatt O, Wijns W, et al. Effects of sublingual nitroglycerin on coronary lumen diameter and number of visualized septal branches on 64-MDCT angiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190:219–25.
16. Johnson P, Pannu H, Fishman E. IV contrast infusion for coronary artery CT angiography: literature review and results of a nationwide survey. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192:W214–21.
17. Husmann L, Leschka S, Desbiolles L, Schepis T, Gaemperli O, Seifert B, et al. Coronary artery motion and cardiac phases: dependency on heart rate; implications for CT image reconstruction. *Radiology.* 2007;245:567–76.
18. Leschka S, Scheffel H, Husmann L, Gämperli O, Marincek B, Kaufmann P, et al. Effect of decrease in heart rate variability on the diagnostic accuracy of 64-MDCT coronary angiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190:1583–90.