

# ¿ES SEGURA LA INYECCIÓN DE ALTO FLUJO A TRAVÉS DE CATÉTERES CENTRALES PARA REALIZAR ESTUDIOS TOMOGRÁFICOS?

## IS THIGH FLOW INJECTION THROUGH CENTRAL CATHERERS SAFE FOR TOMOGRAPHIC STUDIES?

Catalina Cuervo Valencia<sup>1</sup>  
 Milena Alcázar Paternina<sup>1</sup>  
 Lilibiana Arias Álvarez<sup>2</sup>  
 Marcela Montoya<sup>3</sup>  
 Milagros Marti de Gracia<sup>4</sup>  
 Germán Alberto Castrillón<sup>5</sup>

### PALABRAS CLAVE (DeCS)

Inyecciones  
 Medios de contraste  
 Catéteres  
 Cateterismo venoso central  
 Tomografía

### KEY WORDS (MeSH)

Injections  
 Contrast media  
 Catheters  
 Catheterization, central  
 venous  
 Tomography

### RESUMEN

**Objetivo:** Demostrar la seguridad de la inyección mecánica de contraste a través de catéteres centrales, excluyendo catéteres de hemodiálisis y puertos de quimioterapia, a velocidades > 3 ml/seg. **Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en pacientes hospitalizados, quienes tenían como única vía de acceso una línea central y en quienes se les realizó inyección mecánica de medio de contraste a una velocidad de 3 y 4 cm<sup>3</sup>/seg. Se evaluaron las complicaciones hemodinámicas y relacionadas con la integridad de los catéteres. **Resultados:** Se inyectaron 20 pacientes a través de catéteres venosos centrales (CVC) y 35 pacientes a través de catéteres centrales de inserción periférica (CCIP). No se presentaron complicaciones hemodinámicas ni se observaron complicaciones relacionadas con la integridad del catéter. **Conclusión:** La inyección mecánica de medio de contraste a través de CVC y CCIP, utilizando velocidades entre 3 y 4,5 ml/seg es una alternativa segura y viable para tomografías contrastadas.

### SUMMARY

**Objective:** The objective is to demonstrate the safety of medium contrast mechanical injection through central lines, not through a hemotherapy port or a hemodialysis catheter, at rates > 3 ml/sec. **Methods:** We performed a descriptive, longitudinal and prospective injection in patients who had a central line as the only venous access, and who underwent a mechanical injection with medium contrast at a rate 3-4 cc / sec. We evaluated complications in hemodynamics and complications related to the integrity of catheters. **Results:** 20 patients were injected via central venous catheters (CVC) and 35 patients via peripherally inserted central catheters (PICC). No complications were observed related to the integrity of the catheter. **Conclusion:** Medium contrast mechanical injection, performed through CVC and PICC at rates between 3 and 4.5 ml / sec, is considered a safe and viable alternative to contrast-enhanced CT.

<sup>1</sup>Médicas residentes del Departamento de Radiología de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup>Fellow de la especialidad en Imagen Corporal de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup>Médica epidemióloga de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup>Jefe de sección de Radiología de urgencias del Hospital Universitario La Paz, Madrid, España.

<sup>5</sup>Médico radiólogo. Especialista en imagen corporal. Profesor asociado del Departamento de Radiología y del Grupo de Gastrohepatología de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

## Introducción

La inyección mecánica de medio de contraste para la realización de estudios tomográficos contrastados es un factor fundamental para la calidad del estudio que permite asegurar la distribución uniforme del contraste entre las estructuras vasculares y los diferentes tejidos. Su seguridad y efectividad a través de accesos venosos periféricos está ampliamente documentada en la literatura. Dentro de una institución hospitalaria es frecuente encontrar algunos pacientes sin accesos venosos periféricos, por lo que se tiene como única vía de acceso los catéteres centrales, ya sea por catéteres venosos centrales (CVC) o catéteres centrales de inserción periférica (CCIP); esto la convierte en una alternativa para la inyección mecánica de medio de contraste.

Aunque se han informado bajas tasas de complicaciones en un 0,1 % de los casos asociados al uso de inyector mecánicos por catéteres periféricos, (1-4) existen ocasiones en las cuales estos accesos no están disponibles, ya sea por imposibilidad para canalizar una vena, por trombosis o por flebitis de las venas periféricas. En estos casos se hace necesaria la evaluación de una vía central como una alternativa para la inyección del medio de contraste (5-9).

Poco se ha estudiado el efecto de la inyección mecánica de medio de contraste por catéteres centrales y la mayoría de los fabricantes de dichos catéteres no proporcionan guías para la utilización de inyector mecánicos en estos (1).

Debido a que en la literatura actual no existe suficiente soporte para el empleo de esta vía de acceso, aún persiste la disyuntiva en la práctica radiológica en diferentes centros y entre diferentes radiólogos, sin tener claridad acerca de las complicaciones inmediatas y tardías en este tipo de procedimiento.

El propósito de este estudio es demostrar que la inyección mecánica de medio de contraste a través de catéteres venosos centrales a velocidades entre 3 y 4 ml/seg es segura. No obstante, se excluyen de este a los puertos de quimioterapia, los cuales ya tienen recomendado su uso para este fin, y los catéteres de hemodiálisis, debido al riesgo de infección asociado con la manipulación por personal externo a los servicios de nefrología.

Las recomendaciones de la FDA en el 2004 hicieron énfasis en el uso cuidadoso de estos dispositivos de acceso vascular relacionados con la inyección mecánica de medio de contraste debido al registro de más de 250 rupturas de catéteres asociadas con esta práctica (5). Sin embargo, es probable que la falta de estudios bien controlados no haya permitido la adecuada estandarización de los protocolos para el empleo de inyector mecánicos a través de catéteres centrales.

Las complicaciones asociadas a la inyección de medio de contraste a través de las líneas centrales que se han descrito, tienen relación con la presión generada por el inyector e incluyen la ruptura del catéter, con extravasación del medio de contraste y pérdida del acceso vascular, la fragmentación y embolización del catéter, la obstrucción y la disfunción del catéter (1,10-15). Estas posibles complicaciones desaconsejan el uso de manera sistemática de los accesos centrales, y se requieren protocolos para justificarlo en determinadas circunstancias.

En la actualidad, la mayoría de los estudios existentes en relación con la velocidad de la inyección son *in vitro*, los cuales demuestran que sólo a velocidades tan altas como 14 ml/seg puede existir el riesgo del daño del catéter y a 17 ml/seg, su ruptura (5-9). Estas velocidades son muy superiores a las necesarias para realizar un estudio tomográfico contrastado o una angiotomografía axial computarizada (AngioTAC) (10,16). Las velocidades requeridas para un estudio contrastado oscilan

entre 3 y 5 ml/seg; usualmente son superiores a los 4 ml/seg, cuando se requiere realizar un estudio de angioTAC (10,17-21).

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en pacientes hospitalizados en un hospital de IV nivel, de la ciudad de Medellín, Colombia entre marzo del 2010 y marzo del 2012.

## Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años de edad, cuya función renal fuese normal. Estos tenían como único acceso venoso una línea central y se les administró un medio de contraste intravenoso a través de la línea central a una velocidad entre 3 y 4 ml/seg.

## Criterios de exclusión

Se excluyeron los pacientes sobre los que se tenían dudas de la ubicación y/o la integridad del catéter, pacientes con catéteres de Swan Ganz, de hemodiálisis y puertos de quimioterapia, y aquellos que presentaron reacciones alérgicas previas al medio de contraste.

Así mismo, se excluyeron a los pacientes con depuración de creatinina entre 30 y 60 ml/min, que no estuvieran en protocolo de nefroprotección, y a los pacientes con insuficiencia renal crónica que no se encontraran en diálisis.

## Consentimiento informado y autorización del comité de ética

Luego de la autorización para la realización del estudio por el comité de ética del hospital y antes de la práctica del estudio tomográfico, se solicitó la aprobación del médico tratante y se le explicó al paciente y/o a su familia el procedimiento a realizar, las complicaciones inherentes al uso del medio de contraste y a la utilización del catéter central. Se dio claridad a las dudas que se presentaron y, en caso tal de estar de acuerdo, el paciente firmó el documento en presencia de por lo menos un testigo.

## Procedimiento

Se evaluó a todos los pacientes que fueron llevados al servicio de tomografía computarizada para la práctica de un estudio que requería la administración de un medio de contraste intravenoso. Allí se verificaron las vías de acceso venoso, en caso de existir solo una vía central el paciente fue ingresado al protocolo de investigación. Después, un investigador inició con la aprobación del consentimiento informado y, posteriormente, en un formato manual, comenzó la recolección de las variables demográficas y clínicas que incluían los antecedentes de interés, la indicación y el tipo de la exploración efectuada.

Acto seguido, se llevó el paciente al tomógrafo en donde se verificó la permeabilidad y la adecuada posición intravascular del catéter. Inicialmente se administró una solución salina, la cual se inyectó manualmente y, cuando el paso de la solución salina se efectuó sin dificultad y se obtuvo un adecuado retorno sanguíneo, se confirmó la permeabilidad del catéter. Si existía alguna duda acerca de la integridad o la adecuada ubicación del catéter, no se lleva a cabo la inyección. Al confirmar la adecuada ubicación y la permeabilidad del catéter central,

se inició la inyección del medio de contraste y se registró la velocidad de inyección y el tipo de catéter.

Se realizó la monitorización no invasiva de los signos vitales antes, durante y después de la inyección del medio de contraste y se registró cualquier complicación en un formato destinado para ello. Se evaluaron los registros de la presión arterial sistólica (PAS), la presión arterial diastólica (PAD), el pulso, la oximetría y las manifestaciones que pudieran sugerir reacciones al medio de contraste, tales como náuseas, vómito, brote, prurito, disnea, anafilaxia, paro cardiorrespiratorio, entre otras, las cuales fueron vigiladas durante la administración del medio de contraste y hasta una hora después.

Se evaluaron las complicaciones relacionadas con el catéter, en cuanto a la posible disfunción con posterior dificultad en el paso de medicamentos o de líquidos, oclusión, trombosis, ruptura total o parcial y, en caso de presentarse, el sitio de la ruptura y de la posible embolización del fragmento distal. Para obtener esta información se revisó la historia clínica y se contactó al personal de enfermería encargado para detectar las dificultades presentadas con el catéter hasta 24 horas después de la inyección mecánica del medio de contraste.

Todas las exploraciones fueron llevadas a cabo en un tomógrafo multicorte de 64 detectores General Electric LightSpeed® VCT XT según el protocolo establecido para la enfermedad o para la impresión diagnóstica respectiva.

A todos los pacientes se les administró un medio de contraste yodado hidrosoluble, con volúmenes entre 80 cm<sup>3</sup> y 100 cm<sup>3</sup>, en concentraciones de 300 y 350 mg/ml (para AngioTAC), a través de un inyector mecánico, marca Medrad® Stellant® SCT-210, con una presión de inyección de 300 libras por pulgada cuadrada (*pounds square inch*: PSI), a una velocidad superior a los 3 ml/seg.

## Análisis estadístico

En el análisis estadístico de los datos se utilizaron las distribuciones de frecuencia, cuando las variables eran cualitativas, y las medidas de resumen y de tendencia central para las cuantitativas, luego de verificar con la prueba Shapiro Wilk su distribución. De manera adicional se realizó un análisis de muestras relacionadas para comparar si se presentaron diferencias significativas en el pulso y la oximetría de los pacientes, desde su condición basal, durante el momento de la inyección y hasta una hora después de haber sido inyectados; para lo cual se utilizó la prueba de los rangos de Wilcoxon, debido a la distribución no normal de las variables cuantitativas implicadas.

Para evaluar los cambios en los valores de la presión arterial de cada paciente, se utilizó la prueba de McNemar. Se agruparon como normales los valores de PAS entre 90 y 140 mmHg y PAD entre 60 y 90 mmHg, y como valores no normales, los que se encontraron por fuera de este rango.

## Resultados

De los 55 pacientes incluidos en el estudio, fueron 26 mujeres (47,3 %) y 29 hombres (52,7 %), con una edad mediana de 53 años de edad (18 a 85 años). Como antecedentes personales, 20 pacientes (36,4 %) eran hipertensos, 11 eran diabéticos (20 %), 2 tenían una enfermedad coronaria (3,6 %), 2 con antecedente de arritmias (3,6 %) y 2 de reacciones alérgicas previas; uno a la penicilina y otro, al tramadol (3,6 %).

Al tener en cuenta los niveles séricos de creatinina previos al estudio, la mediana fue de 0,9 mg/dl, con un rango de (0,4 a 8,8 mg/dL).

Las principales indicaciones de los estudios tomográficos fueron inyección (30,9 %), tromboembolismo pulmonar (25,5 %), otros (43,6 %).

Se hicieron estudios tomográficos contrastados en 34 pacientes y estudios de angioTAC en 21 pacientes, con un medio de contraste yodado no iónico: Iohexol (Omnipaque™).

Todos los catéteres evaluados fueron marca *Arrow*, cuyo material es el poliuretano. En 20 pacientes (36,4 %), se usó CVC de calibre mayor a 5 Fr y de una longitud entre 16 y 20 cm, y en 35 pacientes (63,6 %), CCIP 5 Fr de 50 cm de longitud. Del total de estos catéteres, 27 fueron monolumen (49,1 %), 25 bilumen (45,5 %) y 3 trilumen (5,5 %).

La velocidad de inyección fue de 3,0 ml/seg para 34 pacientes (62 %) y de 4,0 ml/seg para 21 pacientes (38 %).

Al realizar el seguimiento con el fin de detectar las complicaciones relacionadas con el catéter durante las primeras 24 horas posteriores a la inyección, ninguno presentó una extravasación del medio de contraste, ruptura total o parcial del catéter, disfunción, embolización, oclusión o trombosis. No se reportó ninguna complicación relacionada con el paciente en la siguiente hora después de la inyección del medio de contraste, evaluando brote, prurito, disnea, anafilaxia, náuseas, vómito, paro cardiorrespiratorio, entre otras.

Al valorar los signos vitales del paciente antes, durante y hasta una hora después de la inyección de medio de contraste, no se presentaron variaciones significativas en los valores de la presión arterial sistólica ni diastólica, y tampoco en el pulso ni oximetría de los pacientes (tabla 1).

**Tabla 1. Variaciones de los valores de PAS, PAD, pulso y oximetría**

Variable	Basal	Inyección	Valor p	Post	Valor p
PAS	130 (69-190)	131 (90-200)	0,926	120 (66-190)	0,010
PAD	70 (40-113)	73 (44-178)	0,854	68 (8-100)	0,160
Pulso	88 (50-113)	89 (8-130)	0,592	89 (56-130)	0,479
Oximetría	95 (83-100)	95 (83-100)	0,834	96 (83-925)	0,830

Mediana (Mín-Máx), valor p = Prueba. t de Student para muestras relacionadas

## Discusión

Los resultados del estudio ponen de manifiesto una incidencia nula de complicaciones asociadas a la inyección del medio de contraste con alto flujo en pacientes que además presentaban morbilidad asociada.

En la revisión de Plumb y Murphy (22) se demuestra también una incidencia muy baja de complicaciones, 6 efectos adversos en 858 casos (0,7 %). Estos eventos estuvieron todos relacionados con el catéter y consistieron en la ruptura y obstrucción del catéter. La solución para estos casos consistió en el cambio del catéter, situación que no afectó el pronóstico clínico de los pacientes (22).

El factor más importante en la decisión de utilizar las líneas centrales para la inyección del medio de contraste es establecer la necesidad de este para el manejo del paciente. Si el medio de contraste es necesario, el beneficio puede justificar el riesgo.

Estos mismos autores recomiendan, en caso de necesitarse la inyección del medio de contraste, el uso de velocidades inferiores a los 2 ml/seg y verificar la permeabilidad y la posición adecuada del catéter, bien sea por radiografías previas o en el topograma. Sin embargo, para los estudios de angioTAC es clara la necesidad de un buen realce de las estructuras vasculares, que es mejor en la medida en que se aumenten las velocidades de inyección (23); velocidades menores a 2 cm/seg, pueden no ser suficientes para lograr este objetivo.

En el estudio que hicieron Sanelli PC. y cols. sobre 104 estudios dinámicos de tomografía contrastada, tampoco se presentaron complicaciones inmediatas ni tempranas relacionadas con el catéter ni observaron complicaciones cardiovasculares. Ellos utilizaron catéteres centrales para la inyección del medio de contraste con velocidades entre 3 y 5 ml/seg (12).

Los resultados descritos en el metanálisis de Plumb y Murphy (22), el trabajo de Sanelli y cols. (12) incluido en dicho metanálisis y los descritos en la serie de este artículo, pueden convertirse en un punto de partida para iniciar el proceso de protocolización del uso de líneas centrales para la inyección mecánica del medio de contraste, tanto para estudios tomográficos como de angioTAC.

El beneficio obtenido parece claramente superar el riesgo, pues como ha sido descrito las complicaciones relacionadas con el catéter no alcanzan el 0,7 % (12,22).

Por lo tanto, se considera que la inyección, con inyector mecánicos de medio de contraste a velocidades entre 3 y 4 ml/seg a través de CVC y CCIP, es una alternativa adecuada y viable para los estudios topográficos contrastados de rutina y AngioTAC, con igual seguridad a la encontrada con menores velocidades de inyección. Esto posteriormente se comunicó a la empresa fabricante, la cual si bien tenía soporte *in vitro* de ser adecuada la inyección a estas velocidades, no tenía estudios *in vivo*, recomendando su uso con las precauciones relacionadas en la información del producto.

Este estudio presenta diferentes limitaciones que incluyen un número pequeño de pacientes, la no inclusión de pacientes pediátricos, por lo que no se podría extrapolar los resultados a esta población en quienes se utilizan catéteres de menor diámetro, y tampoco se estudió el tiempo de uso del catéter central, que hubiera podido condicionar un teórico mayor número de complicaciones.

Aunque el estudio demuestra la seguridad de la inyección del medio de contraste a través de catéteres centrales es importante tener un protocolo institucional para la inyección a través de estos. El protocolo iniciaría explicando los beneficios y los riesgos del procedimiento, y concertando con el equipo tratante para después obtener la aprobación por el paciente y/o su familia, para poder verificar la posición del catéter, comprobar su permeabilidad y proceder a la inyección del medio de contraste, con la velocidad apropiada para la indicación clínica del paciente.

A manera de conclusión, se puede decir que si se hiciera uso de los resultados aquí expuestos se podría mejorar la posibilidad de acceder a estudios por imágenes a todo paciente sin accesos venosos periféricos y que dispongan exclusivamente de un acceso venoso central. Con las precauciones descritas se podría inyectar con velocidades mayores a 3 ml/seg.

## Agradecimientos

Proyecto de Sostenibilidad de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

## Referencias

1. Herts BR, Cohen MA, Mcinroy B, et al. Power injection of intravenous contrast material through central venous catheters for CT: In Vitro evaluation. *Radiology*. 1996;200:731-5.
2. McCarthy S, Moss AA. The use of a flow rate injector for contrast-enhanced computed tomography. *Radiology*. 1984;151:800.
3. Miles G, Rasmussen F. Safe use of an intravenous power injector for CT: Experience and protocol. *Radiology*. 1990;176:69-70.
4. Sistrom CL, Gay SB, Peffley L. Extravasation of iopamidol and iohexol during contrast-enhanced CT: report of 28 cases. *Radiology*. 1991;180:707-10.
5. U.S. Food and Drug Administration. Reminders from FDA regarding ruptured vascular access devices from power injection [internet]. 2012 [citado 2013 jul. 15]. Disponible en: [www.fda.gov/](http://www.fda.gov/).
6. Rivitz SM, Drucker EA. Power injection of peripherally inserted central catheters. *J Vasc Intervent Radiol*. 1997;8:857-63.
7. Salis AI, Eclavea A, Johnson MS, et al. Maximal flow rates possible during power injection through currently available PICCs: An in vitro study. *J Vasc Intervent Radiol*. 2004;15:275-81.
8. Coyle D, Bloomgarden D, Beres R, et al. Power injection of contrast media via peripherally inserted central catheters for CT. *J Vasc Intervent Radiol*. 2004;15:809-14.
9. Angle JF, Matsumoto AH, Skalak TC, et al. Flow characteristics of peripherally inserted central catheters. *J Vasc Intervent Radiol*. 1997;8:569-77.
10. Vrachliotis TG, Bis KG, Haidary A, et al. Atypical chest pain: coronary, aortic, and pulmonary vasculature enhancement at biphasic single-injection 64-section CT angiography. *Radiology*. 2007;243:368-76.
11. O'Sullivan P, Brown M, Hartnett B, et al. Central line pump infusion and large volume mediastinal contrast extravasation in CT. *Br J Radiol*. 2006;79:e75-7.
12. Sanelli PC, Deshmukh M, Ougoretis I, et al. Safety and feasibility of using a central venous catheter for rapid contrast injection rates. *AJR*. 2004;183:1829-34.
13. Goss JE, Ramo BW, Raff GL, et al. Power injection of contrast media during percutaneous transluminal coronary artery angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1989;16:195-8.
14. Rigsby CK, Gasber E, Seshadri R, et al. Safety and efficacy of pressure-limited power injection of iodinated contrast medium through central lines in children. *AJR*. 2007;188:726-32.
15. Amaral JG, Traubici J, BenDavid G, et al. Safety of power injector use in children as measured by incidence of extravasation. *AJR*. 2006;187:580-3.
16. Macha DB, Nelson RC, Howle LE, et al. Central venous catheter integrity during mechanical power injection of iodinated contrast medium. *Radiology*. 2009;253:870-8.
17. Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, et al. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Eng J Med*. 2006;354:2317-27.
18. Anderson DR, Kahn SR, Rodger MA, et al. Computed tomographic pulmonary angiography vs ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;298:2743-53.
19. Lin K, Kazmi KS, Law M, et al. Measuring elevated microvascular permeability and predicting hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke using first-pass dynamic perfusion CT imaging. *AJNR*. 2007;28:1292-8.
20. Schramm P, Schellinger PD, Klotz E, et al. Comparison of perfusion computed tomography and computed tomography angiography source images with perfusion-weighted imaging and diffusion-weighted imaging in patients with acute stroke of less than 6 hours' duration. *Stroke*. 2004;35:1652-8.
21. Dodd JD, Kalva S, Pena A, et al. Emergency cardiac CT for suspected acute coronary syndrome: qualitative and quantitative assessment of coronary, pulmonary, and aortic image quality. *AJR*. 2008;19:870-7.
22. Plumb AAO, Murphy G. The use of central venous catheters for intravenous contrast injection for CT examinations. *Br J Radiol*. 2011;84:197-203.
23. Bae KT. Intravenous contrast medium administrations and scan timing at CT: Considerations and approaches. *Radiology*. 2010;256:32-61.

## Correspondencia

Germán Alberto Castrillón  
Universidad de Antioquia  
Calle 10E # 25-165  
Medellín, Colombia.  
[germanacastillon@gmail.com](mailto:germanacastillon@gmail.com).

Recibido para evaluación: 30 de septiembre de 2013  
Aceptado para publicación: 13 de diciembre de 2013